



An Accuracy Assessment of an IoT-Based Monitoring System for Household Water Consumption in Estimating Volume and Usage Cost

Analisis Tingkat Akurasi Sistem Monitoring Konsumsi Air Rumah Tangga Berbasis IoT terhadap Estimasi Volume dan Biaya Pemakaian

Elsyea Adia Tunggadewi^{1*}, Sisca Dina Nur Nahdliyah²

^{1,2}Department of Engineering, Faculty of Vocational Studies, Universitas Airlangga, Indonesia

¹elsyea-adia-tunggadewi@vokasi.unair.ac.id ²sisca-dina-nur-n@vokasi.unair.ac.id

Abstract *Water-use efficiency in the household sector is a crucial aspect in supporting the sustainability of water resources. Enhancing this efficiency requires a monitoring system capable of accurately measuring consumption volume and precisely estimating usage costs. A relevant approach in this context is the implementation of Internet of Things (IoT)-based technology, which enables real-time data acquisition and transmission through smart water meter devices. This study aims to evaluate the accuracy of an IoT-based household water consumption monitoring system in estimating usage volume and calculating cost. The method involves a comparison between actual water flow data and system measurements, as well as an analysis of the discrepancy between actual costs and cost estimates produced by the application. Experimental results indicate an average deviation of 9.12% between the actual and measured volume. In contrast, the cost estimation demonstrates a very high level of accuracy, with a maximum discrepancy of only IDR 1 compared to the actual cost. These findings indicate that the system performs reliably in estimating cost, although some inaccuracies remain in volume measurement. Overall, the system demonstrates considerable potential as an effective and sustainable technological solution to support household water consumption management.*

Keywords: Water-Use Efficiency, Water Monitoring System, IoT, Smart Water Meter

Abstrak Efisiensi penggunaan air di sektor rumah tangga merupakan aspek krusial dalam mendukung keberlanjutan sumber daya air. Upaya peningkatan efisiensi tersebut memerlukan sistem pemantauan yang mampu mengukur volume konsumsi secara akurat serta menyajikan estimasi biaya secara tepat. Salah satu pendekatan yang relevan dalam konteks ini adalah pemanfaatan teknologi berbasis Internet of Things (IoT), yang memungkinkan akuisisi dan transmisi data secara real-time melalui perangkat smart water meter. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sistem monitoring konsumsi air rumah tangga berbasis IoT dalam estimasi volume penggunaan dan perhitungan biaya. Metode yang diterapkan meliputi perbandingan antara data debit air aktual dengan hasil pengukuran sistem, serta analisis selisih antara biaya aktual dan estimasi biaya yang dihasilkan aplikasi. Hasil eksperimen menunjukkan adanya deviasi rata-rata sebesar 9,12% antara nilai aktual dan nilai terukur. Sedangkan, estimasi biaya menunjukkan akurasi yang sangat tinggi, dengan selisih maksimum hanya Rp1 dibandingkan nilai aktual. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki kinerja yang andal dalam estimasi biaya, meskipun masih terdapat ketidaksesuaian dalam pengukuran volume air. Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan potensi sebagai solusi teknologi yang efektif dan berkelanjutan dalam mendukung manajemen konsumsi air rumah tangga.

Kata Kunci: Efisiensi Penggunaan Air, Sistem Monitoring Air, IoT, Meteran Air Cerdas

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam konteks rumah tangga, air digunakan untuk berbagai keperluan seperti mandi, mencuci, memasak, serta kebutuhan sanitasi [1-3]. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang pesat, permintaan terhadap air bersih semakin meningkat, sementara ketersediaannya cenderung menurun akibat pencemaran, perubahan iklim, dan eksploitasi berlebihan. Kondisi ini menuntut adanya strategi pengelolaan air yang lebih efisien dan berkelanjutan, termasuk di sektor rumah tangga yang merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap konsumsi air secara keseluruhan.

Efisiensi penggunaan air di tingkat rumah tangga tidak hanya berdampak pada pelestarian sumber daya air, tetapi juga dapat memberikan manfaat ekonomi berupa pengurangan biaya tagihan air [4-6]. Namun, upaya efisiensi ini tidak akan optimal tanpa adanya sistem pemantauan yang mampu mengukur konsumsi air secara akurat dan menyediakan informasi yang relevan bagi pengguna. Dalam hal ini, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang besar untuk menciptakan sistem monitoring konsumsi air yang lebih canggih dan efektif. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan banyak diterapkan dalam berbagai sektor adalah Internet of Things (IoT)[7-15].

IoT merupakan konsep integrasi antara perangkat fisik dengan jaringan internet yang memungkinkan pertukaran data secara real-time. Dalam konteks pengelolaan air, IoT memungkinkan pengembangan sistem monitoring berbasis sensor yang dapat mengukur debit air, menyimpan data konsumsi, dan mengirimkan informasi tersebut ke pengguna melalui aplikasi digital. Sistem ini dikenal dengan sebutan smart water meter [16-17]. Dengan menggunakan teknologi ini, pengguna dapat memantau konsumsi air secara langsung, menerima peringatan ketika terjadi penggunaan yang tidak biasa, serta memperoleh estimasi biaya berdasarkan volume pemakaian. Hal ini tidak hanya meningkatkan kesadaran pengguna terhadap perilaku konsumsi air, tetapi juga mendukung upaya konservasi air secara lebih terukur dan berbasis data.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa implementasi smart water meter berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, baik di tingkat individu maupun komunitas. Namun demikian, keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada tingkat akurasi sensor dalam mengukur debit air dan kemampuan sistem dalam menghitung estimasi biaya dengan presisi tinggi. Tanpa akurasi yang memadai, informasi yang diberikan kepada pengguna dapat menyesatkan dan justru menghambat upaya efisiensi.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem monitoring konsumsi

air berbasis IoT, khususnya dalam hal akurasi pengukuran volume dan estimasi biaya penggunaan air. Evaluasi ini tidak hanya berfungsi untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat diandalkan, tetapi juga menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan kualitas dan keandalan sistem. Selain itu, dengan memahami potensi deviasi yang mungkin terjadi antara data aktual dan data terukur, pengembang sistem dapat melakukan kalibrasi ulang terhadap sensor yang digunakan serta memperbaiki algoritma perhitungan yang diterapkan dalam aplikasi.

Penelitian ini difokuskan pada analisis tingkat akurasi sistem monitoring konsumsi air rumah tangga yang menggunakan smart water meter berbasis IoT. Fokus utama penelitian ini adalah mengukur selisih antara volume air yang dikonsumsi secara aktual dengan volume yang tercatat oleh sistem, serta membandingkan estimasi biaya yang ditampilkan oleh aplikasi dengan biaya aktual yang seharusnya dibayarkan. Dengan menggunakan pendekatan eksperimental dan data kuantitatif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai kinerja sistem dan sejauh mana teknologi ini dapat diandalkan untuk mendukung efisiensi penggunaan air di sektor rumah tangga.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem monitoring air yang lebih akurat dan user-friendly, serta mendorong adopsi teknologi IoT di kalangan masyarakat luas. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi para pengembang sistem, peneliti, dan pembuat kebijakan dalam merancang strategi manajemen air yang berbasis data dan teknologi. Mengingat tantangan krisis air yang semakin nyata di berbagai belahan dunia, inovasi teknologi seperti ini menjadi salah satu solusi potensial yang perlu terus dikembangkan dan disempurnakan.

Dengan latar belakang tersebut, maka penelitian ini berangkat dari kebutuhan akan sistem monitoring air rumah tangga yang tidak hanya mampu menyediakan informasi secara real-time, tetapi juga memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran volume dan estimasi biaya. Evaluasi terhadap akurasi sistem menjadi langkah awal yang penting sebelum sistem ini dapat diterapkan secara luas di masyarakat. Penelitian ini menjadi bagian dari upaya untuk menjembatani kesenjangan antara kemajuan teknologi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam mendukung praktik konsumsi air yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini disusun secara sistematis dalam lima tahapan utama guna mengevaluasi tingkat akurasi sistem monitoring konsumsi air rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT) terhadap estimasi

volume dan biaya pemakaian. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan sistem yang andal, efisien, dan tepat guna untuk mendukung pengelolaan air secara berkelanjutan di sektor rumah tangga.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi fitur utama yang dibutuhkan oleh sistem monitoring, termasuk kemampuan pengukuran debit air secara real-time, penyimpanan data historis, transmisi data ke platform cloud, serta penyajian informasi berupa volume dan estimasi biaya pemakaian. Tinjauan literatur terhadap sistem serupa yang telah ada juga dilakukan untuk mengidentifikasi keterbatasan seperti keterjangkauan, presisi pengukuran, dan keterbatasan antarmuka pengguna.

Tahap kedua adalah desain sistem, yang mencakup pemilihan komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari sensor aliran air YF-S201, mikrokontroler Arduino Uno, serta modul Wi-Fi ESP8266 untuk konektivitas internet. Sistem perangkat lunak dibangun menggunakan platform Firebase untuk menyimpan dan mengelola data secara real-time. Selain itu, dikembangkan antarmuka aplikasi seluler berbasis Android sebagai media visualisasi data penggunaan air dan estimasi biaya bagi pengguna. Diagram alir sistem dirancang untuk menggambarkan proses mulai dari akuisisi data, transmisi, penyimpanan, hingga visualisasi.

[Figure 1. about here.]

Gambar 1. menunjukkan schematic diagram dari sistem monitoring konsumsi air rumah tangga. Sistem ini terdiri dari sensor aliran air YF-S201 yang mendeteksi laju aliran air dan menghasilkan pulsa sebagai output. Pulsa tersebut dibaca oleh mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data. Mikrokontroler juga terhubung dengan modul LCD 16x2 untuk menampilkan data volume air secara lokal. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan modul Wi-Fi internal yang digunakan untuk mengirim data hasil pengukuran ke database Firebase secara real-time. Sumber daya DC digunakan untuk memberikan tegangan kerja pada seluruh sistem. Rangkaian ini dirancang agar bekerja secara efisien dan stabil dalam mengukur serta menampilkan hasil pengukuran debit air secara real-time.

[Figure 1. about here.]

Gambar 2. merupakan foto fisik dari perangkat sistem monitoring yang telah dirakit. Terlihat bahwa seluruh komponen seperti sensor aliran air, ESP32, dan catu daya dirakit dalam kotak pelindung (enclosure) untuk menjaga keamanan perangkat dari percikan air atau kerusakan fisik. Kabel-kabel penghubung telah disusun rapi untuk meminimalisir

gangguan sinyal atau kesalahan sambungan. Rangkaian ini siap digunakan untuk pengujian lapangan dalam instalasi rumah tangga guna mengukur performa dan akurasi sistem secara langsung. Secara keseluruhan, perangkat ini dirancang dengan bentuk yang kompak dan portabel, sehingga mudah digunakan di berbagai kondisi lapangan untuk memantau debit air secara real-time dan menampilkan hasil secara langsung melalui layar LCD.

Tahap ketiga adalah pembuatan prototipe. Seluruh perangkat keras dirakit dan diprogram agar bekerja sesuai dengan fungsi sistem. Arduino Uno diprogram menggunakan bahasa C++ untuk membaca pulsa dari sensor aliran air dan mengubahnya menjadi data debit dalam satuan liter per menit. Data ini kemudian dikirimkan secara berkala melalui modul Wi-Fi ke Firebase. Aplikasi yang terintegrasi dengan Firebase digunakan untuk menampilkan data volume harian, bulanan, dan estimasi biaya sesuai dengan tarif air lokal.

Tahap keempat adalah pengujian dan validasi. Pengujian dilakukan dalam kondisi nyata dengan menggunakan aliran air dari instalasi rumah tangga. Validasi dilakukan dengan membandingkan lima set data pengukuran aktual dan hasil sistem dalam hal volume dan estimasi biaya. Evaluasi difokuskan pada nilai deviasi rata-rata, persentase error, serta ketepatan estimasi biaya terhadap nilai aktual yang dihitung secara manual berdasarkan tarif Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Tahap kelima adalah analisis dan pengoptimalan. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan pendekatan statistik deskriptif untuk mengetahui pola konsumsi, anomali penggunaan, dan tingkat deviasi. Deviasi rata-rata antara volume aktual dan volume yang diukur oleh sistem dihitung dalam persen. Selisih maksimum antara biaya aktual dan estimasi biaya juga ditentukan.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan interval satu detik dan dikirim ke Firebase secara real-time. Setiap data debit air dikonversi menjadi satuan liter, kemudian diakumulasi untuk perhitungan konsumsi harian dan bulanan. Data yang tersimpan disajikan dalam aplikasi seluler dalam bentuk grafik linier dan histogram untuk memudahkan pemahaman pengguna terhadap perilaku konsumsi airnya.

Dengan pendekatan metodologis yang sistematis ini, sistem monitoring berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini dinilai memiliki potensi tinggi untuk diterapkan secara luas dalam konteks rumah tangga, mendukung efisiensi dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konservasi air.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi

sistem monitoring konsumsi air berbasis Internet of Things (IoT) dalam tiga aspek utama, yaitu ketepatan pengukuran volume air, keakuratan estimasi biaya berdasarkan tarif air yang berlaku, serta keandalan pencatatan waktu aliran. Untuk itu, telah dilakukan serangkaian uji coba yang melibatkan lima skenario pengaliran air dengan volume yang berbeda-beda, mulai dari 2000 ml hingga 10000 ml. Data diperoleh dengan membandingkan nilai aktual yang diukur secara manual menggunakan alat ukur presisi, dengan nilai yang dibaca dan diolah oleh sistem secara otomatis. Hasil dari perbandingan ini ditampilkan dalam tiga tabel, masing-masing mewakili dimensi evaluasi berbeda: volume, biaya, dan waktu. Tinjauan mendalam terhadap hasil tersebut memberikan gambaran sejauh mana sistem mampu beroperasi dengan akurat dan konsisten, sekaligus mengidentifikasi aspek yang masih perlu dioptimalkan.

[Table 1. about here.]

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa nilai volume air yang dicatat oleh sistem cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nilai aktual. Pada pengujian pertama, volume aktual sebesar 2000 ml diukur oleh sistem sebagai 2198 ml, sedangkan pada volume tertinggi yaitu 10000 ml, sistem mencatat 10912 ml. Seluruh pengukuran menunjukkan deviasi positif, dengan nilai deviasi rata-rata sekitar 9,12%. Tren overestimasi ini mencerminkan adanya ketidaksempurnaan dalam proses kalibrasi sensor aliran air YF-S201 yang digunakan dalam sistem. Sensor ini bekerja berdasarkan pembacaan pulsa air, yang kemudian dikonversi menjadi volume berdasarkan konstanta tertentu. Jika konstanta ini tidak disesuaikan secara tepat terhadap kondisi riil seperti tekanan air, suhu, atau karakteristik pipa, maka akan terjadi penyimpangan pengukuran. Deviasi yang meningkat secara proporsional dengan volume juga mengindikasikan bahwa kesalahan terakumulasi seiring bertambahnya waktu aliran, sehingga perbaikan pada algoritma konversi menjadi penting untuk memastikan konsistensi performa sistem.

[Table 2. about here.]

Meski terdapat deviasi pada pengukuran volume, hasil pengujian estimasi biaya yang ditampilkan dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam menghitung estimasi biaya konsumsi air. Estimasi biaya dalam aplikasi berbeda hanya sebesar Rp1 dengan biaya aktual yang dihitung secara manual berdasarkan tarif resmi PDAM. Misalnya, pada debit air sebesar 2000 ml, biaya dalam aplikasi tercatat Rp7079, sedangkan biaya aktual adalah Rp7080. Keseluruhan data menunjukkan perbedaan yang sangat minimal dan tidak signifikan secara praktis. Akurasi ini dapat dicapai karena rumus penghitungan biaya dalam sistem mengimplementasikan secara langsung struktur tarif blok PDAM, yang diintegrasikan

dalam logika pemrograman sistem. Kecermatan dalam konversi liter ke satuan rupiah, serta penggunaan angka pembulatan yang tepat, berperan besar dalam menghasilkan estimasi biaya yang dapat diandalkan oleh pengguna. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem sudah memenuhi fungsi utamanya sebagai alat bantu kontrol konsumsi dan biaya pemakaian air rumah tangga.

[Table 3. about here.]

Selanjutnya, evaluasi terhadap pencatatan waktu aliran air yang dilakukan oleh sistem disajikan dalam Tabel 3. Dalam seluruh skenario dengan debit air yang sama sebesar 2000 ml, tercatat bahwa sistem secara konsisten mencatat waktu aliran yang lebih singkat dibandingkan waktu aktual yang diukur menggunakan stopwatch. Misalnya, pada pengujian pertama, sistem mencatat waktu 16 detik, sedangkan waktu aktual adalah 19 detik. Perbedaan waktu ini berkisar antara 2 hingga 3 detik. Hal ini diduga terjadi karena sistem mulai mencatat waktu hanya saat pulsa dari sensor mulai terbaca, sedangkan stopwatch manual mencakup durasi sejak katup dibuka hingga air berhenti mengalir sepenuhnya. Selain itu, waktu reaksi pengguna dalam mengoperasikan stopwatch turut menjadi variabel yang menyebabkan perbedaan ini. Walaupun demikian, deviasi waktu yang relatif kecil ini tidak berdampak signifikan terhadap total volume yang tercatat.

Secara umum, meskipun terdapat deviasi dalam pengukuran volume dan pencatatan waktu, sistem menunjukkan performa yang stabil dan dapat diterima untuk aplikasi pemantauan konsumsi air dalam skala rumah tangga. Akurasi estimasi biaya yang tinggi memberikan kepercayaan bagi pengguna dalam memantau pengeluaran air mereka secara harian maupun bulanan. Informasi yang diberikan oleh sistem dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesadaran pengguna terhadap penggunaan air yang berlebihan, serta mendorong pola hidup yang lebih hemat air. Dari sisi teknis, sistem ini juga menunjukkan bahwa perangkat berbasis mikrokontroler Arduino Uno, dengan dukungan sensor aliran air dan koneksi Wi-Fi, dapat menghasilkan sistem monitoring yang handal dengan biaya implementasi yang relatif rendah.

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring konsumsi air berbasis IoT ini menunjukkan kinerja yang cukup menjanjikan dari segi akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Hal ini menjadikannya layak untuk diterapkan secara lebih luas di lingkungan rumah tangga, sebagai salah satu solusi cerdas dalam upaya konservasi air dan pengendalian biaya pemakaian.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap sistem monitoring konsumsi air rumah tangga berbasis IoT yang dikembangkan, sistem ini menunjukkan

performa yang cukup akurat dalam mengukur volume air dan memperkirakan biaya penggunaan. Dari lima skenario uji, rata-rata deviasi antara nilai aktual dan nilai terukur sebesar 9,12%, yang menunjukkan adanya perbedaan moderat yang masih dapat ditoleransi untuk aplikasi rumah tangga. Estimasi biaya dalam aplikasi memiliki selisih maksimal hanya Rp 1 dibandingkan dengan biaya aktual, yang menunjukkan bahwa perhitungan tarif air dalam sistem berjalan dengan presisi sangat tinggi. Selain itu, pengukuran waktu aliran juga menunjukkan kestabilan yang baik, meskipun terdapat deviasi kecil antara waktu aktual dan waktu yang terukur oleh sistem.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah memenuhi tujuan utama penelitian, yaitu menyediakan alat monitoring air yang efisien, real-time, dan terhubung dengan cloud untuk visualisasi data. Dengan pendekatan metodologis yang sistematis, penggunaan komponen yang relatif terjangkau, serta antarmuka pengguna yang informatif, sistem ini memiliki potensi tinggi untuk diterapkan secara luas dalam konteks rumah tangga.

REFERENCES

- [1] S. S. Siddula, P. Babu and P. C. Jain, "Water Level Monitoring and Management of Dams using IoT," 2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), Bhimtal, India, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/IoT-SIU.2018.8519843.
- [2] S. Mehta and A. Singh, "Integrating IoT and AI for Holistic Water Quality Monitoring and Management," 2024 5th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT), Bangalore, India, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/GCAT62922.2024.10923899.
- [3] R. Sharma, A. Shah, C. Bash, T. Christian and C. Patel, "Water efficiency management in datacenters: Metrics and methodology," 2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology, Tempe, AZ, USA, 2009, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISSST.2009.5156773.
- [4] M. Yang, G. Wu, S. Zhu and S. Li, "Study on reciprocal relationship among water amount-water quality-water efficiency based on the SWAT_WAQER model : —A case study of the Yulin catchment," 2021 7th International Conference on Hydraulic and Civil Engineering & Smart Water Conservancy and Intelligent Disaster Reduction Forum (ICHCE & SWIDR), Nanjing, China, 2021, pp. 247-254, doi: 10.1109/ICHCESWIDR54323.2021.9656345..
- [5] P. B. Agarkar, A. V. Dange, T. K. Adhav, N. Sangle and N. D. Kapale, "Efficient Water Resource Management: An IoT-Based Smart Water Level Monitoring and Control System," 2023 4th International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM), Dubai, United Arab Emirates, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCAKM58659.2023.10449619.
- [6] A. B. R, A. S. Kadam, A. Kulkarni and P. R. Sankpal, "IoT based Smart Water Meter for Water Management," 2023 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE), Bengaluru, India, 2023, pp. 674-678, doi: 10.1109/IITCEE57236.2023.10091019.
- [7] E. A. Tunggadewi, E. I. Agustin, and R. T. Yunardi, "A smart wearable device based on internet of things for the safety of children in online transportation," Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, vol. 22, no. 2, pp. 708-716, Apr. 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v22.i2.pp708-716.
- [8] E. A. Tunggadewi, S. D. N. Nahdliyah, H. Prayitno, "Simulation of an IoT Based Smart System for Monitoring Hand Hygiene of Medical Personnel in Hospitals" International Journal of Computer, Networks Security and Information System, vol. 6, no. 1, pp. 1-7, Sep. 2024, doi: 10.33005/ijconsist.v6i1.
- [9] A. Vrsalović, T. Perković, I. Andrić, M. A. Ćuvić and P. Šolić, "IoT Deployment for Smart Building: Water Consumption Analysis," 2021 6th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech), Bol and Split, Croatia, 2021, pp. 01-05, doi: 10.23919/SpliTech52315.2021.9566437.
- [10] B. S. Kumar, S. Ramalingam, S. Balamurugan, S. Soumiya and S. Yogeswari, "Water Management and Control Systems for Smart City using IoT and Artificial Intelligence," 2022 International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA), Tamilnadu, India, 2022, pp. 653-657, doi: 10.1109/ICECAA55415.2022.9936166.
- [11] A.I. Pratama, E. A. Tunggadewi, Winarno "Internet Of Things Based Car Parking Monitoring Device Integrated with WEB Server" International Journal of Computer, Networks Security and Information System, vol. 6, no. 2, pp. 88-97, Mar. 2025, doi: <https://doi.org/10.33005/ijconsist.v6i2.119>.
- [12] R.T. Yunardi, E. Sutanto, A.A. Firdaus, E.A. Tunggadewi, H.A. Ali, S. Nurwahyuni "Leakage Current Monitoring for Electrical Loads Based on Internet of Things" 8th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 2021.
- [13] I. Hanafi, F. Hunaini, D. Siswanto, "Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things (IoT)" Journal of Electrical and Electronics Engineering, pp 64-78, <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v7i1.1652>.
- [14] I. Musi, B. Widarto, M.F. Rahman, "Sistem Otomatisasi Perpindahan Sumber Daya Listrik Pln-Genset Berbasis Iot Dengan Mikrokontroler Esp32-Arduino", Jurnal Teknik Elektro dan Informatika,

- pp 12-19, <https://doi.org/10.30587/e-link.v20i2>.
- [15] S. Mehta and A. Aneja, "Smart Water Management in Agriculture: IoT Solutions for Reducing Water Consumption," 2024 2nd International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMACC), Hyderabad, India, 2024, pp. 19-23, doi: 10.1109/ICMACC62921.2024.10894488
- [16] Iswanto, H. Fachrudin, D.U. Effendy, "Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels" Journal of Electrical and Electronic Engineering, vol.7, no. 1, pp. 40-63, Apr. 2023, doi: 10.21070/jeeeu.v7i1.1660
- [17] R. Rediana and B. Pharmasetiawan, "Designing a business model for smart water management system with the smart metering system as a core technology: Case study: Indonesian

drinking water utilities," 2017 International Conference on ICT For Smart Society (ICISS), Tangerang, Indonesia, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICTSS.2017.8288862..

*Correspondent e-mail address
elsyea-adia-tunggadewi@vokasi.unair.ac.id

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

© 2025 Muhammadiyah University Sidoarjo, All rights reserved, This is an open access article under the CC BY license(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Received: 2025-04-22

Accepted: 2025-05-09

Published: 2025-10-31

DAFTAR TABEL

Table 1. Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Terukur	130
Table 2. Perbandingan Biaya Aplikasi dan Biaya Aktual.....	130
Table 3. Perbandingan Waktu yang Terukur dengan Waktu Aktual	130

Table 1. Perbandingan Nilai Aktual dengan Nilai Terukur

No	Nilai Aktual (ml)	Nilai yang diukur (ml)
1	2000	2198
2	4000	4359
3	6000	6687
4	8000	8778
5	10000	10912

Table 2. Perbandingan Biaya Aplikasi dan Biaya Aktual

No	Debit Air (ml)	Biaya dalam Aplikasi (idr)	Biaya Aktual (idr)
1	2000	7079	7080
2	4000	14158	14160
3	6000	21239	21240
4	8000	28319	28320
5	10000	35399	35400

Table 3. Perbandingan Waktu yang Terukur dengan Waktu Aktual

No	Debit Air (ml)	Waktu yang Terukur (detik)	Waktu Aktual (detik)
1	2000	16	19
2	2000	15	17
3	2000	16	19
4	2000	16	19
5	2000	16	19

DAFTAR GAMBAR

Figure 1. Skematik Rangkaian Seluruh Sistem.....	132
Figure 2. Foto Perangkat	132

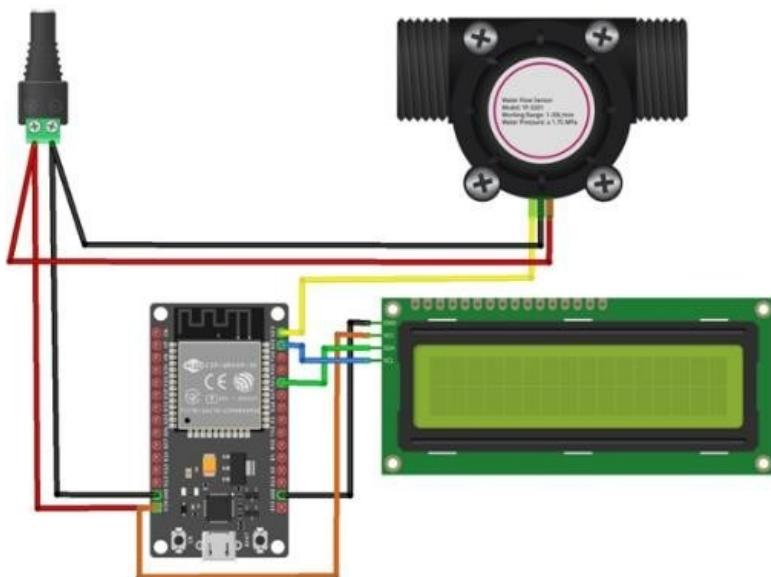


Figure 1. Skematik Rangkaian Seluruh Sistem



Figure 2. Foto Perangkat