



Sistem Monitoring Pemakaian Air Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Type-2

Farrel Feno Fatin¹, Basuki Rahmat², Henni Endah Wahanani³

¹²³Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Veteran Jawa Timur, Indonesia

Email: farrelfeno@gmail.com^{*1}; basukirahmat.if@upnjatim.ac.id²; henniendah@upnjatim.ac.id³

Fatin, F.F., Rahmat, B., & Wahanani, H.E. (2026). Sistem Monitoring Pemakaian Air Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Type-2. *Journal Cerita: Creative Education of Research in Information Technology and Artificial Informatics*, 12(1), 80-89

DOI: <https://doi.org/10.33050/99eq3m67>

ABSTRAK

Konsumsi air yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pemborosan sumber daya dan berkontribusi terhadap krisis air bersih di masa depan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan penggunaan air berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan logika fuzzy Type-2 guna menghadapi ketidakpastian data dari sensor aliran. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama, sensor aliran YF-B2 untuk mengukur laju air, solenoid valve sebagai pengatur aliran otomatis, LCD I2C untuk menampilkan informasi secara lokal, serta platform Blynk sebagai antarmuka pengguna untuk memantau data secara real-time melalui perangkat mobile. Logika fuzzy Type-2 digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat pemakaian air (rendah, sedang, tinggi) berdasarkan volume dan durasi penggunaan, serta memberikan respons otomatis berupa peringatan atau penghentian aliran air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau penggunaan air secara akurat dan responsif terhadap kondisi aktual. Dengan demikian, sistem ini dapat berkontribusi dalam upaya penghematan air, meningkatkan kesadaran masyarakat, serta mendukung konservasi sumber daya air secara berkelanjutan.

Kata kunci: Internet of Things, Logika Fuzzy Type-2, ESP32, Penggunaan Air, Blynk

ABSTRACT

Uncontrolled water consumption can lead to wastage of resources and contribute to the future clean water crisis. To overcome these problems, this research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based water usage monitoring system equipped with Type-2 fuzzy logic to deal with data uncertainty from flow sensors. The system uses ESP32 microcontroller as the main processing unit, YF-B2 flow sensor to measure the water rate, solenoid valve as automatic flow regulator, I2C LCD to display the information locally, and Blynk platform as the user interface to monitor the data in real-time through mobile devices. Type-2 fuzzy logic is used to classify the level of water usage (low, medium, high) based on the volume and duration of use, and provide an automatic response in the form of a warning or stoppage of water flow. Test results show that the system is able to monitor water usage accurately and responsively to actual conditions. Thus, this system can contribute to water saving efforts, increase public awareness, and support the conservation of water resources in a sustainable manner.

Keywords: *Internet of Things, Type-2 Fuzzy Logic, ESP32, Water Usage, Blynk*

I. PENDAHULUAN

Dalam pemantauan penggunaan air, petugas harus mendatangi setiap rumah karena masih memakai meteran manual yang belum dilengkapi sistem pencatat pemakaian air otomatis (Saputra et al., n.d.). Selain itu, pengguna sulit dalam monitoring dan controlling terhadap penggunaan air sehingga biaya yang dikeluarkan tidak terkontrol (Imansyah & Widiastuti, 2022). Pengguna hanya mengetahui saat jatuh tempo pembayaran air. Maka dibuatlah sistem optimasi alternatif meteran air berbasis IoT yang dilengkapi dengan pendeteksi air, dan memanfaatkan aplikasi sebagai pemberitahuan pada pelanggan ada atau tidaknya air yang terdeteksi. Dalam konteks ini, ide dari sistem AMRI (Automatic Meter Reading based on IoT) muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Dengan memanfaatkan konsep IoT (Internet of Things). Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan semua barang ke internet dan memungkinkan kontrol jarak jauh melalui smartphone atau perintah suara. Kemajuan teknologi yang pesat telah memperluas interaksi pengguna internet hingga mencakup banyak bagian kehidupan (Budiman, 2021). IoT memberikan banyak manfaat bagi pengguna seperti menyediakan komunikasi dua arah yang memungkinkan pengiriman informasi tentang konsumsi real-time dari rumah tangga (Ahdan & Redy Susanto, 2021). AMRI menciptakan sistem yang terhubung secara digital dimana sensor yang terpasang pada titik strategis terus mengukur tingkat air dan mengirimkan data secara langsung ke platform pusat (Hariyanti, 2025).

Metode fuzzy adalah yang paling cocok untuk mengembangkan AMRI (Automatic Meter Reading based on IoT). Penggunaan metode fuzzy dalam pengembangan perangkat IoT memungkinkan penanganan data yang ambigu seperti data lingkungan seperti ketinggian air atau suhu (Nalle, 2021). Fuzzy menjadi pendekatan yang sangat cocok untuk dikombinasikan dengan sistem AMRI karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan ambiguitas data sensor (Adriansyah et al., 2024). Lingkungan nyata, terutama dalam konteks pengukuran air, sering kali menghasilkan data yang tidak eksak karena adanya fluktuasi tekanan, tingkat kebisingan, atau variasi suhu. Logika fuzzy digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kompleksitas yang sering ditemui dalam berbagai sistem kendali.

Logika fuzzy untuk mengakomodasi ketidaktepatan sangat bermanfaat dalam aplikasi IoT di mana data dari beberapa sensor mungkin bertentangan atau tidak lengkap. Pendekatan logika fuzzy memungkinkan sistem untuk memproses dan menginterpretasikan data dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi, sehingga tetap dapat menghasilkan keputusan yang relevan dan adaptif meskipun informasi yang tersedia tidak sempurna (Pérez-Gaspar et al., 2024).

Automatic Meter Reading based on IoT (AMRI) memberikan manfaat signifikan dalam manajemen air. Ini termasuk pengumpulan data otomatis, akurasi tinggi, pemantauan real-time, analisis data yang mendalam, penghematan biaya operasional, peningkatan layanan pelanggan, dan peningkatan kesadaran lingkungan. Dengan data yang dihasilkan secara otomatis, AMRI mampu memberikan akurasi tinggi dalam pengukuran volume dan konsumsi air. Selain itu, AMRI

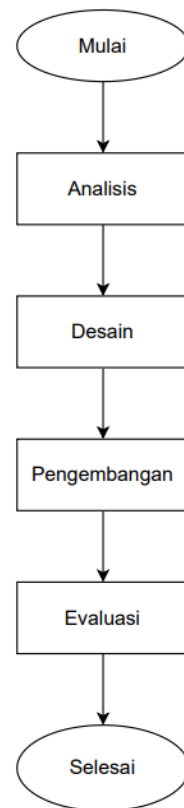
menyediakan pemantauan real-time yang memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi air setiap saat. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat segera melihat dan mengendalikan penggunaan air mereka. Pemantauan real-time juga memungkinkan analisis data yang mendalam untuk mengidentifikasi tren penggunaan air, membantu penyedia layanan dalam merencanakan pengelolaan sumber daya air dengan lebih baik.

IoT memberikan banyak manfaat bagi pengguna seperti menyediakan komunikasi dua arah yang memungkinkan pengiriman informasi tentang konsumsi real-time dari rumah tangga (Gallardo et al., 2021). Dengan sistem IoT, perangkat pintar seperti sensor, meteran listrik digital, dan aplikasi berbasis cloud dapat berinteraksi satu sama lain, memberikan data yang akurat dan memungkinkan pengguna mengambil keputusan berdasarkan informasi yang tersedia. Sebagai contoh, jika konsumsi listrik dalam suatu rumah tangga tiba-tiba meningkat, sistem IoT dapat memberikan notifikasi melalui aplikasi, sehingga pengguna dapat segera mengevaluasi dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi pemborosan energi.

Penelitian ini mengimplementasikan sistem pemantauan penggunaan air dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor YF-B2 sebagai fokus utama. ESP 32 sebagai mikrokontroler, mikrokontroler ini lebih unggul karena tersedia modul wifi dalam chip (Manurung et al., 2022). Sistem ini memungkinkan pemantauan penggunaan air melalui situs web yang dapat diakses melalui telepon genggam atau komputer, serta dilengkapi dengan kontrol katup solenoid valve untuk menutup aliran air ketika pemakaian melebihi batas yang ditentukan.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian menjadi sebuah pedoman awal dalam proses pengembangan atau implementasi sebuah sistem pada web freelancing yang terurut dan konsisten ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Metode Penelitian pada penelitian ini berupa R & D (Research and Development). Hal tersebut mempunyai 4 tahapan dalam pelaksanaannya yaitu analisis (analysis), desain (design), implementasi (implementation), dan evaluasi (evaluation).

A. Analisis

Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi dan analisis terhadap kebutuhan pengguna serta permasalahan yang ada dalam sistem pengukuran penggunaan air. Langkah ini bertujuan untuk memahami secara menyeluruh apa yang dibutuhkan oleh pengguna dan tantangan yang dihadapi dalam pemantauan konsumsi air saat ini. Penulis melakukan beberapa tahapan penting, seperti analisis kebutuhan sistem dan identifikasi permasalahan yang ada di lapangan.

Sebagian besar rumah tangga masih menggunakan meteran air analog yang terpasang pada pipa PDAM. Meteran analog ini menyulitkan pengguna untuk memantau penggunaan air secara harian karena tidak menyediakan informasi secara real-time. Ketidakmampuan untuk melakukan pemantauan harian menyebabkan kesulitan dalam mengontrol

dan mengatur konsumsi air secara efisien, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan lebih lanjut terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya, terutama dalam aspek teknologi. Hal ini mencakup pemilihan mikrokontroler yang lebih tepat, integrasi dengan platform IoT, serta pengembangan sistem secara keseluruhan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi monitoring.

Dalam penelitian ini, digunakan metode *fuzzy type-2* untuk membantu proses pengambilan keputusan terkait status pemakaian air. Metode ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian data dengan lebih baik dibandingkan *fuzzy type-1*. Untuk membentuk fungsi keanggotaan (membership function), metode *fuzzy type-2* memerlukan data sebagai dasar dalam menentukan variabel himpunan semesta.

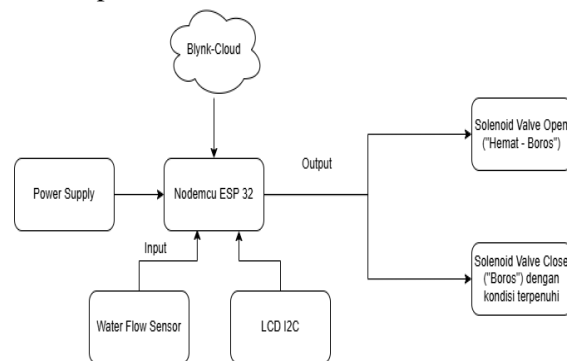
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memerlukan sejumlah komponen utama. Komponen tersebut antara lain NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor aliran air (water flow sensor) untuk mengukur volume air yang digunakan, serta solenoid valve untuk mengontrol aliran air secara otomatis. Proses pemrograman dan implementasi sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE sebagai platform utama, serta Blynk sebagai antarmuka berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau data secara real-time melalui perangkat seluler.

B. Desain

Pada tahap ini, konsep sistem *Automatic Meter Reading berbasis IoT (AMRI)* dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Informasi tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam spesifikasi teknis yang jelas, yang mencakup pemilihan komponen, rancangan sistem, dan alur kerja secara keseluruhan. Penulis menyusun beberapa elemen penting dalam proses perancangan, seperti skema sistem, desain prototipe, desain antarmuka website, serta skema logika *fuzzy type-2* yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan status pemakaian air.

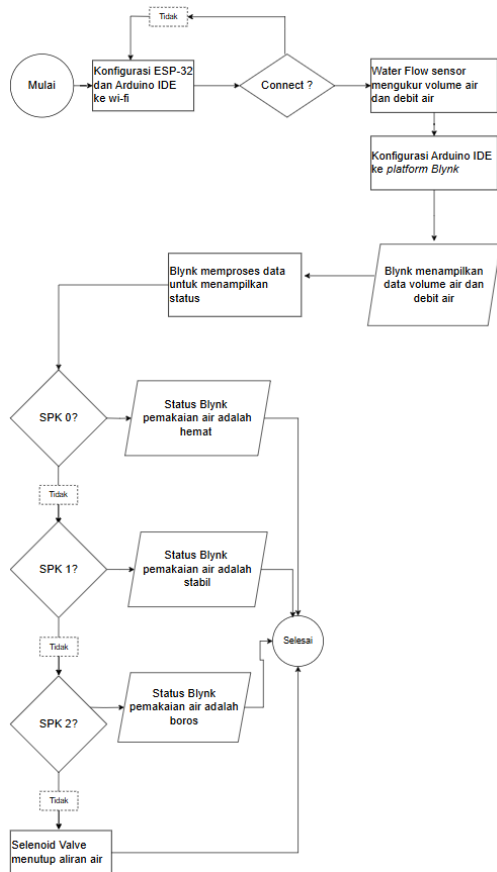
Perancangan desain dimulai dengan pembuatan blok diagram dan workflow sistem untuk memastikan bahwa setiap komponen

berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah blok diagram dan workflow selesai, dilanjutkan dengan penyusunan desain fisik prototipe dan tampilan antarmuka pengguna berbasis website. Selanjutnya, penulis menyusun skema logika *fuzzy type-2* untuk mengatur klasifikasi pemakaian air secara otomatis. Semua tahapan ini saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan sistem yang terintegrasi. Diagram blok yang menggambarkan tahapan perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



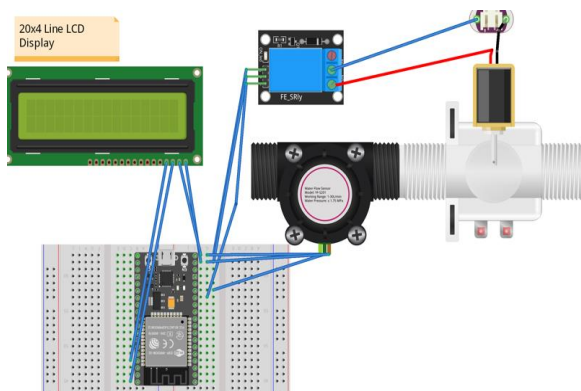
Gambar 2. Blok Diagram

Dalam diagram blok sistem diatas, AMRI menggunakan 1 buah *water flow sensor* sebagai masukan yang diterima oleh mikrokontroler, NodeMCU ESP32 sebagai pengelola perintah antar perangkat. Selain itu, terdapat 1 buah *pneumatic solenoid valve* sebagai komponen yang menghentikan aliran air secara otomatis berdasarkan nilai tegas (*crisp*) yang diperoleh dari logika *Fuzzy Type-2*. Workflow system dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Workflow Sistem

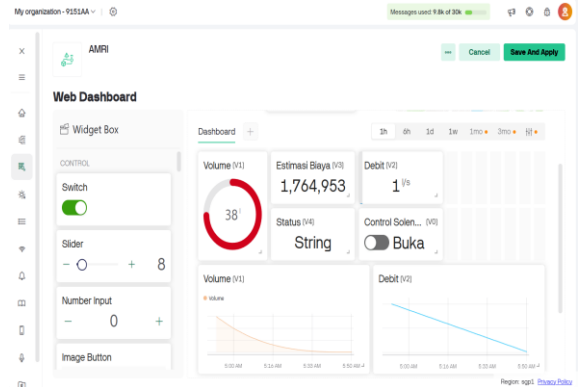
Desain prototipe dirancang untuk memberikan gambaran yang jelas tentang komponen-komponen utama serta hubungan antar bagian di dalam sistem. Melalui model desain prototipe dapat dipahami bagaimana sistem bekerja, mulai dari proses pengukuran aliran air hingga penyampaian status pemakaian air ke platform website Blynk. Adapun gambar model desain yang sudah dibuat seperti Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Desain Prototipe

Dalam mendesain antarmuka yang jelas dan responsif akan sangat membantu diperlukan

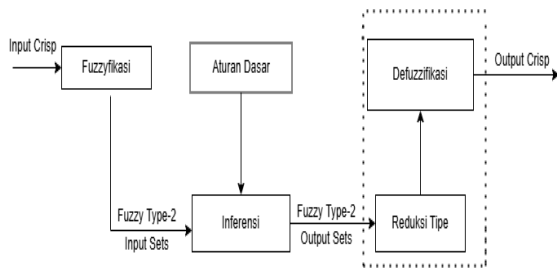
dashboard yang berisi berbagai widget seperti tombol, grafik, dan indikator yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Skema Perancangan AMRI (Automatic Meter Reading Based on IoT). Sistem monitoring pemakaian air menampilkan volume, debit, status pemakaian dan estimasi biaya akan ditampilkan melalui web dashboard Blynk. Gambar desain antarmuka yang sudah dibuat dapat dilihat seperti Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Desain Antarmuka

C. Fuzzy Type-2

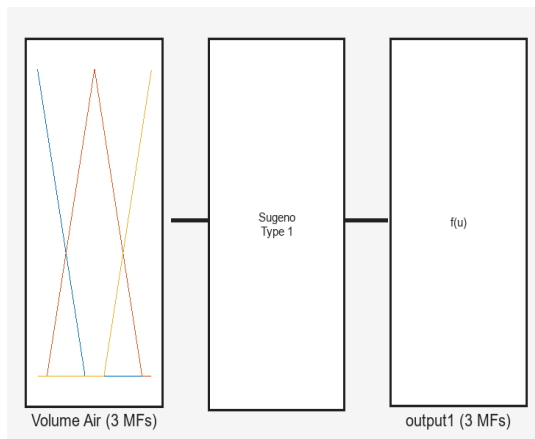
Cara kerja algoritma *fuzzy type-2* melalui beberapa proses fitur tahapan yaitu: Fuzzifier (fuzzifikasi), Inference Engine (inferensi), Type-reduction (reduksi tipe), dan Defuzzification (defuzzifikasi) dengan hasil nilai akhir berupa nilai tegas yang dapat digunakan sebagai menentukan perilaku mesin secara otomatis. Dengan melalui setiap tahapan ini, algoritma *fuzzy type-2* mampu menghasilkan keputusan yang lebih akurat dan dapat diandalkan, terutama dalam kondisi ketidakpastian yang tinggi. Tahapan-tahapan ini membentuk alur proses yang kompleks tetapi efektif dalam meningkatkan kemampuan sistem pengendalian otomatis. Konsep *fuzzy type 2* memungkinkan kita untuk mengatasi ketidakpastian lebih kompleks dalam sistem yang diatur oleh logika *fuzzy* (Calvin et al., 2024). Alur dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini beserta penjelasan setiap langkah proses selanjutnya.



Gambar 6. Flowchat *Fuzzy Type-2*

1. *Fuzzifier* (Fuzzifikasi)

Pada tahap ini, *input craps* diubah menjadi himpunan *fuzzy* linguistik yang mempunyai nilai fungsi keanggotaannya masing-masing. Nilai keanggotaan fuzzy didapat dari nilai yang telah dimasukkan dari semesta pembicaraan (Calvin et al., 2024). Variabel input yang dipakai dalam penelitian ini hanya variabel volume air, sedangkan variabel output yang dipakai dalam penelitian ini adalah status pemakaian. Hal tersebut direpresentasikan melalui aplikasi *Matlab* seperti yang terlihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Grafik Input Variabel Volume

Input “Volume” yang terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* dengan semesta pembicaraan [0 liter – 41 liter]. Kondisi terpenuhi ketika volume berada di [41 liter] dengan status pemakaian air “Boros” dimana akan menutup aliran air dengan soloneoid valve. Fungsi keanggotaan (MF) bagian kiri berisi himpunan “Rendah”, fungsi keanggotaan (MF) bagian tengah berisi himpunan “Normal”, lalu fungsi keanggotaan (MF) bagian kanan berisi himpunan “Tinggi” yang dinyatakan dalam suatu nilai range sebagai berikut:

- a. μ Rendah MF- *Upper* = 0 - 14 liter dan μ Rendah MF - *Lower* = 0 – 13,5 liter.
- b. μ Normal MF-*Upper* = 14 - 28 liter dan μ Normal MF-*Lower* = 13,5 – 27,5 liter
- c. μ Tinggi MF-*Upper* = 28 - 41 liter dan μ Tinggi MF-*Lower* = 27,5 - 41 liter.

2. *Inference Engine* (inferensi)

Variabel air diketahui ada himpunan *fuzzy* yang setelah melalui proses penalaran mendapatkan 3 kombinasi aturan (*rule*) yang dapat diterapkan pada sistem. Inferensi dalam penelitian ini menggunakan Metode Sugeno Orde-Nol dengan penalaran monoton, karena proposisi terhitung tunggal di bagian antesedennya.

Tabel 1. Inferensi

Rule	Input (Volume)	Output (LCD I2C)	Output (Blynk)
0	Rendah	Status Hemat	Status Hemat
1	Sedang	Status Stabil	Status Stabil
2	Tinggi	Status Boros	Status Boros

Pada tabel 1 diatas pengambilan keputusan pada sistem didasari oleh ketetapan -ketetapan berikut ini:

- [R-0]: IF Volume is Rendah THEN StatusPemakaian = Hemat
- [R-1]: IF Volume is Sedang THEN StatusPemakaian = Stabil
- [R-2]: IF Volume is Tinggi THEN StatusPemakaian = Boros

3. *Type-reduction* (reduksi tipe)

Reduksi tipe menggunakan metode *Centroid Interval Type-2 Fuzzy Logic* yang melibatkan perhitungan rata-rata dari batas atas (*Upper*) dan batas bawah (*Lower*) dari fungsi keanggotaan. Pemilihan metode ini didasarkan pada efisiensinya dalam menghitung centroid dari setiap konsekuen aturan atau kaidah yang aktif. Dibawah ini adalah rumus untuk proses reduksi tipe dengan cara *Centroid Interval*.

$$C_U = \frac{\sum \mu_{xi} \times \mu U(x_i)}{\sum \mu U \times \mu U(x_i)} \quad (1)$$

4. Defuzzification (defuzzifikasi)

Proses defuzzifikasi dengan cara mengambil nilai rata-rata (*average*) dari himpunan interval kiri (μ_{Upper}) dan kanan (μ_{Lower}). Berikut merupakan rumus untuk penyelesaian defuzzifikasi :

$$\text{Input Crisp} = \frac{\mu_{Upper} + \mu_{Lower}}{2} \quad (2)$$

D. Pengembangan

Pengembangan program di Arduino IDE dimulai dengan memprogram ESP 32 dan menggunakan perpustakaan yang diperlukan. Selanjutnya adalah memprogram water flow sensor dan LCD I2C. Setelah itu, gunakan solenoid valve untuk menutup aliran. Setelah inialisasi komponen seperti sensor aliran air, solenoid valve, dan LCD I2C berhasil, lakukan pengujian dengan benar.

E. Evaluasi

Pengujian (*testing*) merupakan tahapan penting dalam suatu penelitian, khususnya dalam pengembangan sistem berbasis teknologi. Tahapan ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem melalui metode eksperimen yang dirancang dalam bentuk skenario uji coba tertentu. Setiap skenario dirancang sedemikian rupa untuk mensimulasikan kondisi nyata maupun kondisi ekstrem yang mungkin terjadi selama sistem digunakan. Dengan demikian, pengujian berfungsi sebagai tolak ukur keberhasilan sistem dalam memenuhi kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan sejak awal.

Melalui proses pengujian, peneliti dapat mengidentifikasi apakah sistem berfungsi sesuai harapan, apakah terdapat kekurangan atau malfungsi, serta bagaimana respons sistem terhadap berbagai kondisi operasional. Selain itu, pengujian juga membantu dalam memastikan bahwa sistem telah stabil, andal, dan layak untuk digunakan oleh pengguna akhir. Tahapan ini sangat krusial dalam menjamin kualitas dan kesiapan sistem sebelum diterapkan secara luas dalam lingkungan sebenarnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap ini menjelaskan mengenai pembuatan hardware sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, implementasi implementasi

rancangan logika Fuzzy Type-2, implementasi web dashboard melalui blynk, serta dilakukannya pengujian baik dengan manual maupun sistem. Hal tersebut juga disertai dengan pembahasan yang mendukung penelitian.

A. Implementasi Hardware

Dalam mengimplementasikan hardware menjadi sebuah perangkat IoT yang siap untuk pengujian dan setiap komponen perangkat keras dapat bekerja dengan baik. Penggabungan komponen dilakukan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Pada tahap ini, dilakukan perakitan dan integrasi setiap komponen perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dirancang sebelumnya. Tujuan dari implementasi hardware adalah memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara optimal dan saling terintegrasi dengan baik. Hasil dari rangkaian *hardware* dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



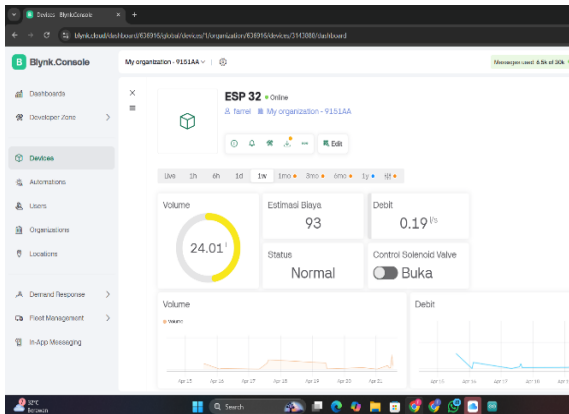
Gambar 8. Hasil Rangkain Hardware

Pada gambar 8 di atas rangkaian komponen dari AMRI (*Automatic Meter Reading Based On IoT*) : 1 buah NodeMCU ESP32, 2 Breadboard Mini, 1 Water Flow Sensor YF-B2, 1 LCD I2C 20x4, 1 relay 5V, dan 1 Solenoid Valve 220V. Keseluruhan konfigurasi ini memastikan bahwa sistem AMRI dapat bekerja secara optimal.

B. Implementasi Hardware

Proses pengujian tampilan di Blynk Console dilakukan untuk memastikan bahwa semua *virtual pin* dapat mengirim data ke Blynk secara tepat. Jika pengiriman data telah sesuai, sistem akan menampilkan informasi yang diperbarui berdasarkan *datastream* yang telah dibuat. Proses ini tidak hanya menjamin keandalan pengiriman data, tetapi juga mendukung integrasi yang optimal antara perangkat keras dan perangkat

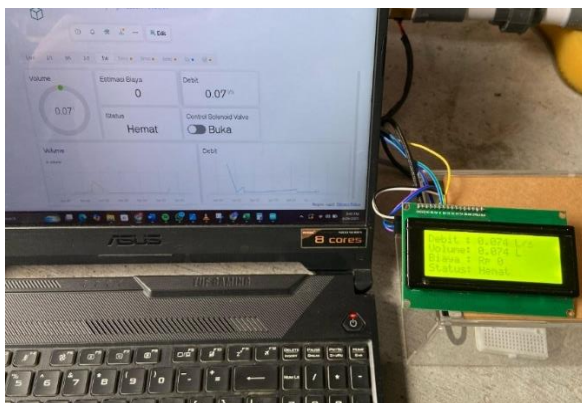
lunak. Adapun gambar tampilan website di Blynk Console yang sudah dibuat seperti Gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Tampilan Website

C. Hasil Pengujian *Monitoring*

Monitoring air yang ditampilkan di LCD I2C sama dengan yang ditampilkan di Blynk Console. Biasanya LCD I2C menampilkan data lebih cepat dari Blynk Console karena module I2C langsung terhubung ke esp 32 melalui pin SDA & SCL. Ini adalah langkah penting untuk menjamin akurasi dan sinkronisasi dalam sistem *monitoring*, sehingga hasil yang diperoleh dapat digunakan dengan tepat. Sinkronisasi antara LCD I2C dan Blynk Console dapat dilihat pada gambar 10 di bawah.



Gambar 10. Sinkronasi Antara LCD I2C dan Website

Proses sinkronisasi pada Gambar 10 diatas menjadi peran penting dalam memastikan akurasi pemantauan, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan secara optimal dalam analisis dan pengambilan keputusan. Selain itu, kesesuaian tampilan antara LCD I2C dan Blynk Console yang menegaskan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan perancangan awal. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi komunikasi

antara perangkat keras dan platform digital berjalan dengan baik, memungkinkan pengguna untuk memperoleh data yang *real-time* dan terpercaya.

D. Hasil LCD I2C dan Blynk

Pengujian terhadap *LCD I2C* dan Blynk berfungsi untuk media pemantauan pemakaian air. Sistem akan memberikan sebuah notifikasi pada layar *LCD I2C* berdasarkan perhitungan kode program *fuzzy type-2* terhadap nilai masukan variabel *Fuzzy* yaitu "Volume". Pengujian dilakukan seiringan dengan waktu untuk dapat mengetahui terjadinya perubahan nilai volume selama pengujian.

Tabel 2. Hasil Pengujian LCD I2C dan Blynk

V (liter)	LCD I2C	Blynk	Kondisi
1,20	Hemat	Hemat	Sesuai
2,46	Hemat	Hemat	Sesuai
3,75	Hemat	Hemat	Sesuai
4,87	Hemat	Hemat	Sesuai
6	Hemat	Hemat	Sesuai
7,22	Hemat	Hemat	Sesuai
8,46	Hemat	Hemat	Sesuai
9,68	Hemat	Hemat	Sesuai
10,84	Hemat	Hemat	Sesuai
12,09	Hemat	Hemat	Sesuai
13,20	Hemat	Hemat	Sesuai
14,41	Stabil	Stabil	Sesuai
15,61	Stabil	Stabil	Sesuai
16,83	Stabil	Stabil	Sesuai
17,97	Stabil	Stabil	Sesuai
19,49	Stabil	Stabil	Sesuai
20,38	Stabil	Stabil	Sesuai
21,65	Stabil	Stabil	Sesuai

22,78	Stabil	Stabil	Sesuai
24,54	Stabil	Stabil	Sesuai
25,18	Stabil	Stabil	Sesuai
26,58	Stabil	Stabil	Sesuai
27,59	Stabil	Stabil	Sesuai
28,99	Boros	Boros	Sesuai
30,00	Boros	Boros	Sesuai
31,15	Boros	Boros	Sesuai
32,42	Boros	Boros	Sesuai
33,57	Boros	Boros	Sesuai

Berdasarkan pada Tabel 2 di atas berhasil melakukan pengujian Blynk dan LCD I2C sudah sesuai. Secara keseluruhan pengujian perangkat *monitoring* berbasis IoT menggunakan LCD I2C dan Blynk telah berjalan dengan baik dan sesuai harapan. Sistem mampu membaca volume, menghitung biaya, dan menampilkan status konsumsi air dengan akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem siap digunakan dalam implementasi skala kecil seperti rumah tangga atau edukasi konservasi air.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem monitoring pemakaian air berbasis IoT dengan implementasi logika fuzzy Type-2 terbukti berhasil memantau pemakaian air secara real-time serta menyajikan informasi volume air yang digunakan melalui aplikasi Blynk dan tampilan lokal pada LCD. Penerapan logika fuzzy Type-2 efektif dalam menangani ketidakpastian data dari sensor aliran, sehingga mampu mengklasifikasikan tingkat penggunaan air ke dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi dengan akurasi yang lebih baik dibandingkan logika fuzzy Type-1. Selain itu, sistem ini juga mampu merespons kondisi tertentu secara otomatis, seperti memberikan peringatan atau mengendalikan aliran air menggunakan solenoid valve, yang berkontribusi dalam mengurangi pemborosan. Secara keseluruhan, implementasi sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan air, tetapi juga mendorong

kesadaran pengguna terhadap pentingnya konservasi air dan pola konsumsi yang bijak.

Dalam pengembangan lebih lanjut, sistem monitoring pemakaian air ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur integrasi ke database cloud, sehingga riwayat pemakaian air dapat disimpan dan dianalisis secara lebih mendalam. Selain itu, diperlukan pengujian lanjutan pada berbagai kondisi tekanan dan kualitas air untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor YF-B2. Sistem juga memiliki potensi untuk dikembangkan agar mendukung pemantauan dan pengendalian multi-saluran distribusi air, baik pada skala rumah tangga maupun gedung. Sebagai tambahan, disarankan untuk menyematkan fitur kontrol manual melalui aplikasi guna memberikan fleksibilitas kepada pengguna dalam mengelola sistem, terutama saat terjadi gangguan jaringan yang dapat memengaruhi kontrol otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Saputra, B., Winardi, S., Nugroho, A., & Komputer, S. (n.d.). Jurnal RESISTOR | 1 RANCANG BANGUN ALAT METERAN AIR PINTAR BERBASIS IoT SEBAGAI PENUNJANG LAYANAN DISTRIBUSI PDAM. <https://s.id/jurnalresistor>
- Imansyah, N., & Widiastuti, S. H. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Penggunaan Air Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP8266. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 108–113. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i3.207>
- Budiman, F. (2021). Pengenalan dan Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) Menggunakan Modul Peraga bagi Siswa dan Guru SMK. *Prosiding PEPADU*, 3, 61-65.
- Ahdan, S., & Redy Susanto, E. (2021). Implementasi dashboard smart energy untuk pengontrolan rumah pintar pada perangkat bergerak berbasis internet of things. *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 26. <https://doi.org/10.33365/jti.v15i1.954>
- Hariyanti, T. A. (2025). BAB II Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Dengan Monitoring Mobile Apps.
- Nalle, M. V. A. (2021). OPTIMASI ALTERNATIF METERAN AIR BERBASIS IOT. In *Jurnal Mahasiswa*

- Teknik Informatika) (Vol. 5, Issue 1).
Informasi dan Teknologi, 108-113.
- Adriansyah, A., Budiutomo, M. H., Hermawan, H., Andriani, R. I., Sulistyawan, R., & Shamsudin, A. U. (2024). Design of water level detection monitoring system using fusion sensor based on Internet of Things (IoT). *Sinergi (Indonesia)*, 28(1), 191–198. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2024.1.019>
- Pérez-Gaspar, M., Gomez, J., Bárcenas, E., & Garcia, F. (2024). A fuzzy description logic based IoT framework: Formal verification and end user programming. *PLoS ONE*, 19(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296655>
- Gallardo, J. L., Ahmed, M. A., & Jara, N. (2021). LoRa IoT-based architecture for advanced metering infrastructure in residential smart grid. *IEEE access*, 9, 124295-124312.
- Manurung, C. T. H., Arifin, J., Syifa, F. T., & Rochmanto, R. A. (2022). Pemanfaatan ESP32 Sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum Secara Real-Time Menggunakan Aplikasi. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 4(2), 93-98.