

Implementasi *Internet Of Things* dalam Memonitoring Penyediaan Air pada Perumda Air Minum Tirta Dharma

Christian Elie Djuang Asa Taek¹, Patrisius Batarius², Alfry Aristo Jansen Sinlae^{*3} Danni Hastanto Rambing⁴

¹⁻⁴Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

E-mail: christiandjuang@gmail.com¹, patrisbatarius@unwira.ac.id²,
alfry.aj@unwira.ac.id^{*3}, dannirambing@unwira.ac.id⁴

Abstrak. Penyediaan air yang efisien dan terkontrol merupakan aspek krusial dalam manajemen sumber daya air, khususnya bagi PERUMDA (Perusahaan Umum Daerah) Air Minum Tirta Dharma. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring penyediaan air berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, serta platform Blynk sebagai notifikasi dan pengontrol distribusi air. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi ketinggian air dalam bak penampung menggunakan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP32. Data yang diperoleh kemudian dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau status air dan mengendalikan pompa air submersible serta katup solenoid melalui aplikasi tersebut. Sistem akan mengaktifkan pompa secara otomatis ketika ketinggian air turun hingga 2 cm³ dan akan mati saat mencapai 8 cm³, sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Sistem notifikasi berbasis Blynk mampu mengirimkan data ketinggian air dari sensor ultrasonik, sementara kontrol aktuator (pompa dan solenoid valve) berfungsi sesuai dengan skenario yang dirancang.

Kata kunci: PERUMDA; IoT, Mikrokontroller; Blynk; sensor ultrasonik HC-SR04

Abstract. Efficient and controlled water supply is a crucial aspect in water resource management, especially for PERUMDA (Regional Public Company) Tirta Darma Drinking Water. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water supply monitoring system using NodeMCU ESP32, HC- SR04 ultrasonic sensor, and Blynk platform as notification and water distribution controller. This system works by detecting the water level in the reservoir using an ultrasonic sensor integrated with NodeMCU ESP32. The data obtained is then sent in real-time to the Blynk application, which allows users to monitor water status and control submersible water pumps and solenoid valves through the application. The system will automatically activate the pump when the water level drops to 2 cm³ and will turn off when it reaches 8 cm³, according to the specified limit. The Blynk-based notification system is able to send water level data from the ultrasonic sensor, while the actuator control (pump and solenoid valve) functions according to the designed scenario.

Keywords: PERUMDA; IoT; Microcontroller; Blynk; HC-SR04 ultrasonic sensor

1. Pendahuluan

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai objek fisik seperti perangkat elektronik, sensor, kendaraan, dan peralatan rumah tangga terhubung ke internet sehingga dapat berkomunikasi dan bertukar data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung [1], [2], [3]. Melalui kemampuan pengumpulan dan pertukaran data secara real-time, IoT memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas di berbagai sektor [4], [5].

Pada sektor pengelolaan air, IoT memegang peranan penting dalam memantau kualitas air, mengukur konsumsi, mendeteksi kebocoran, serta mengoptimalkan distribusi air secara menyeluruh [6], [7]. Sensor, perangkat pintar, dan platform analitik yang terintegrasi memungkinkan pengumpulan data secara real-time mengenai sumber daya air, distribusi jaringan, serta kondisi infrastruktur. Informasi ini sangat penting dalam mendukung efisiensi penggunaan air, mencegah pemborosan, serta meningkatkan kualitas layanan kepada masyarakat [8], [9], [10]. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam pengelolaan air mampu meningkatkan efektivitas operasional, mendukung konservasi air, dan membantu pengambilan keputusan berbasis data.

Di Kabupaten Belu, Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Tirta Darma merupakan instansi yang bertanggung jawab dalam menyediakan air bersih bagi masyarakat. Perusahaan ini mengelola beberapa sumber air yang tersebar di berbagai lokasi, termasuk sumur Weutu, bak penampung Lahurus dan Tirta, serta Bendungan Haekrit. Distribusi air dilakukan melalui lima bak reservoir yang melayani 4.539 pelanggan di tiga kecamatan di Kota Atambua. Tingginya kebutuhan air bersih di wilayah tersebut menuntut PERUMDA untuk memastikan ketersediaan dan distribusi air yang optimal setiap hari.

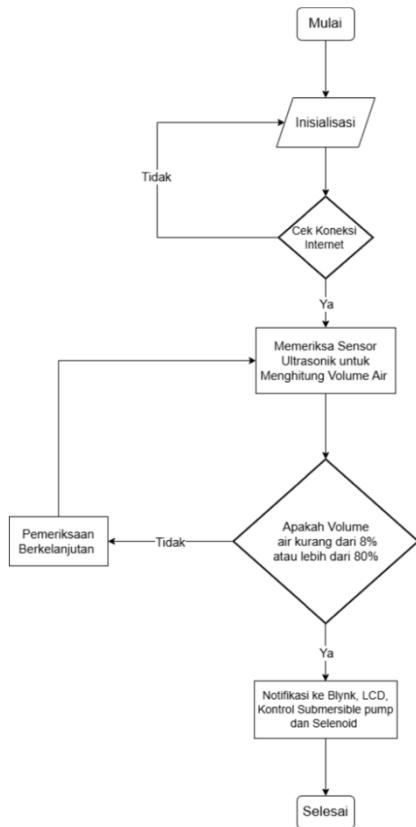
Namun berdasarkan hasil wawancara, PERUMDA Air Minum Tirta Darma belum memiliki sistem monitoring khusus untuk sumber air di Bendungan Haekrit yang menyalurkan air ke bak reservoir Fatubena dan melayani sekitar 2.400 pelanggan. Ketiadaan sistem pemantauan menyebabkan perusahaan sulit mengetahui jumlah air yang mengalir dari sumber menuju reservoir, sehingga pompa harus dioperasikan selama 8 jam per hari, lima kali dalam seminggu. Hal ini berdampak pada meningkatnya konsumsi listrik hingga mencapai Rp4.352.000 per minggu atau Rp17.408.000 per bulan. Selain pemborosan biaya listrik, potensi kebocoran dan penggunaan air yang tidak terkendali juga menyulitkan perusahaan dalam menjaga efisiensi layanan.

Penerapan teknologi IoT pada sistem distribusi air menjadi solusi potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui sensor aliran air, meteran pintar, dan pemantauan berbasis jaringan, IoT dapat membantu PERUMDA Air Minum Tirta Darma memonitor volume air yang mengalir dari sumber ke reservoir secara real-time, mendeteksi kebocoran, serta mengoptimalkan penggunaan pompa [11], [12]. Dengan dukungan platform analitik, data yang diperoleh dapat digunakan dalam pengambilan keputusan operasional maupun perencanaan jangka panjang secara lebih akurat.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pengembangan sistem IoT untuk memonitoring penyediaan dan distribusi air pada PERUMDA Air Minum Tirta Darma Kabupaten Belu. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional perusahaan, menekan pemborosan listrik, meminimalkan kebocoran, serta memastikan distribusi air bersih yang lebih tepat dan berkelanjutan bagi masyarakat.

2. Metode

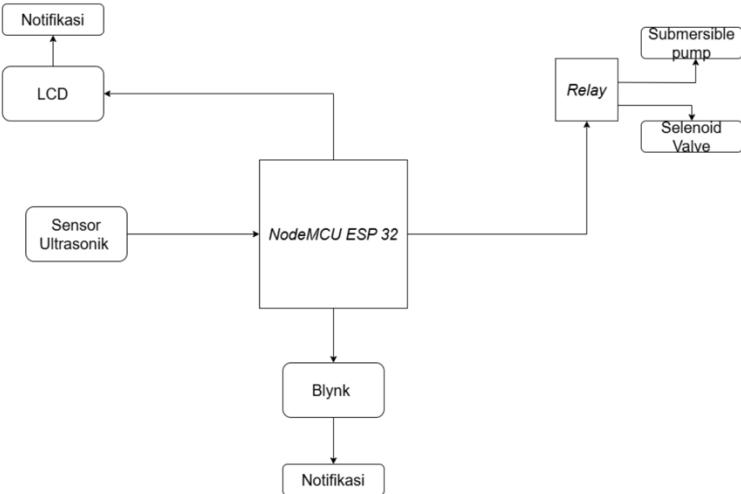
2.1. Flowchart



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.

Flowchart yang menggambarkan alur kerja sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Saat sistem diaktifkan ESP32 akan melakukan inisialisasi perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk sensor ultrasonik, modul *Wi-Fi* untuk koneksi ke internet, dan komponen lain yang terhubung. Selanjutnya sistem akan mengecek koneksi internet, karena IoT memerlukan komunikasi dengan platform Blynk untuk mengirimkan notifikasi dan menerima perintah kendali dari pengguna. Jika koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan untuk melakukan pengukuran volume air menggunakan sensor ultrasonik. Data yang didapatkan dari sensor ultrasonik kemudian dikonversi menjadi volume air. ESP32 akan mengolah data ini untuk menentukan apakah air dalam kategori aman atau memerlukan tindakan korektif. Pada tahap ini, sistem mengevaluasi apakah volume air berada di bawah 8% (indikasi kekurangan air) atau melebihi 80% (indikasi kelebihan air). Jika volume air masih berada dalam rentang normal, sistem akan kembali melakukan pemantauan berkelanjutan melalui pengukuran berikutnya. Sebaliknya, apabila volume air berada di luar ambang batas yang ditetapkan, sistem akan mengaktifkan mekanisme pengendalian. Tindakan yang dilakukan meliputi: (1) mengirimkan notifikasi *real-time* ke aplikasi Blynk agar pengguna memperoleh informasi terkini, (2) menampilkan status air pada LCD apabila tersedia modul tampilan fisik, dan (3) mengendalikan pompa air serta katup solenoid. Ketika volume air kurang dari 8%, pompa air akan menyala untuk mengisi bak penampungan. Sementara itu, jika volume air melebihi 80%, katup solenoid akan diaktifkan untuk menghentikan aliran atau membuang kelebihan air. Setelah seluruh tindakan korektif dilaksanakan, sistem akan kembali ke mode pemantauan untuk terus mengevaluasi kondisi air dan memberikan respons apabila terjadi perubahan.

2.2. Diagram Blok



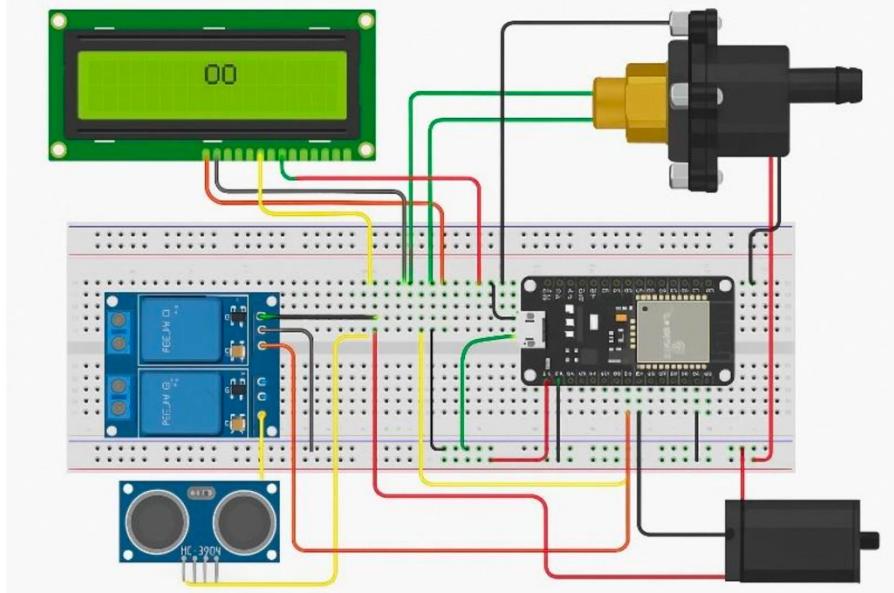
Gambar 2. Diagram Alur Penelitian.

Diagram blok pada Gambar 2 menunjukkan sistem monitoring dan pengendalian penyediaan air yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk sebagai media notifikasi dan kontrol jarak jauh. Pada bagian monitoring ketinggian air, sensor ultrasonik dipasang pada bak penampungan untuk melakukan pengukuran ketinggian air secara *real-time*. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP32, yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan informasi sebelum diteruskan ke platform Blynk. Melalui integrasi ini, pengguna dapat memantau kondisi air secara langsung melalui aplikasi pada *smartphone*. Dalam aspek notifikasi pengguna, sistem dirancang untuk mengirimkan peringatan otomatis ketika volume air mencapai batas tertentu, yaitu 2 cm^3 atau 8 cm^3 . Pada kondisi tersebut, NodeMCU ESP32 akan mengirimkan sinyal yang memicu pompa *submersible* untuk mengisi atau menghentikan pengisian bak sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan. Selain notifikasi digital melalui aplikasi Blynk, LED pada perangkat juga akan menyala sebagai indikator visual di lokasi sistem, sehingga pengguna memperoleh informasi baik secara langsung maupun jarak jauh. Selanjutnya, pada bagian pengendalian pendistribusian air, sistem memanfaatkan informasi dari sensor untuk mengatur aliran air melalui pompa dan katup solenoid. Relay digunakan sebagai saklar elektronik yang memungkinkan aktivasi atau penghentian pompa *submersible* serta katup solenoid secara otomatis. Pompa *submersible* bertugas memindahkan air dari sumber menuju bak penampungan atau area distribusi, sedangkan katup solenoid berfungsi mengatur buka-tutup aliran secara otomatis. Selain pengendalian otomatis berbasis sensor, pengguna juga dapat mengatur kedua perangkat ini melalui aplikasi Blynk, sehingga proses pendistribusian air dapat dilakukan dengan lebih fleksibel dan efisien.

2.3. Rangkaian Skematika.

Rangkaian skematika sederhana untuk sistem IoT monitoring penyediaan air di PDAM terdiri atas beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. NodeMCU ESP32 berperan sebagai mikrokontroler pusat yang mengendalikan keseluruhan sistem, termasuk membaca data dari sensor ultrasonik, memproses informasi untuk pengambilan keputusan seperti mengaktifkan atau menonaktifkan relay, menampilkan data pada LCD, serta mengirimkan informasi ke platform IoT ketika tersedia koneksi internet. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam tangki, dengan empat pin utama: VCC yang terhubung ke 3.3V pada NodeMCU, GND yang terhubung ke ground, pin Trig sebagai output menuju pin digital NodeMCU, dan pin Echo sebagai input untuk menerima sinyal pantulan. Selanjutnya, modul relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat bertegangan tinggi seperti pompa air. Relay menerima sinyal dari NodeMCU untuk mengatur kondisi on/off secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Modul ini memiliki pin VCC dan GND yang terhubung ke *breadboard*, serta pin input yang terhubung ke GPIO NodeMCU. Terminal NO (Normally Open) dan COM (Common) pada relay digunakan untuk menghubungkan dan mengontrol aliran listrik menuju pompa. Komponen LCD 16x2 berfungsi

menampilkan status sistem dan memiliki empat pin utama, yaitu VCC dan GND yang terhubung ke breadboard, serta pin SDA dan SCL yang tersambung ke jalur I2C pada NodeMCU. Pompa submersible sebagai aktuator utama dalam pendistribusian air dihubungkan melalui relay, dengan pin VCC yang memperoleh daya melalui relay dan pin GND yang terhubung ke jalur ground. Ketika relay aktif, pompa akan menyala dan memindahkan air sesuai perintah sistem. Keseluruhan rangkaian ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis, responsif, dan dapat dimonitor melalui jaringan IoT.



Gambar 3. Rangkaian Skematika.

3. Hasil dan Pembahasan

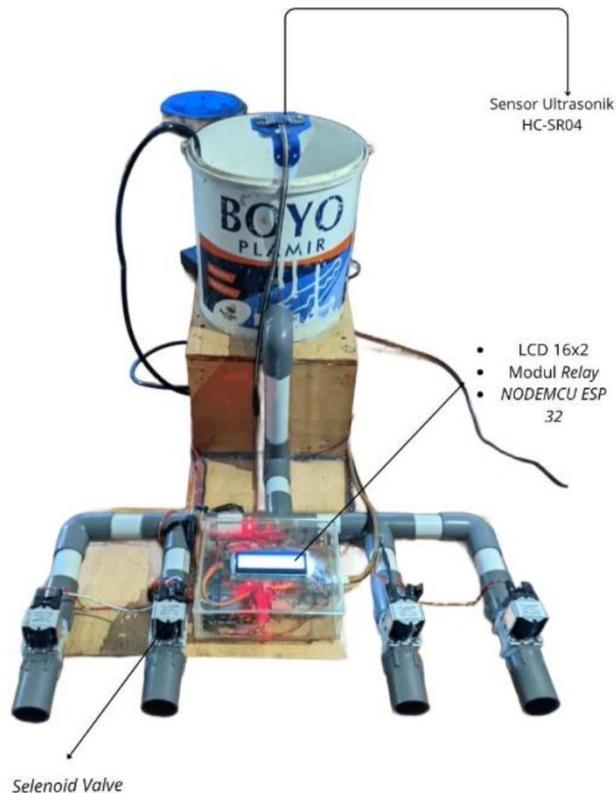
3.1. Implementasi Sistem.

Perangkat keras dirancang dan dirakit dengan mengintegrasikan komponen sensor Ultrasonik HC-SR04, Modul Relay, Selonoid Valve, LCD, Submersible Water Pump dan NODEMCU ESP 32. Selanjutnya, perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk mengontrol dan mengelola seluruh fungsi sistem. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak siap, kedua komponen tersebut diintegrasikan untuk membentuk sistem yang lengkap, diikuti dengan pengujian Prototipe Implementasi IoT dalam sistem pemantauan penyediaan air di PERUMDA Air Minum Tirta Darma . Pengujian ini bertujuan untuk memastikan semua fungsi berjalan dengan baik, dan hasilnya dievaluasi untuk memperbaiki atau meningkatkan kinerja sistem agar lebih andal digunakan dalam lingkungan nyata.

3.1.1 Antarmuka Hardware

Desain antarmuka hardware dapat dilihat pada Gambar 5. Desain antarmuka perangkat keras pada sistem ini mencakup beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan dengan NodeMCU ESP32 melalui pin analog untuk melakukan pembacaan ketinggian air pada bak penampungan secara akurat. Selain itu, solenoid valve dan modul relay terhubung ke pin digital 39 pada NodeMCU ESP32, berfungsi sebagai aktuator yang mengendalikan mekanisme buka-tutup katup secara otomatis sehingga distribusi air dapat diatur sesuai kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Komponen LCD 16x2 digunakan sebagai media tampilan lokal untuk menunjukkan informasi ketinggian air, sedangkan platform Blynk menyediakan antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang menampilkan status air secara real-time melalui perangkat mobile. Dalam desain prototipe, perbandingan skala antara pipa yang digunakan pada model dan pipa yang digunakan oleh PERUMDA juga diperhitungkan. Prototipe menggunakan pipa berdiameter 1,02 inci, sedangkan diameter pipa asli PERUMDA adalah 8 inci. Berdasarkan perbedaan ukuran tersebut, diperoleh skala

perbandingan sebesar 1 : 7,84 yang kemudian dibulatkan menjadi 1 : 8. Dengan demikian, pipa pada prototipe memiliki ukuran sekitar delapan kali lebih kecil dibandingkan pipa yang digunakan pada sistem nyata. Skala ini memastikan bahwa prototipe tetap representatif meskipun bekerja pada ukuran fisik yang lebih kecil.



Gambar 4. Implementasi Antarmuka Hardware.

3.1.2 Antarmuka Software

Antarmuka perangkat lunak berperan dalam mengelola seluruh data yang diperoleh dari sensor serta menyajikan informasi yang relevan kepada pengguna. Pada komponen ini, sistem mengakuisisi data ketinggian air melalui sensor ultrasonik, kemudian memproses serta mentransmisikan data tersebut ke platform Blynk untuk mendukung mekanisme pengendalian distribusi air. Informasi yang sama juga ditampilkan secara real-time pada layar LCD sehingga kondisi air dapat dipantau langsung dari perangkat. Selain itu, antarmuka perangkat lunak menyediakan fitur notifikasi ketinggian air melalui LCD 16x2 dan aplikasi Blynk, memungkinkan pengguna menerima pembaruan keadaan air secara cepat dan akurat dari jarak jauh.

3.2. Pengujian

Pengujian sistem ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen dalam sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi dan tujuan yang telah ditentukan.

3.2.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dalam empat skenario ketinggian air, mulai dari 2 cm³ hingga 16 cm³. Setiap hasil pembacaan sensor dicocokkan dengan pengukuran penggaris, serta mempertimbangkan variasi kondisi lingkungan seperti cahaya dan suhu. Hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa selisih antara pembacaan sensor dan penggaris berada dalam rentang 0,1 hingga 0,4 cm³. Temuan ini mengindikasikan bahwa Sensor Ultrasonik HC-SR04 memiliki tingkat akurasi yang baik, dengan deviasi pengukuran yang relatif kecil dibandingkan metode pengukuran manual.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Ketinggian Air (cm ³)	Hasil pengukuran sensor ultrasonik (cm ³)	Hasil pengukuran menggunakan penggaris (cm ³)	Selisih
2	2.5	2.6	0.1
5	5.4	5.5	0.1
10	10.1	10.2	0.1
15	15.4	1.5	0.4

3.2.2 Pengujian Sistem Notifikasi

Sistem notifikasi berbasis IoT memanfaatkan aplikasi Blynk untuk menampilkan status ketinggian air secara real-time. Pengujian dilakukan pada tiga skenario utama. Pada kondisi normal (4–14 cm³), LCD dan aplikasi Blynk hanya menampilkan ketinggian air, sementara pompa sumber air berada dalam keadaan mati. Pada kondisi air rendah (< 3 cm³), sistem menampilkan ketinggian air dan secara otomatis mengaktifkan pompa hingga ketinggian air melebihi 16 cm³. Sebaliknya, pada kondisi air penuh (> 16 cm³), tampilan ketinggian air tetap ditampilkan, dan pompa akan otomatis dimatikan untuk mencegah kelebihan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu pengiriman notifikasi dari sensor ke aplikasi Blynk adalah sekitar 1,1 detik, sehingga sistem mampu memberikan informasi secara cepat dan responsif.

3.2.3 Pengujian Respons Aktuator

Tabel 2. Hasil Pengujian Respons Aktuator

Ketinggian Air (cm ³)	Pompa pada Sumber Air	Pompa pada Bak Penampung	Status Selenoid Valve
2	Aktif	NonAktif	Tertutup
5	Aktif	NonAktif	Tertutup
10	NonAktif	Aktif	Tertutup
15	NonAktif	Aktif	Tertutup

Pengujian respons aktuator dilakukan untuk menilai kinerja pompa air submersible dan katup solenoid yang beroperasi secara otomatis berdasarkan ketinggian air. Pengujian pompa dilakukan pada tiga variasi ketinggian air, sedangkan solenoid valve diuji pada kondisi air penuh untuk mengevaluasi mekanisme pembukaan aliran air. Hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kedua aktuator merespons sesuai dengan skenario yang dirancang. Pada ketinggian air rendah (2–5 cm³), pompa pada sumber air aktif, sementara pompa pada bak penampungan tetap nonaktif dan katup solenoid berada dalam kondisi tertutup. Pada ketinggian sedang hingga penuh (10–15 cm³), pompa sumber air berhenti bekerja, pompa penampungan aktif, dan solenoid valve terbuka untuk mengatur aliran air.

3.2.4 Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk menilai tingkat sinkronisasi antar komponen dalam sistem. Simulasi dijalankan selama dua jam dengan variasi ketinggian air, mencakup pengujian akurasi sensor, respons aktuator, keterlambatan notifikasi, dan konsumsi daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor bekerja stabil tanpa gangguan sinyal, dengan rata-rata waktu respons sistem terhadap perubahan

ketinggian air sekitar 1,5 detik. Selain itu, konsumsi daya berada pada rentang 3,5 – 4,2 watt, sesuai dengan spesifikasi komponen yang digunakan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian; sistem monitoring penyediaan air berbasis IoT di PERUMDA Air Minum Tirta Darma berhasil diintegrasikan dengan baik menggunakan NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, pompa submersible, solenoid valve, LCD, serta aplikasi Blynk. Sensor ultrasonik menunjukkan kinerja yang cukup akurat dengan selisih pengukuran rata-rata $\pm 1\text{--}2$ cm. Logika pengendalian yang tertanam pada sistem memungkinkan aktivasi pompa secara otomatis saat ketinggian air berada pada batas bawah (2 cm^3) dan penghentian pompa pada batas atas (8 cm^3), sesuai skenario pengujian. Selain itu, sistem menyediakan fasilitas notifikasi dan pemantauan real-time melalui LCD dan Blynk, sehingga pengguna dapat mengawasi kondisi air dari jarak jauh dan memperoleh peringatan segera ketika terjadi perubahan signifikan pada ketinggian air.

Referensi

- [1] V. D. Gowda, V. N. R. Bandaru, A. Y. Begum, D. Palanikkumar, and A. C. Jadhav, “Internet of Things (IoT): Definitions, Components, Characteristics and Applications,” *Curr. Overv. Sci. Technol. Res.* Vol 8, pp. 68–79, Nov. 2022, doi: 10.9734/bpi/costr/v8/3535C.
- [2] P. Nidagundi, “History of Internet of Things,” in *The IoT Product Manager: A Handbook for Engineers, Data Analysts, and Other IT Professionals*, P. Nidagundi, Ed., Berkeley, CA: Apress, 2022, pp. 1–18. doi: 10.1007/978-1-4842-8631-9_1.
- [3] A. Salukhe, “Internet of Things,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 9, pp. 1062–1069, Sept. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.55710.
- [4] G. Büyüközkan, D. Uztürk, and Ö. Ilicak, “Digitalization in Industry: IoT and Industry 4.0,” in *Enabling Technologies for the Successful Deployment of Industry 4.0*, CRC Press, 2020.
- [5] Dr. T. Kalakumari, Dr. J. Murugadhas, and Networking/Internet and E-Security Section, IT Department, University of Technology and Applied Sciences-Nizwa, Sultanate of Oman., “Internet of Things (IoT) in Industry and Other Applications,” *YMER Digit.*, vol. 21, no. 03, pp. 159–164, Mar. 2022, doi: 10.37896/YMER21.03/18.
- [6] V. Radhakrishnan and W. Wu, “IoT Technology for Smart Water System,” in *2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, June 2018, pp. 1491–1496. doi: 10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00246.
- [7] H. Mohapatra and A. K. Rath, “IoT-based smart water,” *IoT Technol. Smart Cities Sens. Big Data Secur. Trust*, pp. 63–82, July 2024, doi: 10.1049/PBCE128E_ch3.
- [8] D. L. Owen, “Smart water management,” *River*, vol. 2, no. 1, pp. 21–29, Feb. 2023, doi: 10.1002/rvr.2.29.
- [9] Mrs. D. Jose J, Dr. D. V. Kumar, and Mrs. Jayakeerthi, “IOT IN THE MODERN WORLD,” in *Futuristic Trends in Computing Technologies and Data Sciences Volume 3 Book 8*, First., Dr. R. Panchal, Dr. K. Santhi, Dr. A. P. Daniel D, Mr. R. Pardeshi, Dr. P. Saxena, Dr. J. Pillai, Dr. S. G. Joseph, Ms. W. Mary, Dr. P. Singh, Dr. G. S, Dr. W. M. Olatokun, Dr. S. Gunalan, Dr. D. V. Kumar, Dr. C. K. Subbaraya, Dr. D. Mane, Mr. A. Kumar S, Dr. S. Gonge, Dr. P. Raj P, Dr. S. Bhushan, and Mr. V. Bajpai, Eds., Iterative International Publishers, Selfypage Developers Pvt Ltd, 2024, pp. 284–290. doi: 10.58532/V3BKCT8P4CH2.

- [10] A. D. Gupta, P. Pandey, A. Feijoo, Z. M. Yaseen, and N. D. Bokde, “Smart Water Technology for Efficient Water Resource Management: A Review,” *Energies*, vol. 13, no. 23, p. 6268, 2020, doi: 10.3390/en13236268.
- [11] R. Agarwal, A. Dixit, and S. V. Karatangi, “Application of IoT in Water Supply Management,” in *Predictive Analytics*, CRC Press, 2021.
- [12] T. P. Truong, G. T. Nguyen, and L. T. Vo, “Towards an IoT-Based System for Monitoring of Pipeline Leakage in Clean Water Distribution Networks,” *EAI Endorsed Trans. Smart Cities*, vol. 6, no. 17, pp. e5–e5, Mar. 2022, doi: 10.4108/eetsc.v6i17.230.