

Rancang Bangun Monitoring Level Air pada Bendungan PT. Tombolo Energy Berbasis NodeMCU V3 (ESP8266)

Asnawi Ramli¹ | Andi Abd Halik Lateko^{*2} | Adriani²

1 Mahasiswa Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email:
asnawiramli59@gmail.com

2 Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email:
halik@unismuh.ac.id
adriani@unismuh.ac.id

Korespondensi:

*Andi Abd Halik Lateko
halik@unismuh.ac.id

ABSTRAK

Pemantauan level air pada bendungan memiliki peranan penting dalam menjaga keselamatan dan efisiensi pengelolaan sumber daya air. Namun, sistem pemantauan yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan keterlambatan informasi dan risiko operasional. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring level air pada Bendungan PT. Tombolo Energy berbasis NodeMCU V3 (ESP8266). Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian, serta evaluasi kinerja sistem. Sistem memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan mengirimkan data secara *real-time* melalui jaringan *Wi-Fi* ke aplikasi Blynk sebagai media pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* serta ditampilkan pada *LCD*. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memantau level air dengan akurasi tinggi, ditunjukkan oleh nilai rata-rata persentase *error* sebesar 0,9558% dibandingkan pengukuran manual. Kesimpulannya, sistem yang dirancang bekerja secara andal dan responsif. Implikasi penelitian ini adalah peningkatan keselamatan bendungan, efisiensi pemantauan, serta dukungan pengambilan keputusan berbasis data *real-time*.

Kata Kunci: Monitoring Level Air, Bendungan, NodeMCU ESP8266, Sensor Ultrasonik HC-SR04, *Internet of Things (IoT)*.

ABSTRACT

Monitoring water levels in dams plays an important role in maintaining safety and efficiency in water resource management. However, water level monitoring systems that are still performed manually can lead to delays in information delivery and increased operational risks. This study aims to design and develop a water level monitoring system at the PT. Tombolo Energy Dam based on NodeMCU V3 (ESP8266). The research method employed is an experimental method consisting of hardware and software design, testing, and system performance evaluation stages. The system utilizes an HC-SR04 ultrasonic sensor to measure water levels and transmits data in real time via a Wi-Fi network to the Blynk application as an Internet of Things (IoT)-based monitoring platform, with additional display on an LCD. The test results show that the system is capable of monitoring water levels with high accuracy, as indicated by an average percentage error of 0.9558% compared to manual measurements. In conclusion, the designed system operates reliably and responsively. The implications of this study include improved dam safety, increased monitoring efficiency, and support for real-time data-based decision making.

Keywords:

Water level monitoring, dam, NodeMCU ESP8266, HC-SR04 ultrasonic sensor, Internet of Things (IoT).

1 | PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya air yang besar, yaitu sekitar 3.900 miliar meter kubik per tahun, dan menempati peringkat ke-5 di dunia dalam hal cadangan air. Namun, hanya sekitar 25% dari potensi tersebut yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan seperti irigasi, air baku, dan industri. Oleh karena itu, pembangunan dan pengelolaan bendungan yang berkelanjutan sangat penting untuk mendukung kedaulatan air, ketahanan pangan, dan energi di Indonesia (Rosytha & Suryana, 2023).

Sistem monitoring bendungan saat ini masih manual, sehingga memerlukan personel yang siap siaga untuk mengawasi ketinggian air secara terus-menerus. Pengawasan ini sangat penting karena terkait dengan keselamatan warga sekitar. Jika

terjadi kelalaian, akibatnya bisa sangat merugikan. Selain itu, penyampaian informasi mengenai ketinggian air juga perlu ditingkatkan agar warga memiliki waktu yang cukup untuk mempersiapkan diri saat curah hujan tinggi (Baskoro et al., 2021).

Pada umumnya, pemantauan ketinggian air pada bendungan masih dilakukan secara manual, sehingga sangat bergantung pada kehadiran operator di lapangan. Metode ini memiliki keterbatasan, seperti keterlambatan respon, potensi kesalahan pembacaan, serta kurang efektif dalam kondisi cuaca ekstrem. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring level air yang mampu bekerja secara otomatis, akurat, dan *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat (Arda & Wardi, 2023).

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* membuka peluang besar dalam pengelolaan sumber daya air. *IoT* memungkinkan perangkat sensor terhubung ke jaringan internet sehingga data dapat dipantau dari jarak jauh secara *real-time* (Kumar et al., 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan *IoT* pada sistem monitoring level air mampu meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keselamatan operasional bendungan (Arnawa, 2025).

Dengan adanya *IoT* ini kami membuat alat yang digunakan untuk notifikasi ketika air tinggi dan menghitung debit tinggi air yang mampu dipantau dimana saja dan kapan saja. Kami merancang alat ini agar mempermudah mendapatkan tinggi debit air secara langsung melalui smartphone serta mudah dalam mendapatkan notifikasi ketika debit air sedang tinggi.

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem *IoT* karena telah dilengkapi modul *Wi-Fi*, memiliki konsumsi daya rendah, serta mudah diprogram. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa NodeMCU ESP8266 efektif digunakan dalam sistem monitoring level air dengan tingkat akurasi yang baik dan biaya implementasi yang relatif rendah (Rahman & Santika, 2022).

Dalam perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan software untuk memantau ketinggian debit air kami menggunakan telegram. Kami menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dikarenakan mikrokontroler ini sudah terdapat wifi serta harganya yang murah juga mudah didapatkan. Dengan menggunakan NodeMCU ESP8266, sistem monitoring level air pada bendungan dapat dirancang untuk memantau level air secara *real-time* dan mengirimkan data ke server atau aplikasi monitoring.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi kinerja sistem monitoring level air pada bendungan PT. Tombolo Energy berbasis NodeMCU V3 (ESP8266). Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan keselamatan dan efisiensi pengelolaan bendungan, serta memberikan informasi yang akurat dan *real-time* kepada pengelola bendungan dan masyarakat sekitar.

1.1 | Sistem Monitoring Level Air

Sistem monitoring level air merupakan sistem yang digunakan untuk memantau level air pada suatu waduk, bendungan, atau sungai. Sistem ini dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air, pengendalian banjir, dan irigasi (Alana & Alijoyo, 2024).

1.2 | Mikrokontroler NodeMCU V3 (ESP 8266)

NodeMCU V3 (ESP8266) merupakan mikrokontroler yang populer digunakan dalam pengembangan sistem *IoT* karena kemampuan koneksi *Wi-Fi* dan harga yang relatif murah (Faizah et al., 2023).

NodeMCU V3 (ESP8266) dapat digunakan untuk mengembangkan sistem monitoring level air yang dapat memantau level air secara *real-time* dan mengirimkan data ke server atau aplikasi monitoring. NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari ESP8266 dengan *firmware berbasis e-Lua*. Pada NodeMCU dilengkapi dengan *micro USB port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun *power supply*. Selain itu juga pada NodeMCU dilengkapi dengan tombol *Push button* yaitu tombol *reset* dan *flash* (NURUL HIDAYATI LUSITA DEWI, 2019).

1.3 | Sistem *IoT* Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

Internet telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, memungkinkan akses informasi dan komunikasi *real-time* yang efisien. Dengan teknologi TCP/IP sebagai fondasinya, internet menghubungkan berbagai jaringan komputer di seluruh dunia. Kebutuhan akan internet kini menjadi prioritas bagi banyak orang, dan fasilitasnya terus berkembang, salah satunya adalah *Internet of Things (IoT)*. *IoT* memungkinkan berbagai objek terhubung dan dikontrol melalui internet, membuka peluang inovasi di berbagai bidang, seperti rumah pintar (*smart home*) dan pemantauan kesehatan pasien di rumah sakit (Fahrudin et al., 2024).

1.4 | Blynk

Platform Blynk sangat populer digunakan dalam proyek *Internet of Things (IoT)* karena kemudahan penggunaannya dan dapat diunduh secara gratis di platform IOS dan Android. Dengan Blynk, pengguna dapat membuat dashboard digital yang interaktif untuk mengontrol perangkat keras *IoT* secara online melalui antarmuka grafis yang *user-friendly*. Blynk juga menyediakan

layanan *web server* yang mendukung pengembangan proyek *IoT* pada berbagai perangkat, baik berbasis Android maupun IOS. Dengan demikian, Blynk menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk pengembangan aplikasi *IoT* (Syukhron, 2021).

Blynk adalah *platform* yang memungkinkan pengguna membuat koneksi kontrol dan pemantauan melalui perangkat Android. *Platform* ini terdiri dari tiga komponen utama: aplikasi smartphone Blynk untuk mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, server Blynk yang mengatur komunikasi antara perangkat dan aplikasi, serta library Blynk yang memfasilitasi komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi. Dengan Blynk, pengguna dapat menampilkan data sensor, menyimpan data, dan memvisualisasikan data dengan mudah (Junfithrana, 2021).

1.5 | LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (Liquid Crystal Display) digunakan dalam penelitian ini sebagai indikator data dari sensor yang terpasang pada sistem monitoring level air. *LCD* menampilkan informasi berupa angka, huruf, atau karakter yang terkait dengan ketinggian air, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau kondisi air secara langsung. Dengan demikian, *LCD* berperan penting dalam memberikan informasi *real-time* tentang status sistem monitoring (Samsugi et al., 2020).

LCD 16x2 adalah salah satu jenis *LCD* yang paling umum digunakan dengan Arduino, yang dapat menampilkan 16 karakter dalam 2 baris. *LCD* ini memiliki beberapa pin untuk daya, *ground*, dan kontrol data. Dalam berbagai proyek DIY, robotik, dan otomasi, *LCD* Arduino sering digunakan untuk menampilkan data sensor, pesan teks, dan status sistem. Cara kerja *LCD* 16x2 melibatkan pengendalian kristal cair untuk menampilkan karakter dan simbol dengan mengatur cahaya yang masuk. Pengontrol *LCD* menerima data dan perintah untuk mengelola tampilan informasi di layar (Putra et al., 2021).

1.6 | Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor ultrasonik 40 KHz yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan penghalang atau objek di sekitarnya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mendeteksi pantulannya, sehingga dapat menghitung jarak dengan akurat (Missa et al., 2018).

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dengan frekuensi kerja di atas 20 kHz, biasanya antara 40 kHz hingga 400 kHz. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang suara yang dipantulkan kembali ke sensor setelah mengenai objek tersebut (Arifin et al., 2022).

2 | METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian experimental, yaitu dengan merancang dan menguji sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 (ESP8266).

2.1 | Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2025 di Bendungan PT Tombolo Energy, yang terletak di Tamaona, Kecamatan Tombolopao, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

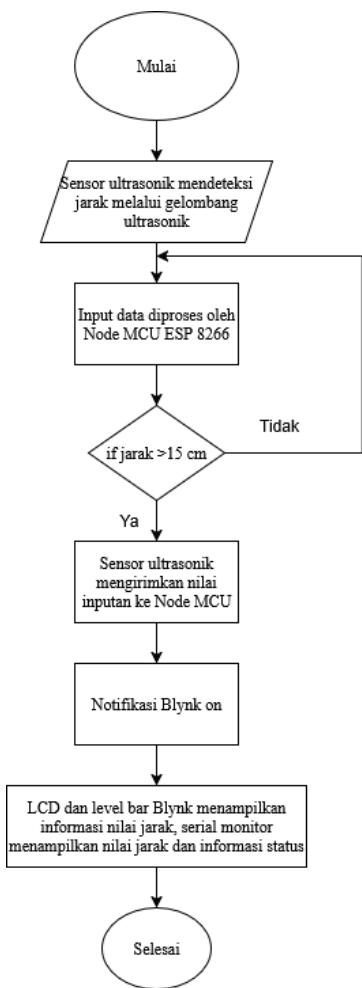
2.2 | Flowchart

Flowchart digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan alur kerja sistem secara sistematis dan terstruktur, mulai dari proses inisialisasi perangkat, pembacaan data sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga pengiriman dan penampilan data hasil pengukuran. Dengan adanya *flowchart*, setiap tahapan proses dapat dipahami dengan jelas sehingga memudahkan analisis logika sistem serta mengidentifikasi potensi kesalahan pada tahap perancangan.

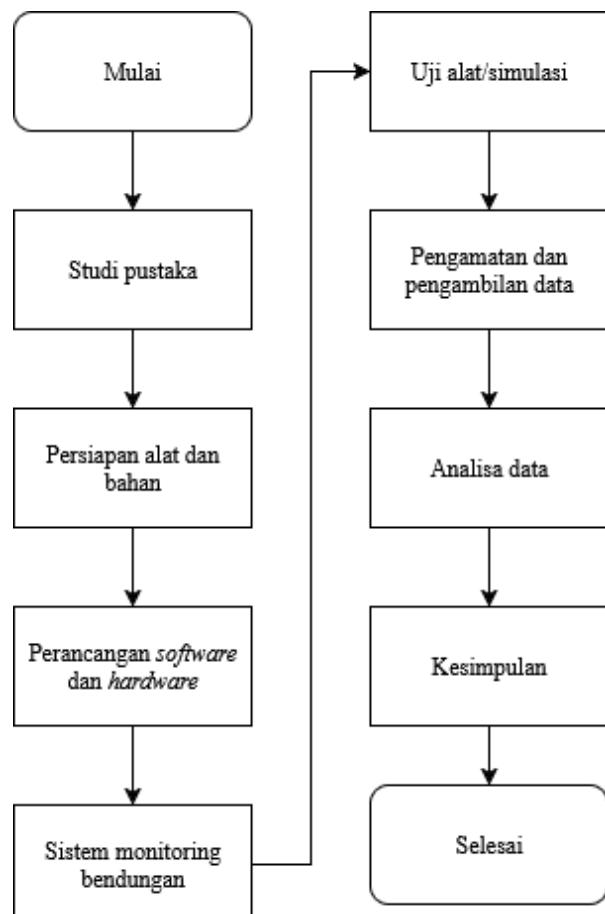
Pada *flowchart* penelitian ketika input NodeMCU diberi masukan tegangan, sensor ultrasonik, akan memancarkan gelombang untuk membaca jarak antara permukaan air dan sensor yang kemudian mengirimkan nilai input ke NodeMCU dan Blynk *IoT*, sehingga mengaktifkan *LED* pada Blynk yang menandakan sensor telah aktif, kemudian pada layar *LCD* akan menampilkan informasi nilai status ketinggian level air, begitu juga dengan tampilan monitor pada Blynk.

2.3 | Diagram Perancangan

Diagram perancangan digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan arsitektur sistem secara menyeluruh, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Diagram ini menunjukkan hubungan antar komponen utama, seperti sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan perangkat penampil, sehingga alur pertukaran data dapat dipahami dengan jelas.



GAMBAR 1 Flowchart Penelitian



GAMBAR 2. Diagram Perancangan

Perancangan ini dimulai dengan mempelajari literatur studi pustaka sebagai bahan acuan untuk penelitian sebelumnya. Selanjutnya, tahap persiapan alat dan bahan kemudian perancangan dan pembuatan sistem monitoring diikuti dengan desain *hardware*. Jika sistem yang dirancang memenuhi spesifikasi, akan dilakukan pengamatan dan analisa data.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil ini menyajikan kinerja sistem pemantauan tingkat udara yang telah dirancang dan diimplementasikan dalam penelitian ini. Hasil pengujian diperoleh melalui serangkaian percobaan yang dilakukan untuk menghasilkan akurasi pengukuran sensor, sinyal pengiriman data, serta sistem respon dalam menampilkan informasi level air secara *real-time*. Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk menilai kesesuaian sistem dengan tujuan penelitian.

3.1 | Analisa Data

Untuk perbandingan data dari monitoring secara konvensional dan monitoring menggunakan alat pengambilan 1 hari dengan jangka waktu 10 jam. Berikut data yang dihasilkan:

TABEL 1 Analisis Data

Waktu	Ketinggian Air (Manual)	Ketinggian Air (Alat)
08:00	50 cm	49 cm
09:00	55 cm	54 cm
10:00	60 cm	59 cm
11:00	65 cm	65 cm
12:00	68 cm	68 cm

13:00	75 cm	74 cm
14:00	79,5 cm	79 cm
15:00	75 cm	76 cm
16:00	70 cm	70 cm
17:00	70 cm	71 cm

Pada **Tabel 1** cara menghitung *error* dapat dicari perbandingan penguatan dengan menggunakan manual dan pengukuran dengan menggunakan alat dapat menggunakan rumus persamaan berikut.

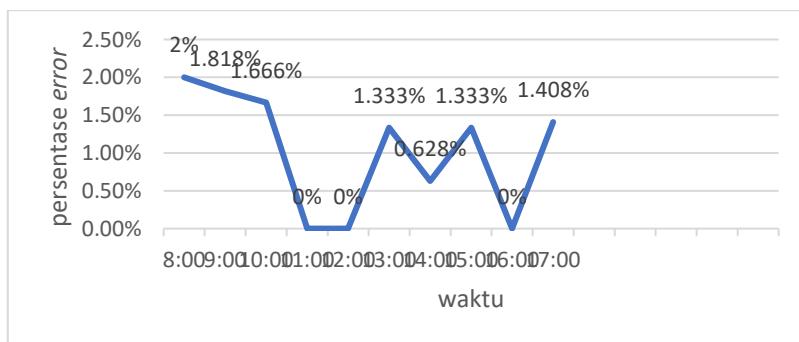
Percentase *eror* = ([Ketinggian Air manual – Ketinggian air alat] / ketinggian air manual) x 100 %

Maka dapat dihasilkan hasil persentase *error* tiap waktu pengukuran, berikut hasil persentase *error* dari data yang dihasilkan:

TABEL 2 Hasil Analisis Data Persentase Eror

waktu	Persentase error
08:00	2%
09:00	1,818%
10:00	1,666%
11:00	0%
12:00	0%
13:00	1,333%
14:00	0%
15:00	1,333%
16:00	0%
17:00	1,408%

Berdasarkan hasil persentase eror yang dihasilkan, pada **TABEL 2** maka dapat dibuatkan diagram hasil Analisa. Berikut adalah diagram dari hasil Analisa data yang dihasilkan:



GAMBAR 4 Diagram Persentase Eror

Untuk mengukur rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai yang diukur secara manual dan nilai yang diukur dengan alat, maka menggunakan dapat dihitung dengan persamaan MAPE yang menghasilkan 0,9558%.

Jadi nilai rata-rata persentase *error* alat NodeMCU ESP8266 dalam memantau ketinggian air adalah sekitar 0,9558%

4 | PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 (ESP8266) dan sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mengukur ketinggian air dengan tingkat akurasi yang tinggi. Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang diperoleh sebesar 0,955%, menunjukkan bahwa perbedaan antara pengukuran alat dan pengukuran manual relatif kecil. Hasil ini menandakan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki kinerja yang andal untuk pemantauan level air secara *real-time*.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kusuma et al., 2023), yang mengembangkan sistem monitoring level air berbasis *IoT* menggunakan NodeMCU dan sensor ultrasonik, dengan tingkat kesalahan pengukuran di bawah 2%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dikombinasikan dengan NodeMCU ESP8266 cukup efektif dalam aplikasi pemantauan ketinggian air secara kontinu.

Selain itu, penelitian (Irawan & Shienjaya, 2019) yang menggunakan sensor ultrasonik untuk monitoring level air bendungan juga melaporkan hasil pengukuran yang stabil, meskipun sistem yang digunakan masih berbasis mikrokontroler Arduino tanpa konektivitas *IoT*. Dibandingkan penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki

keunggulan pada aspek pemantauan jarak jauh dan pengiriman data real-time melalui jaringan Wi-Fi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan kecepatan pengambilan keputusan.

Penelitian (Mustova et al., 2025) juga menunjukkan bahwa integrasi NodeMCU ESP8266 dengan *platform IoT* mampu meningkatkan efektivitas sistem monitoring level air, dengan rata-rata *error* pengukuran sebesar 1,2%. Jika dibandingkan, sistem pada penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi yang lebih baik, yang diduga dipengaruhi oleh proses kalibrasi sensor yang lebih optimal serta kondisi lingkungan pengujian yang lebih terkendali.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa teknologi *IoT* berbasis NodeMCU ESP8266 layak diterapkan dalam sistem monitoring level air. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan sistem secara langsung pada bendungan PT. Tombolo Energy, yang membuktikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi secara laboratoris, tetapi juga andal dalam kondisi operasional lapangan.

5 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring level udara berbasis NodeMCU ESP8266 berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta media pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* mampu membentuk sistem pemantauan ketinggian udara yang bekerja secara otomatis dan terstruktur.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi, ditunjukkan oleh nilai rata-rata persentase *error* sebesar 0,9558% dibandingkan dengan pengukuran manual. Selain itu, sistem mampu mengirimkan dan menampilkan data ketinggian udara secara real-time melalui jaringan *Wi-Fi* dengan respon yang stabil pada aplikasi pemantauan dan tampilan *LCD*, sehingga memudahkan proses pemantauan jarak jauh.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam pengelolaan bendungan. Implikasi dari penelitian ini adalah tersedianya sistem pemantauan yang lebih andal, cepat, dan berbasis data *real-time*, yang dapat mendukung pengambilan keputusan serta berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan fitur peringatan dini atau integrasi dengan sistem manajemen bendungan lainnya. Dengan demikian, penelitian ini telah menjawab rumusan masalah yang ada dan memberikan kontribusi pada pengembangan sistem monitoring level air yang lebih baik dan dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif.

Daftar Pustaka

- Alana, D. A. F., & Alijoyo, F. A. (2024). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Level Air Waduk Berbasis Internet of Thing. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (J-ICOM)*, 5(2), 133–138.
- Arda, A. L., & Wardi, W. (2023). Sistem monitoring bendungan berbasis internet of things (iot). *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 9(2), 78–85.
- Arifin, T. N., Pratiwi, G. F., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor ultrasonik sebagai sensor jarak. *Jurnal Tera*, 2(2), 55–62.
- Arnawa, R. R. (2025). *RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN PENDETEKSI BANJIR BERBASIS INTERNET OF THING (IoT) DI DESA CABEAN*. Universitas Ivet.
- Baskoro, F., Nafik, A. S. I., Widodo, A., & Rahmadian, R. (2021). Monitoring, Bendungan, Esp8266, Rancang Bangun Prototype Monitoring Ketinggian Air Pada Bendungan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 29–35.
- Fahruddin, M. F., Yuliana, D. E., & Rizal, R. F. (2024). IoT-Based Automatic Cat Feeder Prototype. *Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem Dan Komputer*, 4(1), 45–52.
- Faizah, S., Nugraha, D., Mohammed, M. N., & Abdullah, M. I. (2023). Design and Development Early Detection of Neurodegenerative Disease Using IoT Technology. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 8(2), 292–297.
- Irawan, P. L. T., & Shienjaya, S. H. (2019). Rancang Bangun Sistem Otomasi Monitoring Level Air Bendungan Untuk Pengendalian Banjir. *Smatika Jurnal*, 9(01), 39–44.
- Junfithrana, A. P. (2021). Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*.
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, 6(1), 1–21.
- Kusuma, H., Akbar, M. A., Suhendra, T., Zuchriadi, A., & Cintra, A. K. A. (2023). IoT sea level monitoring development and field testing study. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(2), 70–77.
- Missi, I. K., Lapono, L. A. S., & Wahid, A. (2018). Rancang bangun alat pasang surut air laut berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(2), 102–105.
- Mustova, R., Purwanto, E., & Yuliana, M. E. (2025). Sistem Pengukuran Debit Air Portable Berbasis Internet of Things Dengan Flow Meter dan NodeMCU (Studi Kasus: di PAM Tirta Ndayu Sragen). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis*, 1110–1116.
- NURUL HIDAYATI LUSITA DEWI, N. H. L. D. (2019). Prototype smart home dengan modul nodemcu esp8266 berbasis internet of things (iot). UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT MOJOKERTO.
- Putra, I. U., Bakri, M., & Darwis, D. (2021). Pengukur tinggi badan digital ultrasonik berbasis Arduino dengan LCD dan output suara. *J. Tek. Dan Sist. Komput*, 2(2), 1–14.
- Rahman, S., & Santika, R. R. (2022). Prototype penyiram tanaman bayam otomatis untuk menjaga kelembaban tanah berbasis NodeMCU esp8266. *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 11(1), 26–32.
- Rosytha, A., & Suryana, W. M. (2023). Peran Unit Pengelola Bendungan Dalam Pengelolaan Bendungan Berkelanjutan Di Satker OP BBWS Brantas (Studi Kasus UPB Bendungan Babjuhati Dan Bendungan Nipah). *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(1), 44–50.
- Samsugi, S., Mardiyan Syah, Z., & Nurkholis, A. (2020). *Sistem Pengontrol Irrigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO*.
- Syukhron, I. (2021). Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT. *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(1), 1–11.