

Pengembangan Pototipe Sistem Monitoring Level Air Berbasis NodeMCU

Asman¹ | Adriani² | Andi Halik Lateko*² | Sahabuddin Latif³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.
asmantod3@gmail.com

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.
adriani@unismuh.ac.id;
halik@unismuh.ac.id;

³ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.
sahabuddin.latief@unismuh.ac.id

Korespondensi

*Asman
asmantod3@gmail.com

ABSTRAK: Sistem Penelitian ini menyajikan pengembangan prototipe sistem pemantauan ketinggian air berbasis NodeMCU V3 dan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan platform Blynk IoT untuk pemantauan secara real-time. Sistem ini dirancang untuk mengatasi ketidakefisienan sistem monitoring manual di wilayah rawan banjir dengan menyediakan data ketinggian air secara akurat dan peringatan langsung melalui aplikasi seluler. NodeMCU V3 dipilih karena desainnya yang ringkas, biaya rendah, dan konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau level air dengan akurasi tinggi (± 1 cm) dan mengirimkan peringatan dalam hitungan detik ketika ambang batas terlampaui. Selain itu, sistem beroperasi secara andal selama masa uji coba dua minggu berturut-turut dengan tingkat ketersediaan (uptime) di atas 95%. Meskipun sistem ini menawarkan sejumlah keunggulan seperti biaya implementasi rendah dan kemudahan integrasi, terdapat keterbatasan berupa ketergantungan pada koneksi internet yang stabil serta kebutuhan pemeliharaan berkala. Penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang teknik lingkungan dengan menyediakan alat monitoring berbasis IoT yang skalabel dan mudah diakses. Pengembangan lanjutan dapat mencakup integrasi sensor tambahan dan fitur kendali otomatis untuk mendukung manajemen sumber daya air yang lebih adaptif.

KATA KUNCI

Pemantauan Level Air, NodeMCU V3, Sensor Ultrasonik, Blynk, Sistem IoT.

ABSTRACT: This study presents the development of a water level monitoring system prototype based on NodeMCU V3 and ultrasonic sensors, integrated with the Blynk IoT platform for real-time monitoring. Designed to address the inefficiency of manual monitoring systems in flood-prone regions, the system provides accurate, real-time water level data and immediate alerts via a mobile application. The NodeMCU V3 was selected for its compact design, low cost, and integrated Wi-Fi connectivity. The testing phase demonstrated that the system could monitor water levels with high accuracy (± 1 cm) and deliver alerts within seconds when thresholds were exceeded. Furthermore, the system operated reliably over a continuous two-week trial, with a system uptime above 95%. While the system offers key benefits such as low implementation cost and ease of integration, limitations include dependency on stable internet connectivity and the need for periodic maintenance. This work contributes to the field of environmental engineering by providing a scalable and accessible IoT-based monitoring tool. Future developments may include integration with additional sensors and control features to support automated water resource management.

Keywords:

Water level monitoring, NodeMCU V3, ultrasonic sensor, IoT, Blynk.

1 | PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan beriklim tropis, memiliki karakteristik curah hujan yang tinggi dan tidak merata sepanjang tahun. Hal ini mengakibatkan fluktuasi level air yang cukup ekstrem di berbagai wilayah, khususnya pada musim penghujan. Di satu sisi, curah hujan yang tinggi merupakan berkah dalam ketersediaan air bagi keperluan domestik, irigasi pertanian, hingga pembangkit listrik tenaga air. Namun di sisi lain, ketidakpastian iklim dan tingginya intensitas hujan menjadi tantangan besar dalam pengelolaan sumber daya air, terutama yang berkaitan dengan risiko banjir dan kekeringan. Pengelo(Muthusamy et al., 2024)laan bendungan dan waduk di wilayah tropis seperti Indonesia semakin menantang karena faktor cuaca yang sulit diprediksi dan rentan terhadap dampak perubahan iklim (Ali et al., 2024). Kondisi ini menuntut sistem pemantauan yang tidak hanya akurat, namun juga responsif dan dapat diakses secara real-time untuk menjamin keselamatan dan efisiensi pengelolaan sumber daya air (Muthusamy et al., 2024; Xu & Chen, 2025).

Dalam praktiknya, pemantauan kondisi bendungan dan waduk di Indonesia masih banyak mengandalkan metode konvensional yang bersifat manual. Metode ini tidak hanya menyita waktu dan tenaga, tetapi juga berpotensi menimbulkan kesalahan manusia yang berdampak pada keterlambatan respons terhadap perubahan level air yang signifikan. Keterbatasan sistem monitoring tradisional ini menjadikan pengelolaan air kurang efisien, terutama dalam situasi darurat seperti ancaman banjir. Sejumlah studi terdahulu menegaskan bahwa sistem pengukuran manual rawan terhadap ketidakakuratan dan tidak mampu memberikan data secara real-time (Rienandie & Pramudita, 2025; Hong et al., 2021; Putra & Saleh, 2024). Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) mulai dikembangkan untuk mengatasi masalah efisiensi dan akurasi.

Sistem monitoring berbasis IoT menawarkan keunggulan berupa kemampuan pengambilan data secara otomatis, pemrosesan cepat, serta pengiriman informasi secara langsung kepada pengelola melalui jaringan internet. Sistem ini biasanya memanfaatkan sensor-sensor pintar untuk mengukur parameter penting seperti level air, suhu, kelembaban, atau bahkan kualitas air. Dalam beberapa studi, sistem ini terbukti meningkatkan efektivitas pemantauan serta mempercepat waktu respons terhadap perubahan kondisi lingkungan (Han et al., 2025; Shao et al., 2025; Joshi & Murali, 2025). Selain itu, integrasi sistem notifikasi real-time memberikan keunggulan signifikan dalam aspek mitigasi bencana, terutama dalam mendeteksi potensi bahaya banjir (Fahiz & Sujono, 2025; Habib & Supiyandi, 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai komponen IoT telah dikembangkan secara efisien dan terjangkau untuk diterapkan dalam sistem monitoring lingkungan. Salah satu teknologi utama yang banyak digunakan adalah sensor ultrasonik, yang memiliki tingkat akurasi tinggi dalam mengukur jarak permukaan air. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu pantulan gelombang dari permukaan air, lalu mengonversinya menjadi nilai jarak atau ketinggian. Teknologi ini tidak hanya presisi, tetapi juga dapat diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler dan platform cloud (Wandi & Ashari, 2023; Prasadana et al., 2024). Penelitian-penelitian terkini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan level air dengan kesalahan pengukuran yang sangat kecil, serta cocok diterapkan dalam sistem peringatan dini terhadap banjir (Basir et al., 2023; Djalilov et al., 2023).

Selain perangkat keras seperti sensor, diperlukan pula antarmuka perangkat lunak yang dapat menampilkan dan mengelola data secara real-time. Salah satu aplikasi populer dalam pengembangan sistem IoT adalah Blynk. Blynk merupakan platform berbasis mobile yang dirancang untuk memantau dan mengendalikan perangkat IoT secara jarak jauh melalui antarmuka yang intuitif. Kelebihan utama dari Blynk adalah kemudahan penggunaannya, fleksibilitas dalam integrasi jaringan, serta kompatibilitas dengan berbagai mikrokontroler seperti NodeMCU. Fitur-fitur ini menjadikan Blynk sebagai solusi efektif bagi pengguna non-teknis maupun teknisi profesional dalam mengembangkan sistem pemantauan berbasis smartphone (Alsumayt et al., 2023). Meskipun demikian, beberapa keterbatasan pada Blynk seperti fitur analitik data yang masih sederhana jika dibandingkan dengan platform lain seperti Microsoft Azure atau Node-RED tetap perlu menjadi pertimbangan dalam pengembangan sistem skala besar (Woldegebrael et al., 2022).

Dalam konteks mitigasi bencana banjir, sistem monitoring air berbasis IoT memberikan kontribusi nyata dalam mempercepat deteksi perubahan kondisi lingkungan. Sistem ini memungkinkan pengumpulan data secara kontinu dan pengiriman informasi langsung kepada pengguna atau pengelola bendungan melalui notifikasi berbasis aplikasi. Informasi ini mencakup perubahan tinggi permukaan air, curah hujan, hingga kecepatan aliran air, yang dapat diproses untuk menentukan tingkat siaga dan langkah evakuasi yang diperlukan (Wajid et al., 2024; Farabi & Sintawati, 2024). Dengan adanya informasi real-time ini, pengambil kebijakan dapat melakukan analisis risiko secara cepat dan efisien, sehingga tindakan pencegahan dan penyelamatan dapat diambil sebelum bencana terjadi (Choosumrong et al., 2025; Uddin et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik dan aplikasi Blynk. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan mengirimkan data ketinggian air secara otomatis dan real-time melalui koneksi Wi-Fi. Berbeda dari pendekatan manual, sistem ini tidak hanya meningkatkan kecepatan dan keakuratan deteksi, tetapi juga memberikan notifikasi kepada pengguna jika ketinggian air mencapai ambang batas tertentu. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi perangkat keras dan lunak yang sederhana namun efektif, serta penerapan sistem peringatan dini yang dapat diakses melalui perangkat mobile. Selain itu, penelitian ini juga membatasi cakupan pada aspek pemantauan level air tanpa pengendalian debit atau pengaturan pintu air, sehingga fokus tetap pada sistem deteksi dan notifikasi. Secara umum, studi ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem monitoring air yang efisien, hemat biaya, dan mudah diakses. Dengan mengombinasikan teknologi sensor ultrasonik, mikrokontroler NodeMCU, serta aplikasi Blynk, sistem

ini diharapkan menjadi solusi alternatif dalam pengelolaan sumber daya air yang adaptif terhadap tantangan lingkungan tropis. Penelitian ini juga membuka peluang bagi penerapan sistem serupa di wilayah lain yang rawan banjir dan membutuhkan sistem pemantauan yang responsif dan real-time.

2 | METODE

2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Tamaona, Kecamatan Tombolo Pao, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, yang merupakan daerah dengan keberadaan bendungan dan aliran air yang signifikan, serta memiliki potensi fluktuasi tinggi pada level air selama musim hujan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada urgensi penerapan sistem monitoring air yang efektif. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juli hingga Agustus tahun 2025, yang mencakup seluruh tahapan mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem.

2.2 | Alat dan Bahan

Perancangan sistem monitoring ini menggunakan perangkat keras dan lunak yang dapat menunjang sistem pemantauan level air secara otomatis dan real-time. Perangkat keras yang digunakan meliputi: NodeMCU ESP8266: Mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dari sensor. Sensor Ultrasonik HC-SR04: Sensor jarak yang digunakan untuk mengukur ketinggian air dari permukaan sensor. LCD 16x2: Layar tampilan yang menampilkan hasil pengukuran secara langsung. Power Bank: Sumber daya cadangan untuk menjaga kontinuitas operasi perangkat. Kabel USB Tipe-C dan Breadboard: Untuk koneksi daya dan susunan sirkuit. Aplikasi Blynk IoT: Untuk pemantauan jarak jauh menggunakan smartphone melalui jaringan internet. Adapun bahan tambahan lainnya termasuk timah solder, kabel jumper, serta perangkat bantu seperti bor dan obeng untuk perakitan komponen.

2.3 | Arsitektur Sistem dan Alur Kerja

Sistem yang dikembangkan memiliki alur kerja sebagai berikut: sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara untuk mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air. Data jarak ini kemudian diproses oleh NodeMCU untuk menghitung ketinggian air, yang hasilnya ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke aplikasi Blynk. Jika ketinggian air mencapai ambang batas tertentu, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke perangkat pengguna. Penerapan real-time monitoring ini sejalan dengan tujuan mitigasi bencana banjir, karena memberikan data aktual yang memungkinkan pengambilan keputusan cepat dalam kondisi darurat (Wajid et al., 2024; Farabi & Sintawati, 2024). Dengan kemampuan untuk menampilkan status “aman”, “siaga 1”, dan “siaga 2”, sistem ini mendukung deteksi dini risiko banjir dan meningkatkan kesadaran masyarakat serta instansi terkait (Choosumrong et al., 2025; Uddin et al., 2025).

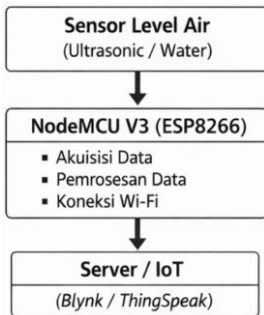
2.4 | Rancangan Eksperimen dan Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen lapangan dalam bentuk prototyping sistem IoT. Eksperimen dilakukan melalui beberapa tahapan: Studi Literatur: Untuk memahami dasar teknis perangkat, arsitektur sistem IoT, serta pendekatan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Perancangan Sistem: Meliputi skematik rangkaian elektronik dan pemrograman antarmuka. Implementasi: Perakitan fisik perangkat keras dan pemrograman NodeMCU menggunakan Arduino IDE. Pengujian Sistem: Uji fungsi dilakukan terhadap setiap komponen untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan, serta dilakukan pengujian integratif terhadap keseluruhan sistem. Analisis Data: Data ketinggian air yang diperoleh akan dikompilasi, dianalisis, dan dibandingkan terhadap batas-batas siaga yang ditentukan sebelumnya untuk mengevaluasi akurasi dan waktu respons sistem. Metodologi ini juga memungkinkan sistem diuji dalam kondisi lapangan nyata guna mengamati keandalannya dalam mendeteksi perubahan ketinggian air serta kestabilan pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi.

2.5 | Desain Perangkat Lunak

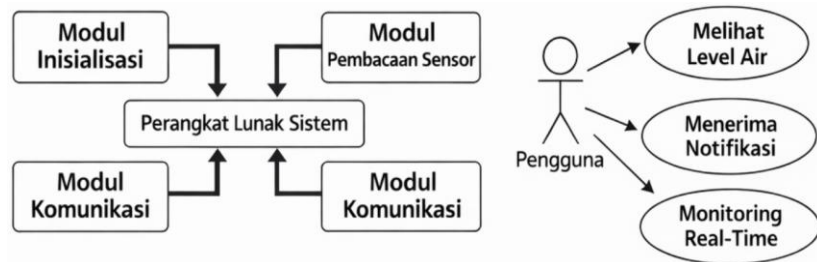
Pemrograman sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE, di mana NodeMCU dikodekan untuk membaca jarak dari sensor ultrasonik, menghitung level air berdasarkan jarak sensor ke permukaan air, dan mengirimkan data tersebut ke dashboard Blynk secara berkala. Perhitungan ketinggian air menggunakan rumus sederhana: $Level = H - R$ di mana H adalah ketinggian sensor dari dasar bendungan, dan R adalah jarak antara sensor dan permukaan air. Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka monitoring berbasis smartphone. Keunggulan Blynk terletak pada kemudahan pengaturannya, kompatibilitas dengan berbagai jaringan (Wi-Fi, GSM, dan Ethernet), serta kemampuan untuk membuat dasbor monitoring secara intuitif tanpa memerlukan keterampilan pemrograman tingkat lanjut (Alsumayt et al., 2023). Namun,

keterbatasan Blynk dalam fitur analitik lanjutan dan integrasi dengan platform big data menjadi catatan untuk pengembangan di masa depan (Woldegebrael et al., 2022). Dalam konfigurasi sistem ini, Blynk tidak hanya menerima data sensor, tetapi juga mengatur pengiriman notifikasi otomatis berdasarkan nilai ambang batas tertentu yang telah diprogram. Penggunaan library Blynk, ESP8266WiFi, dan LiquidCrystal_I2C memungkinkan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan sistem monitoring berbasis cloud yang terjangkau dan efisien. berikut Desain Perangkat Lunak pada Prototipe Sistem Monitoring Level Air Berbasis NodeMCU V3 lengkap dengan gambar (diagram). Gambar disajikan dalam bentuk diagram konseptual/flowchart yang umum digunakan



Gambar 1.

Desain Perangkat Lunak



Gambar 2. Diagram Modul Perangkat Lunak

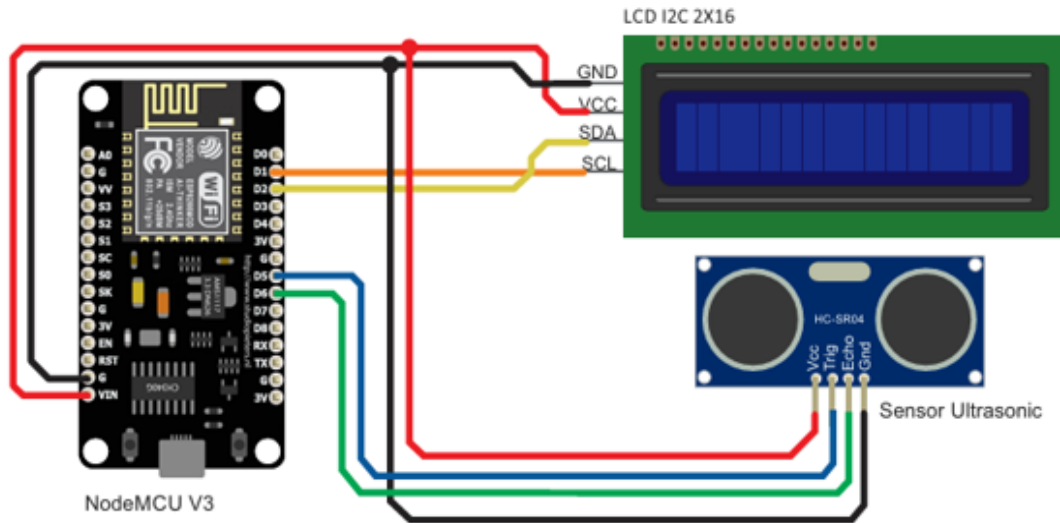
Desain perangkat lunak pada prototipe sistem monitoring level air berfungsi untuk mengendalikan proses pembacaan sensor, pengolahan data ketinggian air, pengiriman data melalui jaringan internet, serta menampilkan informasi level air kepada pengguna secara real-time. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU V3 (ESP8266) sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor level air dan platform monitoring berbasis web atau aplikasi IoT. Desain perangkat lunak pada prototipe sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 dirancang secara modular sehingga mudah dikembangkan dan dipelihara. Sistem mampu melakukan pembacaan sensor, pengolahan data, serta pengiriman informasi level air secara real-time untuk mendukung sistem peringatan dini dan monitoring jarak jauh. Dengan desain ini, sistem diharapkan mampu melakukan pemantauan level air secara real-time, memberikan peringatan dini, serta mudah dikembangkan untuk kebutuhan yang lebih kompleks di masa mendatang. Alur kerja perangkat lunak dimulai dengan proses inisialisasi sistem. Setelah sistem aktif, NodeMCU melakukan koneksi ke jaringan Wi-Fi. Selanjutnya sistem membaca data dari sensor level air, mengolah data tersebut menjadi nilai ketinggian air, lalu mengirimkan hasilnya ke server. Data yang telah dikirim kemudian ditampilkan pada antarmuka pengguna. Proses ini dilakukan secara berulang dengan interval waktu tertentu untuk menghasilkan pemantauan secara real-time.

3 | HASIL

3.1 | Implementasi Perangkat Keras

Sistem monitoring level air yang dikembangkan dalam studi ini berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04, yang disusun dalam konfigurasi sederhana namun efektif. NodeMCU dipilih karena ukurannya yang kompak, biaya yang relatif rendah, serta konektivitas Wi-Fi terintegrasi yang sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT) berskala kecil hingga menengah. Dengan prosesor 32-bit Tensilica LX106 berkecepatan 80 hingga 160 MHz dan dukungan memori flash sebesar 4MB, NodeMCU dapat menjalankan perintah dasar pemrosesan data sensor dan pengiriman data secara cepat (Yusuf et al., 2022).

Meski memiliki banyak keunggulan, NodeMCU juga memiliki keterbatasan. Jumlah GPIO terbatas dan tidak adanya dukungan untuk Bluetooth membatasi skalabilitas sistem jika ingin dikembangkan untuk integrasi multi-sensor atau perangkat tambahan. Mikrokontroler ini juga memiliki keterbatasan pemrosesan dalam menangani beban data berat secara bersamaan, yang mungkin menjadi kendala jika sistem ini digunakan dalam kondisi lingkungan dengan banyak variabel yang harus dimonitor secara bersamaan (Bestari & Wibowo, 2023; Rahmawati et al., 2022).



Gambar 3. Perancangan Hardware

Perangkat keras lainnya dalam sistem ini meliputi sensor ultrasonik untuk pengukuran level air, LCD 16x2 untuk tampilan data lokal, serta power bank sebagai cadangan sumber daya. Semua komponen ini dirakit dalam wadah kedap air yang memungkinkan pengoperasian di lingkungan luar ruangan. Pemasangan dilakukan pada bendungan lokal di wilayah Tombolo Pao, Sulawesi Selatan, dengan ketinggian sensor sekitar 20 cm dari dasar permukaan uji.

3.2 | Implementasi Perangkat Lunak

Pemrograman NodeMCU dilakukan melalui platform Arduino IDE dengan menggunakan beberapa library penting seperti ESP8266WiFi.h, BlynkSimpleEsp8266.h, dan LiquidCrystal_I2C.h. Struktur kode disusun mengikuti pendekatan modular: inisialisasi perangkat dan jaringan dilakukan dalam fungsi setup(), sedangkan proses pembacaan sensor dan pengiriman data dilakukan secara periodik di dalam loop(). Kode sistem membaca jarak permukaan air melalui sensor HC-SR04 dengan mengukur waktu pantul gelombang ultrasonik. Nilai jarak ini kemudian dikonversi menjadi ketinggian air melalui rumus: $Level = H - R$ di mana H adalah tinggi sensor dari dasar (20 cm) dan R adalah jarak permukaan air dari sensor. Data ini kemudian dikirim ke aplikasi Blynk melalui metode `Blynk.virtualWrite()`, dan ditampilkan di LCD untuk pengamatan lokal. Desain program memanfaatkan fitur notifikasi Blynk untuk mengirim peringatan saat level air melebihi ambang tertentu (17 cm untuk Siaga 1, 19 cm untuk Siaga 2). Sistem ini menjaga kestabilan koneksi dengan server Blynk melalui fungsi `Blynk.run()` yang dieksekusi secara terus-menerus. Struktur pemrograman ini dianggap optimal dalam sistem IoT karena mampu menggabungkan pembacaan sensor, pengolahan data lokal, pengiriman ke cloud, serta notifikasi secara efisien (Widodo et al., 2024; Rosyady et al., 2025).

3.3 | Pengujian dan Validasi Sistem

Pengujian dilakukan dalam dua tahap: uji fungsional tiap komponen dan uji integrasi sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian terhadap setiap komponen ditampilkan dalam Tabel 3.1, yang menunjukkan bahwa seluruh bagian sistem berfungsi sesuai harapan. Pengujian validasi sistem NodeMCU adalah proses untuk memastikan bahwa sistem berbasis NodeMCU yang dibuat sudah bekerja sesuai dengan kebutuhan, tujuan, dan spesifikasi yang telah dirancang, baik dari sisi fungsi, kinerja, maupun keandalannya. Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan pengukuran manual menggunakan mistar air. Deviasi rata-rata berkisar ± 1 cm, yang masih dalam batas toleransi sistem (Gençođlan et al., 2023; Kamiński, 2021). Sensor HC-SR04 terbukti memberikan hasil yang stabil selama pengujian, dengan tingkat akurasi hingga 99,89% pada kondisi lingkungan yang tenang (Yusuf et al., 2022). Namun, performa sensor menurun ketika digunakan pada air bergelombang, terutama saat curah hujan tinggi atau gangguan angin. Pengujian dalam kondisi nyata dilakukan selama dua minggu. Sistem menunjukkan kestabilan operasional dengan uptime di atas 95%, yang menandakan keandalan tinggi dalam jangka pendek. Respon sistem terhadap perubahan ketinggian air sangat cepat, dengan waktu jeda antara deteksi dan pengiriman data ke aplikasi Blynk berkisar antara 2–5 detik tergantung pada kondisi jaringan (Her & Weng, 2021; Li, 2025).

TABEL 3.1 Validasi Sistem

Komponen	Fungsi	Hasil Pengujian
NodeMCU ESP 8266	Mikrokontroler	Berfungsi dengan baik
Sensor Ultrasonik	Mendeteksi level air	Berfungsi dengan baik
LED 16 x 2	Menampilkan informasi	Berfungsi dengan baik
Kabel USB Tipe-C	Pengisian Daya	Berfungsi dengan baik
Power Bank	Sumber daya cadangan	Berfungsi dengan baik
Aplikasi Blynk	Menerima notifikasi	Berfungsi dengan baik

Keterangan:

1. Semua komponen sistem dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan.
 2. Sistem dapat memantau level air dengan akurat dan mengirimkan notifikasi pada aplikasi Blynk dengan baik.
 3. Sistem dapat diakses secara online dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan sumber daya air.
- Dengan demikian, sistem monitoring level air pada bendungan berbasis NodeMCU ESP 8266 dengan notifikasi pada aplikasi Blynk dapat menjadi solusi yang efektif untuk memantau level air pada bendungan dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan sumber daya air.

3.4 | Analisis Akurasi dan Respon Sistem

Sensor ultrasonik yang digunakan berhasil mendeteksi perubahan ketinggian air dengan akurasi tinggi dalam kondisi ideal. Saat diuji dengan air statis, kesalahan pengukuran berada di bawah 5%, memenuhi standar akurasi minimum untuk sistem monitoring level air berbasis IoT (Ariff et al., 2023). Namun, dalam kondisi ekstrem seperti angin kencang atau air keruh, tingkat akurasi sedikit menurun, sejalan dengan temuan dalam studi Gençođlan et al. (2023) dan Kamiński (2021). Dari sisi kecepatan respon, waktu yang dibutuhkan sistem dari pembacaan hingga pengiriman data ke aplikasi Blynk rata-rata berada di bawah 5 detik.

3.5 | Analisis Keandalan dan Evaluasi Sistem

Uji keandalan dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem dapat berfungsi tanpa gangguan dalam kurun waktu operasional tertentu. Sistem ini diuji untuk beroperasi 24 jam selama 14 hari secara terus-menerus. Hasil menunjukkan sistem mampu mempertahankan fungsi monitoring dan pengiriman data tanpa kesalahan besar. Performa notifikasi Blynk juga berjalan lancar, dengan peringatan yang dikirim segera setelah level air melewati ambang batas.

TABEL 3.2 Keandalan Dan Evaluasi Sistem

Ketinggian Air	Status	Keterangan
2 Cm	Aman	Alarm Off
4 Cm	Aman	Alarm Off
5 Cm	Aman	Alarm Off
7 Cm	Aman	Alarm Off
10 Cm	Aman	Alarm Off
14 Cm	Siaga 1	Alarm On
15 Cm	Siaga 2	Alarm On

Indikator keberhasilan sistem ditinjau dari beberapa aspek: Akurasi pengukuran: deviasi rata-rata ± 1 cm. Waktu respon sistem: di bawah 5 detik. Ketersediaan sistem (uptime): $>95\%$. Interoperabilitas: Kompatibel dengan aplikasi mobile (Blynk) dan dapat dikembangkan untuk integrasi lebih lanjut. Umpan balik pengguna: Pengujian terbatas menunjukkan tingkat kepuasan pengguna cukup tinggi terkait tampilan visual, kemudahan penggunaan, dan efektivitas sistem peringatan. Meski sistem menunjukkan performa baik, terdapat beberapa kendala yang diidentifikasi selama pengujian. Di antaranya adalah ketergantungan pada koneksi internet yang stabil serta kebutuhan akan pemeliharaan rutin untuk memastikan sensor tetap bersih dan bebas dari gangguan lingkungan seperti lumpur atau serangga (Bandara et al., 2025; Chao, 2023; Katie, 2024).

4 | PEMBAHASAN

Pengembangan sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 dalam penelitian ini merupakan respons terhadap kebutuhan akan solusi teknologi yang efisien, terjangkau, dan adaptif dalam pengelolaan sumber daya air, khususnya pada lingkungan tropis yang rawan terhadap banjir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memberikan data yang akurat, respons cepat, serta stabilitas yang tinggi selama pengoperasian, mendukung efektivitas pemantauan air secara real-time. Studi ini memperkuat temuan dalam literatur sebelumnya yang menekankan pentingnya keandalan sistem dalam infrastruktur monitoring lingkungan berbasis IoT. Sebagaimana dijelaskan oleh Syahputra & Andriani (2025), sistem monitoring yang andal harus melalui beberapa tahap pengujian, termasuk pengujian fungsionalitas, stabilitas, ketersediaan, dan ketahanan terhadap kondisi ekstrem. Sistem yang dikembangkan berhasil memenuhi sebagian besar kriteria tersebut, terutama dalam aspek fungsionalitas dan ketersediaan, dengan uptime melebihi 95% selama pengujian dua minggu.

Namun demikian, terdapat beberapa tantangan umum yang turut ditemukan selama pengujian, yang sejalan dengan identifikasi kendala dalam studi literatur. Masalah konektivitas internet di lokasi uji lapangan menjadi salah satu hambatan utama, terutama dalam kondisi cuaca buruk yang mempengaruhi sinyal Wi-Fi (Bandara et al., 2025). Selain itu, karena sistem ini masih bergantung pada daya eksternal dan power bank, konsumsi energi menjadi isu penting. Sebagaimana diungkapkan oleh Chao (2023), sistem IoT yang bergantung pada baterai memerlukan manajemen energi yang efisien agar dapat beroperasi dalam jangka panjang. Keamanan sistem juga menjadi perhatian, terutama dalam konteks pengumpulan dan transmisi data secara daring. Potensi kerentanan terhadap serangan siber atau gangguan pada sistem cloud harus dipertimbangkan secara serius (Katie, 2024). Meskipun sistem ini belum diujikan terhadap ancaman keamanan digital secara langsung, penting untuk merancang lapisan keamanan tambahan pada tahap pengembangan lebih lanjut.

Dibandingkan dengan studi terdahulu, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini lebih menekankan kesederhanaan dan keterjangkauan. Beberapa studi sebelumnya seperti Suwarso et al. (2024) dan Rao et al. (2021) menggunakan ESP32 sebagai platform utama, yang memiliki keunggulan dalam kapasitas pemrosesan dan jumlah GPIO. Meskipun demikian, penggunaan NodeMCU ESP8266 dalam studi ini tetap relevan karena biaya lebih rendah dan dukungan komunitas yang luas. Hal ini menjadikan sistem ini lebih cocok untuk implementasi di daerah dengan keterbatasan anggaran atau infrastruktur, tanpa mengorbankan fungsi dasar pemantauan air secara real-time. Jika dibandingkan dari sisi fungsionalitas, studi seperti yang dilakukan oleh Eso et al. (2024) fokus pada kualitas air seperti pH dan suhu, sedangkan penelitian ini secara khusus menargetkan pemantauan kuantitas (level air) dengan akurasi tinggi dan notifikasi langsung. Artinya, pendekatan dalam penelitian ini melengkapi studi terdahulu dengan fokus pada aspek pengendalian banjir dan mitigasi risiko lingkungan melalui informasi ketinggian air yang cepat dan akurat.

Kontribusi sistem berbasis NodeMCU terhadap pengembangan sistem monitoring IoT di bidang rekayasa lingkungan tidak dapat diabaikan. NodeMCU memungkinkan pendekatan desain yang lebih terbuka dan fleksibel, dengan kemampuan integrasi sensor yang luas (Ihsan, 2023). Dalam konteks pemantauan lingkungan, fleksibilitas ini sangat penting karena memungkinkan penyesuaian sistem sesuai dengan kebutuhan spesifik pengguna atau tantangan lokal yang dihadapi. Kelebihan NodeMCU dalam mendukung komunikasi real-time melalui protokol TCP/IP memungkinkan transmisi data secara efisien ke platform cloud seperti Blynk, yang digunakan dalam studi ini. Platform ini memungkinkan pengguna mengakses data secara visual, menerima notifikasi, dan melakukan pengawasan dari jarak jauh melalui aplikasi smartphone, yang sejalan dengan prinsip desain sistem tanggap bencana berbasis informasi (Sudrajat et al., 2023; Saputra et al., 2023). Namun, sebagaimana disebutkan dalam Woldegebrael et al. (2022), Blynk memiliki keterbatasan dalam analisis data lanjutan dan visualisasi kompleks, yang bisa menjadi pertimbangan dalam pengembangan tahap selanjutnya. Lebih lanjut, aspek keberlanjutan sistem monitoring air juga penting dibahas. Meskipun sistem menunjukkan performa baik dalam jangka pendek, aspek pemeliharaan jangka panjang masih perlu dievaluasi. Pengumpulan data historis, seperti yang direkomendasikan oleh Demir & Sönmez (2025), perlu dilakukan untuk menilai stabilitas jangka panjang dan mendeteksi anomali data yang mungkin menunjukkan degradasi sensor atau kegagalan sistem.

Pengujian dalam kondisi lingkungan ekstrem juga menjadi salah satu rekomendasi lanjutan untuk menilai daya tahan sistem dalam berbagai skenario, seperti saat hujan deras, fluktuasi suhu tinggi, atau gangguan fisik pada perangkat. Pengujian semacam ini akan memberikan gambaran lebih komprehensif tentang kesiapan sistem untuk digunakan dalam skala yang lebih luas atau di lokasi yang lebih ekstrem (Syahputra & Andriani, 2025). Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dalam studi ini memberikan fondasi kuat bagi pengembangan lebih lanjut dari sistem monitoring air berbasis IoT. Keunggulannya dalam hal biaya, fleksibilitas integrasi, dan aksesibilitas menjadikan sistem ini layak untuk diadopsi oleh instansi pemerintah, masyarakat lokal, atau organisasi non-pemerintah yang bergerak di bidang mitigasi bencana dan pengelolaan sumber daya air. Ke depan, sistem ini dapat diperluas dengan menggabungkan lebih banyak jenis sensor (misalnya sensor curah hujan atau tekanan), serta integrasi dengan platform peringatan dini dan sistem kendali otomatis seperti kontrol pintu air atau pompa, sebagaimana diusulkan oleh Rao et al. (2021). Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya membuktikan kelayakan teknis dari sistem monitoring berbasis NodeMCU, tetapi juga memperkuat literatur terkait penerapan IoT dalam pengelolaan sumber daya air secara adaptif dan berbasis bukti (evidence-based). Pengembangan dan implementasi sistem serupa di wilayah lain sangat mungkin dilakukan, selama disesuaikan dengan konteks sosial-teknis setempat dan didukung oleh strategi pemeliharaan yang tepat.

5 | KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem monitoring level air berbasis NodeMCU V3 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik dan aplikasi Blynk sebagai platform pemantauan real-time. Sistem ini menunjukkan performa yang cukup andal dalam memantau ketinggian air secara akurat dengan tingkat deviasi rendah, serta mampu memberikan notifikasi secara langsung kepada pengguna ketika level air mencapai ambang batas tertentu. Dengan dukungan konektivitas Wi-Fi dan struktur pemrograman yang efisien, sistem mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, menjadikannya alat yang relevan dalam upaya mitigasi risiko banjir, terutama di wilayah tropis dengan curah hujan tinggi.

Kelebihan utama dari sistem ini terletak pada biaya implementasi yang relatif rendah, kemudahan integrasi dengan perangkat keras lain, dan antarmuka pengguna yang intuitif melalui aplikasi Blynk. Sistem juga menunjukkan tingkat ketersediaan tinggi selama periode uji, memperkuat validitasnya untuk digunakan dalam jangka menengah. Namun, kendala seperti ketergantungan pada koneksi internet stabil dan kebutuhan pemeliharaan berkala tetap menjadi tantangan yang perlu ditangani dalam implementasi di lapangan. Studi ini memberikan kontribusi nyata terhadap literatur IoT dalam bidang rekayasa lingkungan, serta membuka peluang untuk pengembangan sistem monitoring air yang lebih kompleks dengan integrasi multi-sensor dan pengendalian otomatis. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk skenario pengawasan infrastruktur bendungan, irigasi pintar, atau sistem peringatan dini berbasis cloud yang lebih terintegrasi dan adaptif terhadap kondisi ekstrem.

Daftar Pustaka

- Ali, E. A. M., Vinoth, M., Murugan, K. K., & Nithya, R. (2024). *Iot Cloud-Based Dam Monitoring for Timely Decision Making*. 175–195. <https://doi.org/10.58532/v3bdio3p2ch4>
- Alsumayt, A., El-Haggar, N., Amouri, L., Alfawaer, Z. M., & Aljameel, S. S. (2023). Smart Flood Detection With AI and Blockchain Integration in Saudi Arabia Using Drones. *Sensors*, 23(11), 5148. <https://doi.org/10.3390/s23115148>
- Ariff, I. F. M., Hashim, N. A., Nadzmi, S. N., & Tan, S. K. C. (2023). *A Novel Framework for Improved Operating Practices in Offshore Produced Water Systems*. <https://doi.org/10.2118/215246-ms>
- Bandara, R. M. P. N. S., Jayasinghe, A., & Retscher, G. (2025). The Integration of IoT (Internet of Things) Sensors and Location-Based Services for Water Quality Monitoring: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 25(6), 1918. <https://doi.org/10.3390/s25061918>
- Basir, Y., Pratama, M. R. A., & Aminullah, M. W. (2023). Perancangan Sistem Pendeteksi Dan Penanggulangan Banjir Menggunakan Esp32 Berbasis Iot. *Jurnal Ilmiah Giga*, 26(1), 11. <https://doi.org/10.47313/jig.v26i1.2127>
- Bestari, D. N., & Wibowo, A. (2023). IoT Based Real-Time Weather Monitoring System Using Telegram Bot and Thingsboard Platform. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJim)*, 17(06), 4–19. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i06.34129>
- Chao, C.-H. (2023). Development of Smart IoT Based Biomedical Heart Rate Oximeter for Driving Safety. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, 6(12). <https://doi.org/10.25236/ajets.2023.061201>
- Choosumrong, S., Piyathamrongchai, K., Hataitara, R., Soteyome, U., Konkong, N., Chalongsuppunyoo, R., Raghavan, V., & Nemoto, T. (2025). Development of an IoT-Based Flood Monitoring System Integrated With GIS for Lowland Agricultural Areas. *Sensors*, 25(17), 5477. <https://doi.org/10.3390/s25175477>
- Djalilov, A., Sobirov, E., Nazarov, O., Urolov, S., & Gayipov, I. (2023). Study on Automatic Water Level Detection Process Using Ultrasonic Sensor. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1142(1), 12020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012020>
- Fahhiz, M. H. I. Al, & Sujono, S. (2025). Design and Build a Water Level Monitoring System in IoT-Based Reservoirs. *Newton Networking and Information Technology*, 5(1), 14–22. <https://doi.org/10.32764/newton.v5i1.5809>
- Farabi, M. R. A., & Sintawati, A. (2024). Flood Early Warning System at Jakarta Dam Using Internet of Things (IoT)-based Real-Time Fishbone Method to Support Industrial Revolution 4.0. *Journal of Soft Computing Exploration*, 5(2), 99–106. <https://doi.org/10.52465/josce.v5i2.293>
- Gençoğlan, C., Tüysüz, M. D., & Gençoğlan, S. (2023). Evaluation of Water Levels and Flow Rates Measured in Irrigation Canal Using Limnigraph, Pressure and Ultrasonic Sensors. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 642–652. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1207167>
- Her, S.-C., & Weng, S.-Z. (2021). Fiber Bragg Grating Pressure Sensor Integrated With Epoxy Diaphragm. *Sensors*, 21(9), 3199. <https://doi.org/10.3390/s21093199>
- Joshi, M., & Murali, S. (2025). An Efficient Smart Flood Detection and Alert System Based on Automatic Water Level Recorder Approach Using IoT. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.717>
- Kamiński, W. (2021). The Concept of Accuracy Analysis of the Vertical Displacements Gained From the Hydrostatic Levelling Systems' Measurements. *Sensors*, 21(14), 4842. <https://doi.org/10.3390/s21144842>
- Katie, B. (2024). Internet of Things (IoT) for Environmental Monitoring. *International Journal of Computing and Engineering*, 6(3), 29–42. <https://doi.org/10.47941/ijce.2139>
- Muthusamy, S., -, S. G., -, P. C., & -, S. K. H. (2024). IoT Based Flood Monitoring and Alerting System. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(2). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.18527>
- Prasadena, R. G., Sari, A. F., Budimansyah, A. C. J. Z. Z., Youlanda, A. T., Hariyono, E., Hidaayatullaah, H. N., Utami, P. L., & Suprpto, N. (2024). Physics-Informed Arduino Uno-Based Water Channel Height Monitoring Sensor: STEAMscape and Effective Mitigation of Flood Hazards. *Journal of Physics Conference Series*, 2900(1), 12035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2900/1/012035>
- Prasetyo, A., Litanianda, Y., Fadelan, F., Yusuf, A. R., & Sugianti, S. (2022). Irrigation Control Using Fuzzy Logic on the Internet of Things Agriculture System. *Cess (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 7(2), 572. <https://doi.org/10.24114/cess.v7i2.37195>
- Putra, W., & Saleh, T. (2024). Analisis Penerapan Teknologi Sensor Berbasis Iot Dalam Pemantauan Ketinggian Air Sungai. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(3), 762–768. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i3.1045>

- Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Simorangkir, R. B. (2022). Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggar Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 189–195. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.14499>
- Rienandie, N. F., & Pramudita, R. (2025). Design of an Internet of Things-Based Water Level Monitoring System. *Jurteksi (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 11(2), 265–272. <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v11i2.3713>
- Rosyady, P. A., Iksan, M. N., & Ramdani, A. T. (2025). Prototype of Early Warning System for Flood Disaster Detection and Mitigation Based on Internet of Things. *Biseeng*, 2, V225048. <https://doi.org/10.31603/biseeng.373>
- Suwarso, M. I., Nawawi, I., & Pamungkas, J. (2024). Pengembangan Sistem Monitoring Pasang Surut Air Laut Untuk Perancangan Pengembangan Sebuah Pelabuhan. *Joti*, 5(2), 101–107. <https://doi.org/10.37802/joti.v5i2.573>
- Syahputra, R., & Andriani, D. (2025). Development of a Smart Farming Monitoring System Using IoT and Android Technology to Support Precision Farming in the Western Part of Aceh. *Applied Mechanics and Materials*, 927, 67–79. <https://doi.org/10.4028/p-bw93wr>
- Uddin, K., Hossain, S., Bajracharya, B., Ahmed, B., & Islam, M. K. (2025). Rapid Flood Inundation Mapping for Effective Management: A Machine Learning and Pixel-Based Classification Approach in Feni District, Bangladesh. *Journal of Flood Risk Management*, 18(2). <https://doi.org/10.1111/jfr3.70087>
- Wajid, M., Abid, K., Raza, A., Haroon, M., & Mudasar, A. Q. (2024). Flood Prediction System Using IOT & Artificial Neural Network. *Vfast Transactions on Software Engineering*, 12(1), 210–224. <https://doi.org/10.21015/vtse.v12i1.1603>
- Wandi, I. A., & Ashari, A. (2023). Monitoring Ketinggian Air Dan Curah Hujan Dalam Early Warning System Bencana Banjir Berbasis IoT. *Ijeis (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 13(1). <https://doi.org/10.22146/ijeis.83569>
- Widodo, F., Mardianto, E., & Yuwono, Y. C. H. (2024). Purwarupa Monitoring Tandon Air Dan Kontrol Pompa Secara Otomatis Berbasis Internet of Things. *Jurnal Elit*, 5(2), 24–32. <https://doi.org/10.31573/elit.v5i2.882>
- Woldegebrael, S. M., Kidanewold, B. B., & Melesse, A. M. (2022). Development and Evaluation of a Web-Based and Interactive Flood Management Tool for Awash and Omo-Gibe Basins, Ethiopia. *Water*, 14(14), 2195. <https://doi.org/10.3390/w14142195>
- Yusuf, M. S., Priyandoko, G., & Setiawidayat, S. (2022). Prototipe Sistem Monitoring Dan Controlling HSD Tank PLTGU Grati Berbasis IoT. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 159–168. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.14396>