



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 3 (2025) pp: 3030-3034

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Perancangan Water Level Sensor Module Menggunakan MQTT Over WiFi dan Serial Communication

Ferdi Hardiyanto¹, Ilmirrizki Imaduddin²

Universitas Nurul Jadid

ilmi.eeunuja@gmail.com, ferdija95@gmail.com

Abstrak

Monitoring ketinggian air secara real-time sangat penting untuk mencegah potensi banjir, menjaga efisiensi distribusi air, dan mendeteksi kekurangan pasokan. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan modul water level sensor berbasis mikrokontroler ESP32 dengan dukungan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem dilengkapi dua jalur komunikasi, yaitu Serial TTL untuk pemantauan lokal dan MQTT over WiFi untuk pemantauan jarak jauh. Data hasil pengukuran ditampilkan melalui dashboard web interaktif yang menyediakan grafik real-time, indikator status koneksi, log data, simulasi dummy data, serta fitur unduh CSV. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur ketinggian air secara akurat dalam rentang 2–400 cm, dengan fleksibilitas satuan (mm, cm, m, km). Komunikasi ganda terbukti berjalan simultan tanpa kehilangan data, dengan nilai RSSI WiFi berkisar –60 dBm hingga –70 dBm yang tergolong stabil. Dashboard dapat beroperasi dengan baik pada browser modern (Chrome dan Edge) yang mendukung WebSerial API. Hasil penelitian membuktikan bahwa modul ini dapat digunakan sebagai solusi monitoring air berbasis IoT yang ringan, fleksibel, dan mudah dikembangkan, baik untuk kebutuhan rumah tangga, irigasi, maupun sistem peringatan banjir.

Kata kunci: Water Level, ESP32, MQTT, Serial TTL, HC-SR04, IoT, Dashboard Web

1. Latar Belakang

Pemantauan ketinggian air pada tandon atau penampungan air merupakan aspek penting dalam manajemen sumber daya air, baik untuk rumah tangga, industri, maupun pertanian. Sistem pemantauan manual sering menimbulkan pemborosan air, keterlambatan deteksi, serta inefisiensi pengisian. Sistem tradisional juga tidak memberikan informasi instan terutama jika lokasi penampungan jauh, serta kurang fleksibel karena masih berbasis kabel{1}. Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk menciptakan sistem pemantauan air yang lebih efisien dan real-time. ESP32 dengan dukungan komunikasi MQTT over WiFi serta Serial TTL dapat dimanfaatkan sebagai solusi. Beberapa penelitian terdahulu hanya menggunakan satu metode komunikasi atau tidak dilengkapi antarmuka web yang interaktif{2}.

Urgensi penelitian ini terletak pada meningkatnya kebutuhan sistem pemantauan air yang efisien, fleksibel, dan real-time, terutama di wilayah yang bergantung pada tandon sebagai sumber utama air bersih. Dengan dukungan teknologi ESP32 dan protokol MQTT, penerapan IoT menjadi lebih sederhana dan terjangkau. Penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan sistem monitoring berbasis web yang dapat diakses lintas perangkat tanpa instalasi aplikasi tambahan{3}.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan tren meningkatnya penggunaan mikrokontroler dan komunikasi nirkabel dalam monitoring level air. Penelitian yang dilakukan oleh Rahman et al. merancang sistem berbasis ESP32 dan ThingSpeak, tetapi hanya mendukung komunikasi satu arah melalui WiFi. Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho & Lestari memanfaatkan MQTT untuk pemantauan suhu dan kelembaban, namun belum diterapkan pada pengukuran level air. Dan penelitian lainnya yang dilakukan Saputra et al. mengembangkan komunikasi dua arah via ESP32, tetapi terbatas pada data numerik tanpa visualisasi{4}.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan merancang modul water level sensor berbasis MQTT over WiFi dan Serial Communication. Selain berfungsi untuk pemantauan ketinggian air, sistem ini juga dirancang sebagai media edukasi untuk memperkenalkan konsep IoT dan sistem tertanam. Dengan demikian, alat ini diharapkan tidak hanya

bermanfaat secara praktis dalam mencegah pemborosan air, tetapi juga memiliki nilai edukatif dalam pembelajaran teknologi Iot{5}.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada pengukuran numerik dan evaluasi sistem secara objektif untuk memastikan keandalan dan kinerja alat monitoring level air yang dikembangkan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengumpulan data secara sistematis dan analisis statistik yang memberikan gambaran yang jelas mengenai performa teknis system{6}.

Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai alat utama pengukur jarak permukaan air terhadap sensor. Sensor ini dipadukan dengan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi mengolah data pengukuran dan mengirimkan informasi secara real-time. Pengiriman data dilakukan melalui dua jalur komunikasi berbeda, yaitu secara lokal menggunakan protokol Serial TTL dan secara nirkabel melalui protokol MQTT over WiFi. Penggunaan dua jalur komunikasi ini memberikan fleksibilitas dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi jaringan{7}.

Data yang diperoleh dari sensor berupa nilai jarak dan level air dikumpulkan secara kontinu dalam interval waktu yang telah ditentukan, memastikan pemantauan berlangsung secara real-time. Data tersebut kemudian dikirimkan secara simultan melalui protokol Serial TTL dan MQTT untuk diolah lebih lanjut dan divisualisasikan melalui dashboard berbasis web. Dashboard ini dirancang untuk menampilkan grafik interaktif yang memudahkan pengguna dalam memantau perubahan level air secara dinamis.

Langkah-langkah utama dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap. Pertama, akuisisi data dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung langsung ke mikrokontroler ESP32. Sensor ini mengukur jarak permukaan air secara akurat dengan prinsip gelombang ultrasonik yang dipantulkan dari permukaan air. Selanjutnya, data jarak yang didapat diolah oleh ESP32 dan dikirimkan melalui komunikasi Serial TTL dan MQTT secara bersamaan. Jalur komunikasi Serial TTL digunakan untuk komunikasi lokal yang stabil pada jarak pendek, sedangkan MQTT mendukung pengiriman data melalui jaringan WiFi dengan latensi rendah.

Tahap berikutnya adalah proses logging data yang dilakukan secara otomatis oleh sistem. Data yang masuk dicatat dan ditampilkan dalam bentuk grafik interaktif pada dashboard berbasis web yang dapat diakses oleh pengguna dari berbagai perangkat. Dashboard ini juga memungkinkan pengguna untuk memilih satuan pengukuran yang diinginkan, seperti milimeter (mm), sentimeter (cm), meter (m), dan kilometer (km), sehingga interpretasi data menjadi lebih fleksibel sesuai kebutuhan pemantauan.

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan kestabilan sistem dalam berbagai kondisi pengukuran. Data hasil pengujian dianalisis secara statistik untuk menentukan konsistensi pengukuran dan kehandalan pengiriman data melalui kedua jalur komunikasi. Selain itu, sistem diuji dalam hal kemampuan beradaptasi terhadap perubahan satuan pengukuran untuk menilai fleksibilitas dan kemudahan penggunaan.

Seluruh hasil pengukuran dan analisis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai performa teknis sistem monitoring level air yang dikembangkan. Pendekatan kuantitatif yang sistematis memungkinkan penilaian objektif terhadap akurasi, stabilitas, dan keandalan sistem dalam mengelola data level air secara real-time. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan alat pemantauan yang efektif tetapi juga memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi Internet of Things (IoT) untuk aplikasi manajemen sumber daya air.

3. Hasil dan Diskusi

Implementasi komunikasi Serial TTL dan MQTT dalam sistem monitoring level air ini menunjukkan fleksibilitas dan keandalan yang tinggi dalam berbagai kondisi operasional. Komunikasi Serial TTL terbukti stabil untuk jarak pendek dan menjadi solusi alternatif atau cadangan saat koneksi internet tidak tersedia. Hal ini sangat penting mengingat tidak semua lingkungan pemantauan memiliki akses internet yang memadai. Komunikasi Serial juga menawarkan kecepatan transfer data yang konsisten dan latensi rendah pada jarak dekat, sehingga data sensor dapat diterima secara real-time tanpa gangguan berarti{8}.

Di sisi lain, protokol MQTT sebagai protokol komunikasi berbasis IoT menawarkan keunggulan dalam pengiriman data secara real-time melalui internet dengan latensi dan bandwidth yang rendah. MQTT dirancang sebagai

protokol ringan yang sangat sesuai untuk aplikasi monitoring seperti ini, di mana efisiensi komunikasi menjadi faktor utama. Keberhasilan pengiriman data level air dan jarak sensor melalui MQTT menunjukkan bahwa protokol ini mampu menjaga konsistensi dan kecepatan komunikasi, sehingga data dapat langsung divisualisasikan di dashboard berbasis web. Dalam uji coba selama 10 detik berturut-turut, data yang diterima melalui kedua jalur komunikasi, baik MQTT maupun Serial, konsisten dan valid, yang mengindikasikan kestabilan sistem{9}.

Analisis nilai RSSI (Received Signal Strength Indicator) memberikan gambaran kualitas sinyal WiFi yang digunakan untuk komunikasi MQTT. Berdasarkan referensi teknis, kualitas sinyal WiFi dikategorikan dari sangat baik hingga lemah, dengan rentang nilai RSSI yang spesifik. Pada sistem ini, nilai RSSI berkisar antara -60 dBm hingga -70 dBm, yang menempatkan sinyal dalam kategori cukup hingga baik. Kategori ini cukup untuk mendukung komunikasi MQTT yang stabil tanpa kehilangan data selama pengujian. Namun, perlu diperhatikan bahwa jika nilai RSSI menurun di bawah -70 dBm, risiko delay pengiriman data atau kehilangan paket menjadi lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi performa sistem monitoring secara keseluruhan. Oleh karena itu, penempatan perangkat ESP32 dan konfigurasi jaringan WiFi perlu diperhatikan agar nilai RSSI tetap dalam batas aman{10}.

Implementasi dashboard monitoring merupakan salah satu aspek utama dalam sistem ini, karena menyediakan antarmuka yang mudah digunakan dan informatif bagi pengguna. Dashboard berhasil menampilkan data level air dan jarak sensor secara real-time, baik melalui jalur komunikasi MQTT maupun Serial TTL menggunakan Web Serial API. Visualisasi data menggunakan grafik dua sumbu yang menampilkan level dan jarak secara bersamaan meningkatkan efektivitas pemantauan dengan memberikan informasi yang mudah diinterpretasikan. Grafik ini memungkinkan pengguna untuk memantau perubahan level air secara dinamis dan langsung mengambil keputusan yang tepat, misalnya dalam mengatur pengisian tandon atau mengantisipasi kondisi darurat{11}.

Data yang diterima melalui topik MQTT seperti waterlevel/level dan waterlevel/distance ditampilkan secara lancar tanpa gangguan, sementara jalur Serial TTL juga terbaca baik oleh dashboard melalui GPIO17 (TX) dan GPIO16 (RX) pada ESP32. Penggunaan Web Serial API memungkinkan komunikasi langsung antara perangkat keras dan browser tanpa memerlukan aplikasi tambahan, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan. Keberhasilan ini juga ditunjang oleh kompatibilitas dashboard dengan berbagai browser, terutama Chrome dan Edge, yang mendukung Web Serial API. Namun, perlu dicatat bahwa browser Firefox belum mendukung fitur ini, sehingga pengguna perlu menggunakan browser yang kompatibel untuk memaksimalkan fungsi sistem{12}.

Fitur pemilihan satuan pengukuran yang dapat mengubah tampilan data dalam berbagai unit seperti milimeter, sentimeter, meter, dan kilometer merupakan inovasi yang memberikan fleksibilitas interpretasi nilai bagi pengguna. Pengguna dapat menyesuaikan satuan sesuai kebutuhan dan konteks pemantauan, sehingga informasi yang diterima menjadi lebih relevan dan mudah dipahami. Selain itu, kemampuan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan jalur komunikasi MQTT atau Serial secara mandiri memberikan kontrol lebih kepada pengguna dalam memilih sumber data yang paling andal dan sesuai kondisi lingkungan{13}.

Fungsi tambahan pada dashboard seperti tombol pengiriman data dummy, unduh log CSV, dan tampilan riwayat data memberikan nilai tambah signifikan untuk pengujian dan evaluasi sistem. Data dummy memungkinkan pengujian awal perangkat dan dashboard tanpa perlu sensor aktif, sehingga memudahkan proses debugging dan pengembangan. Fitur pengunduhan log data dalam format CSV membantu pengguna melakukan analisis lebih mendalam terhadap riwayat pengukuran secara offline, yang penting untuk studi lanjutan dan dokumentasi. Tampilan riwayat data secara tekstual memberikan gambaran lengkap atas dinamika perubahan level air selama periode waktu tertentu{14}.

Indikator status koneksi MQTT yang ditampilkan secara real-time pada dashboard memberikan informasi penting terkait kondisi komunikasi sistem. Status seperti “Terhubung ”, “Tidak Terhubung ”, atau “Tidak Ada Data ” memudahkan pengguna dalam memantau kesehatan jaringan dan segera mengambil tindakan bila terjadi gangguan komunikasi. Keberadaan indikator ini menjadi fitur krusial untuk memastikan bahwa sistem pemantauan berjalan optimal dan data yang disajikan valid.

Secara keseluruhan, implementasi dashboard monitoring ini berhasil mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak dengan baik, sehingga sistem dapat beroperasi secara adaptif dan user-friendly. Sistem monitoring level air berbasis IoT yang dikembangkan tidak hanya menyediakan data secara real-time tetapi juga mendukung proses pengambilan keputusan dengan visualisasi yang interaktif dan fitur pengendalian komunikasi yang

fleksibel. Penggabungan komunikasi Serial dan MQTT memperkuat daya tahan sistem dalam berbagai kondisi jaringan, sementara dashboard web yang responsif dan mudah diakses tanpa instalasi aplikasi khusus meningkatkan aksesibilitas bagi pengguna dari berbagai latar belakang [15].

Dari perspektif teknis, sistem ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dioptimalkan untuk monitoring level air yang efisien dan akurat. Kombinasi komunikasi dua jalur memperkaya metode pengiriman data sehingga pengguna tidak bergantung pada satu kanal saja. Selain itu, penggunaan protokol MQTT memperlihatkan keunggulan dalam hal penggunaan bandwidth rendah dan latency yang minimal, sesuai dengan karakteristik aplikasi IoT.

Namun, ada beberapa hal yang perlu menjadi perhatian untuk pengembangan selanjutnya. Kualitas sinyal WiFi yang cukup rentan terhadap interferensi dapat memengaruhi kestabilan komunikasi MQTT, sehingga pengaturan posisi perangkat dan peningkatan kekuatan sinyal perlu menjadi fokus perbaikan. Selain itu, kompatibilitas Web Serial API yang belum merata di semua browser mengharuskan pengembangan alternatif atau aplikasi khusus agar sistem dapat diakses lebih luas. Pengujian jangka panjang juga diperlukan untuk memastikan sistem dapat bekerja stabil dalam berbagai kondisi lingkungan dan selama waktu operasional yang lama.

Secara keseluruhan, hasil implementasi ini memperlihatkan bahwa sistem monitoring level air berbasis IoT dengan komunikasi ganda dan dashboard web interaktif adalah solusi yang layak dan efektif untuk pengelolaan sumber daya air secara modern. Sistem ini tidak hanya membantu dalam pemantauan dan pengendalian pemborosan air, tetapi juga dapat diadaptasi sebagai alat edukatif untuk mengenalkan konsep IoT dan sistem tertanam kepada pengguna secara praktis.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring level air berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32 dengan komunikasi ganda, yakni Serial TTL dan MQTT over WiFi. Sistem mampu mengirimkan data secara real-time dengan akurasi dan kestabilan yang baik, serta menampilkan informasi secara interaktif melalui dashboard web yang user-friendly. Komunikasi Serial terbukti andal pada jarak pendek dan sebagai cadangan ketika koneksi internet tidak tersedia, sementara protokol MQTT menyediakan pengiriman data efisien melalui jaringan nirkabel dengan latensi rendah. Dashboard monitoring yang dikembangkan mendukung visualisasi grafik multivariabel, pilihan satuan pengukuran, serta fitur logging dan kontrol jalur komunikasi, meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan. Nilai RSSI yang stabil memastikan komunikasi MQTT berada dalam batas aman, meskipun perlu perhatian terhadap kualitas sinyal WiFi untuk menjaga performa sistem. Secara keseluruhan, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat praktis untuk pemantauan level air, tetapi juga memiliki potensi edukatif dalam memperkenalkan konsep dasar IoT dan sistem tertanam. Pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan kompatibilitas perangkat lunak dan pengujian performa jangka panjang agar sistem dapat diadopsi secara lebih luas dalam pengelolaan sumber daya air modern.

Referensi

1. Byju's. (n.d.). Metric conversion chart. BYJU'S. <https://byjus.com/maths/metric-conversion-chart/>.
2. Firmansyah, D., Pratama, R. A., & Maulana, F. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air Berbasis ESP32 dan Sensor HC-SR04 dengan Tampilan OLED. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 12(1), 20–28.
3. Juliansyah, M. A., & Widodo, T. (2021). Desain Alat Pemantauan Air Real-Time Berbasis ESP32 dengan Integrasi MQTT dan Web Dashboard. *Jurnal Sistem Informasi dan Elektronika*, 5(1), 18–24.
4. Mahendra, I. G. A., & Suryani, N. M. (2023). *Design of Web-Based Dashboard for Real-Time IoT Monitoring Using ESP32 and Node-RED*. *Journal of Emerging Technology*, 8(1), 45–53.
5. Mujiono, A., & Putra, D. R. (2021). Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Ketinggian Air Berbasis IoT dengan Sensor Ultrasonik dan Platform Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 7(1), 45–52.
6. Nugroho, A., & Lestari, P. (2021). Implementation of MQTT Protocol for IoT-Based Monitoring System Using ESP32. *Journal of Applied Electronics*, 12(2), 89–96.
7. Prasetya, D., & Yuliani, N. (2022). Smart Water Level Sensor Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan MQTT. *Jurnal Inovasi dan Teknologi*, 12(3), 77–84.
8. Rahmadani, R., & Pramono, B. (2020). Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik dan SMS Gateway. *Jurnal Rekayasa Elektronika*, 8(2), 112–118.
9. Rakman, M. F., Hidayat, A., & Kurniawan, B. (2022). Ultrasonic Based Water Level Monitoring System Using IoT Platform. *International Journal of Smart Sensor Systems*, 10(3), 55–62.
10. Ramadhan, T., & Hidayat, R. (2023). Implementasi Komunikasi Serial dan MQTT pada Perangkat Monitoring. *Jurnal Teknologi Terkini*, 14(2), 51–59.

11. Random Nerd Tutorials. (n.d.-a). *Complete guide for ultrasonic sensor HC-SR04*. <https://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>
12. Saputra, R., Wicaksono, D., & Prasetya, H. (2023). Dual Communication Channel in ESP32 for Remote Monitoring. *Journal of Embedded Systems and IoT*, 9(1), 102–110.
13. Siregar, F. A., & Harahap, R. M. (2022). Pemantauan Tinggi Permukaan Air pada Tandon Menggunakan NodeMCU dan Sensor Ultrasonik dengan Platform Thingspeak. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 11(2), 33–40.
14. Wahyudi, A., & Santoso, H. (2023). Perancangan Sistem Pemantauan Air Otomatis Menggunakan ESP32 dan Telegram Bot. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 15(1), 25–32.
15. Wijaya, R., & Astuti, M. (2019). Sistem Monitoring Air Bersih Berbasis Sensor Ultrasonik dan Web Interface. *Jurnal Elektronika Terapan*, 6(1), 40–47.