

Pengembangan Sistem Informasi Banjir Berbasis IoT dengan Visualisasi Data pada Web Interface

1st Mohamad Rayi Dwi Putra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mohamadrayi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dr. Meta Kallista, S.Si., M.Si.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Hasbi Ash Shiddieqy, S.T., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hasbisiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap terjadi di berbagai wilayah Indonesia, khususnya pada musim hujan. Dampaknya tidak hanya merugikan secara material, tetapi juga mengancam keselamatan jiwa. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu memantau potensi banjir secara real-time dan memberikan peringatan dini kepada masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32. Data hasil pemantauan dikirim otomatis dan ditampilkan melalui antarmuka web sehingga bisa diakses secara daring oleh pengguna. Metode pengembangan mencakup perancangan perangkat keras, integrasi komunikasi nirkabel, dan pembuatan dashboard berbasis web. Sistem diuji dalam kondisi simulasi genangan air guna mengevaluasi keandalan pembacaan sensor serta akurasi tampilan data. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memberikan data ketinggian air secara akurat dan real-time, sementara visualisasi data pada website dapat diakses dengan baik dari berbagai perangkat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pemantauan kondisi air dapat dilakukan lebih cepat dan efisien sebagai langkah mitigasi terhadap risiko banjir.

Kata kunci— internet of things, pemantauan banjir, sensor ultrasonik, esp32, sistem informasi, antarmuka web.

I. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sepanjang tahun 2023 tercatat lebih dari 1.400 kejadian banjir yang tersebar di berbagai wilayah, menyebabkan kerusakan infrastruktur, hilangnya harta benda, dan menimbulkan korban jiwa [1]. Risiko banjir meningkat akibat perubahan iklim, kerusakan lingkungan, serta buruknya sistem drainase di daerah rawan genangan. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan pengembangan sistem pemantauan lingkungan yang bekerja secara otomatis dan terhubung ke internet. IoT memberikan kemudahan dalam mengintegrasikan sensor dengan perangkat lunak berbasis web untuk memantau kondisi secara real-time, termasuk dalam hal pemantauan tinggi muka air sungai atau saluran air [2]. Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem

deteksi banjir menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik yang dikonfigurasi untuk mengukur ketinggian air dan mengirimkan data ke platform berbasis web seperti ThingSpeak atau dashboard mandiri [3]. Sistem ini tidak hanya efektif dalam memantau perubahan tinggi air secara terus-menerus, tetapi juga mampu memberikan notifikasi dini dalam menghadapi potensi banjir [3]. Selain itu, solusi seperti IOTFlood telah menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis web dapat dirancang secara efisien dan terjangkau, sekaligus memudahkan masyarakat untuk mengakses data secara daring [4]. Namun demikian, masih terdapat tantangan dalam hal visualisasi data secara responsif dan kemudahan akses informasi oleh pengguna umum. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi banjir berbasis IoT yang terintegrasi dengan antarmuka web. Sistem ini dirancang untuk menyajikan data ketinggian air secara visual dan real-time, yang diharapkan dapat mendukung proses pemantauan serta mempercepat respons terhadap potensi banjir.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler untuk saling terhubung melalui jaringan internet. Teknologi ini memungkinkan pertukaran data secara otomatis tanpa interaksi langsung dari pengguna. Dalam konteks pemantauan lingkungan, IoT memberikan kemudahan dalam mengumpulkan, mengolah, dan menyampaikan data secara real-time kepada pengguna melalui platform digital. Penerapan IoT telah berkembang luas pada berbagai bidang, termasuk pertanian, industri, serta mitigasi bencana seperti sistem peringatan dini banjir.

B. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dual-core yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Perangkat ini banyak digunakan dalam proyek IoT karena memiliki kemampuan pemrosesan data yang cukup tinggi, konsumsi daya yang rendah, serta ukuran fisik yang ringkas. ESP32 mampu terhubung langsung ke internet dan mengirim data dari sensor ke server atau platform cloud. Dalam

pengembangan sistem pemantauan banjir, ESP32 berfungsi sebagai otak utama yang mengontrol sensor, memproses data, dan mengatur komunikasi ke antarmuka web.

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan jenis sensor yang memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mengukur jarak objek. Sensor ini bekerja dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik ke arah objek, lalu mengukur waktu pantulan gelombang tersebut kembali ke sensor. Salah satu jenis sensor yang sering digunakan dalam sistem pemantauan ketinggian air adalah tipe waterproof dengan jangkauan pengukuran hingga beberapa meter. Sensor ini efektif dalam mendeteksi perubahan tinggi muka air secara akurat tanpa kontak langsung dengan air.

D. Sistem Pemantauan Banjir Berbasis IoT

Sistem pemantauan banjir berbasis IoT dirancang untuk mendeteksi potensi banjir dengan mengukur parameter lingkungan seperti ketinggian air. Data dari sensor dikirimkan ke mikrokontroler, lalu diteruskan ke platform web atau cloud yang memungkinkan pengguna mengakses informasi secara daring. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan fitur notifikasi ketika data mencapai ambang batas tertentu. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan efektivitas pemantauan dan mempercepat pengambilan keputusan saat kondisi darurat [5].

E. Antarmuka Web (Web Interface)

Antarmuka web adalah tampilan grafis yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem melalui peramban (browser). Dalam sistem IoT, antarmuka web memegang peranan penting sebagai media untuk menampilkan data sensor secara visual. Pengguna dapat melihat data dalam bentuk grafik, tabel, atau indikator status secara real-time. Desain antarmuka yang responsif dan mudah diakses memungkinkan informasi disampaikan secara efektif kepada pengguna, baik melalui komputer maupun perangkat seluler.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem berbasis Internet of Things (Internet of Things/IoT) dengan tahapan yang mencakup perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, dan pengujian sistem secara langsung di lapangan. Sistem dirancang untuk dapat memantau ketinggian air secara real-time serta menampilkan data melalui antarmuka web yang dapat diakses oleh pengguna.

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan mulai awal Juni hingga akhir Juli 2025. Proses pengembangan sistem dilakukan secara bertahap, dimulai dari perancangan dan pengujian awal di laboratorium. Uji coba lapangan dilakukan di sekitar aliran Sungai Sukapura, sebagai lokasi yang berpotensi mengalami kenaikan debit air. Untuk simulasi awal dan pengujian sensitivitas sensor, digunakan media berupa ember yang diisi air dengan variasi ketinggian sebagai pengganti kondisi sungai secara langsung.

B. Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi:

1. Studi literatur mengenai IoT, mikrokontroler, sensor ketinggian air, dan sistem visualisasi berbasis web.
2. Perancangan perangkat keras, meliputi:
 - o Sensor ultrasonik A02YYUW,

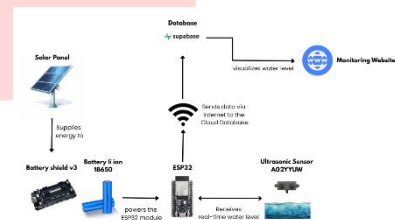
- o Mikrokontroler ESP32,
- o Sistem catu daya menggunakan baterai isi ulang dan panel surya mini.

3. Pemrograman mikrokontroler dan pengembangan antarmuka web.
4. Simulasi awal menggunakan ember air, dilanjutkan uji coba sistem di lokasi sungai.
5. Evaluasi performa sistem dan dokumentasi hasil.

C. Sumber Data dan Cara Perolehannya

Data diperoleh langsung dari pembacaan sensor ultrasonik A02YYUW yang mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air. Nilai ini dikonversi menjadi tinggi muka air (dalam satuan sentimeter) berdasarkan perbedaan antara ketinggian tetap pemasangan sensor dan nilai pembacaan sensor. Mikrokontroler ESP32 (Espressif Systems 32-bit Microcontroller) digunakan untuk membaca data sensor, memprosesnya, dan mengirimkannya ke server supabase Realtime Database melalui jaringan Wi-Fi.

D. Rancangan Sistem



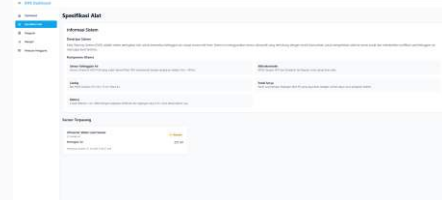
Rancangan sistem terdiri atas tiga bagian utama:

1. Sensor dan Mikrokontroler

Sensor ultrasonik dipasang menghadap permukaan air untuk membaca jarak aktual. Mikrokontroler ESP32 mengolah hasil pembacaan dan mengirimkannya ke server.

2. Platform Web

Data yang dikirimkan ditampilkan dalam bentuk grafik dan indikator level air di antarmuka web. Halaman web dirancang responsif agar dapat diakses dari berbagai perangkat.



3. Visualisasi data

Data ketinggian air disajikan secara visual melalui web dashboard dalam bentuk grafik dan indikator yang diperbarui secara real-time.



E. Pengolahan Data

Untuk metode pembacaan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik A02YYUW digunakan perhitungan sederhana sebagai berikut :

$$\text{water level} = 450 - \text{distance}$$

Untuk meminimalkan fluktuasi pembacaan sensor, data yang dikumpulkan disimpan sementara dalam array penyangga (*buffer*) dan diolah menggunakan metode rata-rata bergerak (*moving average*). Nilai tinggi muka air (hhh) dihitung dengan rumus berikut:

$$average = \frac{\sum arraydata}{10}$$

F. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan secara fungsional dan eksperimental:

- 1. **Uji fungsional** dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen (sensor, ESP32, Wi-Fi, supabase, dan antarmuka web) bekerja sesuai perancangan.
- 2. **Uji performa sistem** dilakukan dengan memvariasikan ketinggian air dalam ember pada tahap awal, kemudian dilakukan pengamatan lanjutan di lokasi sungai. Evaluasi dilakukan terhadap akurasi pembacaan dan latensi pengiriman data dari sensor hingga tampil di web.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

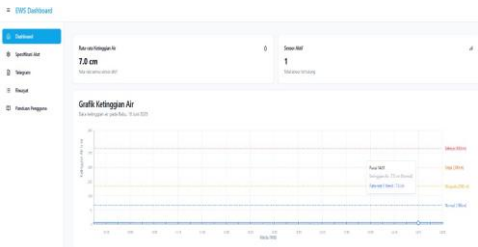
Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT yang mampu membaca tinggi muka air secara real-time dan menyajikannya dalam bentuk visual melalui antarmuka web. Seluruh komponen perangkat keras dan lunak telah terintegrasi dan diuji dalam dua skenario, yaitu simulasi menggunakan ember air serta uji lapangan di sekitar aliran Sungai Sukapura.

A. Hasil Implementasi Sistem

Sistem berhasil membaca perubahan tinggi air dari sensor ultrasonik, memproses data melalui mikrokontroler ESP32, dan mengirimkan data ke supabase secara stabil dalam interval waktu 1 menit. Data tersebut kemudian divisualisasikan pada halaman web dalam bentuk grafik ketinggian air dan indikator level.



GAMBAR 1
(A) Pengujian Pada Sensor



GAMBAR 2
(B) Visual Halaman Web

Sistem ini menampilkan data dalam bentuk:

- Grafik Garis yang menunjukkan perubahan tinggi air terhadap waktu
- Indikator digital yang menampilkan tinggi air terkini
- Status visual berupa warna laar (biru, kuning, merah) untuk menggambarkan level air

B. Pembacaan Sensor

TABEL 1
(A) Hasil Pengujian Pembaaan Sensor

No. Uji	Meteran Taraf (cm)	Output Sensor (cm)	Selisih	Error (%)
1	0	1	1	1
2	60	60	0	0
3	96	96	0	0
4	133	133	0	0
5	186	189	0	0
6	228	228	0	0
Rata-rata	117,17	117,34	0,167	0,1

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata hasil pembacaan sensor sebesar 117,34 cm dibandingkan dengan pengukuran menggunakan meteran taraf sebesar 117,17 cm. Selisih rata-rata hanya 0,167 cm dengan tingkat kesalahan sekitar 0,1%, menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang sangat baik.

C. Analisis Hasil Pengujian

1. Keakuratan Pengukuran

Sensor ultrasonik A02YYUW mampu mendeteksi tinggi air dengan baik dalam jarak optimal 8–10 cm. Nilai yang ditampilkan di web sesuai dengan variasi air yang dilakukan secara manual dalam ember uji.

2. Keterlambatan Data (*Latency*)

Rata-rata waktu tunda dari pembacaan sensor hingga data tampil di dashboard web berkisar antara 1,2 hingga 2,5 detik, tergantung kualitas sinyal Wi-Fi.

3. Kestabilan Pengiriman Data

Selama 1 menit pengujian kontinu, sistem tidak mengalami kegagalan pengiriman data atau crash pada web dashboard. supabase berhasil menerima dan menyajikan data pembacaan secara berurutan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT yang mampu menampilkan data tinggi muka air secara real-time melalui antarmuka web. Sistem dirancang menggunakan sensor ultrasonik A02YYUW, mikrokontroler ESP32, dan penyimpanan data di Supabase yang divisualisasikan melalui web responsif. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan rata-rata selisih pembacaan sensor terhadap meteran taraf sebesar 0,167 cm dan tingkat kesalahan hanya sekitar 0,1%. Sistem juga terbukti stabil dalam mengirimkan data secara berkala

tanpa mengalami kegagalan atau jeda signifikan selama pengujian. Dengan kemampuan tersebut, sistem ini berpotensi menjadi solusi awal pemantauan permukaan air di daerah rawan banjir, meskipun masih terbuka peluang pengembangan lebih lanjut agar lebih adaptif dan luas penerapannya.

REFERENSI

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Buku Data Bencana Indonesia Tahun 2023*. Jakarta: Pusat Data, Informasi dan Komunikasi Kebencanaan BNPB, 2024. [Daring]. Tersedia: <https://bnpb.go.id/buku/buku-data-bencana-indonesia-tahun-2023>
- [2] J. P. Jose and J. Joseph, "Real-Time IoT-Based Flood Detection Using ESP32, a Scalable and Low-Power Solution for Risk Mitigation," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 14, no. 4, Apr. 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/391207336_Real-Time_IoT-Based_Flood_Detection_Using_ESP32
- [3] M. N. Al Ikhsan dan A. D. Santoso, "Perancangan Prototype Robot Lengan Pemilah Sampah Berbasis Komputer Vision dan Mikrokontroler ESP32," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, hlm. 804–814, Jul. 2024. doi: 10.36040/jati.v8i2.13254.
- [4] A. M. D. Amorim et al., "IOTFlood: hardware and software platform using Internet of Things to monitor floods in real time," *Revista Ambiente & Água*, vol. 16, no. 4, 2021. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/qvdY9Jr3cxhqMVyKPPvsFWD/>
- [5] F. V. da Silva Júnior, A. M. D. Amorim, D. A. Almeida, L. C. R. de Oliveira, and A. T. G. Almeida, "IOTFlood: hardware and software platform using Internet of Things to monitor floods in real time," *Revista Ambiente & Água*, vol. 16, no. 4, pp. 1–15, 2021. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/qvdY9Jr3cxhqMVyKPPvsFWD/?lang=en>.