



Implementasi Sistem Peringatan Dini Banjir Dengan IoT Menggunakan Interface Berbasis Web (Studi Kasus: Perumahan Griya Bagasasi)

Suherman¹, Ahmad Restu Rangga Dewa²

1,2Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang No. 9, Cibatu, Cikarang Selatan, Kab. Bekasi, Jawa Barat, Indonesia
Korespondensi email: suherman@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Banjir sering terjadi di wilayah dataran rendah seperti Perumahan Griya Bagasasi, sementara kurangnya sistem pemantauan ketinggian air secara real-time menjadi kendala dalam mitigasi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, website monitoring, dan notifikasi Telegram. Metode yang digunakan adalah prototyping untuk memungkinkan pengembangan iteratif. Hasil implementasi menunjukkan sistem mampu memantau dan menampilkan status ketinggian air dalam tiga level (aman, siaga, awas) melalui dashboard web secara real-time, dengan akurasi sensor rata-rata 97,04%. Sistem juga berhasil mengirim notifikasi Telegram secara otomatis ketika ambang batas siaga terlampaui dengan rata-rata waktu pengiriman 18 detik. Website menampilkan data real-time, grafik tren, dan riwayat pengukuran, sementara pengujian black box menunjukkan seluruh fitur berfungsi dengan baik. Sistem ini terbukti efektif sebagai solusi mitigasi banjir yang terjangkau dan aplikatif bagi masyarakat.

Informasi Artikel

Diterima: 8 Desember 2024
Direvisi: 6 Januari 2025
Dipublikasikan: 30 Maret 2025

Keywords

Banjir, Internet of Things, NodeMCU, Sensor Ultrasonik, Sistem Peringatan Dini

I. Pendahuluan

Bencana banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, khususnya pada wilayah dataran rendah dengan sistem drainase yang kurang optimal, seperti Perumahan Griya Bagasasi. Kondisi

ini diperparah oleh tingginya curah hujan dan rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga lingkungan, sehingga meningkatkan risiko genangan air dan kerugian yang ditimbulkan. Berbagai upaya mitigasi telah dilakukan, seperti pembangunan drainase dan normalisasi sungai, namun belum sepenuhnya

efektif. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini yang mampu memberikan informasi kondisi ketinggian air secara *real-time* untuk membantu masyarakat dalam mengantisipasi potensi banjir lebih awal.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengembangan sistem pemantauan banjir yang terintegrasi dengan jaringan internet. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 menjadi salah satu perangkat yang banyak digunakan karena memiliki fitur WiFi bawaan, ukuran kecil, dan biaya yang terjangkau. Dalam pengukuran ketinggian air, penggunaan sensor seperti *water level sensor* dan sensor ultrasonik menjadi solusi yang efektif karena mampu mendeteksi perubahan tinggi air dengan akurasi yang baik [1]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT menggunakan Arduino UNO dapat memantau ketinggian air secara *real-time*, namun masih memerlukan modul tambahan untuk konektivitas internet [2]. Sebagai alternatif, NodeMCU ESP8266 menawarkan integrasi jaringan yang lebih praktis dan efisien dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik dengan antarmuka berbasis web yang dikembangkan menggunakan PHP. Sistem ini dirancang untuk memantau ketinggian air dan menampilkan status dalam beberapa kategori peringatan melalui dashboard yang dapat diakses secara online. Selain itu, sistem juga menyediakan visualisasi data dan notifikasi otomatis untuk membantu masyarakat dalam mengambil tindakan mitigasi secara cepat dan tepat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh informasi kondisi lingkungan secara *real-time* sehingga risiko dan dampak banjir dapat diminimalkan.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam pemantauan lingkungan dan mitigasi bencana telah berkembang secara signifikan, mulai dari pengukuran kualitas air berbasis sensor digital hingga sistem peringatan dini banjir dengan pendekatan *fuzzy logic*, notifikasi pesan instan, dan antarmuka berbasis web [4]. Implementasi sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dengan metode *Fuzzy Sugeno* membuktikan bahwa integrasi sensor ultrasonik, NodeMCU, serta klasifikasi cerdas mampu meningkatkan akurasi deteksi ketinggian air dan status bahaya [5]. Penelitian lain menekankan pentingnya monitoring *real-time* melalui web server dalam mendukung kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi bencana [6]. Integrasi NodeMCU dan sensor ultrasonik dengan layanan notifikasi digital seperti Telegram menunjukkan efektivitas sistem dalam memberikan peringatan cepat kepada pengguna [7]. Selain itu, pengembangan sistem berbasis web dengan mikrokontroler memperlihatkan bahwa otomatisasi deteksi ambang batas air dapat meningkatkan respons dini terhadap banjir [8].

Secara konseptual, penelitian ini didukung oleh teori sistem yang memandang sistem sebagai kumpulan elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu [9]. Karakteristik sistem meliputi komponen, batas sistem, lingkungan, *interface*, *input*, *process*, *output*, serta mekanisme *feedback* yang memastikan sistem berjalan sesuai sasaran [10]. Dalam konteks sumber daya air, sungai sebagai bagian dari sistem lingkungan memiliki dinamika yang dipengaruhi aktivitas manusia sehingga berpotensi menimbulkan banjir apabila kapasitasnya terlampaui [11]. Banjir sendiri didefinisikan sebagai peristiwa meluapnya air akibat curah hujan tinggi atau sistem drainase yang tidak memadai, dengan karakteristik yang berbeda-beda sesuai kondisi geografis wilayah [12]. Oleh karena itu, pemahaman karakteristik banjir lokal

menjadi dasar dalam merancang sistem peringatan dini yang adaptif dan presisi berbasis level status seperti “Aman”, “Waspada”, “Siaga”, dan “Bahaya” [13].

Konsep monitoring dalam penelitian ini merujuk pada proses pengukuran, pencatatan, dan pengolahan data untuk mendukung pengambilan keputusan secara efektif [14]. Implementasi monitoring berbasis IoT memungkinkan konektivitas antar perangkat melalui jaringan internet sehingga data ketinggian air dapat dikirim dan dianalisis secara *real-time* [15]. Sensor sebagai komponen utama berfungsi mengubah besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler [16]. Sensor ultrasonik, seperti HC-SR04, bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara untuk menghitung jarak berdasarkan selisih waktu pengiriman dan penerimaan sinyal [17]. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266 sebagai *microcontroller* dengan kemampuan Wi-Fi terintegrasi untuk mendukung komunikasi data [18]. Peringatan lokal diwujudkan melalui buzzer sebagai alarm suara ketika ambang batas terlampaui [19], sementara LCD dan modul I2C berfungsi sebagai media tampilan informasi ketinggian air secara langsung [20]. Proses pemrograman perangkat dilakukan menggunakan Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan berbasis bahasa C/C++ yang telah disederhanakan [21].

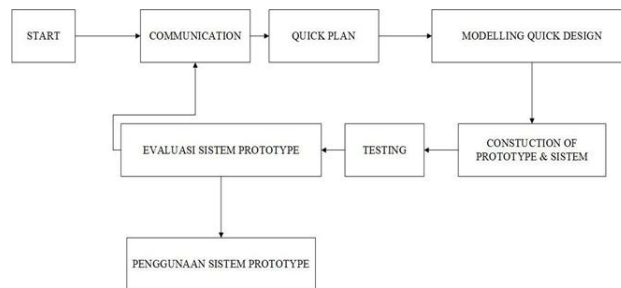
Dalam pengembangan perangkat lunak, pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi tanpa melihat struktur kode internal [22]. Model pengembangan yang digunakan adalah metode *Prototype*, yang memungkinkan perancangan sistem secara iteratif melalui pembuatan purwarupa sebelum implementasi final [23]. Metode ini efektif ketika kebutuhan pengguna belum terdefinisi secara rinci dan memerlukan umpan balik berkelanjutan [24].

Pengembangan sistem selanjutnya diimplementasikan dalam bentuk website sebagai media penyajian informasi yang saling terhubung melalui protokol HTTP [25]. Sistem informasi berbasis web berfungsi mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan mendistribusikan informasi secara terintegrasi guna mendukung pengambilan keputusan [26]. Dengan mempertimbangkan berbagai pendekatan tersebut, penelitian ini berupaya mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, notifikasi suara, serta antarmuka web dalam satu sistem monitoring banjir berbasis IoT yang adaptif dan informatif [27]. Implementasi teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko banjir di wilayah rawan seperti Perumahan Griya Bagasasi [28]. Dukungan konektivitas jaringan memastikan data dapat diakses secara luas dan cepat oleh pengguna [29]. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang efisien memungkinkan sistem bekerja secara optimal dalam kondisi darurat [30]. Selain itu, pemanfaatan platform terbuka memberikan fleksibilitas dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem [31]. Penerapan konsep ini juga memperhatikan aspek efisiensi energi dan kemudahan integrasi perangkat [32]. Dengan pendekatan terstruktur dan berbasis kebutuhan pengguna, sistem dirancang agar responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan [33]. Seluruh komponen yang digunakan mendukung terciptanya sistem monitoring yang akurat dan berkelanjutan [34]. Implementasi berbasis web memungkinkan visualisasi data historis sebagai bahan evaluasi dan analisis lanjutan [35]. Secara keseluruhan, landasan teori dan tinjauan pustaka ini memperkuat urgensi pengembangan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT yang efektif, efisien, dan mudah diakses masyarakat [36].

Sebagai gambaran kondisi nyata di lapangan dan alur pengembangan sistem, berikut dapat disisipkan ilustrasi mengenai Kondisi Banjir di Perumahan Griya Bagasasi serta skema

Model Prototype sebagai representasi visual perancangan sistem yang diusulkan.

Gambar 1. Kondisi Banjir di Perumahan Griya Bagasasi

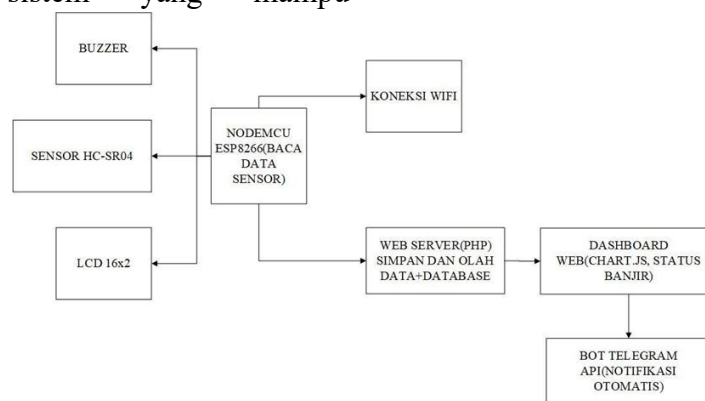


Gambar 2. Model Prototype

II. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan *engineering research* dengan metode kuantitatif untuk merancang dan membangun sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan antarmuka web. Studi dilakukan di Perumahan Griya Bagasasi dengan fokus pada pengembangan sistem yang mampu

mendeteksi ketinggian air secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna. Data kuantitatif diperoleh dari pembacaan sensor ultrasonik yang diproses menggunakan ambang batas tertentu untuk menghasilkan klasifikasi status kondisi wilayah. Secara konseptual, alur kerja dan arsitektur sistem yang dikembangkan dapat dilihat pada ilustrasi Model yang Diusulkan.



Gambar 3. Model Yang Diusulkan

Instrumen penelitian terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Perangkat keras meliputi NodeMCU ESP8266 sebagai *microcontroller*, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk membaca

ketinggian air, LCD 20x4 I2C sebagai media tampilan lokal, serta komponen pendukung seperti *power bank* dan rangkaian pelindung tahan air. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE untuk pemrograman

berbasis C++, XAMPP (Apache dan MySQL) sebagai server dan basis data, PHP serta HTML/CSS untuk pengembangan web, Chart.js untuk visualisasi grafik, dan Telegram Bot API untuk notifikasi otomatis.

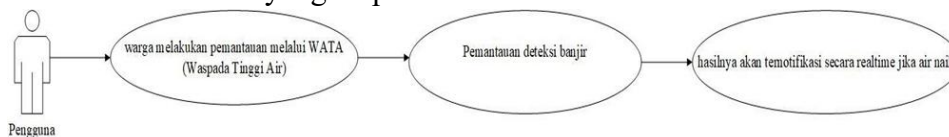
Perbandingan antara sistem konvensional yang berjalan secara manual dengan sistem terkomputerisasi ditunjukkan pada gambar Sistem Berjalan (Manual).



Gambar 4. Sistem Berjalan (Manual)

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan warga terdampak banjir, serta studi pustaka dan literatur terkait. Observasi dan wawancara bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengguna serta permasalahan pada metode pemantauan manual yang dinilai tidak efisien dan berisiko. Data sensor yang diperoleh

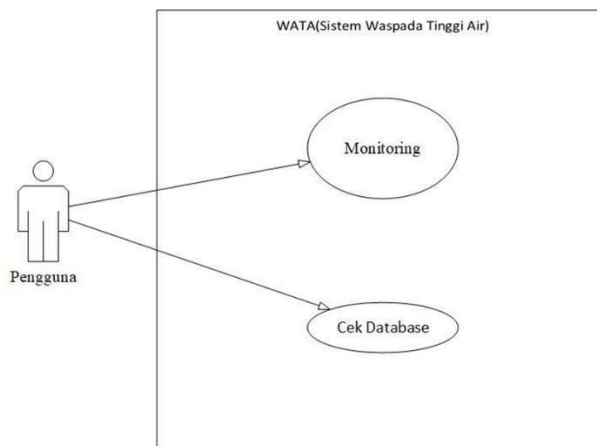
dikirimkan melalui koneksi WiFi ke server dan disimpan dalam basis data MySQL untuk dianalisis lebih lanjut. Visualisasi data ditampilkan dalam bentuk grafik dinamis berbasis Chart.js agar pengguna dapat memantau tren kenaikan air secara intuitif melalui Sistem Monitoring Berbasis Website.



Gambar 5. Sistem Monitoring Berbasis Website

Teknik analisis data dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu visualisasi data, analisis *threshold* (ambang batas), dan logika notifikasi berbasis kondisi *if-else*. Ketinggian air diklasifikasikan ke dalam empat kategori status, yaitu Aman, Waspada, Siaga, dan Bahaya, berdasarkan nilai ambang yang ditentukan dari data historis dan masukan

warga. Apabila ketinggian air mencapai level tertentu, sistem secara otomatis menampilkan status pada dashboard web dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram secara *real-time*. Interaksi antara aktor dan sistem secara terstruktur dapat dilihat pada diagram Use Case Sistem Deteksi Banjir yang Diusulkan.



Gambar 6. Use Case Deteksi Banjir Yang Diusulkan

Tahap akhir penelitian meliputi perancangan lapangan. Pengujian dilakukan terhadap database, pengujian sistem, dan implementasi

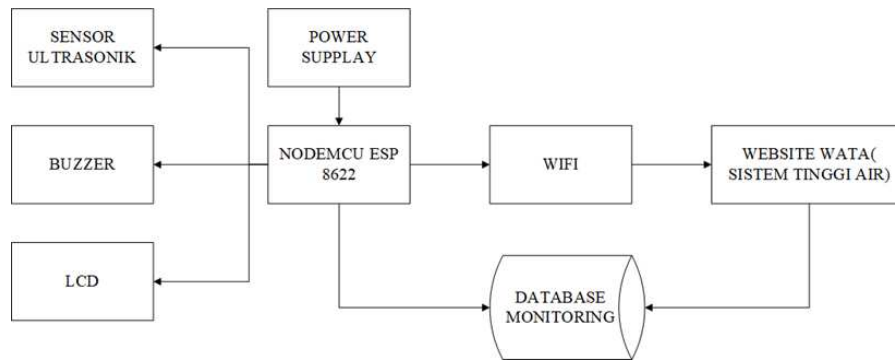
lapangan. Pengujian dilakukan terhadap akurasi sensor dengan membandingkan hasil

pembacaan dengan pengukuran aktual, serta pengujian antarmuka menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai spesifikasi. Selain itu, dilakukan uji notifikasi Telegram dan uji stabilitas koneksi jaringan dalam kondisi nyata selama musim hujan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara stabil, responsif, dan akurat dalam memberikan peringatan dini, sehingga layak diterapkan sebagai solusi mitigasi banjir berbasis IoT di lingkungan permukiman.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem monitoring banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil direalisasikan melalui

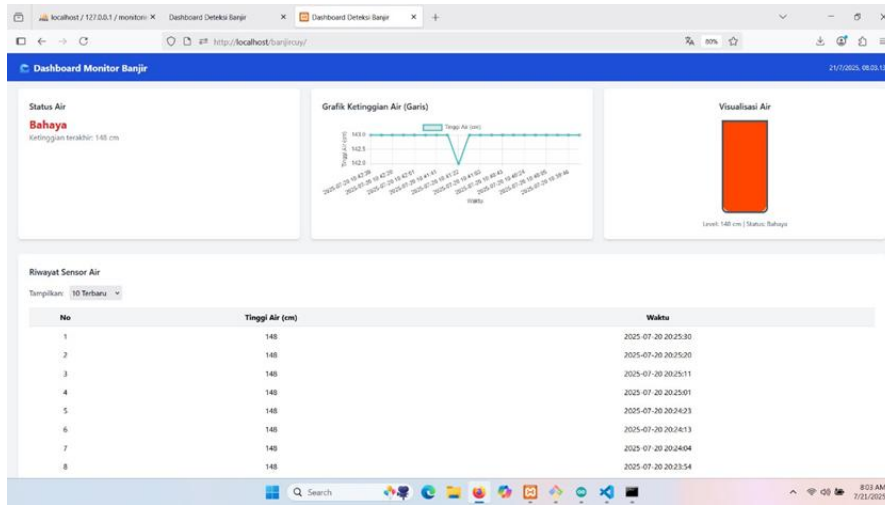
integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung. Perangkat keras terdiri dari NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, *power supply*, serta rangkaian pendukung yang dirakit sesuai desain awal. Sensor membaca ketinggian air dan mengirimkan data setiap 5 detik ke server menggunakan metode *HTTP POST*, kemudian ditampilkan secara *real-time* pada dashboard web. Implementasi ini membuktikan bahwa rancangan sistem dapat berjalan sesuai spesifikasi awal dan mampu melakukan deteksi otomatis ketika tinggi air melebihi ambang batas ≥ 20 cm. Adapun visualisasi rangkaian perangkat keras yang digunakan dapat disisipkan pada Gambar Diagram Rangkaian Sistem.



Gambar 6. Diagram Rangkaian Sistem

Pada sisi perangkat lunak, pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE berbasis C++ dengan dukungan beberapa *library* seperti ESP8266WiFi, HTTPClient, dan UniversalTelegramBot. Sistem mampu mengklasifikasikan kondisi air menjadi tiga status, yaitu Aman, Siaga 1 (>20 cm), dan Siaga 2 (>30 cm), serta menampilkan informasi tersebut pada LCD dan halaman informasi tersebut pada LCD dan halaman web WATA Monitoring. Antarmuka website

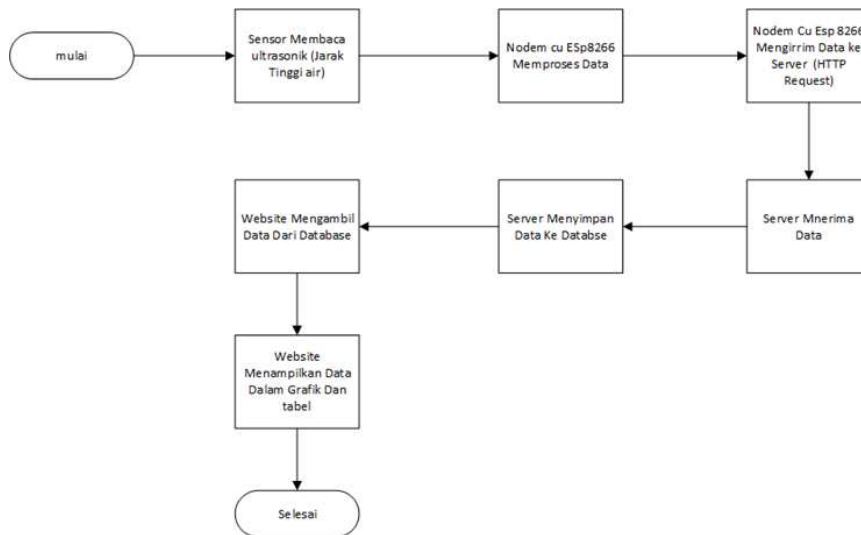
menampilkan data tinggi air terbaru, indikator warna status, grafik tren, serta riwayat pengukuran yang tersimpan di database MySQL. Integrasi ini menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web dapat berfungsi sebagai media monitoring jarak jauh yang informatif dan responsif. Tampilan antarmuka monitoring dapat disisipkan pada Gambar Tampilan Website WATA Monitoring.



Gambar 7. Tampilan Website WATA monitoring

Alur pengiriman data dimulai dari pembacaan sensor ultrasonik yang diproses oleh NodeMCU, kemudian dikirim melalui jaringan WiFi menuju server lokal dan disimpan ke dalam database sebelum divisualisasikan di halaman web. Mekanisme ini berjalan stabil tanpa gangguan koneksi selama pengujian, baik pada tahap

laboratorium maupun uji lapangan. Selain itu, sistem notifikasi Telegram berhasil mengirim peringatan otomatis saat status berubah ke level siaga, dengan rata-rata waktu pengiriman 18,47 detik sejak pembacaan sensor. Alur komunikasi data dan integrasi antar komponen sistem dapat ditampilkan pada Gambar Alur Pengiriman Data Sensor.



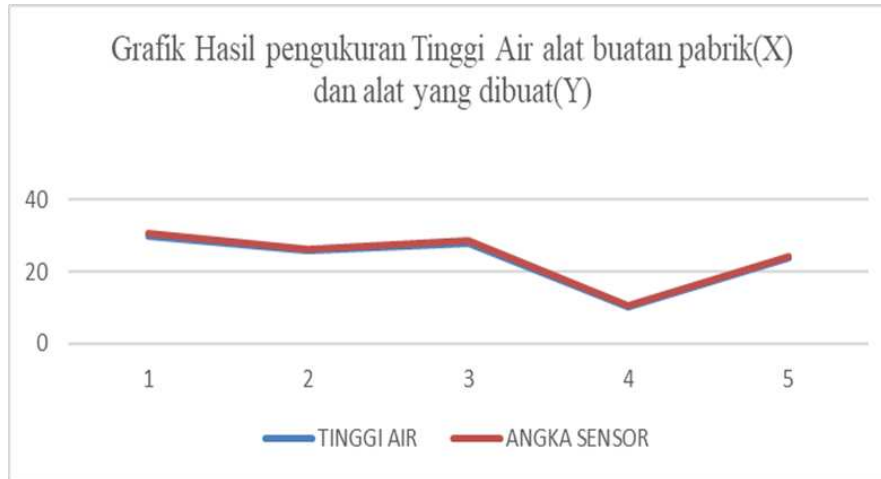
Gambar 8. Alur Pengiriman Data Sensor

Berdasarkan pengujian sensor di lima titik genangan, diperoleh rata-rata tingkat akurasi sebesar 97,04% dengan rata-rata kesalahan relatif 2,95%. Selisih pembacaan maksimum

sebesar ± 1 cm menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki presisi yang cukup baik untuk kebutuhan deteksi banjir skala permukiman. Hasil *black box testing* juga

menunjukkan seluruh fungsi sistem—mulai dari pembacaan sensor, pengiriman data, tampilan web, hingga notifikasi Telegram—berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Tren perbandingan antara tinggi air

aktual dan pembacaan sensor memperlihatkan pola yang hampir sejajar, sehingga mendukung validitas sistem. Visualisasi hasil pengujian dapat disisipkan pada Gambar Grafik Hasil Pengukuran Tinggi Air.



Gambar 9. Grafik Hasil Pengukuran Tinggi Air

Secara keseluruhan, pembahasan menunjukkan bahwa sistem deteksi banjir berbasis *IoT* ini efektif, responsif, dan layak diterapkan sebagai solusi mitigasi dini di wilayah rawan genangan. Keunggulan sistem terletak pada biaya implementasi yang relatif rendah, kemudahan replikasi, notifikasi instan berbasis Telegram, serta kemampuan monitoring jarak jauh melalui web. Meskipun demikian, keterbatasan pada jangkauan WiFi dan pengujian yang masih terbatas pada satu titik lokasi menjadi aspek yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Dengan pengembangan tambahan seperti integrasi multi-sensor dan analisis data historis berbasis *predictive analytics*, sistem ini berpotensi menjadi model peringatan dini banjir yang lebih komprehensif dan adaptif di tingkat komunitas.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan mampu mendeteksi ketinggian

air secara *real-time* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta mengirimkan data ke server setiap 5 detik untuk ditampilkan melalui antarmuka web berbasis PHP dan MySQL dengan indikator status “Aman”, “Siaga 1”, dan “Siaga 2”. Sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram dengan rata-rata waktu respons 18,47 detik dan menunjukkan performa stabil selama 10 hari pengujian lapangan. Secara umum, sistem memiliki keunggulan pada biaya yang relatif rendah, kemudahan implementasi, dan kemampuan monitoring jarak jauh, meskipun masih memiliki keterbatasan pada jangkauan WiFi dan sensitivitas sensor terhadap kondisi cuaca ekstrem, sehingga pengembangan lanjutan seperti penggunaan jaringan alternatif dan peningkatan proteksi sensor diperlukan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Daftar Pustaka

- [1] A. Boy Panroy Manullang *et al.*, “Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam implementasi sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT,” 2021.

- [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jir>
- [2] A. H. Kriswandaru, S. Sumaryo, and F. Budiman, "Perancangan dan implementasi alat uji kualitas air mineral menggunakan metode fuzzy logic berbasis Internet of Things," [Online]. Available: www.thingspeak.com
- [3] A. M. A. Y. Al Bustomi, "Revisi makalah tugas akhir," 2020.
- [4] R. K. Althaf, "IoT based early flood detection and alert," *International Research Journal of Modernization in Engineering, Technology and Science*, Jul. 2023, doi: 10.56726/irjmets41706.
- [5] B. K. Simpony, "Sistem informasi logistik menggunakan metode prototype."
- [6] C. Author, F. A. R. Mas, S. W. Suciyati, and G. A. Pauzi, "Smart greenhouse monitoring with soil temperature and humidity control on Internet of Things (IoT) based orchid plants," [Online]. Available: <https://jemit.fmipa.unila.ac.id/>
- [7] D. Putra, I. Sulistiyowati, and S. D. Ayuni, "Prototype-based flood detection device ultrasonic sensor HC-SR04 and using LoRa SX1278 case study Gelam Sidoarjo," 2024. [Online]. Available: http://jurnal.unmer.ac.id/index.php/jee_mecs
- [8] E. I. Pangastuti, A. Nurdin, M. A. Mujib, A. F. Alfani, V. A. Nalurita, and D. Fatmawati, "Analisis dan pemetaan tingkat pencemaran air sungai pada Sub DAS Bedadung Tengah Kabupaten Jember," [Online]. Available: <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPIG/>
- [9] E. K. D. Djamres, D. Komori, and S. Kazama, "Topographical characteristics of frequent inland water flooding areas in Tangerang City, Indonesia," *Frontiers in Water*, vol. 3, Aug. 2021, doi: 10.3389/frwa.2021.661299.
- [10] F. D. Hanggara, "Implementasi alat deteksi dini banjir berbasis Internet of Things (studi kasus: Kecamatan X)," 2020.
- [11] F. P. Putra *et al.*, "Peningkatan akurasi pada sistem monitoring posisi kapal menggunakan metode Kalman filter," pp. 249–260, 2024, doi: 10.61132/saturnus.v2i4.354.
- [12] I. Anggraeni and D. Romdoni, "Sistem informasi pengelolaan data customer di CV. Inovindo Bandung."
- [13] I. K. Berg *et al.*, "Transcription regulates bleb formation and stability independent of nuclear rigidity," Nov. 15, 2022, doi: 10.1101/2022.11.14.516344.
- [14] J. Pendidikan dan D. Konseling, "Mengenal sistem informasi manajemen dakwah (pengertian sistem, karakteristik sistem)."
- [15] K. P. Kuria, O. O. Robinson, and M. M. Gabriel, "Monitoring temperature and humidity using Arduino Nano and module-DHT11 sensor with real time DS3231 data logger and LCD display," [Online]. Available: www.ijert.org
- [16] K. S. Salamah and S. Anwar, "Implementasi sistem pendeteksi banjir otomatis berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 40, Jan. 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i1.008.
- [17] M. I. Dwiyanto, A. E. Wardoyo, and D. L. Pater, "Implementasi sistem peringatan dini bencana banjir berbasis

- IoT menggunakan metode fuzzy Sugeno,” *JUSTINDO*, vol. 10, no. 1, pp. 62–72, Mar. 2025, doi: 10.32528/justindo.v10i1.2670.
- [18] N. M. Zain, L. S. Elias, Z. Paidi, and M. Othman, “Flood warning and monitoring system (FWMS) using GSM technology,” 2020. [Online]. Available: <https://jcrinn.com>
- [19] P. A. Rosyady, M. Iksan, and A. T. Ramdani, “Prototype of early warning system for flood disaster detection and mitigation based on Internet of Things,” *BIS Energy and Engineering*, vol. 2, p. V225048, May 2025, doi: 10.31603/biseeng.373.
- [20] P. F. Pereira and N. M. M. Ramos, “Low-cost Arduino-based temperature, relative humidity and CO2 sensors—An assessment of their suitability for indoor built environments,” *Journal of Building Engineering*, vol. 60, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jobbe.2022.105151.
- [21] S. I. Anggraini *et al.*, “Early flood detection design using NodeMCU integrated with IoT based MD0127 sensor with Telegram notification,” 2024.
- [22] S. L. Kekurangan *et al.*, “Literature study of the lack and excess of testing the black box,” *Teknomatika*, vol. 10, no. 02, pp. 1–5, 2020.
- [23] V. Rahmadhani, W. Arum, U. Bhayangkara, and J. Raya, “Literature review Internet of Things (IoT): Sensor, konektivitas dan QR code,” vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.38035/jmpis.v3i2.
- [24] W. Krisno *et al.*, “Penentuan kualitas air minum dalam kemasan ditinjau dari parameter nilai pH dan TDS.”
- [25] Y. Ratmini, V. Atina, and E. Purwanto, “Sistem monitoring dan peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 19, no. 1, pp. 1–7, Feb. 2025, doi: 10.32815/jitika.v19i1.1103.
- [26] Y. Yurindra, S. Sarwindah, and D. Irawan, “Rancangan prototype layanan pengaduan masyarakat melalui kantor desa berbasis Android,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 10, no. 3, pp. 444–450, Dec. 2021, doi: 10.32736/sisfokom.v10i3.1295.