



Design of an Internet of Things-Based Water Level Monitoring and Flood Early Warning System

Desain Sistem Monitoring Ketinggian Air dan Peringatan Dini Banjir Berbasis *Internet of Things*

^{1*}Nurul Aulia Safitri, ²Teguh Ansyor Lorosae, ³Siti Mutmainnah

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Bima, Indonesia

E-Mail: ¹auliasafitrinurul2323gmail.com,

²ansyorlorosae95@gmail.com, ³siti.mutmainnah.id19@gmail.com

Received Jun 08th 2026; Revised Jul 02th 2026; Accepted Aug 10th 2026; Available Online Aug 15th 2026

Corresponding Author: Nurul Aulia Safitri

Copyright © 2026 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

One of the most frequent disasters in Indonesia is flooding, including in the Lampe sub-district. The lack of a system to directly monitor water levels delays the availability of information about potential flooding. The purpose of this research is to create a system that uses ultrasonic sensors to track water levels and provide early flood warnings. This research uses an experimental method that includes the stages of hardware and software design, system implementation, and testing the performance of the sensors and the system as a whole. The system uses the Blynk and Telegram applications to monitor and send notifications, an ESP32 as a microcontroller, ultrasonic sensors used to measure water levels, and traffic LEDs and buzzers as warning indicators. Water levels are classified into three categories: safe, alert, and danger. The test results show that the system can monitor water level changes, display data in the Blynk application, and send warnings via Telegram based on the specified categories. Based on 13 tests, the system successfully operated in all scenarios with a 100% success rate. Ultrasonic sensor validation results showed an average error rate of 18.52%, while monitoring data and notifications were delivered via the Blynk and Telegram apps with a relatively fast response time. The designed system is expected to help improve community preparedness for potential flooding.

Keywords: ESP32, Flooding, Internet of Things, Ultrasonic Sensor, Water Level Monitoring.

Abstrak

Salah satu bencana yang paling sering terjadi di Indonesia adalah banjir, termasuk di Kelurahan Lampe. Kurangnya sistem yang dapat memantau ketinggian air secara langsung menyebabkan masyarakat terlambat memperoleh informasi tentang potensi banjir. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sistem yang menggunakan sensor ultrasonik untuk melacak ketinggian air dan memberikan peringatan dini banjir. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang meliputi tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian kinerja sensor dan sistem secara menyeluruh. Sistem menggunakan aplikasi Blynk dan Telegram untuk memantau dan mengirimkan notifikasi, ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, serta traffic LED dan buzzer sebagai indikator peringatan. Ketinggian air diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu aman, waspada, dan bahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengamati perubahan ketinggian air, menampilkan data pada aplikasi Blynk, serta mengirimkan peringatan melalui Telegram sesuai kategori yang ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 13 kali, sistem berhasil beroperasi pada seluruh skenario pengujian dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil validasi sensor ultrasonik menunjukkan persentase error rata-rata sebesar 18,52%, sedangkan pengiriman data monitoring dan notifikasi melalui aplikasi Blynk dan Telegram berlangsung dengan waktu respons yang relatif cepat. Sistem yang dirancang diharapkan dapat membantu masyarakat meningkatkan kesiapsiagaan terhadap potensi banjir.

Kata Kunci: Banjir, ESP32, Internet of Things, Monitoring Ketinggian Air, Sensor Ultrasonik.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan Curah hujan yang tinggi terjadi selama dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan yang tinggi pada musim penghujan dapat

meningkatkan volume air dan berpotensi menyebabkan banjir diberbagai wilayah [1]. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kerugian ekonomi akibat banjir di Indonesia mencapai miliaran rupiah setiap tahunnya, dengan ribuan rumah dan infrastruktur yang rusak [2]. Kondisi geografis Indonesia yang berada di wilayah tropis dengan curah hujan tinggi, ditambah dengan topografi yang beragam dan sistem drainase yang belum optimal di banyak daerah, semakin memperparah resiko bencana banjir [3]. Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia [4] dan berdampak yang besar terhadap kehidupan masyarakat, baik dari segi sosial, ekonomi, maupun lingkungan. Dampaknya tidak hanya mengganggu aktivitas masyarakat [5]. Selain menyebabkan kerusakan infrastruktur dan kerugian material, banjir juga dapat mengancam keselamatan jiwa masyarakat [6].

Banjir juga sering terjadi di provinsi Nusa Tenggara Barat, Khususnya di kota Bima. Salah satu wilayah yang terdampak adalah kelurahan Lampe. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan masyarakat setempat, akibat hujan deras di daerah tersebut, aliran sungai dari Lampe ke daratan sering meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan warga di daerah hilir memiliki resiko tinggi terhadap terjadinya banjir. Namun, informasi mengenai peningkatan ketinggian air umumnya baru diketahui setelah banjir mulai terjadi sehingga masyarakat memiliki waktu yang terbatas untuk melakukan tindakan antisipasi [2].

Salah satu masalah utama dalam penanganan banjir yaitu informasi tentang ketinggian air dilokasi yang rentan terjadi banjir seringkali hanya diketahui ketika situasi sudah terjadi, tanpa adanya peringatan atau pemberitahuan. Permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini adalah ketiadaan sistem pemantauan ketinggian air yang mampu menggabungkan IoT [7]. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara masyarakat setempat, sungai yang dibagian selatan yang ada di kelurahan Lampe, kota Bima, diketahui bahwa sungai yang bersumber dari mata air Wawo yang melewati kelurahan Lampe sampai dengan kelurahan Daran ternyata sangat berdampak pada banjir di kota Bima, apabila wilayah timur bagian Wawo mulai mendung, maka sungai bagian selatan yang melewati kelurahan Lampe sampai dengan kelurahan Daran akan mulai meluap. Kondisi tersebut juga didukung oleh beberapa kejadian banjir yang terjadi di Kota Bima dalam beberapa tahun terakhir, yang menunjukkan bahwa wilayah di sepanjang aliran sungai memiliki tingkat kerawanan banjir yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring ketinggian air yang mampu memberikan informasi secara real-time sehingga masyarakat dapat melakukan langkah antisipasi sebelum banjir terjadi [2].

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, perlu adanya kebutuhan sebuah sistem monitoring untuk mendeteksi ketinggian air dan peringatan dini secara otomatis agar masyarakat bisa waspada ketika datangnya hujan secara terus menerus yang akan menimbulkan ketinggian air sehingga terjadi banjir. Secara umum dampak banjir dapat bersifat langsung maupun tidak langsung. Dampak langsung relative lebih mudah diprediksi dari pada dampak tidak langsung. Dampak yang dialami oleh daerah perkotaan dimana didominasi oleh permukiman penduduk juga berbeda dengan dampak yang dialami daerah perdesaan yang didominasi oleh areal pertanian [8]. Dengan adanya sistem tersebut, masyarakat dapat mengetahui peningkatan ketinggian air lebih awal sehingga memiliki waktu yang cukup untuk melakukan langkah antisipasi dan mengurangi risiko kerugian akibat banjir.

IoT telah berkembang pesat di era modern dan digunakan di banyak bidang, hampir semua perangkat elektronik sekarang terhubung ke internet [9]. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan sebuah solusi transformatif untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut [10]. Dengan berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT) adalah sistem monitoring yang dapat melakukan pengamatan dan memberikan informasi kepada pengguna secara instan [11]. Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet sehingga mereka dapat bertukar data secara otomatis satu sama lain [12]. Penerapan IoT melalui sistem peringatan dini banjir diharapkan dapat membantu masyarakat memperoleh informasi terkait kondisi ketinggian air secara efektif. Sistem monitoring ketinggian level air dirancang berbasis IoT untuk memudahkan pengguna dalam memantau perubahan volume air tiap menitnya [13].

Sistem monitoring banjir yang menggunakan IoT telah dikembangkan dalam beberapa penelitian sebelumnya dengan memanfaatkan berbagai jenis sensor dan media notifikasi. Namun, sebagian penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti penggunaan satu media informasi serta belum optimalnya sistem peringatan dini yang diberikan kepada masyarakat. Akibatnya, penelitian ini menyarankan pembuatan sistem yang menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk memantau dan telegram untuk memberikan peringatan dan ketinggian air [14]. Dengan pengembangan sistem ini, informasi mengenai kondisi air dapat diperoleh secara cepat dan akurat [15].

[16] melakukan penelitian terkait perancangan sistem monitoring ketinggian air sebagai pendeteksi banjir berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik. [14] melakukan penelitian terkait sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dan Twitter. [17] melakukan penelitian terkait rancang bangun sistem IoT berbasis energi hibrida untuk pemantauan real time dan peringatan dini banjir rob pesisir.

[18] melakukan penelitian terkait prototype alat pendeteksi banjir berbasis IoT terintegrasi aplikasi instant messaging. [6] melakukan penelitian tentang prototype sistem monitoring banjir berbasis Thingspeak

menggunakan sensor HC-SR04 dan NodeMCU Esp-8266. [19] melakukan penelitian terkait sistem monitoring pencemaran air dan peringatan dini banjir berdasarkan ketinggian air berbasis IoT. [20] melakukan penelitian terkait sistem monitoring rancang bangun sistem monitoring peringatan dini bencana banjir berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dengan notifikasi bot telegram. [21] melakukan penelitian terkait rancang bangun prototype sistem peringatan dini banjir menggunakan node mcu ESP8266 berbasis web (internet).

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ada berbagai teknologi dan metode yang digunakan untuk membuat sistem peringatan dini banjir berbasis IoT [22]. Sistem monitoring dan peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) telah berkembang dengan baik, tetapi ada beberapa keterbatasan. Penelitian tertentu hanya berfokus pada proses monitoring tanpa menyediakan media notifikasi yang mudah diakses oleh masyarakat. Di sisi lain, penelitian lain hanya menggunakan satu platform notifikasi atau belum mengintegrasikan indikator peringatan lokal. Selain itu, pada lokasi yang memiliki karakteristik kerawanan banjir, seperti Kelurahan Lampe, Kota Bima, sebagian besar penelitian belum menerapkan sistem. Dengan demikian, sensor ultrasonik HY-SRF05 dan mikrokontroler ESP32 digunakan untuk mengembangkan sistem pemantauan ketinggian air. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk sebagai media pemantauan real-time, Telegram sebagai sumber informasi kondisi air, dan indikator LED dan buzzer sebagai peringatan lokal. Integrasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas penyampaian informasi dan mendukung kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi banjir.

Ketinggian permukaan air dapat diamati dengan sensor ultrasonik, sedangkan mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali sekaligus penghubung sistem dengan jaringan internet. Informasi kondisi ketinggian air terbagi menjadi tiga kategori yaitu, aman, waspada dan bahaya. aplikasi Blynk menampilkan data dari sensor yang dibaca secara real time, sementara notifikasi peringatan dini dikirimkan melalui telegram ketika air mencapai tingkat tertentu.

Berdasarkan uraian tersebut, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem yang menggunakan IoT sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air dan memberikan peringatan dini banjir di kelurahan lampe. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan kesiapsiagaan terhadap potensi terjadinya banjir melalui penyediaan Informasi yang tersedia dengan cepat dan mudah diakses.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Untuk mendeteksi banjir melalui IoT, penelitian ini mengembangkan dan menerapkan sistem yang menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi untuk secara otomatis memantau ketinggian air.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini, Hal ini karena data ketinggian air langsung diperoleh dari pengukuran sensor ultrasonik yang terpasang pada alat yang dirancang dan di uji oleh peneliti dilokasi penelitian. Namun, data sekunder digunakan sebagai data pendukung. Data sekunder ini tidak menjadi data utama untuk pengukuran, tetapi berfungsi untuk memperkuat analisis atau sebagai data pendukung.

Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah terkait kurangnya informasi mengenai ketinggian air di wilayah yang rentan terhadap banjir. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk memperoleh informasi mengenai konsep banjir, Internet of Things, sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, serta aplikasi Blynk dan Telegram. Tahapan berikutnya adalah analisis kebutuhan sistem yang meliputi penentuan perangkat lunak dan perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) bukanlah nama hardware, software atau platform tertentu. IoT sebenarnya adalah istilah yang mendeskripsikan kumpulan perangkat yang terdiri dari sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya dengan tujuan untuk bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui internet. Idenya adalah menjadikan semua benda di sekeliling kita mengalirkan data bermanfaat ke internet. IoT mengintegrasikan segala hal dalam kehidupan sehari-hari dengan internet.

2.1.2 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah sistem kontrol yang berfungsi sebagai chip pengontrol rangkaian elektronik yang sudah tersedia modul wifi dan Bluetooth yang sangat cocok untuk aplikasi IoT [23]

2.1.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik) untuk mengukur jarak suatu objek.

2.1.4 Blynk

Blynk merupakan sebuah platform Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memberikan solusi fleksibel dan mudah digunakan dalam mengontrol serta memantau perangkat keras [24]. ESP32 mengirimkan data hasil pembacaan sensor dan status sistem ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet.

2.1.5 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis cloud yang digunakan untuk mengirim dan menerima pesan teks, gambar, video, dokumen, serta berbagai jenis data lainnya melalui jaringan internet. Telegram juga merupakan aplikasi yang populer karena kinerjanya yang cepat, ringan, serta bebas dari iklan [25].

2.2 Identifikasi masalah

Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan, yaitu keterlambatan informasi mengenai kenaikan ketinggian air di daerah rawan banjir.

2.3 Studi literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini. Literatur yang dikaji meliputi konsep banjir, sistem peringatan dini, Internet of Things (IoT), sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, serta penggunaan aplikasi Blynk dan Telegram sebagai media pemantauan dan notifikasi.

2.4 Analisis kebutuhan sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Peneliti menentukan komponen yang digunakan, seperti sensor ultrasonik, ESP32, jaringan internet, serta platform monitoring dan notifikasi. Selain itu, ditentukan pula batas ketinggian air sebagai indikator kondisi aman, waspada, dan bahaya.

2.5 Perancangan sistem

Tahap perancangan sistem meliputi pembuatan activity diagram alur kerja sistem, diagram blok sistem, diagram arsitektur komunikasi IoT, serta perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini ditentukan bagaimana alur kerja sistem mulai dari pembacaan sensor hingga pengiriman notifikasi peringatan dini.

2.5.1 Activity diagram

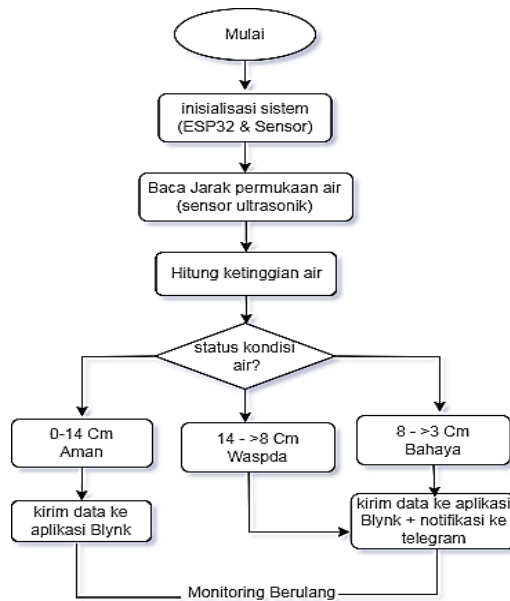
Berikutnya adalah tahapan alur kerja sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, tahapan proses sistem yang dimulai dari proses inisialisasi, di mana mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik dipersiapkan agar sistem siap digunakan. Sensor kemudian membaca jarak antara permukaan air dan sensor, lalu data diproses untuk menentukan ketinggian air. Berdasarkan hasil pengukuran, sistem mengkategorikan air menjadi tiga kategori: aman (0–14 cm), waspada (14–8 cm), dan bahaya (8–3 cm). Data ketinggian air dikirim ke aplikasi Blynk untuk dipantau secara real-time. Selain itu, sistem mengirimkan informasi kondisi air melalui Telegram untuk setiap status, yaitu aman, waspada, dan bahaya. Prosedur ini berulang untuk memantau peringatan dini banjir dan mengamati perubahan ketinggian air secara konsisten.

2.5.2 Perancangan diagram blok system

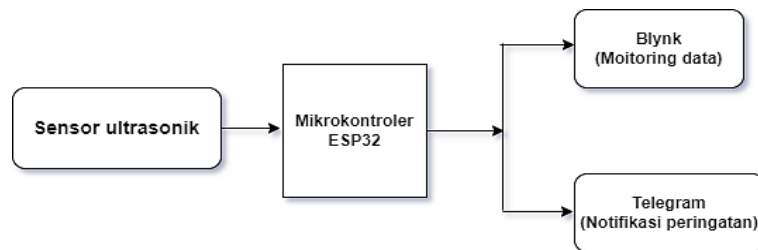
Berikut adalah Gambar 2 menunjukkan tahapan diagram blok sistem. Pada penelitian ini, diagram blok sistem terdiri dari sejumlah komponen utama yang saling terkait. Sistem terdiri dari sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, Wi-Fi, Blynk, dan Telegram. Memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, kemudian data diproses oleh ESP32 dan dikirim melalui Wi-Fi ke aplikasi Blynk untuk pemantauan real-time. Selain itu, informasi kondisi air dikirim melalui Telegram berdasarkan status yang terdeteksi, yaitu aman, waspada, dan bahaya.

2.5.3 Arsitektur Komunikasi IoT

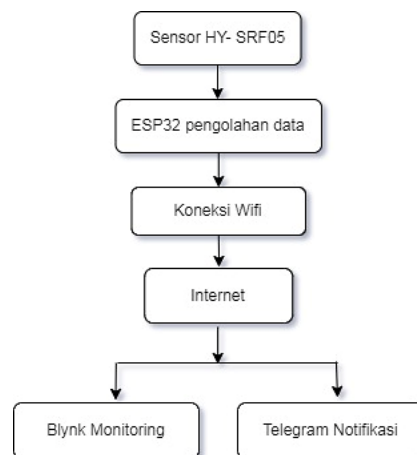
Pada Gambar 3 sensor ultrasonik HY-SRF05, jaringan WiFi, Blynk, dan Telegram membentuk arsitektur komunikasi IoT sistem ini. Sensor membaca jarak permukaan air, dan ESP32 mengolah data tersebut menjadi nilai ketinggian dan status kondisi air. Data dikirim ke Blynk melalui jaringan WiFi untuk pemantauan langsung, dan Telegram digunakan untuk menyampaikan informasi kondisi air berdasarkan status yang terdeteksi, yaitu aman, waspada, dan bahaya. ESP32 juga mengontrol LED indikator dan buzzer untuk tujuan memberi peringatan. Arsitektur ini memungkinkan pemantauan dan komunikasi peringatan kondisi air secara terintegrasi dan jarak jauh.



Gambar 1. Alur kerja sistem



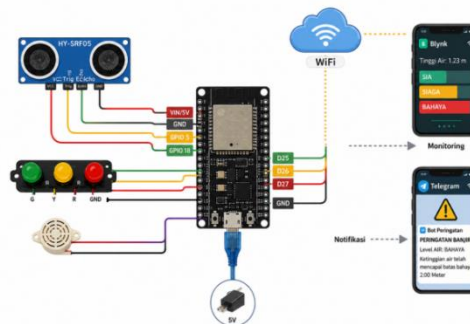
Gambar 2. Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Arsitektur komunikasi IoT

2.5.4 Perancangan perangkat keras

Selanjutnya adalah tahapan perancangan perangkat keras, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, Menunjukkan desain sistem dengan sensor ultrasonik yang memantau ketinggian air berbasis internet of things, HY-SRF05, ESP32, LED indikator, buzzer, aplikasi Blynk dan telegram. Jarak permukaan air diukur oleh sensor ultrasonik, setelah itu data diproses menggunakan ESP32 untuk mengidentifikasi status kondisi air. Selanjutnya, Data dikirim ke aplikasi Blynk melalui jaringan wifi untuk pemantauan real-time. Selain itu, sistem mengirimkan informasi kondisi air melalui telegram sesuai dengan status yang terdeteksi, yaitu aman, waspada dan bahaya. Sistem perangkat lunak dibuat dengan IDE Arduino yang mendukung pemrograman ESP32, pembacaan sensor, pengolahan data, pengendalian indikator, serta integrasi Blynk dan telegram.



Gambar 4. Perancangan Perangkat Keras

2.5.5 Perangkat lunak

Perangkat lunak pada sistem ini dibuat menggunakan “Arduino IDE” sebagai lingkungan pemrograman untuk ESP32. Melalui Arduino IDE, program ditulis untuk mengatur inisialisasi ESP32, membaca data dari sensor ultrasonik, menghitung ketinggian air, serta menentukan kondisi air berdasarkan batas yang telah ditetapkan. Arduino IDE juga digunakan untuk mengatur koneksi WiFi, pengiriman data ke aplikasi Blynk untuk monitoring, serta pengiriman informasi kondisi air melalui telegram berdasarkan status kondisi air yang terdeteksi.

2.6 Implementasi sistem

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan hasil perancangan. Peneliti melakukan perakitan perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE. Sistem kemudian diintegrasikan dengan aplikasi Blynk untuk monitoring dan Telegram untuk pengiriman notifikasi peringatan dini.

2.7 Pengujian sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian meliputi pengujian kinerja sensor ultrasonik dalam membaca ketinggian air, pengiriman data ke aplikasi Blynk secara real-time, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram ketika ketinggian air mencapai batas tertentu. Pengujian dilakukan secara berulang pada setiap kategori ketinggian air untuk memastikan keandalan dan konsistensi kinerja sistem. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan sebanyak 13 kali percobaan. Prosedur pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: wadah tumbler diisi air hingga mencapai ketinggian yang mewakili kategori yang diuji, sensor ultrasonik HY-SRF05 membaca jarak permukaan air dengan interval pengukuran setiap <1 detik, setiap hasil pembacaan sensor dicatat bersamaan dengan status LED, kondisi buzzer, tampilan pada aplikasi Blynk, dan notifikasi Telegram yang dihasilkan.

Validasi hasil pengukuran dilakukan dengan membandingkan nilai ketinggian air yang terbaca oleh sensor ultrasonik dengan hasil pengukuran manual menggunakan penggaris pada titik pengukuran yang sama. Selisih antara kedua nilai tersebut dihitung sebagai persentase error menggunakan rumus: $\text{Error (\%)} = \frac{|\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Manual}|}{\text{Nilai Manual}} \times 100\%$. Nilai error dari seluruh percobaan kemudian dirata-ratakan untuk setiap kategori ketinggian air guna menilai tingkat akurasi sensor. Pengujian dilaksanakan pada kondisi indoor menggunakan media simulasi berupa tumbler berisi air, pada suhu ruangan normal dan jaringan WiFi yang stabil.

2.7.1 Pengujian sensor ultrasonik

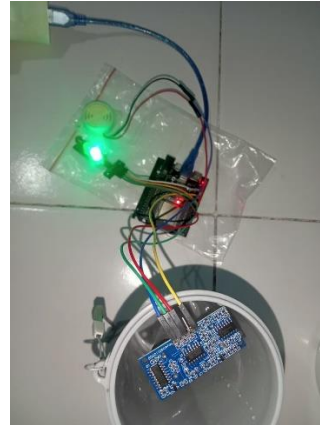
Gambar 5 menunjukkan bagaimana simulasi pengujian sistem dengan tumbler dilakukan. Sensor ultrasonik HY-SRF05 diletakkan di atas wadah untuk mengukur jarak ke permukaan air. Perubahan ketinggian air dideteksi oleh sensor ini, kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan status kondisi air, yang ditampilkan pada aplikasi Blynk dan digunakan sebagai sumber notifikasi Telegram.

2.7.2 Hasil pengujian lampu LED hijau

Ketika sensor ultrasonik HY-SRF05 mendeteksi bahwa permukaan air masih berada di atas ambang batas aman, kondisi LED indikator ditampilkan pada Gambar 6. Dalam situasi seperti ini, lampu LED hijau berfungsi sebagai penanda bahwa ketinggian air masih berada di bawah batas normal dan tidak menimbulkan bahaya banjir. Karena sistem tidak perlu memberikan peringatan aktif kepada pengguna, buzzer tetap dalam kondisi mati (tidak berbunyi). Untuk melacak, aplikasi Blynk mengirimkan dan menampilkan data ketinggian air secara real-time.



Gambar 5. Pengujian sensor ultrasonik



Gambar 6. Pengujian LED hijau

2.7.3 Hasil pengujian lampu LED kuning

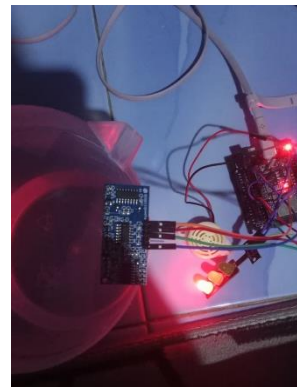
Gambar 7 menunjukkan kondisi ketika indikator LED kuning menyala sebagai penanda bahwa ketinggian air telah mendekati batas bahaya dan masyarakat harus mulai waspada. Pada kondisi ini, alarm aktif berbunyi dan berkedip di lokasi pemasangan alat. Selain itu, aplikasi Blynk memantau ketinggian air secara real-time, dan sistem mengirimkan peringatan melalui Telegram kepada pengguna. Informasi status waspada ditampilkan pada layar smartphone pengguna. Dengan cara ini, pengguna dapat memperoleh informasi peringatan dini meskipun mereka tidak berada langsung di dekat alat tersebut.

2.7.4 Hasil pengujian lampu LED merah

Gambar 8 menunjukkan kondisi LED indikator. Dalam situasi seperti ini, LED merah menyala bersama buzzer yang berbunyi secara terus-menerus sebagai peringatan aktif untuk meminta masyarakat segera mengantisipasi banjir. Data ketinggian air pada status darurat tetap ditampilkan pada aplikasi Blynk dan dikirimkan secara otomatis melalui Telegram. Ini memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui situasi darurat tanpa harus berada di lokasi pemasangan alat.



Gambar 7. Pengujian LED kuning



Gambar 8. Pengujian LED kuning

2.8 Analisis hasil pengujian

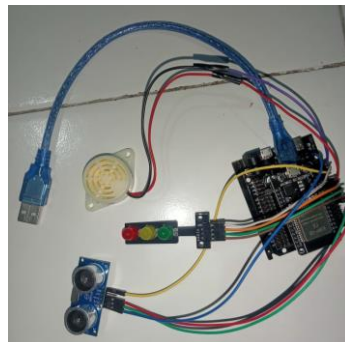
Data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui keakuratan pengukuran sensor, kecepatan pengiriman data, serta efektivitas sistem peringatan dini banjir yang dirancang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap implementasi, sistem monitoring ketinggian air dan peringatan dini banjir berbasis Internet of Things berhasil direalisasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HY-SRF05, LED indikator, buzzer, aplikasi Blynk, serta Telegram Bot. Sistem dirancang untuk mendeteksi perubahan ketinggian air secara real-time dan memberikan peringatan kepada pengguna berdasarkan kondisi air yang terdeteksi. Pengujian sistem dilakukan menggunakan media simulasi berupa tumbler yang diisi air secara bertahap untuk melihat perubahan ketinggian air. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas wadah untuk mengukur jarak permukaan air terhadap sensor. Data hasil pembacaan kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan status kondisi air.

3.1 Prototype Sistem

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem IoT untuk peringatan dini banjir dan pengawasan ketinggian air berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, LED traffic, buzzer, aplikasi Blynk, serta bot Telegram. Prototype sistem yang telah dibuat ditunjukkan pada gambar 9. Pengujian dilakukan pada sensor ultrasonik untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan ketinggian air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki kemampuan untuk mendeteksi perubahan ketinggian air dan jarak permukaan air, serta mengelompokkannya menjadi tiga kategori, yaitu aman, waspada, dan bahaya, sesuai dengan batas yang telah ditentukan pada sistem.



Gambar 9. Prototype Sistem

3.2 Pengujian

Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem mampu melaksanakan rancangan yang telah dibuat. Pada kondisi aman, LED hijau menyala dan data ketinggian air ditampilkan melalui aplikasi Blynk. Ketika ketinggian air mencapai status waspada, sistem dan LED kuning mengirimkan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna. LED merah dan buzzer menyala sebagai peringatan dini saat situasi berbahaya. Monitoring aplikasi Blynk berhasil menampilkan ketinggian air secara real time pada smartphone. Dengan terhubung ke jaringan internet, pengguna dapat mengetahui ketinggian air.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem

No	Ketinggian Air (cm)	Status	LED	Buzzer	Blynk	Telegram
1	14,49	Aman	Hijau	Mati	Berhasil	Terkirim
2	8,94	Waspada	Kuning	Bunyi	Berhasil	Terkirim
3	2,76	Bahaya	Merah	Bunyi	Berhasil	Terkirim

3.3 Hasil validasi sensor ultrasonik

Pengujian validasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil pembacaan sensor ultrasonik HY-SRF05 dengan pengukuran manual menggunakan penggaris. Pengujian dilakukan menggunakan tumbler dengan tujuh variasi ketinggian air: 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, dan 14 cm. Hasil pengukuran sensor kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran manual untuk mengetahui perbedaan dan persentase kesalahan. Hasil pengujian menunjukkan selisih pengukuran rata-rata sebesar 1,44 cm dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar 18,52%. Error terendah sebesar 8,25% terjadi pada ketinggian air 4 cm, dan error tertinggi sebesar 26,00% terjadi pada ketinggian air 6 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HY-SRF05 mampu mendeteksi perubahan ketinggian air; namun, hasil pengukuran menunjukkan bahwa posisi sensor, perubahan permukaan air, dan ketelitian pengukuran manual menggunakan penggaris dapat menyebabkan perbedaan hasil pengukuran.

Tabel 2. Hasil validasi sensor ultrasonik HY-SRF05

No	Pengukuran manual (cm)	Pembacaan sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
1	14	11,27	2,73	19,50
2	12	10,67	1,33	11,08
3	10	8,22	1,78	17,80
4	8	6,12	1,88	23,50
5	6	4,44	1,56	26,00
6	4	3,67	0,33	8,25
7	2	2,47	0,47	23,50

3.4 Hasil pengujian waktu respons Blynk dan Telegram

Pengujian waktu respons dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat sistem mengirimkan data pemantauan ke aplikasi Blynk dan notifikasi Telegram. Pengukuran dilakukan menggunakan stopwatch, yang dimulai ketika sistem melihat perubahan kondisi air dan berlanjut hingga pengguna menerima data pemantauan dan peringatan. Pada kondisi aman, waspada, dan bahaya, pengujian dilakukan tiga belas kali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data dari Blynk dan notifikasi Telegram dikirim hampir bersamaan dengan waktu respons rata-rata 4,87 detik. Waktu respons tercepat adalah 1,35 detik, dan waktu terlama adalah 8,48 detik. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat mendukung pemantauan ketinggian air dengan mengirimkan informasi monitoring dan peringatan secara cukup cepat.

Hasil pengujian dari tiga belas pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mengirimkan data ke aplikasi Blynk dan Telegram, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3. Dalam kondisi aman, waktu respons Blynk adalah 1,10–5,23 detik, sedangkan Telegram adalah 1,35–5,26 detik. Dalam kondisi waspada, waktu respons Blynk adalah 2,96–7,64 detik, dan Telegram adalah 2,98–8,48 detik. Dalam kondisi bahaya, waktu respons Blynk adalah 3,00–8,45 detik, dan Telegram adalah 3,04–8,48 detik.

Perbedaan waktu respons antara Telegram dan Blynk relatif kecil pada sebagian besar pengujian. Waktu respons untuk kondisi aman adalah 0,12 detik, kondisi waspada 0,42 detik, dan kondisi bahaya 0,02 detik, menurut perhitungan rata-rata. Oleh karena itu, sistem dapat mengirimkan data pemantauan dan peringatan dalam waktu respons yang relatif singkat. Kondisi jaringan WiFi dan proses komunikasi data melalui internet dapat menyebabkan perbedaan waktu respons.

Tabel 3. Hasil pengujian delay Blynk dan Telegram

No.	Kondisi	Waktu Blynk (detik)	Waktu Telegram (detik)	Selisih
1	Aman	3,20	3,38	0,18
2	Aman	2,10	2,11	0,01
3	Aman	1,10	1,35	0,25
4	Aman	5,23	5,26	0,03
5	Aman	2,40	2,52	0,12
6	Waspada	7,64	7,66	0,02
7	Waspada	4,63	4,08	0,55
8	Waspada	7,40	8,48	1,08
9	Waspada	2,96	2,98	0,02
10	Bahaya	3,00	3,04	0,04
11	Bahaya	8,45	8,48	0,03
12	Bahaya	7,61	7,62	0,01
13	Bahaya	4,37	4,38	0,01

Berdasarkan hasil pengujian waktu respons pada tiga kondisi ketinggian air, yaitu aman, waspada, dan bahaya, diperoleh perbedaan waktu respons antara aplikasi Blynk dan Telegram yang relatif kecil. Pada kondisi aman, rata-rata selisih waktu respons antara Blynk dan Telegram adalah 0,12 detik. Pada kondisi waspada, rata-rata selisih sebesar 0,42 detik, sedangkan pada kondisi bahaya sebesar 0,02 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa notifikasi Telegram diterima dengan selisih waktu kurang dari 1 detik dibandingkan dengan pembaruan data di Blynk. Dengan demikian, sistem mampu mengirimkan data monitoring dan notifikasi peringatan hampir bersamaan pada ketiga kondisi pengujian.

Tabel 4. Analisis berdasarkan kondisi

Kondisi	Jumlah Pengujian	Rata-rata Waktu Blynk	Rata-rata Waktu Telegram	Rata-rata Selisih
Aman	5	2,81 detik	2,92 detik	0,12 detik
Waspada	4	5,66 detik	5,80 detik	0,42 detik
Bahaya	4	5,86 detik	5,88 detik	0,02 detik

3.5 Hasil Pengujian Keberhasilan Sistem

Pada Tabel 5 ini, pengujian keberhasilan sistem dilakukan sebanyak tiga belas kali dengan membaginya ke dalam tiga kondisi: aman, waspada, dan bahaya. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem dapat membaca tingkat ketinggian air, menampilkan data pada aplikasi Blynk, dan mengirimkan peringatan melalui Telegram sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam kondisi aman, sistem dapat menampilkan data pemantauan pada Blynk tanpa mengganggu keamanan sistem.

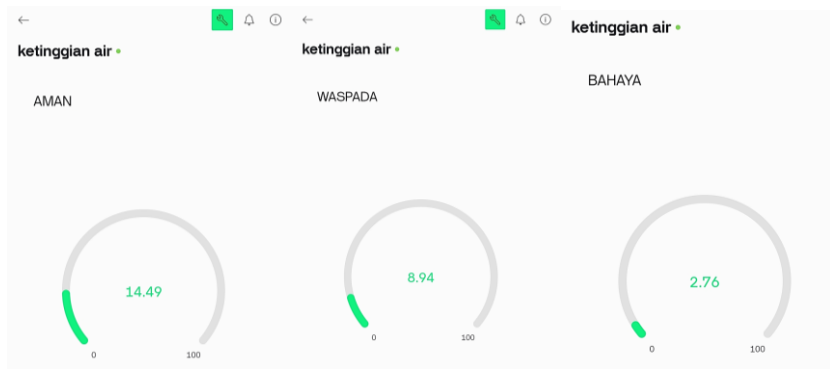
Tabel 5. Hasil pengujian keberhasilan sistem

No.	Kondisi Air	Blynk	Telegram	Hasil Sistem
1	Aman	Berhasil	Berhasil	Berhasil

No.	Kondisi Air	Blynk	Telegram	Hasil Sistem
2	Aman	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Aman	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	Aman	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Aman	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	Waspada	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	Waspada	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	Waspada	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	Waspada	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	Bahaya	Berhasil	Berhasil	Berhasil
11	Bahaya	Berhasil	Berhasil	Berhasil
12	Bahaya	Berhasil	Berhasil	Berhasil
13	Bahaya	Berhasil	Berhasil	Berhasil
13	Bahaya	Berhasil	Berhasil	Berhasil

3.6 Pengujian notifikasi pada Blynk

Gambar 10 menunjukkan pengawasan yang dilakukan melalui aplikasi Blynk. Pengujian monitoring dilakukan untuk mengetahui apakah data ketinggian air dapat ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Blynk berhasil menampilkan nilai ketinggian air beserta status kondisi air yang terdiri dari aman, waspada, dan bahaya. Gambar 6 menunjukkan bagaimana aplikasi Blynk melacak tiga kondisi ketinggian air. Aplikasi Blynk dapat menampilkan nilai hasil pengukuran dan status kondisi air secara real-time sesuai dengan perubahannya. Pada kondisi aman, sistem menampilkan nilai ketinggian air sebesar 14,49 cm dengan status "AMAN", pada kondisi waspada, sistem menampilkan nilai ketinggian air sebesar 8,94 cm dengan status "WASPADA", dan pada kondisi bahaya, sistem menampilkan nilai ketinggian air sebesar 2,76 cm dengan status "BAHAYA".



Gambar 10. Tampilan Monitoring pada aplikasi Blynk

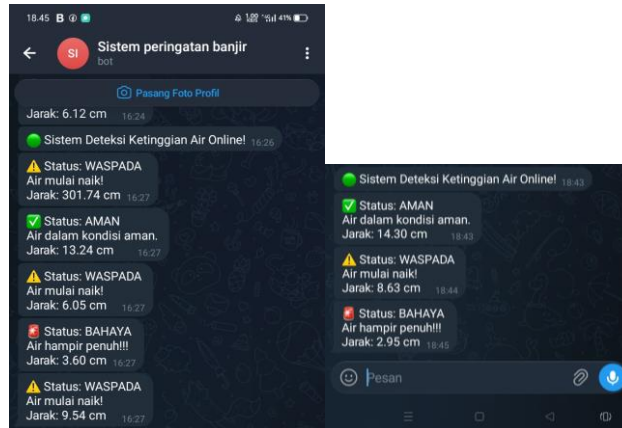
3.7 Pengujian notifikasi pada telegram

Selain monitoring, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi menggunakan telegram Bot. Notifikasi informasi kondisi air dikirimkan secara otomatis melalui telegram berdasarkan status yang terdeteksi oleh sistem, yaitu aman, waspada, dan bahaya. Tujuannya adalah untuk memberikan pengguna memperoleh informasi lebih cepat tanpa harus membuka aplikasi monitoring secara terus menerus.

Gambar 11 menunjukkan tampilan notifikasi sistem peringatan dini banjir yang dapat diakses melalui aplikasi Telegram. Dengan menggunakan hasil pembacaan sensor ultrasonik, sistem secara otomatis mengirimkan informasi ketinggian air kepada pengguna. Pada tampilan tersebut, sistem menampilkan tiga status kondisi air: aman, waspada, dan bahaya. Status aman menunjukkan ketinggian air tetap di bawah batas normal, sedangkan status waspada menunjukkan ketinggian air meningkat, dan status bahaya menunjukkan ketinggian air telah mencapai kondisi kritis. Selain itu, setiap notifikasi menampilkan nilai hasil pengukuran ketinggian dan jarak air. Dengan adanya notifikasi melalui Telegram, pengguna dapat memperoleh informasi dan peringatan dini mengenai perubahan kondisi air meskipun mereka tidak berada di lokasi alat. Pengujian Telegram dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengirimkan peringatan secara otomatis kepada pengguna ketika terjadi perubahan status kondisi air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Telegram Bot berhasil mengirimkan notifikasi sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sistem. Contoh notifikasi yang diterima yaitu Status AMAN, Status WASPADA dan Status BAHAYA.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [16] yang menunjukkan bahwa sensor ultrasonik efektif digunakan untuk memantau ketinggian air pada sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT). Selain itu, penelitian ini juga memiliki kesamaan dengan penelitian [14] dalam memanfaatkan teknologi IoT untuk menyampaikan informasi kondisi banjir secara cepat kepada pengguna. Namun, penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya karena mengintegrasikan aplikasi Blynk

sebagai media monitoring secara real-time dan Telegram sebagai media notifikasi otomatis dalam satu sistem, serta dilengkapi dengan LED Traffic dan buzzer sebagai peringatan lokal. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu beroperasi dengan tingkat keberhasilan 100% dan memberikan informasi kondisi ketinggian air sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Integrasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas penyampaian informasi serta mendukung kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi banjir.



Gambar 11. Tampilan notifikasi telegram

Meskipun sistem yang dikembangkan menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% pada skenario pengujian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian dilakukan pada skala prototipe menggunakan media simulasi sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi sungai yang sebenarnya. Selain itu, kinerja sistem sangat bergantung pada kestabilan koneksi internet untuk proses monitoring melalui aplikasi Blynk dan pengiriman notifikasi melalui Telegram. Oleh karena itu, pengujian pada lingkungan nyata dengan variasi kondisi cuaca dan debit air yang lebih beragam perlu dilakukan dalam penelitian selanjutnya untuk memperoleh evaluasi sistem yang lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring ketinggian air dan peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor ultrasonik HY-SRF05 dan mikrokontroler ESP32. Sistem mampu mendeteksi perubahan ketinggian air, mengklasifikasikan kondisi air ke dalam kategori aman, waspada, dan bahaya, serta menampilkan hasil monitoring secara real-time melalui aplikasi Blynk dan mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram.

Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 13 kali, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% dalam menjalankan seluruh fungsi monitoring dan notifikasi. Validasi sensor menghasilkan persentase error rata-rata sebesar 18,52%, sedangkan pengujian waktu respons menunjukkan bahwa data monitoring pada aplikasi Blynk dan notifikasi Telegram diterima dengan selisih waktu yang relatif kecil sehingga mampu mendukung fungsi peringatan dini secara efektif. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi solusi alternatif untuk mendukung mitigasi bencana banjir melalui penyampaian informasi ketinggian air secara real-time, sehingga masyarakat dapat melakukan tindakan antisipasi lebih awal terhadap potensi banjir.

Untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut, sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor yang memiliki tingkat akurasi dan kestabilan yang lebih tinggi serta melakukan kalibrasi sensor secara lebih menyeluruh. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sumber daya cadangan, seperti panel surya atau baterai, agar tetap berfungsi saat pasokan listrik habis. Untuk menguji kinerja sistem dalam situasi banjir yang sebenarnya, sensor juga harus dipasang secara langsung di sungai atau saluran air dengan kondisi lingkungan yang sesuai. Untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mendukung pemantauan dan peringatan dini banjir, pengembangan berikutnya dapat mencakup fitur penyimpanan data historis, pemantauan pada titik lokasi tertentu, serta integrasi dengan platform atau layanan peringatan lainnya.

REFERENSI

- [1] M. D. Arvi and R. S. Y. Sibarani, "Analisis Faktor Penyebab Bencana Banjir di Kota-Kota Besar Indonesia: Studi Kasus Analisis Banjir Berbasis Literasi," vol. 3, no. 1, 2025.
- [2] "https://suarantb.com/2025/11/10/banjir-terjang-lima-kelurahan-satu-rumah-di-kota-bima-hanyut-terbawa-arus/?utm_source=chatgpt.com".

- [3] S. Sujono and M. Rusli M, "Implementasi Sistem Peringatan Banjir Dini dengan Sensor HC-SR04 Berbasis ESP32 Internet of Things," *CJ*, vol. 4, no. 1, pp. 41–51, Feb. 2026, doi: 10.58477/cj.v4i1.385.
- [4] M. charir A. G. Charir, "Sistem Monitoring Tinggi Air Sungai Dan Kontrol Irigasi Berbasis IoT Untuk Mengantisipasi Banjir," *JPI Unila*, vol. 6, no. 2, Sep. 2025, doi: 10.23960/jpi.v6n2.228.
- [5] S. A. Ningrum, A. Juliandika, S. N. Putri, and D. Wirdiyan, "KETIBAN: Sistem Monitoring dan Peringatan Ketinggian Banjir Berbasis IoT," vol. 25, no. 1, 2026.
- [6] Y. Hendrian, G. Ferdiansyah Ramadhan, and P. Adi Nugroho, "Prototype Sistem Monitoring Banjir Berbasis Thingspeak Menggunakan Sensor HC-SR04 Dan Node MCU Esp-8266," *INSANtek*, vol. 5, no. 1, pp. 01–06, May 2024, doi: 10.31294/insantek.v5i1.3301.
- [7] L. R. Fauzi and I. Suharjo, "Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan Notifikasi Telegram," vol. 8, 2026.
- [8] A. Rosyidie, "Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan," *jrcp*, vol. 24, no. 3, p. 241, Dec. 2013, doi: 10.5614/jpww.2013.24.3.1.
- [9] M. D. Iswara and S. Raharjo, "Sistem Peringatan Dini Banjir Dengan Menggunakan ESP32 dan Sensor Ultrasonik," *JSRCS*, vol. 7, no. 1, pp. 73–84, May 2026, doi: 10.31599/3ymf3266.
- [10] D. O. Endriantono *et al.*, "Pembuatan Perangkat Portabel untuk Penanggulangan Banjir dengan Monitoring Real-Time Ketinggian Air Sungai Berbasis IoT," vol. 23, no. 3, 2025.
- [11] Zharfan Maftuh Arrasyidy, Abd. Hallim, and Abdul Rahim, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT Untuk Peringatan Dini dengan Sistem Integrasi Web," *JITEK*, vol. 5, no. 3, pp. 01–12, Nov. 2025, doi: 10.55606/jitek.v5i3.7623.
- [12] M. Syarif, K. Ardiyanto, and R. M. Akbar, "Prototype Monitoring Level Ketinggian Air Pada Bendungan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 2, no. 3, 2024.
- [13] A. K. Rindra, A. Widodo, F. Baskoro, and N. Kholis, "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis Iot (Internet Of Things)," *JTE*, vol. 11, no. 1, pp. 17–22, Dec. 2021, doi: 10.26740/jte.v11n1.p17-22.
- [14] E. P. Tenda, A. V. Lengkong, and K. F. Pinontoan, "Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter," *CogITO Smart Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 26–39, Jun. 2021, doi: 10.31154/cogito.v7i1.284.26-39.
- [15] A. R. Mansa, A. M. Ardiyan, V. H. Satria, and H. Hasanah, "Monitoring ketinggian air sungai secara real time dengan aplikasi Blynx Iot platform," 2025.
- [16] N. Pratama, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Pendeteksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik," *mib*, vol. 4, no. 1, p. 117, Jan. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1905.
- [17] F. H. S. Al Haris, R. Wisudawanto, and A. Fathin Wahyu Lestari, "Rancang Bangun Sistem IoT Berbasis Energi Hibrid untuk Pemantauan Real-Time dan Peringatan Dini Banjir Rob Pesisir," *Jurnal Algoritma*, vol. 22, no. 2, Dec. 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-2.2948.
- [18] Asep Marzuki and Afifah Cahayani Adha, "Prototype Alat Pendeteksi Banjir Berbasis Internet of Thing Terintegrasi Aplikasi Instant Messanging," *IKOMTI*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, Jun. 2024, doi: 10.35960/ikomti.v5i2.1326.
- [19] I. A. Prakoso, "program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta".
- [20] K. Husnah, A. Munazilin, and F. Lazim, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet of Things (IoT)".
- [21] A. F. Saiful Rahman, M. W. Kasrani, and K. P. J. Munthe, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Web (INTERNET)," *JTEUNIBA*, vol. 5, no. 1, pp. 78–84, Nov. 2020, doi: 10.36277/jteuniba.v5i1.84.
- [22] I. M. Oktavian and N. F. Hasan, "Perancangan sistem monitoring deteksi banjir berbasis IoT," vol. 01, no. 1, 2026.
- [23] M. G. Pranata, "Sistem Pemantauan Dan Pengaman Banjir Pada Ruang Kontrol Berbasis Internet Of Things (IOT)," 2025.
- [24] A. P. Hasanah and H. Hafni, "Perancangan Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis IOT Dengan Aplikasi Blynk," *JITET*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6485.
- [25] A. Ovid, Efri Yandani, and Asril, "Prototype Sistem Pemantauan Tinggi Muka Air Berbasis Esp32 Untuk Sistem Pringatan Dini Banjir Melalui Telegram," *JKN*, vol. 5, no. 3, pp. 1081–1089, Nov. 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i3.1634.