



Perancangan dan Implementasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dengan ESP32, MQTT, dan Aplikasi Kodular

Ikhsan Afif Asrory^{1*}, Muhammad Shifa², Moch Ali Imron Sya'roni³, Budi Pramono Jati⁴

¹⁻⁴ Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Univeristas Islam Sultan Agung, Indonesia

Email: ikhsan115@std.unissula.ac.id^{1*}

Alamat: Jl. Kaligawe Raya No. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah

*Korespondensi penulis

Abstract. *Floods are the most frequent natural disasters and cause material and non-material losses. One of the problems faced is the lack of early warning when floods occur. This problem can be overcome with a flood early warning system. This paper discusses the solution to this problem, namely by designing and implementing a real-time flood early warning system using IoT-based Internet of Things (IoT) technology ESP32 MQTT and APK Kodular. The objective of this research, compared to previous studies, shows a gap in the methods used. While previous studies used an IoT-based flood warning system that sends data via SMS or an HTTP server, this study applies real-time monitoring with the MQTT protocol, which allows sending water level data with low latency to the Kodular application for faster and more responsive warnings. The method used is to connect hardware with IoT where ESP32 is a client that sends data to MQTT and will display it in the Kodular APK. This flood early warning system consists of: ultrasonic sensors, ESP32, MQTT cloud, OLED, buzzer, LED, and APK on the phone to receive notifications through a mobile application created using Kodular. This IoT-based system is installed in the Kudu Regency river and can monitor water levels in real-time. Based on a predetermined threshold, the system can activate the LED indicator or buzzer and send an early warning message to the user via the APK on the phone. Test results show that this system functions effectively in providing flood warnings with an accuracy of 1-2 cm and in a timely manner, making it suitable for community-based flood monitoring solutions.*

Keywords: *Early Warning; ESP32; IoT; Kodular; MQTT*

Abstrak. Banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi serta menimbulkan kerugian baik materiil maupun non-materiil. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah kurangnya sistem peringatan dini ketika banjir terjadi. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penerapan sistem peringatan dini banjir. Penelitian ini membahas solusi tersebut melalui perancangan dan implementasi sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) secara real-time menggunakan teknologi ESP32, MQTT, dan aplikasi Kodular. Tujuan penelitian ini, jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, menunjukkan adanya perbedaan pada metode yang digunakan. Penelitian terdahulu umumnya memanfaatkan sistem peringatan banjir berbasis IoT yang mengirimkan data melalui SMS atau server HTTP. Sementara itu, penelitian ini menerapkan pemantauan real-time menggunakan protokol MQTT, yang memungkinkan pengiriman data ketinggian air dengan latensi rendah ke aplikasi Kodular sehingga peringatan dapat lebih cepat dan responsif. Metode yang digunakan adalah menghubungkan perangkat keras dengan IoT, di mana ESP32 berfungsi sebagai client yang mengirimkan data ke MQTT dan menampilkannya melalui aplikasi Kodular. Sistem peringatan dini banjir ini terdiri atas sensor ultrasonik, ESP32, MQTT cloud, OLED, buzzer, LED, serta aplikasi pada ponsel yang dibuat menggunakan Kodular untuk menerima notifikasi. Sistem ini dipasang di sungai wilayah Kabupaten Kudu dan mampu memantau ketinggian air secara real-time. Berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan, sistem dapat mengaktifkan indikator LED atau buzzer serta mengirimkan pesan peringatan dini ke pengguna melalui aplikasi pada ponsel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi secara efektif dalam memberikan peringatan banjir dengan tingkat akurasi 1–2 cm dan waktu respon yang tepat, sehingga layak digunakan sebagai solusi pemantauan banjir berbasis masyarakat.

Kata kunci: ESP32; IoT; Kodular; MQTT; Peringatan Dini

1. LATAR BELAKANG

Banjir di Indonesia merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi, terutama pada musim hujan, dengan dampak yang luas terhadap kehidupan masyarakat. Menurut laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2025), banjir di Jabodetabek pada awal tahun 2025 menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, mencapai hampir Rp1,7 triliun. Kerusakan pada sektor perumahan dan infrastruktur menjadi yang paling terdampak, dengan sektor ekonomi mengalami kerugian besar akibat gangguan aktivitas ekonomi dan penurunan produksi. Ainurrosyidah (2024) juga menyatakan bahwa banjir yang disebabkan oleh luapan drainase menyebabkan kerusakan besar pada fasilitas ekonomi dan mengganggu kehidupan masyarakat, menciptakan kerugian ekonomi yang terhambat dalam beberapa jam setelah kejadian. Pemerintah Provinsi Jawa Timur (2023) menyebutkan bahwa banjir seringkali merusak akses dan fasilitas publik, mengganggu kegiatan ekonomi, serta menghambat distribusi barang dan jasa, yang memperburuk kondisi ekonomi di daerah terdampak. Selain itu, penelitian dari Forum Warga Sipil Indonesia (FWI, 2024) menambahkan bahwa kawasan yang terpapar risiko banjir, terutama di Teluk Weda, merasakan dampak sosial dan ekonomi yang besar, karena banyak rumah tangga dan pertanian yang terdampak. Sementara itu, Prudential Indonesia (2020) menjelaskan lima dampak utama banjir, yang meliputi masalah kesehatan, kerugian ekonomi, kesulitan akses air bersih, terhambatnya aktivitas warga, serta korban jiwa, yang memperburuk kondisi sosial-ekonomi di daerah terdampak. Semua penelitian ini menunjukkan bahwa banjir memiliki dampak yang sangat besar, baik dari sisi ekonomi, sosial, dan kesehatan, dan memerlukan perhatian serius dari pemerintah dan masyarakat untuk mengurangi dampaknya..

Salah satu wilayah rawan banjir adalah Desa Kudu, yang dialiri oleh sungai kecil dengan potensi kenaikan permukaan air secara tiba-tiba ketika curah hujan tinggi. Ketiadaan sistem pemantauan ketinggian air yang terintegrasi menyebabkan keterlambatan dalam penyampaian informasi potensi banjir kepada warga, sehingga menghambat respons preventif yang cepat. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi untuk pemantauan lingkungan secara real-time dan terhubung. Teknologi ini memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, serta sistem komunikasi data untuk pemantauan otomatis dan penyampaian informasi. Dalam konteks mitigasi bencana, IoT dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem peringatan dini banjir (Early Warning System/EWS) yang mampu mendeteksi ketinggian air sungai, mengolah data, serta mengirimkan peringatan kepada pengguna melalui aplikasi seluler.

2. KAJIAN TEORITIS

Bagian ini Dalam pengembangan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT, tujuan utama adalah melakukan pemantauan ketinggian air secara real-time guna mengurangi risiko bencana. Permasalahan yang ada adalah sebagian besar sistem yang tersedia masih mahal dan belum dirancang khusus untuk sungai kecil di kawasan permukiman. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang sistem EWS yang lebih terjangkau dan sesuai dengan karakteristik wilayah Desa Kudu. Sejumlah penelitian terkait sistem EWS berbasis IoT telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Banjir dan Sistem Peringatan Dini

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia, terutama saat musim hujan. Dampak yang ditimbulkan mencakup kerugian ekonomi, kerusakan infrastruktur, serta gangguan aktivitas masyarakat. Tingginya intensitas banjir di kawasan padat penduduk dengan infrastruktur drainase yang kurang memadai menjadikan bencana ini sebagai perhatian nasional.

Salah satu pendekatan dalam mitigasi bencana banjir adalah penerapan Sistem Peringatan Dini Banjir (Flood Early Warning System/EWS). Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi perubahan ketinggian air sungai secara real-time dan memberikan peringatan kepada masyarakat agar dapat melakukan tindakan preventif lebih cepat.

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan perangkat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan internet. IoT dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam sistem pemantauan lingkungan.

Dalam konteks mitigasi banjir, IoT digunakan untuk menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan server data sehingga kondisi sungai dapat dipantau secara berkelanjutan. Jaringan komunikasi yang sering digunakan antara lain Wi-Fi, GSM, dan LoRa. Data yang diperoleh kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, indikator status, atau notifikasi peringatan.

Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang populer dalam pengembangan sistem berbasis IoT. ESP32 dilengkapi dengan prosesor dual-core, konektivitas Wi-Fi, dan Bluetooth yang memungkinkan pengolahan data dan komunikasi secara efisien. Dibandingkan

dengan pendahulunya (ESP8266), ESP32 memiliki performa lebih tinggi, kapasitas memori lebih besar, serta mendukung berbagai jenis sensor.

Dalam sistem pemantauan banjir, ESP32 berperan sebagai client yang menghubungkan sensor dengan platform IoT melalui protokol komunikasi tertentu, salah satunya MQTT.

Protokol MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol komunikasi ringan yang dirancang untuk perangkat dengan keterbatasan sumber daya dan jaringan dengan bandwidth rendah. MQTT bekerja dengan arsitektur publish–subscribe, di mana perangkat pengirim (publisher) mengirimkan data ke broker, lalu broker mendistribusikan data tersebut kepada perangkat penerima (subscriber).

Dalam penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai publisher yang mengirim data ketinggian air ke server MQTT, kemudian data tersebut diteruskan ke aplikasi Kodular untuk ditampilkan kepada pengguna secara real-time.

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak berdasarkan pantulan gelombang suara ultrasonik. Dalam sistem peringatan dini banjir, sensor ini ditempatkan di atas permukaan air untuk mengukur ketinggian air sungai. Data yang diperoleh bersifat akurat dengan tingkat kesalahan relatif kecil (1–2 cm), sehingga sangat efektif dalam mendukung pemantauan banjir.

Aplikasi Kodular

Kodular adalah platform berbasis drag and drop untuk membuat aplikasi Android tanpa memerlukan kemampuan pemrograman tingkat lanjut. Kodular mendukung integrasi dengan IoT melalui API, MQTT, maupun layanan berbasis cloud. Dalam penelitian ini, aplikasi Kodular digunakan sebagai antarmuka (user interface) bagi masyarakat untuk menerima notifikasi peringatan banjir. Dibandingkan dengan aplikasi Blynk yang banyak digunakan dalam penelitian terdahulu, Kodular memberikan fleksibilitas lebih besar dalam desain tampilan dan fitur aplikasi.

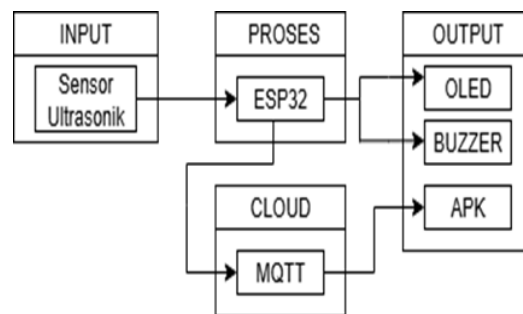
Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, protokol komunikasi MQTT, serta aplikasi seluler yang dibangun menggunakan Kodular. Sistem ini diharapkan mampu memantau ketinggian air sungai secara real-time, mengirimkan notifikasi

peringatan secara otomatis kepada pengguna, serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap risiko banjir.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penggunaan aplikasi berbasis Kodular, sementara penelitian terdahulu lebih banyak menggunakan Blynk.

3. METODE PENELITIAN

Sistem peringatan dini banjir berbasis IoT yang sederhana terdiri atas sensor ultrasonik untuk mengukur perubahan ketinggian air, mikrokontroler (ESP32) untuk memproses data dan menangani komunikasi nirkabel, serta server cloud yang terhubung melalui protokol MQTT untuk mengirimkan data secara real-time. Jarak yang terukur digunakan untuk menghitung ketinggian air sungai, kemudian data tersebut dikirimkan ke broker cloud. Aplikasi Android yang dibangun menggunakan Kodular mengambil data tersebut dan menampilkan peringatan kepada pengguna ketika ketinggian air melebihi ambang batas keamanan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram system.

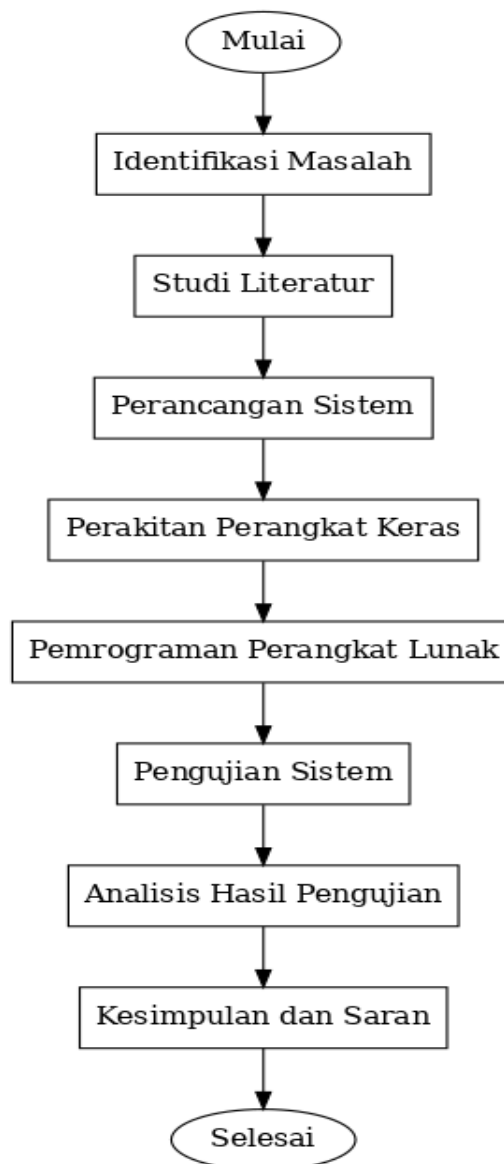
Gambar 1. menunjukkan bahwa sistem peringatan dini banjir berbasis IoT ini terdiri dari empat blok utama, yaitu: input (sensor), pemrosesan oleh ESP32, cloud MQTT, dan output (OLED, buzzer, APK).

Blok input menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air sungai. Sensor ini bekerja berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik dan menghasilkan data ketinggian air secara real-time.

Blok pemrosesan menggunakan mikrokontroler ESP32 DevKit V1 sebagai unit utama, yang berfungsi menerima data dari sensor, menghitung ketinggian air, membandingkannya dengan ambang batas (threshold), serta mengendalikan perangkat output. ESP32 juga mengirimkan data ke cloud melalui koneksi internet.

Blok cloud memanfaatkan protokol komunikasi MQTT, yang dikenal ringan dan efisien untuk sistem IoT, untuk mengirimkan data ke broker MQTT secara real-time. Data ini kemudian dapat diakses oleh berbagai perangkat pengguna.

Blok output terdiri dari tiga komponen, yaitu: OLED untuk menampilkan ketinggian air pada perangkat keras, buzzer sebagai alarm lokal apabila batas ketinggian air terlampaui, dan aplikasi Android berbasis Kodular yang menampilkan data secara real-time serta memberikan notifikasi kepada pengguna. Flowchart penelitian untuk perancangan dan pengujian sistem EWS ditunjukkan pada Gambar 2.



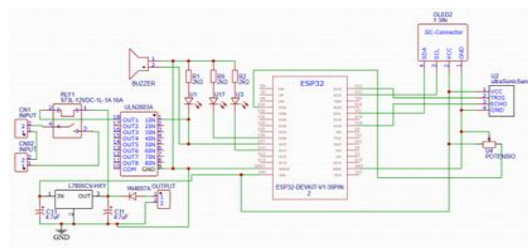
Gambar 2. Flowchart Penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan di dalam ruangan dan di lokasi sungai, dengan tujuan untuk menguji akurasi sensor ultrasonik serta memeriksa respons sistem terhadap perubahan kondisi. Uji akurasi sensor ultrasonik dilakukan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam mengukur ketinggian air secara tepat, khususnya dalam konteks pemantauan sungai sebagai bagian dari sistem peringatan dini banjir. Pengujian dilakukan sebanyak 16 kali, dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris pada berbagai tingkat ketinggian air.

Rangkaian Elektronik

Rangkaian sistem peringatan dini banjir berbasis IoT terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, layar OLED, buzzer, LED indikator, relay, dan catu daya berbasis IC regulator 7805. Sensor ultrasonik terhubung ke pin digital ESP32 untuk mengukur ketinggian air berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik. Data yang diperoleh diproses oleh ESP32 untuk menentukan status ketinggian air. Jika ketinggian melebihi ambang batas, maka LED indikator dan buzzer akan diaktifkan sebagai alarm lokal.

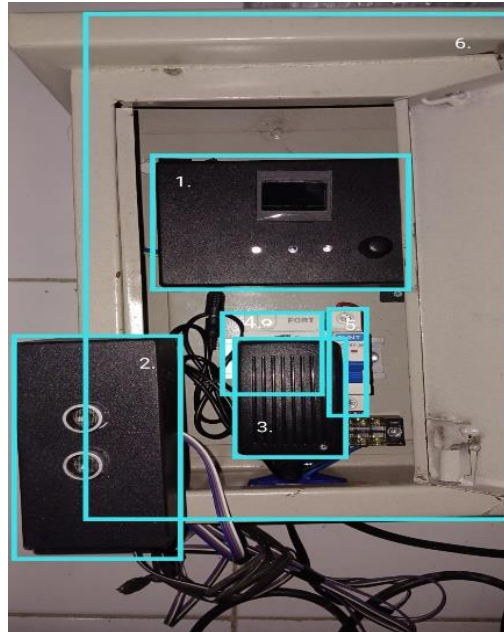


Gambar 3. Rangkaian Elektronik.

Terdapat tiga LED pada sistem, yaitu LED biru sebagai indikator koneksi MQTT (menyala ketika ESP32 terhubung ke broker melalui Wi-Fi), LED hijau sebagai penanda kondisi aman/rendah, dan LED merah sebagai penanda bahaya/meluap. OLED menampilkan data ketinggian air secara real time melalui protokol I2C, sementara ESP32 juga mengirimkan data ke broker MQTT agar dapat diakses aplikasi Kodular. Sistem ini dilengkapi dengan driver ULN2803A serta relay untuk mengendalikan beban eksternal. Catu daya 12V diubah menjadi 5V menggunakan IC 7805 dengan pelindung dioda 1N4007. Perangkat lunak sistem ditulis menggunakan bahasa pemrograman Arduino dan dikompilasi melalui Arduino IDE. Berikut ini penjelasan untuk Sub judul kesatu.

Hasil Rancangan

This ESP32-based Flood Early Warning System device consists of: (1) System control panel. (2) HC-SR04 ultrasonic sensor. (3) 12V 2A adapter. (4) Panasonic MCB. (5) Panel box. (6) OLED module (I2C). (7) Potentiometer for threshold setting. (8) DC 5V power supply. (9) Terminal connector. Berikut ini penjelasan untuk Sub-Sub judul.



Gambar 4. Hasil rancangan.

Hasil Analisa Penelitian

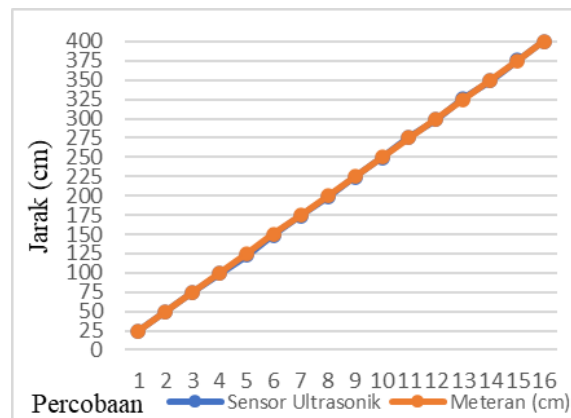
Pengujian dilakukan di dalam ruangan dan di lokasi sungai, dengan tujuan untuk menguji akurasi sensor ultrasonik serta mengecek respons sistem terhadap kondisi yang berubah. Uji akurasi sensor ultrasonik dilakukan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam mengukur ketinggian air secara tepat, khususnya dalam konteks pemantauan sungai sebagai bagian dari sistem peringatan dini banjir. Pengujian dilakukan sebanyak 16 kali, dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris pada berbagai ketinggian air.

Table 1. Sensor accuracy testing.

Sensor (cm)	Meteran (cm)	Error Absolut (cm)	Error Persen (%)
25	25	0	0.00
50	50	0	0.00
75	75	0	0.00
99	100	1	1.00
123	125	2	1.60
149	150	1	0.67
174	175	1	0.57

Sensor (cm)	Meteran (cm)	Error Absolut (cm)	Error Persen (%)
198	200	2	1.00
224	225	1	0.44
249	250	1	0.40
274	275	1	0.36
299	300	1	0.33
326	325	1	0.31
349	350	1	0.29
376	375	1	0.27
400	400	0	0.00

Grafik hasil pengukuran sensor dengan penggaris dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 5. Grafik hasil pengujian.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memberikan data yang sangat mendekati nilai sebenarnya. Pada sebagian besar titik pengukuran (misalnya 25 cm, 50 cm, 75 cm, 150 cm, hingga 400 cm), hasil sensor identik dengan pengukuran manual. Pada beberapa titik, seperti 99 cm dan 100 cm, atau 123 cm dan 125 cm, terdapat sedikit perbedaan antara pembacaan sensor dengan nilai acuan, yaitu sebesar 1 hingga 2 cm.

Perbedaan ini masih berada dalam batas toleransi kesalahan yang wajar untuk sensor ultrasonik, yang umumnya memiliki margin error sekitar $\pm 1-2$ cm tergantung pada kondisi lingkungan dan kalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja secara stabil dan konsisten dalam mengukur jarak ke permukaan air.

Data persen error (persentase kesalahan pengukuran sensor dibandingkan dengan nilai penggaris) menunjukkan variasi yang sangat kecil. Persentase kesalahan tertinggi yang tercatat adalah 1,60%, sedangkan yang terendah adalah 0%, yang terjadi pada enam kali pengukuran ketika hasil sensor sepenuhnya sama dengan nilai penggaris.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan layak untuk diimplementasikan dalam sistem pemantauan ketinggian air secara real time. Tingkat akurasi ini sangat penting untuk

memastikan keandalan sistem peringatan dini banjir yang bergantung pada data sensor yang akurat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem yang dirancang dengan baik ini telah berhasil menjalankan fungsi utamanya, yaitu menyediakan data ketinggian air sungai secara real time ke aplikasi APK. Sensor ultrasonik mampu melakukan pengukuran dengan tingkat akurasi yang baik, dibuktikan melalui hasil pengujian yang menunjukkan perbedaan hanya 0–2 cm dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan meteran, dengan persentase kesalahan tertinggi tercatat sebesar 1,60%.

Aplikasi APK yang dibuat menggunakan Kodular memberikan antarmuka yang mudah diakses oleh pengguna untuk memantau ketinggian air. Sistem yang dikembangkan ini memiliki potensi besar dalam memberikan peringatan dini banjir untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan banjir, dengan memberikan waktu yang cukup bagi masyarakat untuk melakukan tindakan pencegahan maupun evakuasi.

Dengan demikian, sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik, ESP32, MQTT, dan aplikasi Kodular yang telah dibuat dapat menjawab permasalahan serta mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

DAFTAR REFERENSI

- Ainurrosyidah, E. (2024). Dampak dari banjir terhadap ekonomi dan aktivitas masyarakat. *Journal of Disaster Studies*, 5(2), 45-59.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2025, Maret 27). Dampak banjir di Jabodetabek: Kerugian ekonomi dan upaya pemulihan. Retrieved from <https://www.bnpb.go.id/berita/dampak-banjir-di-jabodetabek-kerugian-ekonomi-dan-upaya-pemulihan>
- Basir, Y., Pratama, M. R. A., & Aminullah, M. W. (2023). Perancangan sistem pendeteksi dan penanggulangan banjir menggunakan ESP32 berbasis IoT. *Journal of Scientific Giga*, 26(1), 11. <https://doi.org/10.47313/jig.v26i1.2127>
- Bevilaqua, B., & Spohn, M. A. (2023). Self-managed federation of MQTT brokers with dynamic topology control. *Journal of Computational Science*, 19(11), 1398-1409. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.1398.1409>
- Choosumrong, S., Piyathamrongchai, K., Hataitara, R., & Soteyome, U. (2025). Development of an IoT-based flood monitoring system integrated with GIS for lowland agricultural areas. *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202506.1403.v1>
- Fitriasari, F., Zuhrie, M. S., Rusimamto, P. W., & Kholis, N. (2020). Perancangan sistem monitoring dan controlling kandang ayam berbasis Internet of Things. *Indonesian*

Journal of Engineering and Technology, 3(1), 17-27.
<https://doi.org/10.26740/inajet.v3n1.p17-27>

- Forum Warga Sipil Indonesia (FWI). (2024). Risiko banjir dan dampak sosial-ekonomi di Teluk Weda. *Indonesian Journal of Environmental Management*, 7(1), 32-40. Retrieved from <https://fwi.or.id>
- Kho, D. (2022). Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan prinsip kerja LCD. *Teknik Elektronika*. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/>
- Mukti, Y. I., Rahmadayanti, F., & Diti, D. T. U. (2021). A smart monitoring berbasis Internet of Things (IoT) suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler. *Journal of Computational Science and Informatics Engineering*, 5(1), 77-84. <https://doi.org/10.29303/jcosine.v5i1.399>
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. (2023, Oktober 19). Banjir: Pengertian, penyebab, dan dampaknya. Retrieved from <https://web.bpbd.jatimprov.go.id>
- Prudential Indonesia. (2020). 5 dampak banjir bagi masyarakat yang perlu diketahui. *Prudential Pulse*. Retrieved from <https://www.prudential.co.id/id/pulse/article/5-dampak-banjir-bagi-masyarakat-yang-perlu-diketahui>
- Ramadhiani, D. D., Dinda Ramadhiani, D., & Name, A. (2023). Flood early warning system using ultrasonic and rainfall sensors IoT-assisted with smartphone display. *Journal of Experimental and Applied Physics*, 1(1), 58-66.
- Ridwan, I. F. (2023). Internet of Things development for flood early warning monitoring system: A review. *Journal of Computational Physics and Earth Science*, 3(1), 29-35. <https://doi.org/10.63581/jocpes.v3i1.01>
- Sari, P. N., & Christanto, F. W. (2023). Early warning system berbasis Internet of Things (IoT) pada daerah rawan bencana banjir di Kota Semarang. *Journal of Applied Multimedia and Networks*, 7(2), 62-70. <https://doi.org/10.30871/jamn.v7i2.6503>
- Sun, Y. J., Wang, X. M., Jia, F. X., & Yu, J. Y. (2013). Design of a wireless sensor network node based on STM32. *Applied Mechanics and Materials*, 347-350, 1920-1923. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.347-350.1920>