

Pembuatan Perangkat Portabel untuk Penanggulangan Banjir dengan Monitoring Real-Time Ketinggian Air Sungai Berbasis IoT

Dafit Ody Endriantono^a, Thofail Syakirudin^a, Ahmad Miftahur Rifat^a, Zanuvar Dwi Novaliyanto^a, Moch Raihan Kemal Pasya^a, Asyraf Sulthan Zaky^a, Yesta Medya Mahardhika^b, Muhammad Nizar Habibi^c

^aDepartemen Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

^bDepartemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

^cDepartemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Jl. Raya ITS – Kampus PENS, Sukolilo, Surabaya

*E-mail: dafitody04@ee.studemt.pens.ac.id

Abstract

Floods are among the most significant hydrometeorological challenges in Indonesia, causing major socio-economic losses and threatening human lives. Existing early warning systems (EWS) often suffer from delayed information, limited coverage, and reliance on conventional infrastructure. This research aims to design, develop, and evaluate "FLOPRO", a portable, energy-independent, and Internet of Things (IoT)-based flood early warning system. The system integrates an ESP32 microcontroller as the main processing unit, an HC-SR04 ultrasonic sensor for non-contact water level measurement, and a self-sustaining power system composed of a 5V solar panel, TP4056 charging module, and LiPo battery. Water level data is transmitted in real-time to a cloud server via the lightweight and efficient Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol. FLOPRO features a warning mechanism: local audio alerts via the ISD1820 sound module for rapid community response. Prototype testing in a controlled laboratory environment demonstrated high reliability. Validation of the HC-SR04 sensor yielded an average error rate below 3%. MQTT-based data transmission showed low end-to-end latency and high message delivery reliability. The solar-powered system maintained continuous device operation. It is concluded that FLOPRO has been successfully validated as an effective, portable, and energy-efficient flood EWS, with great potential to enhance community preparedness for flood disasters.

Keywords: Flood; Early Warning System; Ultrasonic Sensor; Solar Energy; *Real-Time* Monitoring

Abstrak

Bencana banjir merupakan tantangan hidrometeorologi paling signifikan di Indonesia, menyebabkan kerugian sosial-ekonomi yang besar dan mengancam keselamatan jiwa. Sistem peringatan dini yang ada seringkali terkendala oleh keterlambatan informasi, jangkauan terbatas, dan ketergantungan pada infrastruktur konvensional. Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan menguji "FLOPRO", sebuah sistem peringatan dini banjir yang portabel, mandiri energi, dan berbasis *Internet of Things* (IoT). Metodologi pengembangan sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengukuran ketinggian air secara non-kontak, dan sistem catu daya mandiri yang terdiri dari panel surya 5V, modul pengisi daya TP4056, serta baterai LiPo. Data pengukuran ditransmisikan secara *real-time* ke cloud server melalui protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) yang ringan dan efisien. Sistem ini menyediakan mekanisme peringatan melalui peringatan suara lokal melalui modul ISD1820 untuk respons komunitas yang cepat. Hasil pengujian prototipe dalam lingkungan laboratorium terkontrol menunjukkan kinerja yang sangat andal. Validasi sensor HC-SR04 menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata di bawah 3%. Transmisi data melalui MQTT menunjukkan latensi end-to-end yang rendah dengan keandalan pengiriman pesan yang tinggi. Sistem catu daya surya terbukti mampu menjaga operasional perangkat secara kontinu. Dapat disimpulkan bahwa perangkat FLOPRO berhasil divalidasi sebagai solusi EWS banjir yang efektif, portabel, dan efisien energi, dengan potensi besar untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana banjir.

Kata kunci: Banjir; Sistem Peringatan Dini; Sensor Ultrasonik; Energi Surya; Pemantauan Waktu Nyata

1. Pendahuluan

Bencana hidrometeorologi, khususnya banjir, merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi Indonesia akibat faktor geografis dan curah hujan yang tinggi [1]. Data dari berbagai penelitian menunjukkan frekuensi kejadian banjir yang konsisten tinggi, dengan salah satu studi mencatat 3.257 bencana banjir dalam periode tiga tahun [3]. Skala dampaknya sangat signifikan, tidak hanya mencakup kerugian ekonomi yang besar tetapi juga dampak sosial yang mendalam, seperti yang tercatat di Makassar di mana ribuan jiwa terdampak dalam satu kejadian [2,4].

Untuk memitigasi dampak tersebut, keberadaan Sistem Peringatan Dini (EWS) yang efektif menjadi sangat krusial. Namun, sistem pemantauan yang ada saat ini masih menghadapi berbagai tantangan fundamental. Evaluasi menunjukkan bahwa sistem yang ada, baik yang bersifat manual maupun otomatis, seringkali belum efektif [5]. Studi kasus terhadap sistem otomatis di DKI Jakarta, misalnya, menyoroti berbagai kendala seperti data yang tidak tersaji secara *real-time*, kurangnya sinkronisasi data antar lembaga, dan rendahnya tingkat adopsi aplikasi oleh masyarakat [6]. Lebih jauh lagi, sistem peringatan yang ada dinilai belum merata, menyebabkan tidak semua warga negara mendapatkan akses yang setara terhadap informasi peringatan bencana, sebuah isu yang menggarisbawahi adanya kesenjangan dalam jangkauan EWS [7].

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan sebuah solusi transformatif untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut, memungkinkan pengumpulan data otomatis, transmisi *real-time*, dan penyebaran peringatan yang cepat [8]. Sejumlah penelitian terkini telah membuktikan kelayakan penggunaan IoT untuk sistem peringatan banjir. Beberapa sistem berfokus pada notifikasi melalui aplikasi perpesanan seperti Telegram [9], pemanfaatan jaringan komunikasi jarak jauh seperti *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) untuk area dengan konektivitas terbatas [10], dan integrasi dengan sumber daya terbarukan seperti panel surya untuk operasi mandiri [11].

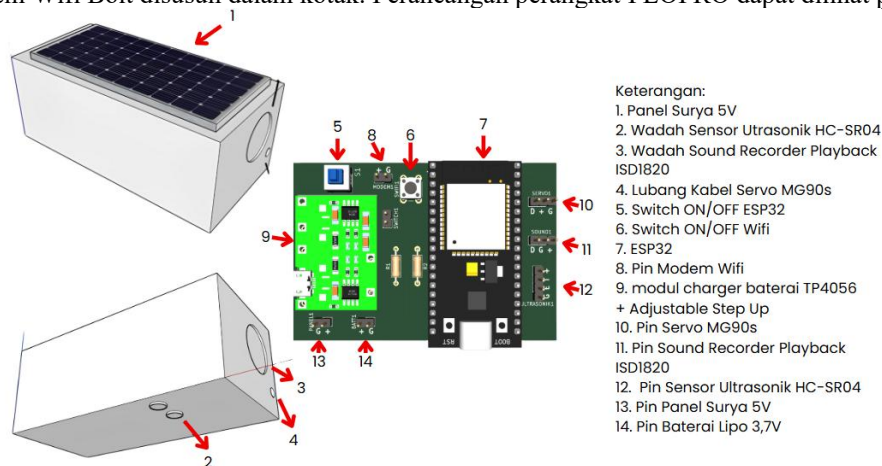
Beberapa inovasi yang telah diusulkan sebagai sebuah tinjauan literatur sistematis, menunjukkan adanya kesenjangan penelitian secara signifikan [12]. Belum banyak sistem yang secara holistik mengintegrasikan empat elemen kunci dalam satu solusi yang kohesif: (1) portabilitas fisik yang memungkinkan perangkat mudah dipindahkan; (2) kemandirian energi total melalui sistem panel surya; (3) sistem peringatan suara lokal melalui modul ISD1820 untuk respons komunitas yang cepat; dan (4) antarmuka pengguna yang memungkinkan kustomisasi ambang batas peringatan secara dinamis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji perangkat "FLOPRO" sebagai sistem pemantau ketinggian air sungai berbasis IoT yang portabel dan mandiri energi.

2. Material dan metode penelitian

Metode penelitian ini mencakup perancangan prototipe perangkat keras, arsitektur sistem, dan prosedur pengujian untuk memvalidasi fungsionalitas sistem FLOPRO.

2.1 Prototipe Perangkat FLOPRO

Bentuk perangkat FLOPRO yang akan dirancang dengan menggunakan kotak berbentuk persegi panjang dengan panjang, lebar dan tinggi 18cm x 11cm x 6cm. Casing tersebut terbuat dari plastik dengan tebal 3 mm. Untuk komponen – komponen perangkat FLOPRO yang terdiri dari ESP32, baterai Lipo 3.7 volt, panel surya 5 volt, modul *charger* baterai TP4056 + *Adjustable Step Up*, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo MG90s, *sound recorder playback* ISD1820 dan Modem Wifi Bolt disusun dalam kotak. Perancangan perangkat FLOPRO dapat dilihat pada Gambar 1.



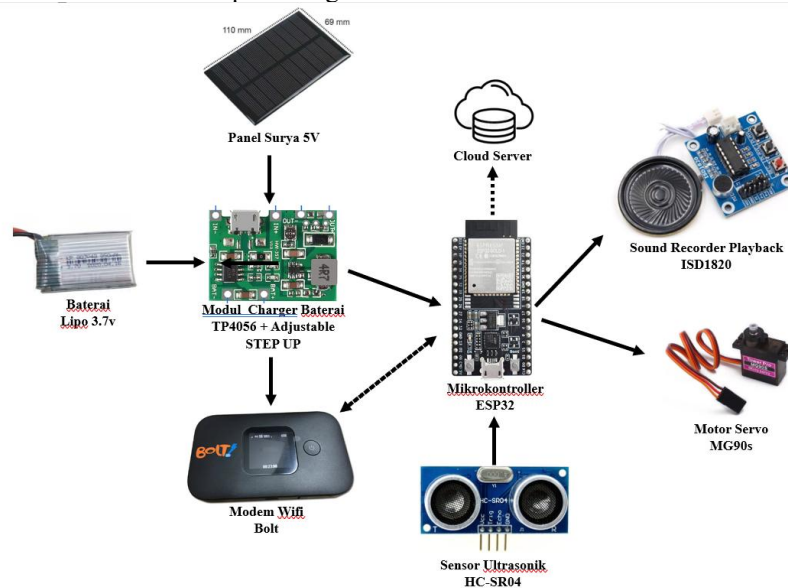
Gambar 1. Rancangan perangkat FLOPRO

2.2 Skema Perancangan Perangkat FLOPRO

Dalam penelitian ini, perangkat FLOPRO dirancang untuk memantau ketinggian air secara *real-time* dan memberikan peringatan dini potensi banjir. Sistem terdiri dari komponen utama yang dirakit dalam kotak portabel dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan. Skema wiring perangkat ditampilkan pada Gambar 2.

Sensor ultrasonik HC-SR04 Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air tanpa kontak langsung. Trigger dan Echo sensor terhubung ke pin digital ESP32, lalu data dikirim ke server secara berkala. Energi

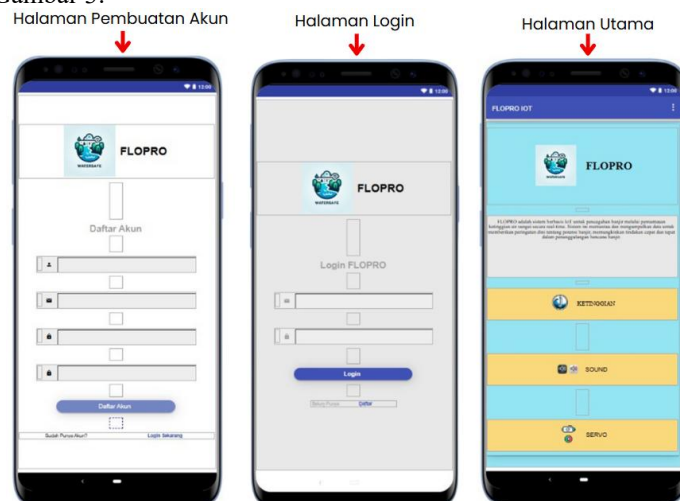
perangkat disuplai oleh panel surya 5V yang mengisi baterai LiPo 3,7V melalui modul TP4056. Daya dari baterai dialirkan melalui modul *step-up* agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Untuk konektivitas, ESP32 terhubung ke internet melalui modem WiFi Bolt dan mengirim data menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Sistem peringatan dilengkapi dengan modul ISD1820 untuk notifikasi suara lokal, serta motor servo MG90s sebagai penanda visual. Semua komponen disusun dalam satu sistem tertutup yang tahan terhadap kondisi lingkungan dan dirancang untuk efisiensi serta kemudahan pemasangan.



Gambar 2. Wiring diagram perangkat FLOPRO

2.3 Sketsa Desain Aplikasi FLOPRO

Aplikasi FLOPRO dikembangkan menggunakan platform Kodular untuk menampilkan data pemantauan dan peringatan secara *real-time* kepada pengguna. Desain antarmuka aplikasi terlebih dahulu dibuat menggunakan Figma agar tampilannya lebih terstruktur dan responsif. Aplikasi ini menyajikan informasi status ketinggian air, notifikasi peringatan melalui modul suara, status motor servo, serta tingkat daya baterai sesuai kebutuhan pengguna. Sketsa desain aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sketsa desain aplikasi perangkat FLOPRO

2.4 Alat Pendukung Pengujian

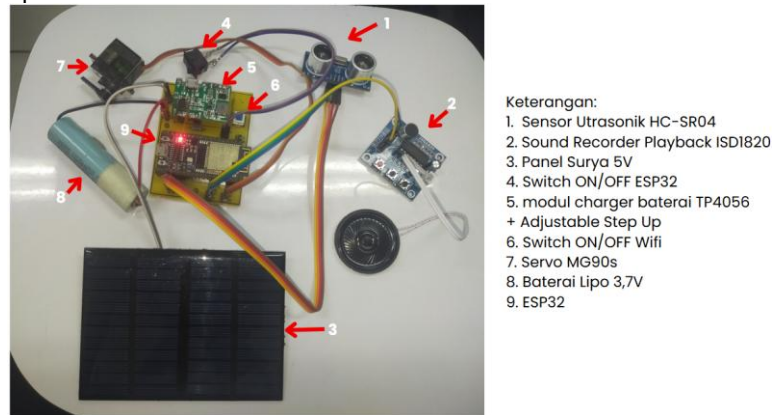
Pengujian perangkat FLOPRO menggunakan beberapa alat bantu untuk validasi sistem. Penggaris digital digunakan untuk membandingkan hasil pembacaan sensor HC-SR04 dengan ketinggian air aktual. Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu respons sistem terhadap perubahan ketinggian air. Multimeter digital dimanfaatkan untuk memantau tegangan dan arus pada rangkaian catu daya. Selain itu, laptop digunakan untuk mengakses dashboard MQTT dan memverifikasi pengiriman data secara *real-time*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil perancangan dan pengujian sistem FLOPRO, termasuk tampilan akhir perangkat serta evaluasi kinerja sensor, sistem transmisi data, dan fitur peringatan lokal.

3.1 Hasil Penelitian

Hasil perancangan perangkat keras (*hardware*) FLOPRO dengan menggunakan microcontroller ESP32 secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil perancangan keseluruhan sistem

Perancangan perangkat FLOPRO terdiri dari sistem elektronik yang dirangkai secara fungsional dan terintegrasi. Sistem ini mencakup berbagai modul utama, seperti sensor ultrasonik HC-SR04, *sound recorder playback* ISD1820, ESP32, serta modul catu daya berupa panel surya 5V, baterai LiPo 3,7V, dan modul TP4056 dengan *step-up* regulator. Untuk aktivasi sistem dan konektivitas, digunakan dua saklar *ON/OFF* terpisah untuk ESP32 dan modem WiFi Bolt. Komponen lainnya seperti motor servo MG90s berfungsi sebagai indikator visual saat peringatan aktif.

Seluruh komponen disusun secara sistematis dan akan dikemas ke dalam casing berbentuk persegi panjang berukuran 18 cm x 11 cm x 6 cm yang terbuat dari plastik dengan ketebalan 3 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.

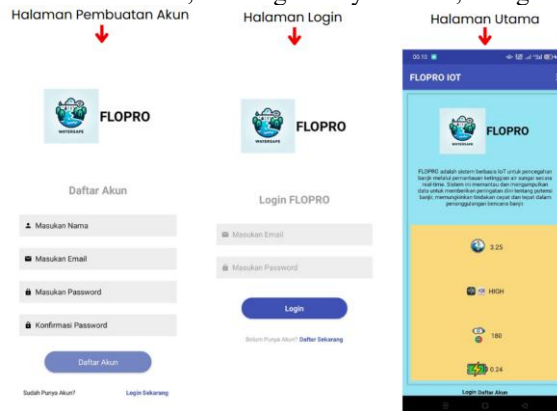


Gambar 5. Tampak luar FLOPRO



Gambar 6. Tampak dalam FLOPRO

Perangkat keras ini kemudian diintegrasikan dengan perangkat lunak berupa aplikasi FLOPRO yang dibangun menggunakan Kodular dan dirancang melalui Figma. Aplikasi ini menyajikan informasi *real-time* terkait status ketinggian air, peringatan suara, status motor servo, dan tingkat daya baterai, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan antarmuka aplikasi FLOPRO

Gambar 7. menunjukkan tampilan antarmuka aplikasi FLOPRO, dimana user harus login terlebih dahulu pada aplikasi. User akan melakukan registrasi jika belum memiliki akun untuk aplikasi FLOPRO. Pada halaman pembuatan

akun, user memasukkan nama, email dan password. User yang terautentikasi memiliki akun, bisa mengakses halaman login pada aplikasi FLOPRO dan diarahkan pada halaman utama untuk memantau informasi secara *real-time*.

3.2 Pengujian Perangkat FLOPRO

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam perancangan perangkat FLOPRO yaitu:

3.2.1 Validasi Sensor dan Sistem Monitoring

Pengujian pada bagian ini bertujuan untuk memvalidasi akurasi dari dua komponen penginderaan utama: sensor ketinggian air dan sistem monitoring tegangan baterai.

a) Validasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian akurasi sensor ketinggian air dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor HC-SR04 terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris. Tingkat kesalahan (*error rate*) dihitung menggunakan rumus: $Error (\%) = (|Nilai\ Sensor - Nilai\ Aktual| / Nilai\ Aktual) \times 100\%$. Hasil pengujian secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian validasi sensor ultrasonik HC-SR04

No.	Jarak Aktual (cm)	Jarak Terukur Sensor (cm)	Deviasi (cm)	Error (%)
1.	20	20.3	0.3	1.50
2.	30	29.8	0.2	0.67
3.	40	40.5	0.5	1.25
4.	50	49.6	0.4	0.80
5.	60	61.1	1.1	1.83
Rata-rata	-	-	0.50	1.21

Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa *error rate* rata-rata berada di angka 1.21%, yang mengindikasikan akurasi yang tinggi dan dapat diterima untuk aplikasi peringatan dini banjir.

b) Validasi Sistem Monitoring Baterai

Sistem monitoring baterai berfungsi untuk memberikan informasi status daya perangkat secara *real-time*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan tegangan baterai yang terukur oleh pin *Analog-to-Digital Converter* (ADC) pada ESP32 dengan pengukuran aktual menggunakan multimeter digital yang presisi. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

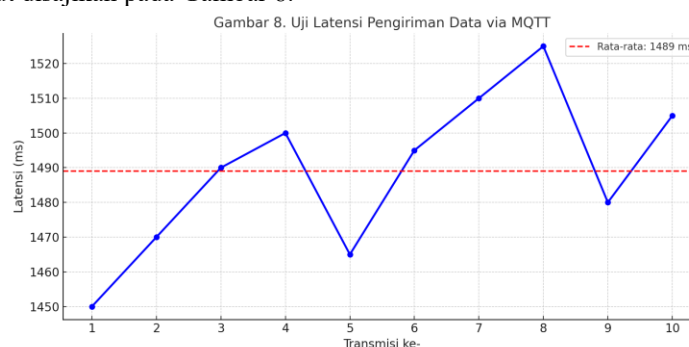
Tabel 2. Hasil pengujian validasi sistem monitoring baterai

No.	Tegangan Aktual (V)	Tegangan Sensor (V)	Deviasi (V)	Error (%)
1.	4.20	4.18	0.02	0.48
2.	3.95	3.92	0.03	0.76
3.	3.70	3.67	0.03	0.81
4.	3.50	3.46	0.04	1.14
5.	3.30	3.26	1.04	1.21
Rata-rata	-	-	0.03	0.88

Dengan rata-rata *error* sebesar 0.88%, sistem monitoring baterai mampu memberikan estimasi daya yang cukup akurat untuk keperluan operasional dan peringatan.

3.2.2 Pengujian Pengambilan dan Transmisi Data

Pengujian pengambilan dan transmisi data dilakukan untuk mengamati stabilitas koneksi dan kecepatan pengiriman. Dengan interval pengiriman setiap 60 detik, tingkat keberhasilan pengiriman pesan ke broker MQTT mencapai 100% (tidak ada packet loss) selama periode pengujian. Latensi pengiriman data, yaitu waktu yang dibutuhkan dari data dikirim oleh ESP32 hingga diterima oleh broker MQTT, juga diukur. Hasil uji latensi untuk 10 transmisi data berturut-turut disajikan pada Gambar 8.

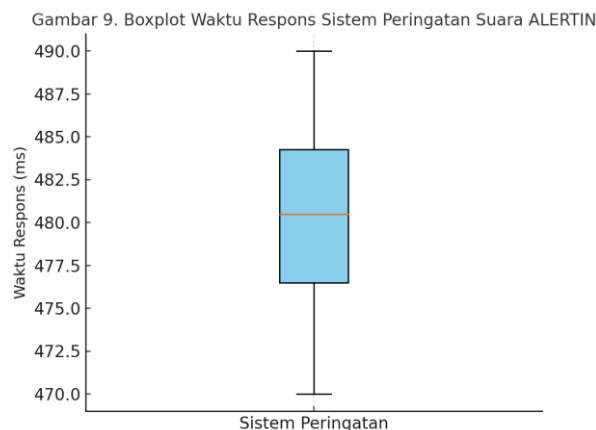


Gambar 8. Uji Latensi Pengiriman Data via MQTT

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, latensi pengiriman data sangat stabil, dengan nilai rata-rata 1496 ms (sekitar 1.5 detik). Kecepatan transmisi data ini sangat memadai untuk pemantauan kondisi ketinggian air secara *real-time* melalui dasbor pada aplikasi mobile.

3.2.3 Pengujian Sistem Peringatan Lokal

Pengujian Pengujian ini bertujuan untuk mengukur waktu respons sistem peringatan suara lokal (modul ISD1820) saat sensor mendeteksi bahwa ketinggian air telah melebihi ambang batas yang ditentukan. Waktu respons diukur sejak sensor mengidentifikasi kondisi bahaya hingga suara peringatan terdengar secara nyata dari perangkat. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dalam kondisi ruangan yang stabil dan minim gangguan untuk memastikan hasil yang konsisten. Hasil pengukuran waktu respons adalah sebagai berikut (dalam milidetik): 470, 490, 475, 480, 485, 478, 482, 476, 487, 481. Data tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk boxplot pada Gambar 9 untuk menampilkan distribusi dan kestabilan sistem. Rata-rata waktu respons dari 10 kali pengujian adalah 480 ms, dengan nilai minimum 470 ms dan maksimum 490 ms. Penyebaran data yang sempit serta ketiadaan nilai ekstrem (outlier) menunjukkan bahwa sistem peringatan suara bekerja secara konsisten dan responsif.



Gambar 9. Boxplot waktu respons sistem peringatan suara FLOPRO

Waktu respons kurang dari setengah detik ini sangat penting untuk skenario lapangan, karena memungkinkan masyarakat sekitar untuk menerima peringatan secara cepat, sehingga tindakan evakuasi atau mitigasi dapat dilakukan lebih awal.

3.3 Diskusi

Berdasarkan hasil pengujian, perangkat FLOPRO menunjukkan performa yang handal dan efisien sebagai sistem peringatan dini banjir. Validasi sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata *error* hanya 1.21%, yang menunjukkan sensor mampu melakukan pengukuran ketinggian air secara konsisten. Begitu pula dengan sistem monitoring baterai yang menunjukkan *error* rata-rata sebesar 0.88%, memastikan perangkat dapat memantau status daya secara *real-time* dan akurat.

Pengujian pengambilan dan transmisi data juga menghasilkan tingkat keberhasilan 100% dengan latensi rata-rata hanya 1489 ms, membuktikan bahwa protokol MQTT yang digunakan mampu mendukung pemantauan kondisi secara *real-time* tanpa kendala konektivitas yang berarti. Selain itu, sistem peringatan suara lokal berbasis ISD1820 mampu memberikan respon rata-rata dalam waktu 480 ms, sehingga mampu memberikan peringatan cepat kepada masyarakat di sekitar perangkat saat ketinggian air mencapai ambang batas.

Dari sisi desain dan efisiensi biaya, FLOPRO diproduksi dengan harga pokok produksi (HPP) sekitar Rp800.000. Dengan harga jual Rp1.600.000, perangkat ini masih jauh lebih ekonomis dibandingkan sistem komersial peringatan dini lainnya yang memiliki fitur serupa. FLOPRO tidak hanya hemat biaya, tetapi juga menawarkan fleksibilitas tinggi karena bersifat portabel, mandiri energi dengan panel surya, dan dilengkapi aplikasi monitoring berbasis mobile. Nilai tambah ini membuat FLOPRO memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas di daerah rawan banjir, terutama di wilayah dengan infrastruktur terbatas.

Sebagai bentuk komitmen terhadap keterbukaan informasi dan pengembangan berkelanjutan, seluruh dokumentasi pengujian, diagram rangkaian, serta source code perangkat dan aplikasi FLOPRO dapat diakses secara publik melalui repositori GitHub berikut: <https://github.com/RaihanKP10/FLOPRO-Flood-Prevention-and-River-Observation>. Dengan dokumentasi terbuka tersebut, pengguna, peneliti, maupun pengembang lain dapat melakukan pengujian lanjutan, replikasi, atau pengembangan sistem FLOPRO sesuai kebutuhan lokal masing-masing.

4. Kesimpulan

Perangkat FLOPRO berhasil dikembangkan sebagai solusi sistem peringatan dini banjir yang portabel, hemat energi, dan terhubung secara *real-time*. Hasil validasi menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dan sistem monitoring baterai bekerja dengan akurat, dengan tingkat *error* di bawah 2%. Pengujian transmisi data melalui MQTT menunjukkan tidak ada kehilangan paket dan latensi rata-rata hanya 1,5 detik, sedangkan sistem peringatan suara lokal mampu merespons dalam waktu kurang dari setengah detik.

Dengan harga produksi yang relatif rendah dan fitur-fitur penting seperti pemantauan ketinggian air, peringatan suara lokal, dan aplikasi mobile, FLOPRO dinilai layak untuk diimplementasikan sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana banjir di berbagai daerah rawan. Keunggulan dari sisi teknologi dan biaya menjadikan FLOPRO sebagai alternatif yang tepat dan inovatif dalam mendukung kesiapsiagaan masyarakat terhadap ancaman banjir.

Daftar Pustaka

- [1] Pratama, B.P.W., SCW, T.T dan Setiawan, R.B. 2023. Implementasi Website Sebagai Sistem Monitoring Penanggulangan Bencana Alam Banjir Untuk Satuan Teritorial dan Pemerintahan. *Jurnal Telkommil*, 5(2):1-6. <https://doi.org/10.54317/kom.v5i2.589>
- [2] Aljurida, A.M.A dan Anirwan., 2025. Tantangan Mitigasi Risiko Bencana Banjir Di Kota Makassar: Evaluasi Dan Rekomendasi Kebijakan Adaptif. *Dialogue Jurnal Ilmu Administrasi Publik*. 13(1), 15-30. <https://doi.org/10.31764/jiap.v13i1.26845>
- [3] Ulum, M.B dan Badri, F. 2023. Sistem Monitoring Cuaca Dan Peringatan Banjir Berbasis Iot Dengan Menggunakan Aplikasi Mit App Inventor. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*. 11(3), 319-328. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3088>
- [4] Hayati, M. N., Goejantoro, R., Siringoringo, M., Purnamasari, I., Yuniarti., Nida, K dan Messakh, G.C. 2024. Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Data Kejadian Dan Dampak Bencana Banjir Tahun 2017-2021 Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application*. 6(1), 21-34. <https://doi.org/10.35580/variansiunm12895>
- [5] Wibowo, N. R., 2023. Efektivitas Penerapan Sistem Peringatan Dini Dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Banjir Di Provinsi Dki Jakarta. *Skripsi*. Institut Pemerintahan Dalam Negeri. <http://eprints.ipdn.ac.id/id/eprint/15105>
- [6] Parameswari, D.C dan Warsono, H. 2024. Efektivitas Aplikasi Sistem Peringatan Dini dalam Upaya Mitigasi Bencana Banjir di Kota Jakarta. *Journal of Public Policy and Management Review*. 1(1):731-743. <https://doi.org/10.14710/jppmr.v1i1.49560>
- [7] Syam, R., Oktaviani, V., Dewantara, Y., Putra, Z. F. F., & Djatmiko, W. (2022). Implementasi Sistem Pendeteksi Banjir Untuk Masyarakat Jatinegara Kaum, Pulo Gadung, Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1). SNPPM2022ST-42 - SNPPM2022ST-51. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm/article/view/33314>
- [8] Tenda, E. P., Lengkong, A. V., & Pinontoan, K. F., 2021. Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter. *CogITO Smart Journal*. 7(1), 26–39. <https://doi.org/10.31154/cogito.v7i1.284.26-39>
- [9] Bustomi, M. A. Y., & Asmunin, A., 2021. Rancang Bangun Sistem Monitoring Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Iot Menggunakan Protokol Mqtt Dengan Notifikasi Bot Telegram. *Jurnal Manajemen Informatika*, 12(1).
- [10] Zakaria, M. I., Jabbar, W. A., & Sulaiman, N., 2023. Development Of A Smart Sensing Unit For Lorawan-Based Iot Flood Monitoring And Warning System In Catchment Areas. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. (3):249–261. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.005>
- [11] Uranus, H.P., Adhinugroho, N.P., Yulian, D.H dan Mangunsong. 2022. Design and Realization of Solar-powered IoT-based Flood Early Warning System with Telegram Messaging, Auto-restart Watchdog, and Power Management. *Global Conference on Innovation in Science Technology Engineering and Mathematics*. Vol 1. <https://doi.org/10.56573/gcistem.v1i.4>
- [12] Bobi, M. A. F dan Prianto, C. 2023. Perkembangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis IoT : Systematic Literature Review. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (J-ICOM)*. 4(2), 99 -103. <https://doi.org/10.55377/j-icom.v4i2.7697>