



PENERAPAN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR REAL-TIME BERBASIS IOT DAN ENERGI TERBARUKAN, DESA SESAOT

Paniran¹; Syafaruddin Ch¹; Cahyo Mustiko O.M.¹; Budi Darmawan¹; Budi Suksmadana¹; Giri Wahyu Wiriasto¹, Arnold Fernando²; rdy Pratama²; Ahmad Darusman Mashani²; Fahru Ramadhan²

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram

² Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, Jl Majapahit No 62 Mataram

Article history: Received: 12 Mei 2026, Revised: 07 Juli 2026, Accepted: 6 Agustus 2026
Corresponding author: Paniran, jurusan teknik Elektro, Universitas Mataram, Nusa Tenggara barat
e-mail: paniran@unram.ac.id

ABSTRAK

Desa Sesaot dikenal sebagai salah satu tujuan wisata sungai unggulan di Kabupaten Lombok Barat, namun memiliki tingkat risiko hidrologi yang tinggi, terutama potensi banjir bandang (flash flood) yang berasal dari kawasan hulu hutan lindung Gunung Rinjani. Permasalahan utama yang ditemukan adalah masih bergantungnya pengelola wisata pada pemantauan debit air secara manual, sehingga waktu tanggap untuk evakuasi menjadi sangat terbatas. Kegiatan pengabdian ini bertujuan merancang, membangun, dan menerapkan Sistem Peringatan Dini Banjir Real-Time berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan sumber energi terbarukan berupa panel surya. Hasil analisis menunjukkan belum tersedianya infrastruktur sistem peringatan dini otomatis yang andal di wilayah hulu sungai Purekmas.

Solusi yang dikembangkan berupa sistem sensor ultrasonik nirkabel yang mampu mendeteksi peningkatan muka air secara akurat dan secara otomatis mengaktifkan sirine peringatan di wilayah hilir. Metode pelaksanaan mencakup survei teknis kondisi topografi, pembuatan perangkat elektronik berbasis ESP32 dengan sistem transmisi komunikasi Long-Range (LoRa), pemasangan sistem catu daya mandiri berupa PLTS, serta simulasi operasional bersama mitra setempat.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa Sistem Peringatan Dini Banjir mampu mengirimkan data ketinggian air secara real-time dan mengaktifkan alarm suara berintensitas tinggi saat mencapai batas kritis. Implementasi teknologi ini terbukti meningkatkan rasa aman di kawasan wisata serta menjadi solusi mitigasi bencana yang berkelanjutan bagi masyarakat desa Sesaot.

Kata kunci: Peringatan dini, banjir, real-time, energi terbarukan, Desa Sesaot.

ABSTRACT

Sesaot Village is known as one of the leading river tourism destinations in West Lombok Regency, but it has a high level of hydrological risk, especially the potential for flash floods originating from the upstream area of the Mount Rinjani protected forest. The main problem identified is the continued reliance of tourism managers on manual water discharge monitoring, resulting in very limited response time for evacuation. This community service activity aims to design, build, and implement a Real-Time Flood Early Warning System based on the Internet of Things (IoT) integrated with renewable energy sources in the form of solar panels. The analysis results indicate the lack of reliable automatic early warning system infrastructure in the upstream area of the Purekmas River.

The developed solution is a wireless ultrasonic sensor system capable of accurately detecting rising water levels and automatically activating warning sirens in downstream areas. The implementation method includes a technical survey of topographic conditions, the creation of ESP32-based electronic devices with a Long-Range (LoRa) communication transmission system, the installation of an independent power supply system in the form of a solar power plant (PLTS), and operational simulations with local partners.

The results of the project demonstrated that the Flood Early Warning System is capable of transmitting real-time water level data and activating a high-intensity audible alarm when critical levels are reached. Implementation of this technology has been proven to increase the sense of security in the tourist area and provide a sustainable disaster mitigation solution for the Sesaot village community.

Keywords: Early warning, flood, real-time, renewable energy, sesaot village

PENDAHULUAN

Desa Sesaot yang berada di Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, dipilih sebagai lokasi pengabdian karena perannya sebagai destinasi wisata alam yang sangat diminati. Daya tarik utama kawasan ini adalah aliran sungai yang berasal dari mata air Purekmas, yang mampu menarik ribuan pengunjung setiap pekan. Meski demikian, di balik potensi wisata tersebut terdapat risiko banjir kiriman (flash flood) yang kerap muncul secara tiba-tiba tanpa indikasi visual yang jelas di wilayah hilir.

Secara hidrologi, aliran sungai di Desa Sesaot berfungsi sebagai jalur utama limpasan air dari kawasan hutan lindung di sekitarnya. Kondisi cuaca ekstrem di daerah hulu kerap memicu lonjakan debit air secara tiba-tiba. Selama ini, sistem peringatan yang diterapkan masih bergantung pada komunikasi manual antara masyarakat di hulu dan pengelola Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) di bagian hilir dengan memanfaatkan sarana komunikasi konvensional. Pendekatan tersebut memiliki kelemahan mendasar, yakni informasi yang kurang pasti serta keterlambatan dalam merespons kondisi darurat.[1] Dalam upaya mitigasi bencana, keterlambatan meskipun hanya beberapa menit dapat berdampak serius terhadap keselamatan wisatawan yang berada di aliran sungai, sekaligus menimbulkan kerugian bagi pelaku UMKM yang beraktivitas di sepanjang bantaran sungai.

Kendala teknis di lapangan turut menjadi faktor utama yang menghambat pengembangan sistem mitigasi yang andal. Titik hulu sungai yang paling strategis untuk pemantauan umumnya memiliki keterbatasan akses terhadap jaringan listrik konvensional serta kondisi medan yang cukup sulit dijangkau. Oleh sebab itu, dibutuhkan perangkat mitigasi yang tidak hanya unggul dari sisi fungsi, tetapi juga mampu beroperasi secara mandiri dalam hal sumber energi. Belum tersedianya teknologi deteksi otomatis yang dapat bekerja selama 24 jam di Desa Sesaot menjadi celah signifikan yang perlu segera diatasi demi menjaga reputasi desa sebagai destinasi wisata yang aman.

Melalui kegiatan pengabdian dari Universitas Mataram, tim mahasiswa berupaya mengalihkan sistem mitigasi konvensional menuju pendekatan berbasis teknologi digital. Implementasi sistem peringatan dini banjir real-time yang memanfaatkan Internet of Things (IoT) [2][3] serta energi surya dirancang[4][5] untuk mengatasi keterbatasan jarak dan waktu dalam penyampaian informasi. Inovasi ini diharapkan dapat menghadirkan standar baru dalam pengelolaan keamanan pariwisata di Desa Sesaot, [6] memberikan perlindungan yang lebih terstruktur bagi masyarakat, sekaligus menjamin keberlanjutan sektor pariwisata sebagai penggerak ekonomi desa yang lebih tangguh terhadap risiko bencana.[7]

ANALISIS PERMASALAHAN

Berdasarkan hasil survei teknis serta wawancara partisipatif dengan pengelola Pokdarwis Bawak Goak, teridentifikasi bahwa persoalan utama dalam mitigasi di Desa Sesaot disebabkan oleh belum adanya data ketinggian air yang terukur secara objektif.



Gambar 1. Kondisi kawasan wisata Bawak Goak Desa Sesaot.

Pengelola wisata kerap mengalami kesulitan dalam menentukan waktu evakuasi yang tepat karena informasi yang diperoleh cenderung subjektif dan sering datang terlambat. Karakteristik sungai yang dipenuhi jeram dan bebatuan besar turut meningkatkan risiko bagi wisatawan ketika terjadi lonjakan debit air secara mendadak. Di sisi lain, keterbatasan jaringan listrik di area pemantauan hulu membuat perangkat elektronik konvensional sulit untuk dioperasikan. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Desa Sesaot membutuhkan sistem deteksi dini yang otomatis, berbasis nirkabel, serta didukung sumber energi mandiri guna mengatasi keterlambatan aliran informasi.[7]

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan pendekatan partisipatif dan eksploratif dengan menekankan keterlibatan aktif masyarakat desa Sesaot, terutama dalam mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang dihadapi. Pendekatan ini bertujuan memperoleh gambaran nyata kondisi lapangan sebagai dasar penyusunan program yang tepat sasaran, sekaligus meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kemandirian mitra dalam mitigasi bencana secara berkelanjutan.

Tim pengabdian mengusulkan solusi terpadu berupa perancangan dan pembangunan sistem mitigasi bencana struktural dalam bentuk Sistem Peringatan Dini Banjir Real-Time yang terintegrasi dengan teknologi IoT [8][9]. Solusi ini memanfaatkan sensor ultrasonik tipe JSN-SR04T yang bersifat tahan air (*waterproof*) dan memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi perubahan ketinggian permukaan air tanpa kontak langsung dengan aliran sungai. Sebagai pusat kendali, digunakan mikrokontroler ESP32 yang telah dioptimalkan untuk komunikasi data nirkabel jarak jauh yaitu LoRa [10]. Dari sisi suplai energi, sistem didukung oleh panel surya jenis polycrystalline, solar charge controller, serta baterai sebagai penyimpan energi agar perangkat tetap beroperasi saat cuaca mendung maupun pada malam hari. Sistem ini juga dilengkapi mekanisme peringatan otomatis melalui sirine berintensitas tinggi (120 dB), sehingga dapat memicu tindakan evakuasi secara cepat tanpa bergantung pada instruksi manual. Tahapan yang dilakukan Tim, antara lain;

Perancangan dan Perakitan : Mencakup perancangan skema elektronik, pengembangan algoritma dengan logika “Aman–Waspada–Bahaya” pada ESP32, serta pembuatan boks panel pelindung perangkat yang dirancang agar tahan terhadap kelembapan tinggi dan kondisi suhu ekstrem di area sungai.

Instalasi Fisik : Pekerjaan meliputi pemasangan struktur tiang permanen di area tepi hulu Sungai Purekmas, instalasi panel surya dengan kemiringan dan orientasi yang dioptimalkan untuk penyerapan sinar matahari [11], serta penempatan unit sirine di wilayah hilir pada lokasi yang mampu memberikan jangkauan suara paling luas di kawasan wisata [12].

Kalibrasi Sistem : Melaksanakan pengujian kinerja sensor menggunakan objek diam maupun bergerak pada berbagai variasi jarak guna memastikan ketepatan data yang dihasilkan. Penentuan ambang batas bahaya dilakukan dengan mengacu pada data historis kejadian banjir tahunan di Desa Sesaot.

Uji Coba Komunikasi Nirkabel : Melakukan pengujian keandalan transmisi data dari sensor di wilayah hulu menuju unit alarm di bagian hilir guna memastikan tidak terjadi gangguan sinyal yang disebabkan oleh lebatnya vegetasi hutan lindung.

Tahap Serah Terima dan Pelatihan: Melaksanakan simulasi penanggulangan bencana bersama mitra, menyediakan modul pelatihan terkait perawatan baterai dan pembersihan sensor, serta menyerahkan pengelolaan sistem sepenuhnya kepada Pemerintah Desa Sesaot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.Implementasi Teknis Sistem Peringatan Dini Banjir Real-Time Berbasis IoT

Implementasi teknologi Sistem Peringatan Dini Banjir di Desa Sesaot berhasil mengubah pola masyarakat dalam memantau kondisi sungai. Sebagaimana ditunjukkan Gambar 2, Sensor ultrasonik yang dipasang tegak lurus terhadap permukaan air mampu menghasilkan data jarak dengan tingkat kesalahan di bawah 2%, yang kemudian dikirimkan setiap detik ke unit pengolah. Keunggulan utama dari sistem ini terletak pada penggunaan catu daya mandiri berbasis panel surya berkapasitas 50 Wp Sebagaimana ditunjukkan Gambar 3 [11]. Selama

masa pengujian, perangkat terbukti tetap beroperasi hingga 72 jam tanpa paparan sinar matahari penuh berkat dukungan baterai deep cycle sebagai penyimpan energi. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat diimplementasikan secara efektif di wilayah terpencil dengan keterbatasan infrastruktur listrik [5].

2. Mekanisme Kerja IoT dan Respon Bahaya Otomatis

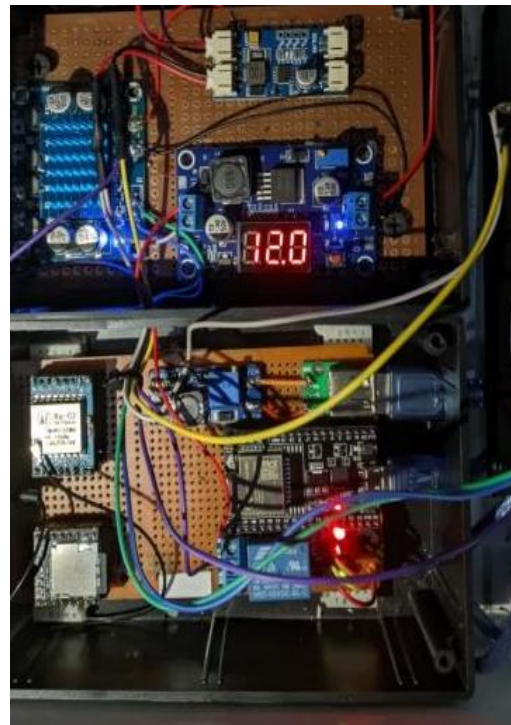
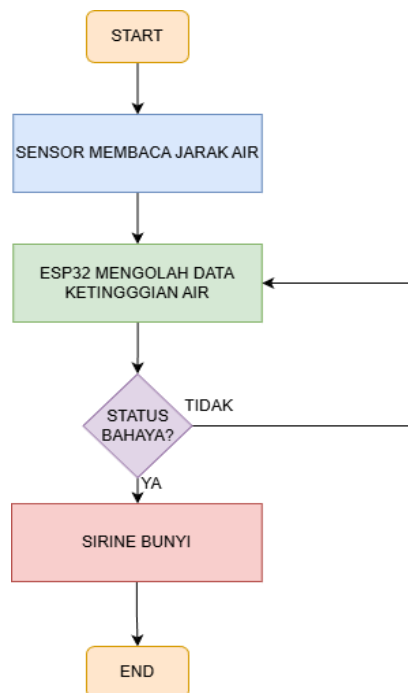
Keunggulan inovatif dari perangkat ini terletak pada algoritma respons cepat yang ditanamkan pada mikrokontroler [13]. Sistem tidak hanya memantau ketinggian air, tetapi juga menganalisis kecepatan kenaikan muka air dalam interval waktu tertentu. Apabila terjadi peningkatan yang signifikan hingga melampaui batas aman, ESP32 secara otomatis mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan sirine di kawasan hilir wisata. Mekanisme ini memberikan tambahan waktu evakuasi (lead time) bagi pengunjung sebelum banjir mencapai lokasi. Sirine yang digunakan dirancang dengan frekuensi suara tinggi sehingga mampu menembus kebisingan aliran sungai maupun keramaian wisatawan, sehingga efektivitas sistem peringatan tetap terjaga [14].



Gambar 2. Instalasi perangkat sensor sistem pada bantaran hulu sungai desa Sesaot.



Gambar 3. Unit sirine peringatan dini yang terintegrasi dengan sistem IoT di kawasan hilir.



Gambar 4. Diagram alir mekanisme pengolahan data sensor dan perangkat elektronika.

3. Analisis Kinerja Sistem pada Kondisi Lapangan

Berdasarkan hasil pemantauan selama tiga bulan (Pebruari-April), sistem mampu mendeteksi dua peristiwa peningkatan debit air dalam skala kecil yang dipicu oleh hujan di wilayah pegunungan hulu. Pada kejadian tersebut, sistem berhasil memberikan peringatan secara tepat waktu dan sirine berfungsi otomatis sesuai logika algoritma yang telah dirancang.

Pengujian terhadap jangkauan transmisi data menunjukkan koneksi yang stabil meskipun berada di area dengan keterbatasan sinyal seluler, berkat optimalisasi protokol komunikasi yang efisien berbasis LoRa. Selain itu, keandalan boks panel dalam melindungi komponen dari kondisi lembap di sekitar sungai juga terbukti sangat baik, tanpa ditemukan indikasi korosi maupun gangguan hubung singkat [15].

4. Transfer Teknologi dan Kesiapsiagaan Mitra

Keberlangsungan sistem mitigasi ini sangat ditentukan oleh kemampuan masyarakat setempat dalam mengoperasikan dan merawatnya. Oleh sebab itu, tim dari Universitas Mataram menyelenggarakan pelatihan intensif bagi pengelola Pokdarwis. Materi yang diberikan meliputi cara memantau indikator kapasitas baterai, langkah-langkah pembersihan lensa sensor secara manual dari gangguan bahan organik, serta prosedur koordinasi antar petugas keamanan wisata ketika sirine diaktifkan. Selain itu, dilakukan pula simulasi evakuasi mandiri untuk melatih kesiapsiagaan petugas dalam mengarahkan pengunjung menuju jalur evakuasi yang telah ditetapkan. Melalui proses alih pengetahuan ini, masyarakat Desa Sesaot tidak lagi hanya berperan sebagai penerima teknologi, melainkan menjadi pihak yang mandiri dalam upaya mitigasi bencana.



Gambar 5. Pelatihan teknis dan simulasi tanggap bencana desa Sesaot.

KESIMPULAN

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat oleh Universitas Mataram di Desa Sesaot telah memberikan dampak konkret melalui Penerapan Sistem Peringatan Dini Banjir Real-Time Berbasis IoT dan Energi Terbarukan. Sistem tersebut bersifat real-time berbasis IoT yang didukung energi surya sebagai suplay daya. Tulisan ini menunjukkan bahwa solusi teknologi tepat guna mampu menjawab keterbatasan sistem mitigasi bencana konvensional yang selama ini memiliki tingkat risiko tinggi. Sistem Peringatan Dini Banjir yang dikembangkan terbukti memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memantau perubahan ketinggian air sungai secara real-time serta andal dalam memberikan peringatan dini otomatis melalui sirine. Keberhasilan tersebut tidak hanya meningkatkan tingkat keamanan bagi para wisatawan di Desa Sesaot, tetapi juga memberikan rasa aman bagi masyarakat setempat dalam menjalankan kegiatan ekonomi. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi dengan aplikasi seluler serta penambahan titik-titik sensor, sehingga tercipta sistem mitigasi bencana banjir yang lebih menyeluruh di kawasan wisata Sesaot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram atas dukungan dana PNPB Tahun Anggaran 2026. Penulis mengucapkan penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Pemerintah Desa Sesaot dan seluruh pengelola Pokdarwis Bawak Goak, atas kerja sama yang sangat baik sejak tahap survei hingga proses pemasangan perangkat di lapangan. Demikian juga penghargaan dan terima kasih kepada Para mahasiswa program KKN PMD 2025/2026 yang ditempatkan di Desa Sesaot (Arnold Fernando dkk) atas gagasannya yang sejalan dengan program lembaga pengabdian masyarakat (LPPM) Universitas Mataram. Dan terimakasih kepada semua pihak yang telah mencurahkan tenaga dan pikiran sehingga peralatan Sistem Peringatan Dini Banjir Real-Time Berbasis IoT dan Energi Terbarukan di Desa Sesaot dapat terwujud dan berfungsi dengan baik.

REFERENSI

- [1] J. Pengabdian *et al.*, "Diseminasi pedoman desa tangguh bencana di nusa tenggara barat," vol. 5, no. 3, pp. 281–287, 2025.
- [2] A. Science, "SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN GOOGLE FIREBASE WATER LEVEL MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS," vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2017.
- [3] C. Hasiholan, R. Primananda, and K. Amron, "Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem Monitoring Banjir menggunakan Protokol MQTT," vol. 2, no. 12, pp. 6128–6135, 2018.
- [4] M. Y. Naim, and M. F. Suardi, "Rancang Bangun PLTS Mobile untuk Wilayah Operasional BASARNAS dimiliki Indonesia sebagai negara tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun . bencana di Indonesia , penulis tertarik untuk mengkaji perancangan dan pemanfaatan sistem Energi Surya," vol. 4, 2025.
- [5] A.B. Nurcahyono, Paniran, A.Natsir, "Catu daya, energi terbarukan, PLTS, evaluassi dan perencanaan PLTS, PLTS tipe rooftop."
- [6] D Mahmud *et al*, "MINAT BERKUNJUNG WISATAWAN DI DESA WISATA SESAOT DI PENGARUHI OLEH POSTINGAN KONTEN INSTAGRAM INSIDE SESAOT" vol. 4, no. 3, pp. 701–710, 2025.
- [7] L. Nurmayanti, P. Basuki, B. Ismiwati, F. Ekonomi, U. Mataram, and K. Kunci, "Strategi Pengembangan Potensi Desa Wisata Sesaot Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat Melalui Pemberdayaan Masyarakat," vol. 10, no. September, pp. 731–740, 2024.
- [8] I. Esp *et al.*, "Perancangan dan Implementasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis lingkungan secara real-time dan terhubung . Teknologi ini memungkinkan integrasi antara," no. September, 2025.
- [9] A. Bernardelli *et al.*, "Real-time model predictive control of a wastewater treatment plant based on machine learning," *Water Sci. Technol.*, vol. 81, no. 11, pp. 2391–2400, 2020, doi: 10.2166/wst.2020.298.
- [10] R. Saputra , Syafaruddin, Paniran, "BEES : Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Prototype Alat Pemilah Sampah Organik , Logam , dan Non Logam Menggunakan Mikrokontroler Esp32," vol. 5, no. 2, pp. 46–54, 2024.
- [11] U Mukhtar; Paniran;, "Analisis Performa Rasio Daya yang Dihasilkan PV Modul pada Array Box 881 Di PLTS 7 MWp," vol. 12, no. 1, pp. 41–46, 2025.
- [12] D. Arwidiyarti *et al.*, "Aplikasi pengenalan pariwisata desa wisata sesaot berbasis android".
- [13] G. K. Nurmahsya, Misbahuddin, Paniran, "Sistem IoT Untuk Monitoring Suhu dan Pengaturan Kelembaban Penetasan Telur Penyu," vol. 6, no. 1, pp. 424–435, 2024, doi: 10.47065/josyc.v6i1.6262.
- [14] Paniran *et al*, "PELATIHAN PEMELIHARAAN DAN PENGEMBANGAN SOUND SYSTEM," vol. 5, pp. 1–7, 2023.
- [15] N. Pratama, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Pendeteksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik," vol. 4, pp. 117–123, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1905.