

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di berbagai belahan dunia dengan dampak sosial-ekonomi yang signifikan. Menurut laporan United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), lebih dari 40% kejadian bencana alam global dalam dekade terakhir adalah banjir, dengan kerugian mencapai miliaran dolar setiap tahun (UNDRR, 2023). Indonesia sendiri merupakan negara yang sangat rentan terhadap bencana ini akibat kondisi geografisnya yang didominasi oleh dataran rendah dan aliran sungai besar. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa dalam lima tahun terakhir telah terjadi lebih dari 3.500 kejadian banjir yang menyebabkan ribuan rumah terendam dan banyak korban jiwa (BNPB, 2023). Sistem peringatan dini yang tersedia saat ini masih memiliki keterbatasan dalam penyebaran informasi yang cepat dan akurat kepada masyarakat.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam sistem pemantauan lingkungan dan mitigasi bencana, termasuk banjir. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data secara real-time melalui sensor yang ditempatkan di lokasi rawan banjir, yang kemudian dikirimkan ke aplikasi mobile atau platform berbasis cloud untuk analisis lebih lanjut (Suharjono et al., 2023). Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam implementasi IoT adalah ESP32, yang menawarkan fitur konektivitas WiFi dan Bluetooth, konsumsi daya rendah, serta kompatibilitas dengan berbagai sensor lingkungan seperti sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air (Raman & Iqbal, 2024). Dengan integrasi aplikasi mobile, masyarakat dapat menerima notifikasi peringatan dini secara langsung dan mengambil langkah mitigasi yang diperlukan (Rosca & Stancu, 2024).

Meskipun menawarkan banyak keunggulan, terdapat tantangan dalam implementasi sistem peringatan dini berbasis IoT, terutama terkait keterbatasan infrastruktur jaringan di daerah terpencil dan daya tahan perangkat terhadap kondisi

lingkungan ekstrem (Sutedi et al., 2024). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan IoT dalam sistem pemantauan banjir. Studi oleh Suharjono et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik dan komunikasi berbasis *LoRa* dapat meningkatkan jangkauan pemantauan banjir di daerah yang sulit dijangkau. Sementara itu, penelitian oleh Simatupang & Arrazaq (2023) membahas bagaimana implementasi NodeMCU dalam sistem peringatan dini dapat meningkatkan respons masyarakat terhadap risiko banjir.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, masih terdapat kesenjangan dalam integrasi teknologi IoT, ESP32, dan aplikasi mobile dalam satu sistem yang komprehensif. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada aspek teknis tanpa mempertimbangkan faktor keberlanjutan sistem dalam kondisi nyata, seperti ketersediaan daya dan kestabilan jaringan komunikasi (Arisandi & Syamsuadi, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe sistem peringatan dini banjir berbasis IoT yang tidak hanya menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama, tetapi juga mengintegrasikannya dengan aplikasi mobile yang lebih interaktif dan mudah digunakan oleh masyarakat.

Secara teoretis, penelitian ini akan berkontribusi dalam pengembangan sistem peringatan dini berbasis IoT yang lebih efisien dan dapat diterapkan di berbagai wilayah dengan karakteristik geografis yang berbeda. Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengantisipasi bencana banjir serta mengurangi dampak yang ditimbulkan melalui informasi yang lebih akurat dan cepat. Dengan keberhasilan implementasi sistem ini, masyarakat dapat mengelola risiko banjir dengan lebih baik, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat dan efektif, mengurangi potensi korban jiwa serta kerugian materi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masih terdapat tantangan dalam pengembangan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT, khususnya dalam hal integrasi antara perangkat keras (NodeMCU ESP32), aplikasi mobile, dan efektivitas penyebaran informasi secara real-time. Selain itu, banyak penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada aspek teknis tanpa mempertimbangkan keberlanjutan sistem dalam kondisi nyata, seperti kestabilan jaringan komunikasi dan ketahanan perangkat terhadap lingkungan ekstrem. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 yang dapat mendeteksi dan mengirimkan data secara real-time?.

2. Bagaimana efektivitas dan keandalan sistem IoT yang terintegrasi dengan aplikasi mobile dalam menyampaikan informasi peringatan dini banjir secara cepat dan akurat di berbagai kondisi lingkungan, termasuk daerah dengan keterbatasan infrastruktur jaringan?

3. Bagaimana strategi optimal dalam meningkatkan keberlanjutan dan skalabilitas sistem peringatan dini banjir berbasis IoT agar dapat diterapkan secara luas dan berkelanjutan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan dapat menghasilkan solusi yang spesifik serta aplikatif, maka penelitian ini dibatasi dalam beberapa aspek berikut:

1. Lingkup Teknologi dan Perangkat
 - a. Sistem peringatan dini yang dikembangkan hanya menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama.
 - b. Sensor yang digunakan untuk pemantauan banjir terbatas pada sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, serta sensor pendukung lainnya

- c. Modul *LoRa* yang tergolong *low spec*, hanya mampu mengirimkan data dengan kecepatan 50kbps yang akan menyebabkan sedikit delay pengiriman data
2. Fitur dan Fungsi Aplikasi Mobile
 - a. Aplikasi mobile yang dikembangkan hanya berfungsi untuk menerima dan menampilkan informasi peringatan dini banjir dalam bentuk notifikasi, grafik ketinggian air, serta peta lokasi sensor.
 - b. Aplikasi tidak mencakup fitur kompleks seperti analisis prediktif berbasis kecerdasan buatan (AI) atau integrasi dengan sistem peringatan nasional.
 3. Konteks Implementasi dan Pengujian
 - a. Pengujian sistem dilakukan dalam skala prototipe, yaitu di lingkungan terbatas.
 - b. Tidak dilakukan uji coba pada kondisi banjir nyata atau dalam skala wilayah yang luas.
 - c. Fokus penelitian hanya pada aspek teknis dan efektivitas penyebaran informasi, tanpa membahas aspek sosial atau kebijakan terkait respons masyarakat terhadap peringatan dini.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi mobile guna meningkatkan efektivitas pemantauan dan penyebaran informasi kepada masyarakat. Secara khusus, penelitian ini memiliki tiga tujuan utama berikut:

1. Merancang dan mengembangkan prototipe sistem peringatan dini banjir berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 yang mampu mendeteksi ketinggian air secara real-time dan mengirimkan data ke platform pemantauan secara akurat.
2. Menganalisis efektivitas integrasi antara sistem IoT dan aplikasi mobile dalam menyampaikan peringatan dini kepada masyarakat, serta mengukur kecepatan

dan keakuratan penyebaran informasi dibandingkan dengan metode konvensional.

3. Mengevaluasi ketahanan dan keandalan sistem yang dikembangkan terhadap berbagai kondisi lingkungan serta mengidentifikasi potensi kendala teknis, seperti keterbatasan jaringan komunikasi dan daya tahan perangkat, untuk meningkatkan kualitas dan keberlanjutan sistem peringatan dini ini.

1.5 Manfaat

Dengan adanya penelitian tugas akhir ini, diharapkan agar dapat memberi manfaat yaitu sebagai berikut:

- a. Bagi Masyarakat :
 1. Membantu masyarakat untuk lebih wasapada terhadap bahaya banjir yang melanda daerahnya
 2. Memberikan informasi Real-Time tentang keadaan sungai
 3. Mengurangi kerugian ekonomi dan materil
 4. Mudah mengakses sistem
- b. Bagi Politeknik Negeri Jember
 1. Menambah referrensi tentang pengembangan lebih lanjut penelitian ini
 2. Menambah inovasi teknologi bidang IoT dan Kebencanaan
 3. Peluang kolaborasi dengan pemerintah dan industri
- c. Bagi Industri IoT
 1. Mendukung Standarisasi dan Kemanan IoT
 2. Mendorong Inovasi dan Pengembangan Teknologi IoT