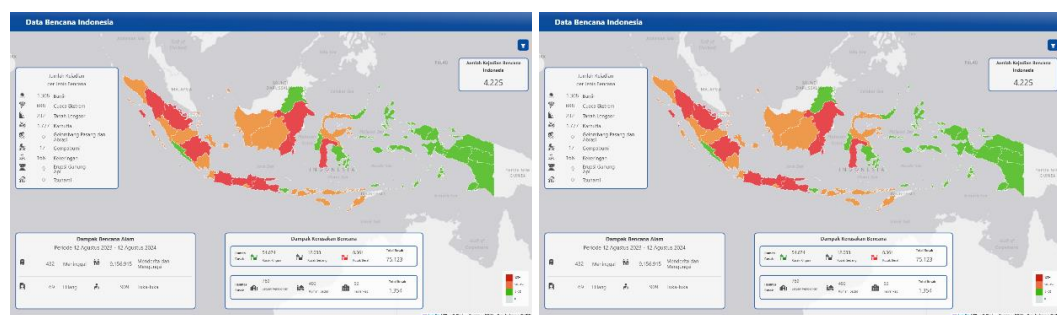


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda di berbagai wilayah Indonesia setiap tahunnya. Penyebab utama banjir termasuk intensitas curah hujan yang tinggi, perubahan iklim yang tidak menentu, dan kondisi geografis yang rentan. Perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global telah memperparah siklus musim hujan dan kemarau, menyebabkan kejenuhan tanah dalam menyerap air sehingga air hujan dengan cepat mengalir ke permukaan yang lebih rendah dan menyebabkan banjir menurut (Ponggawa dkk., 2022). Data Bencana Indonesia yang telah dipublikasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa telah terjadi kejadian banjir sebanyak 1.640 kali selama satu tahun terakhir dari 12 Agustus 2024 hingga 12 Agustus 2025. Angka tersebut telah meningkat dibandingkan tahun sebelumnya yang mengalami kejadian banjir sebanyak 1.308 kali pada rentang waktu 12 Agustus 2023 hingga 12 Agustus 2024. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa tingkat terjadinya banjir telah mengalami kenaikan 25,37%. Berikut merupakan Data Bencana Indonesia pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 a) Data Bencana Indonesia 2023-2024 b) Data Bencana Indonesia 2024-2025

Pada Gambar 1.1 ditampilkan Data Bencana Indonesia dari jumlah kejadian per jenis bencana, dampak bencana alam, serta dampak kerusakan bencana, dan yang akan dibahas dalam penelitian berikut merupakan jumlah kejadian bencana banjir. Kerugian yang ditimbulkan akibat banjir sangat signifikan, mencakup kerugian materi, korban jiwa, serta dampak psikologis yang dirasakan oleh

masyarakat terdampak menurut penelitian (Sutarti dkk., 2022). Hasil dokumentasi lapangan juga menunjukkan bahwa banyak masyarakat masih mengandalkan metode manual dalam memantau tinggi muka air sungai, seperti menandai dinding rumah atau jembatan dengan batas tertentu sebagai indikator. Fakta tersebut menguatkan pentingnya pengembangan sistem monitoring berbasis teknologi yang lebih akurat dan dapat diakses dengan mudah.

Oleh karena itu, peneliti melakukan observasi ke beberapa tempat yang memungkinkan terjadinya banjir serta melakukan wawancara dengan masyarakat sekitar. Berdasarkan hasil wawancara, beberapa lokasi ada yang sudah menggunakan sistem *monitoring* secara otomatis dan ada pula yang masih melakukan dengan manual, dan untuk yang sudah menggunakan sistem *monitoring* tersebut diantaranya masih ada yang mengeluhkan terkait cara kerja aplikasinya, sehingga beberapa masyarakat ada yang masih memilih untuk melihat ketinggian air secara manual walaupun sudah ada alat sistem *monitoring*. Berdasarkan hasil dari wawancara tersebut peneliti akan membuat prototipe Sistem *Monitoring* Aliran Sungai Berbasis IoT dan Aplikasi *Mobile* Untuk Mitigasi Banjir. Diperlukan sistem yang efektif untuk *monitoring* aliran sungai dan mendeteksi potensi banjir secara dini. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi untuk permasalahan tersebut dengan memungkinkan pemantauan kondisi sungai secara *real-time* dan memberikan peringatan dini kepada masyarakat menurut penelitian (Pratamadkk., 2020). Dengan demikian, pengembangan sistem *monitoring* berbasis IoT berikut dapat diharapkan menjadi solusi yang tepat guna dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana banjir serta mempercepat proses mitigasi di lapangan.

Dalam penelitian prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT dan aplikasi *mobile*, dikembangkan sebuah sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*. Sistem *monitoring* memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dan mengirimkan data secara *real-time* ke server melalui jaringan internet. Data yang *real-time* tersebut dapat diakses melalui aplikasi *mobile* yang dirancang khusus, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi ketinggian debit air sungai dan menerima notifikasi peringatan

dini jika terjadi peningkatan ketinggian air yang berpotensi menimbulkan banjir menurut penelitian (Khadri dkk., 2021). Tujuan utama dari sistem *monitoring* adalah untuk memberikan informasi yang cepat dan akurat kepada masyarakat dan pihak berwenang, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan sebelum banjir terjadi. Dengan demikian, sistem tersebut diharapkan dapat meminimalkan kerugian dan dampak negatif yang ditimbulkan bencana banjir menurut penelitian yang dilakukan (Syam dkk., 2022). Sehingga dapat diambil kesimpulan, pengembangan sistem *monitoring* berikut merupakan langkah strategis dalam mendukung upaya mitigasi banjir berbasis IoT, sekaligus meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat melalui pemanfaatan informasi yang *real-time* dan mudah diakses.

Pada penelitian berikut, mengusulkan pengembangan prototipe alat sistem *monitoring* yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan menjadi *platform* utama yang dapat terintegrasi dengan berbagai sensor, termasuk sensor AJ-SR04M sebagai ultrasonik yang akan membaca ketinggian debit air, sensor *waterflow* untuk membaca kecepatan arus air yang mengalir, serta *raindrop* untuk membaca keadaan cuaca hujan atau cerah pada lokasi yang telah diimplementasikan sistem *monitoring*. ESP32 memungkinkan pengembangan sistem berikut secara efektif dan memberikan fleksibilitas dalam integrasi dengan komponen lainnya. Keakuratan data yang diperoleh dari AJ-SRO4M menjadi kunci dalam memastikan bahwa informasi yang dihasilkan oleh sistem mencerminkan dengan tepat kondisi sebenarnya. Sensor AJ-SR04M juga berkontribusi pada validitas hasil penelitian, memastikan bahwa setiap nilai yang diukur sesuai dengan Kondisi nyata dan dapat diandalkan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Syakur (2022) pada perancangan dan pengujian alat ukur tinggi muka air sungai berbasis sensor ultrasonik AJ-SR04M menunjukkan hasil yang sangat baik. Alat tersebut terbukti memiliki tingkat akurasi tinggi dengan nilai *error* relatif hanya sebesar 0,066%, serta koefisien korelasi (R^2) mencapai 0,98, yang menandakan bahwa sensor AJ-SR04M andal digunakan dalam aplikasi pemantauan ketinggian air sungai. Keunggulan lain dari sensor ini yaitu bersifat *waterproof*, biaya rendah, mudah diperoleh di pasaran,

serta menghasilkan pengukuran yang presisi, sehingga banyak dimanfaatkan dalam penelitian monitoring banjir maupun sistem hidrologi.

Namun, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya memanfaatkan sensor AJ-SR04M dengan tambahan sensor suhu dan kelembaban serta penyimpanan data pada microSD dan LCD *display*, penelitian ini menawarkan kebaruan pada aspek integrasi *multi-sensor* dan *platform monitoring* berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan tidak hanya menggunakan sensor AJ-SR04M, tetapi juga memadukan sensor *waterflow* untuk memantau laju aliran air, sensor *raindrop* untuk mendeteksi intensitas hujan di sekitar prototipe sistem *monitoring*, serta API cuaca sebagai data pendukung eksternal. Selain itu, hasil *monitoring* tidak lagi terbatas pada penyimpanan lokal, tetapi ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi *Android* dan *website* yang terhubung dengan *Firebase*. Inovasi lain yang dihadirkan yaitu adanya alarm buzzer dan lampu indikator tiga warna sebagai peringatan dini, sehingga pengguna dapat segera memperoleh informasi risiko banjir secara cepat dan responsif. Dengan demikian, penelitian berikut tidak hanya membuktikan kembali keandalan sensor AJ-SR04M sebagaimana hasil empiris penelitian terdahulu, tetapi juga memperluas fungsionalitasnya melalui integrasi sistem berbasis IoT, *multi-sensor*, serta notifikasi peringatan dini yang lebih aplikatif untuk mitigasi bencana banjir.

Data-data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke dua *platform*, yaitu *platform* berbasis *website* dan *platform* berbasis aplikasi *Android*. *Website monitoring* tersebut telah dirancang untuk memberikan tampilan *user interface* yang *user-friendly*, sehingga pengguna memungkinkan untuk memantau kondisi dari jarak jauh sekalipun secara *real-time*. Aplikasi *website* yang digunakan sebagai *database* yaitu *Firebase IoT Device Sistem Manager* (FSDM). *Website* tersebut merupakan hasil dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Fahrizal, 2024). FDSM merupakan *website* yang dapat digunakan untuk mengelola perangkat IoT berbasis *Firebase*. Di dalam *platform* tersebut pengguna dapat membuat tampilan untuk setiap perangkat IoT yang dibuat, dan dapat melihat data-data sebelumnya, sehingga informasi yang didapatkan melalui sistem *monitoring* lebih mudah untuk diakses menggunakan *device* yang terhubung dengan internet. Aplikasi *Android*

yang akan digunakan merupakan aplikasi yang akan dibuat sendiri oleh peneliti berdasarkan hasil dari wawancara dengan masyarakat di sekitar lokasi, agar masyarakat dapat lebih mudah untuk memahami keadaan di lokasi dengan lebih mudah tanpa perlu melakukan secara manual, untuk aplikasi *Android* tersebut, dibuat lebih sederhana dan hanya menampilkan data *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Penggunaan *Internet of Things* dalam prototipe sistem *monitoring* aliran sungai memberikan berbagai manfaat, seperti pemantauan yang *real-time*, aksesibilitas data secara jarak jauh, serta peringatan dini untuk masyarakat yang berada di daerah rawan banjir. Tujuan dari prototipe sistem *monitoring* aliran sungai adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mitigasi banjir, memungkinkan tindakan yang lebih cepat, dan mengurangi risiko kerugian yang diakibatkan oleh banjir. Namun, meskipun potensi manfaatnya besar, masih terdapat beberapa pertanyaan yang perlu dijawab dalam konteks penggunaan teknologi tersebut. Berikut beberapa rumusan masalah pada penelitian prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT dan aplikasi *mobile*:

- a. Bagaimana merancang dan membangun prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis *Internet of Things*?
- b. Bagaimana menampilkan data secara *real-time* melalui *platform website* dan aplikasi *Android* untuk mendukung mitigasi banjir?
- c. Bagaimana integrasi prototipe sistem *monitoring* aliran sungai dalam rangka menciptakan solusi yang efektif dan efisien untuk deteksi dini dalam pencegahan banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT dan aplikasi *mobile* untuk mitigasi banjir bertujuan untuk mengeksplorasi implementasi penggunaan sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT. Berikut merupakan beberapa tujuan penelitian:

- a. Merancang dan membangun prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis *Internet of Things*.

- b. Menampilkan data secara real-time melalui *platform website* dan aplikasi *Android* untuk mendukung mitigasi banjir.
- c. Mengintegrasikan prototipe sistem *monitoring* aliran sungai dalam rangka menciptakan solusi yang efektif dan efisien untuk deteksi dini dalam pencegahan banjir.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT dan aplikasi mobile untuk mitigasi banjir memiliki manfaat yang dapat dibagi menjadi manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis berdampak jangka panjang dalam pengembangan ilmu dan teori terkait teknologi *Internet of Things* (IoT) serta sistem *monitoring* dalam konteks mitigasi banjir. Di sisi lain, manfaat praktis dari penelitian berikut memberikan kontribusi langsung kepada masyarakat dan industri terkait:

- a. Mempermudah pemantauan ketinggian debit air, arus debit air, kondisi cuaca di sekitar prototipe sistem *monitoring* secara *real-time* karena menggunakan teknologi *Internet of Things*.
- b. Membantu masyarakat dan pihak berwenang dalam mengambil tindakan preventif untuk mengurangi risiko, berdasarkan data yang akurat dan *real-time*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian berikut dilakukan berdasarkan beberapa hal berikut, di antaranya:

- a. Sistem yang dikembangkan merupakan prototipe penelitian.
- b. Penelitian dilakukan di kolam melingkar dengan kondisi sudah terpasang alat arus.
- c. Dataset yang telah dikumpulkan adalah tiga belas hari pengujian pada kolam, dan satu jam selama dua hari di sungai pada pukul 17.00 - 18.00 WIB.
- d. Sensor-sensor yang digunakan tidak diimplementasikan dengan *fuzzy logic*.

- e. Pengujian dilakukan di sungai yang berada di Kelurahan Pinang, Kecamatan Pinang, Kota Tangerang.
- f. Pengujian yang dilakukan pada aliran sungai tidak sampai memasuki tahap terjadinya banjir di Kelurahan Pinang, Kecamatan Pinang, Kota Tangerang.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi penelitian disusun dalam lima bab utama yang masing-masing memiliki fokus dan tujuan tertentu.

- a. Bab I Pendahuluan menguraikan latar belakang, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian baik secara teoritis ataupun praktis, serta struktur skripsi, batasan penelitian, memberikan dasar penelitian prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT untuk mitigasi banjir.
- b. Bab II Kajian Pustaka membahas teori-teori terkait, termasuk konsep IoT dan sistem *monitoring* aliran sungai, serta tinjauan literatur pendukung berdasarkan literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan.
- c. Bab III Metode Penelitian membahas mengenai hal-hal yang bersidat procedural untuk melakukan penelitian, seperti jenis penelitian dan metode penelitian yang digunakan mulai dari perancangan hingga implementasi sistem.
- d. Bab IV Temuan dan Pembahasan memaparkan hasil implementasi yang diperoleh dari proses penelitian yang telah dilakukan, berupa penerapan prototipe sistem *monitoring* aliran sungai berbasis IoT menggunakan *platform website* dan aplikasi *Android* serta analisis performa sistem, mengevaluasi efektivitasnya.
- e. Bab V Kesimpulan dan Saran merangkum hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang telah dikaji. Membahas saran, dan rekomendasi untuk pengembangan proyek selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.