

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama di kawasan dengan curah hujan tinggi dan daerah yang berada di sepanjang aliran sungai. Banjir didefinisikan sebagai penggenangan wilayah daratan akibat volume air yang melampaui kapasitas saluran atau permukaan tanah, yang mengakibatkan kerugian fisik, sosial, dan ekonomi (Balahanti dkk., 2023). Berdasarkan data dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI), sepanjang tahun 2024 tercatat sebanyak 814 kejadian banjir yang mengakibatkan 191 orang meninggal dunia, 32 orang hilang, dan lebih dari 4 juta orang terdampak (DIBI, 2024). Tingginya angka kejadian ini mengindikasikan bahwa sistem mitigasi dan peringatan dini terhadap risiko banjir di Indonesia masih memerlukan peningkatan signifikan.

Di Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali, banjir menjadi salah satu bencana yang memberikan dampak besar. Berdasarkan dokumen kajian risiko bencana oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Buleleng, tercatat sebanyak 78 desa dan kelurahan tersebar di sembilan kecamatan dikategorikan sebagai wilayah rawan banjir bandang. Kecamatan Seririt memiliki jumlah tertinggi dengan 17 desa rawan, disusul Banjar dengan 14 desa, dan Busungbiu dengan 13 desa (Hasan A. H., 2023). Dampak dari bencana ini bukan hanya kerusakan

infrastruktur, tetapi juga mengganggu aktivitas masyarakat serta memerlukan intervensi cepat dari instansi terkait. Salah satu permasalahan utama dalam mitigasi risiko banjir adalah keterlambatan dalam penyampaian informasi terkait potensi bahaya kepada pihak-pihak yang berwenang. Hingga saat ini, banyak wilayah masih mengandalkan metode pemantauan manual atau menggunakan sistem *monitoring* yang belum terintegrasi dengan mekanisme peringatan dini berbasis data *real-time*. Mengutip dari Kompas, telah terjadi kasus banjir bandang yang melanda Desa Sumberklampok, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng pada 26 Januari 2025. Bencana tersebut terjadi secara tiba-tiba sekitar pukul 19.30 WITA, dengan air besar datang dari arah hutan tanpa adanya peringatan dini, sehingga warga tidak sempat menyelamatkan barang-barang berharga, bahkan beberapa di antaranya mengalami luka-luka saat mencoba menyelamatkan dokumen penting. Akibatnya, sebanyak 30 rumah rusak dan kerugian diperkirakan lebih dari Rp100 juta. Kasus ini menegaskan bahwa keterlambatan dalam deteksi dan penyampaian informasi banjir dapat memperbesar potensi korban jiwa dan kerugian material.

Dengan perkembangan teknologi, khususnya di bidang *Internet of Things* (IOT), menawarkan peluang signifikan untuk meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini bencana, termasuk banjir. Dengan memanfaatkan perangkat IOT, proses pemantauan kondisi lingkungan seperti ketinggian air dapat dilakukan secara otomatis dan *real-time* tanpa campur tangan manual. Hal ini memungkinkan informasi krusial mengenai potensi risiko banjir diteruskan secara cepat tidak hanya kepada instansi seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan otoritas pemerintah, tetapi juga kepada masyarakat umum. Keterlibatan masyarakat

dalam sistem peringatan dini sangat penting agar mereka dapat segera mengambil tindakan preventif, seperti evakuasi atau pengamanan aset berharga, sehingga potensi dampak dapat diminimalkan. Namun demikian, dalam implementasi sistem IOT, komunikasi data antar perangkat menjadi komponen yang sangat krusial. Terbatasnya sumber daya pada perangkat IOT seperti keterbatasan daya, *bandwidth*, dan kapasitas pemrosesan, menuntut penggunaan protokol komunikasi yang ringan, efisien, dan andal. Sehingga, *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) menjadi solusi yang tepat karena dirancang khusus untuk komunikasi berbasis *publish-subscribe* yang hemat sumber daya dan sangat cocok untuk infrastruktur IOT berskala besar.

Dalam konteks ini, diperlukan sebuah sistem informasi peringatan risiko banjir berbasis IOT yang tidak hanya dapat diakses oleh instansi terkait, tetapi juga menyertakan mekanisme penyampaian informasi kepada masyarakat umum melalui media yang mudah dijangkau seperti sistem informasi berbasis *Web* ataupun *broadcast* melalui aplikasi sosial media seperti Telegram. Sistem ini diharapkan mampu menyajikan data kondisi lingkungan secara *real-time*, menganalisis tingkat risiko berdasarkan parameter tertentu, serta mengirimkan peringatan otomatis kepada seluruh pengguna sistem. Penyebaran informasi secara luas dan cepat kepada masyarakat diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan individu dan komunitas dalam menghadapi potensi banjir, serta memperkuat koordinasi antar instansi pemerintah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem informasi peringatan risiko banjir berbasis IOT dengan pemanfaatan protokol komunikasi MQTT. Sistem ini akan fokus pada

deteksi dini perubahan kondisi lingkungan yang berpotensi menyebabkan banjir, penyampaian peringatan otomatis kepada pihak terkait dan masyarakat umum, serta penyajian visualisasi data yang mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan efektivitas mitigasi bencana banjir dapat ditingkatkan, serta koordinasi dan respon masyarakat dapat berlangsung lebih cepat dan efisien.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan utama yang teridentifikasi antara lain:

- a. Sistem mitigasi bencana yang kurang efektif sehingga menyebabkan kerugian yang besar tiap terjadinya banjir.
- b. Kurangnya sistem yang efisien dan responsif sehingga menghambat keputusan mitigasi bencana.

Sistem *monitoring* konvensional masih banyak digunakan, yang bergantung pada proses manual dan tidak memungkinkan integrasi otomatis untuk peringatan dini.

- c. Belum optimalnya pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IOT) dalam sistem peringatan risiko banjir, khususnya dalam hal efisiensi komunikasi antar perangkat.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam perancangan aplikasi ini agar tidak keluar dari pembahasan yang dituju adalah sebagai berikut.

- a. Ruang Lingkup Sistem: Sistem ini hanya digunakan untuk memberikan peringatan dini dan tidak mencakup tindakan otomatis seperti pengendalian pintu air atau sistem evakuasi otomatis.
- b. Keamanan dan Aksesibilitas: Sistem dapat diakses oleh pihak-pihak yang berwenang seperti BPBD dan instansi teknis terkait, namun sistem juga dilengkapi dengan mekanisme penyampaian informasi peringatan kepada masyarakat umum melalui media yang mudah dijangkau yaitu media informasi berbasis *Web* dan media *broadcast* menggunakan aplikasi Telegram. Akses penuh ke fitur analisis dan konfigurasi tetap dibatasi untuk otoritas resmi.
- c. Data yang digunakan untuk pemantauan berasal dari sensor ketinggian air yang dikembangkan atau diintegrasikan melalui perangkat IOT.
- d. Lingkup Pengujian: Pengujian sistem akan dilakukan dalam lingkungan terbatas, yaitu pada area tertentu dengan satu perangkat yang dipasang untuk uji coba.
- e. Perangkat IOT yang dikembangkan akan terbatas pada penggunaan sensor *jsn-sr4t*, *raindrop* sensor, *dht22*, *gps module*, dan *mikrokontroler esp32*.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang telah dirumuskan sebagai berikut.

- a. Bagaimana rancang bangun sistem informasi peringatan banjir berbasis IOT dengan memanfaatkan MQTT *Broker* sebagai arsitektur komunikasi?

- b. Bagaimana implementasi rancang bangun sistem informasi peringatan banjir berbasis IOT dengan memanfaatkan MQTT *Broker* sebagai arsitektur komunikasi?
- c. Bagaimana hasil pengujian *Usability* sistem informasi peringatan banjir?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- a. Merancang dan membangun sistem informasi peringatan banjir berbasis IOT yang menggunakan protokol komunikasi MQTT untuk memantau ketinggian air secara *real-time* dan menyajikan informasi secara visual kepada pengguna.
- b. Mengimplementasikan sistem peringatan dini banjir, termasuk integrasi sensor IOT, pemrosesan data, serta pengiriman notifikasi kepada pihak berwenang dan masyarakat umum melalui media yang sesuai.
- c. Mengevaluasi *usability* sistem informasi peringatan banjir berdasarkan hasil uji coba dan umpan balik pengguna untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan kenyamanan dalam penggunaan sistem.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu:

- a. Manfaat Teoritis: Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem informasi pemantauan bencana berbasis IOT, khususnya dalam mitigasi banjir. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memperkaya kajian terkait penggunaan teknologi IOT dan sistem

informasi dalam pemantauan ketinggian air secara *real-time*, sehingga dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi serupa di masa depan.

- b. Manfaat Praktis: Penelitian ini dapat membantu pihak berwenang dan masyarakat umum dalam memperoleh informasi *real-time* mengenai ketinggian air, sehingga memungkinkan pengambilan tindakan yang lebih cepat dan tepat dalam menghadapi potensi banjir.

