

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir masih menjadi salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia dan memberikan dampak yang besar terhadap kehidupan masyarakat. Curah hujan yang tinggi, meluapnya sungai, buruknya sistem drainase, serta perubahan tata guna lahan menjadi beberapa faktor utama yang menyebabkan terjadinya banjir di berbagai wilayah. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), banjir merupakan jenis bencana yang paling banyak terjadi setiap tahunnya dan mengakibatkan kerugian berupa korban jiwa, kerusakan infrastruktur, hingga kerugian ekonomi yang tidak. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi secara cepat agar masyarakat dapat melakukan tindakan antisipasi sebelum banjir terjadi sedikit (Febriani *et al.*, 2025).

Pemerintah bersama berbagai instansi terkait telah melakukan berbagai upaya untuk mengurangi risiko banjir, seperti pembangunan tanggul, normalisasi sungai, perbaikan saluran drainase, hingga penyusunan sistem peringatan dini. Namun, pelaksanaan sistem peringatan dini di beberapa daerah masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan alat pemantau, proses penyampaian informasi yang masih lambat, serta kurangnya pemantauan secara real-time (Ilmiah *et al.*, 2026). Akibatnya, masyarakat sering terlambat memperoleh informasi mengenai kenaikan tinggi muka air sehingga proses evakuasi tidak dapat dilakukan secara optimal.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga perangkat dapat saling bertukar data secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung. Dalam bidang mitigasi bencana, teknologi IoT memungkinkan sensor melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara terus-

menerus, kemudian mengirimkan hasil pengukuran kepada pengguna melalui jaringan internet secara real-time (Talitha Putri, Fitriamalia and Aji Pulungan, 2026). Dengan demikian, proses pemantauan menjadi lebih cepat, akurat, dan dapat diakses dari berbagai lokasi.

Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT adalah mikrokontroler ESP32. ESP32 memiliki keunggulan berupa konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi, konsumsi daya yang rendah, kemampuan pemrosesan yang baik, serta kemudahan dalam pengembangan berbagai aplikasi berbasis Internet of Things. Untuk mendeteksi ketinggian permukaan air, sistem dapat memanfaatkan sensor ultrasonik yang bekerja dengan mengukur jarak antara sensor dan permukaan air menggunakan gelombang ultrasonik. Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan internet sehingga kondisi tinggi muka air dapat dipantau secara langsung (Faturachman *et al.*, 2023).

Selain kemampuan dalam melakukan pemantauan, penyampaian informasi kepada masyarakat juga menjadi faktor yang sangat penting dalam sistem peringatan dini banjir. Salah satu media komunikasi yang banyak digunakan saat ini adalah aplikasi Telegram. Telegram menyediakan layanan Bot API yang memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pengguna ketika kondisi tertentu terpenuhi, seperti saat tinggi muka air telah melewati batas aman. Penggunaan Telegram memiliki beberapa keunggulan, di antaranya proses pengiriman pesan yang cepat, mudah diakses melalui berbagai perangkat, tidak memerlukan biaya tambahan, serta mampu mengirimkan informasi secara real-time kepada banyak pengguna sekaligus.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem monitoring banjir berbasis Internet of Things menggunakan berbagai jenis sensor dan media komunikasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Talitha Putri, Fitriamalia and Aji Pulungan, 2026) berhasil merancang sistem pemantauan ketinggian air menggunakan ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 yang divisualisasikan melalui dashboard Node-RED. Namun, sistem tersebut masih berfokus pada simulasi dan pemantauan visual secara lokal tanpa menyediakan sistem notifikasi otomatis yang terintegrasi langsung ke perangkat pengguna. Di sisi lain, (Febriani *et al.*, 2025) telah

mengembangkan sistem yang dilengkapi dengan notifikasi otomatis melalui WhatsApp API dengan tingkat akurasi sensor yang sangat tinggi. Meskipun demikian, penggunaan WhatsApp API memiliki kompleksitas teknis dan biaya operasional yang lebih tinggi dibandingkan dengan layanan bot gratis seperti Telegram (Ilmiah *et al.*, 2026).

Selain itu, terdapat penelitian yang memanfaatkan ESP32-CAM yang dilengkapi dengan modul kamera dan logika fuzzy untuk verifikasi visual kondisi lapangan, serta penelitian (Subagia and Marodiyah, 2025) yang mengintegrasikan multi-sensor seperti sensor hujan dan water level untuk meningkatkan akurasi prediksi banjir. Namun, penerapan multi-sensor dan logika fuzzy tersebut masih menyisakan kekhawatiran terhadap kekompleksitan sistem dan tingginya konsumsi daya jika diterapkan di daerah terpencil. (Ovid, Efri Yandani and Asril, 2025) dan (Wikantama and Puspitasari, 2023) telah membuktikan bahwa notifikasi Telegram sangat responsif (dengan delay hanya 2-3 detik) dan efisien untuk EWS berbasis ESP32.

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat celah di mana sebagian besar sistem belum sepenuhnya mengintegrasikan pemantauan real-time, penyimpanan data, serta pengiriman peringatan otomatis melalui Telegram dalam satu sistem yang terpadu, ringan, dan mudah direplikasi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan tinggi muka air secara real-time sekaligus memberikan peringatan dini kepada masyarakat ketika potensi banjir mulai terdeteksi. Pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring peringatan banjir berbasis Internet of Things menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi tinggi muka air, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, serta aplikasi Telegram sebagai media pengiriman notifikasi. Sistem dirancang untuk mengukur tinggi permukaan air secara otomatis, mengirimkan data melalui jaringan internet, memberikan notifikasi ketika status air berada pada kondisi siaga maupun bahaya, serta menampilkan informasi kondisi banjir secara cepat sehingga dapat membantu masyarakat maupun pihak terkait dalam mengambil tindakan yang diperlukan.

Dengan adanya sistem monitoring peringatan banjir berbasis IoT ini diharapkan proses pemantauan kondisi sungai atau saluran air menjadi lebih efektif, efisien, dan dapat dilakukan selama 24 jam tanpa harus menunggu petugas melakukan

pengecekan secara langsung. Selain itu, penyampaian informasi secara real-time melalui aplikasi Telegram diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi banjir sehingga risiko kerugian maupun korban akibat bencana banjir dapat diminimalkan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul "Sistem Monitoring Peringatan Banjir Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Menggunakan Aplikasi Telegram."

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan mengenai tingginya risiko bencana banjir, keterbatasan sistem pemantauan ketinggian air secara manual, serta belum optimalnya pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pemberian peringatan dini kepada masyarakat, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring peringatan banjir berbasis IoT menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air dan sensor curah hujan?
2. Bagaimana mengimplementasikan logika pemrograman pada mikrokontroler untuk memantau ketinggian air dan curah hujan secara real-time serta mengkategorikan status level banjir (aman, siaga, dan bahaya) secara otomatis?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring perangkat keras dengan aplikasi Telegram melalui Telegram Bot API untuk mengirimkan notifikasi peringatan dini secara otomatis dan menyimpan riwayat data pemantauan sebagai pendukung mitigasi bencana?
4. Bagaimana tingkat kinerja sistem peringatan banjir yang dibangun berdasarkan parameter evaluasi seperti akurasi pembacaan sensor, kecepatan respons sistem dalam mengirimkan notifikasi, serta keandalan sistem dalam mengirimkan data secara kontinu?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada pemantauan ketinggian air dan curah hujan menggunakan sistem Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi sensor ultrasonik dan sensor curah hujan.
2. Sistem yang dikembangkan mengandalkan koneksi jaringan Wi-Fi lokal untuk menghubungkan perangkat keras (hardware) dengan layanan cloud Telegram.
3. Sistem pemberian peringatan dan antarmuka pemantauan kepada pengguna hanya menggunakan aplikasi Telegram dengan memanfaatkan fitur Telegram Bot API.
4. Parameter fisik yang dipantau pada penelitian ini hanya berupa ketinggian air (dalam satuan centimeter) dan status curah hujan (hujan atau tidak hujan).
5. Objek pemantauan pada penelitian ini difokuskan pada titik lokasi tertentu (misalnya pinggir sungai atau saluran drainase) dan tidak melakukan pemetaan spasial atau pemantauan di beberapa titik sekaligus.
6. Kategori status banjir dibatasi pada beberapa level tertentu (misalnya: Normal, Siaga, dan Bahaya) berdasarkan nilai ambang batas (threshold) ketinggian air yang telah ditetapkan sebelumnya.
7. Sistem akan memberikan peringatan berupa notifikasi pesan teks otomatis apabila ketinggian air melewati nilai ambang batas yang telah ditentukan.
8. Data hasil pemantauan dikirimkan dan disimpan secara berkala (log data) pada fitur Telegram Group atau Google Sheets sehingga dapat digunakan sebagai dokumen riwayat (history) pemantauan.
9. Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, sedangkan pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar (penggaris ukur).
10. Penelitian ini tidak membahas prediksi cuaca atau pemodelan hidrologi untuk memperkirakan waktu terjadinya banjir, serta tidak membahas pengendalian perangkat mekanis otomatis seperti pintu air (sluice gate).

1.4 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun sistem monitoring peringatan banjir berbasis IoT menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air dan sensor curah hujan.
2. Mengimplementasikan logika pemrograman untuk memantau ketinggian air dan curah hujan secara real-time guna menentukan status level banjir (aman, siaga, bahaya) secara otomatis.
3. Mengembangkan sistem yang mampu menampilkan informasi hasil pemantauan berupa nilai ketinggian air, status curah hujan, dan kategori status banjir melalui aplikasi Telegram.
4. Mengintegrasikan sistem monitoring dengan fitur notifikasi otomatis melalui Telegram Bot sebagai peringatan dini ketika terjadi peningkatan status banjir, serta menyimpan riwayat data pemantauan secara otomatis.
5. Mengetahui kinerja sistem peringatan banjir yang dibangun berdasarkan parameter evaluasi akurasi pembacaan sensor, kecepatan respons pengiriman notifikasi, dan keandalan sistem secara keseluruhan.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Internet of Things (IoT), sistem embedded, dan jaringan sensor, terutama dalam penerapan Telegram Bot API untuk sistem peringatan dini bencana secara real-time. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT.

1.5.2 Manfaat Praktis

Sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan ketinggian air dan curah hujan secara otomatis, sehingga lebih efektif dibandingkan metode pengamatan manual. Dengan adanya sistem ini, proses pemantauan dapat dilakukan secara terus-menerus selama 24 jam penuh tanpa bergantung sepenuhnya pada pengawasan manusia di lapangan.

a) Bagi BPBD dan Petugas Mitigasi Bencana

Penelitian ini diharapkan dapat membantu proses pemantauan kondisi sungai atau saluran drainase di daerah rawan banjir melalui sistem yang mampu mendeteksi peningkatan level air secara otomatis, sehingga koordinasi dan pengambilan keputusan untuk menyiagakan alat atau mengevakuasi masyarakat menjadi lebih cepat, efektif, dan efisien.

b) Bagi Masyarakat

Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan keselamatan masyarakat dengan memberikan peringatan dini secara langsung melalui aplikasi Telegram di smartphone. Hal ini membantu masyarakat di sekitar daerah rawan banjir untuk segera melakukan antisipasi, menyelamatkan diri, dan mengamankan harta benda sebelum kondisi banjir semakin parah.

c) Bagi Peneliti

Penelitian ini menjadi sarana untuk menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya pada bidang elektronika, pemrograman mikrokontroler, integrasi sensor, serta pengembangan sistem notifikasi menggunakan Telegram Bot API. Selain itu, penelitian ini juga dapat menambah pengalaman dalam membangun sistem pemantauan lingkungan yang terintegrasi antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) secara real-time.

d) Bagi Pengembangan Teknologi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem peringatan dini yang lebih canggih, seperti integrasi dengan banyak titik pemantauan (multi-node WSN), pengendalian pintu air otomatis, integrasi dengan data prediksi cuaca dari BMKG, maupun penerapan pada sistem mitigasi bencana lainnya seperti tanah longsor atau kekeringan.

1.6 Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan yang digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar proses yang dilakukan berjalan secara sistematis dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini digunakan metode Research and Development (R&D) karena penelitian tidak hanya menghasilkan rancangan

perangkat keras (hardware), tetapi juga mengembangkan sebuah sistem pemantauan dan peringatan dini berbasis IoT yang dapat digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dan memberikan notifikasi banjir secara otomatis melalui Telegram.

1.6.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Metode ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa sistem monitoring peringatan banjir berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram menggunakan Telegram Bot API. Produk yang dihasilkan kemudian diuji untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan sensor maupun fungsionalitas sistem dalam mengirimkan notifikasi peringatan secara real-time.

1.6.2 Metode Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi berupa buku, jurnal ilmiah, prosiding, artikel, dokumentasi resmi mikrokontroler (seperti ESP32), dokumentasi Telegram Bot API, datasheet sensor, serta sumber lain yang berkaitan dengan Internet of Things (IoT), sistem embedded, dan sistem peringatan dini banjir.

2. Pengukuran lapangan

Pengukuran lapangan dilakukan untuk memperoleh data aktual mengenai kondisi sungai atau saluran drainase. Data ketinggian air diukur secara manual menggunakan alat ukur standar (seperti meteran) untuk dijadikan pembandingan terhadap pembacaan sensor ultrasonik guna mengetahui tingkat akurasi dan kesalahan (error) sensor.

3. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati kondisi wilayah rawan banjir serta proses pemantauan ketinggian air yang masih dilakukan secara manual oleh petugas atau masyarakat sebagai dasar dalam perancangan sistem pemantauan otomatis yang dibutuhkan.

4. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan foto perakitan perangkat keras, tangkapan layar (screenshot) antarmuka notifikasi di aplikasi Telegram, log data pengiriman pesan, hasil pengujian sensor, dan seluruh informasi yang berkaitan dengan penelitian sebagai bahan analisis.

1.6.3 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi masalah.
2. Studi literatur.
3. Perancangan dan perakitan perangkat keras (hardware), meliputi mikrokontroler, sensor ultrasonik, sensor curah hujan, serta komponen pendukung lainnya.
4. Pembuatan dan konfigurasi Bot pada aplikasi Telegram serta pengambilan Token API untuk kebutuhan pengiriman notifikasi.
5. Pemrograman mikrokontroler untuk pembacaan sensor, logika penentuan status banjir (aman, siaga, bahaya), dan integrasi sistem dengan Telegram Bot API.
6. Pengujian akurasi sensor dengan membandingkan hasil pembacaan terhadap alat ukur standar.
7. Pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing untuk menguji fungsionalitas fitur pemantauan dan notifikasi.
8. Analisis hasil pengujian.
9. Penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Agar para pembaca dapat memahami isi laporan dengan mudah, maka penulisan berusaha untuk menuliskan laporan dalam beberapa bab yang di dalamnya terdapat penjabaran masalah tiap bab yang dijelaskan, yakni:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah mengenai pentingnya sistem pemantauan dan peringatan dini banjir di daerah rawan bencana, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini bertujuan memberikan gambaran umum mengenai alasan dan arah penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep Internet of Things (IoT), arsitektur dan konfigurasi mikrokontroler, prinsip kerja sensor ultrasonik dan sensor curah hujan, serta komunikasi data menggunakan Telegram Bot API. Selain itu, bab ini juga memuat penelitian terdahulu yang relevan dengan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT sebagai dasar dan pembandingan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian secara rinci, mulai dari perancangan dan perakitan perangkat keras (hardware), konfigurasi Bot pada aplikasi Telegram, pemrograman mikrokontroler untuk pembacaan sensor dan logika penentuan status banjir, hingga evaluasi akurasi sensor. Pada bab ini juga dijelaskan arsitektur sistem serta alur kerja pemantauan dan pengiriman notifikasi otomatis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem monitoring peringatan banjir berbasis IoT dengan aplikasi Telegram, meliputi proses perakitan perangkat keras, tampilan antarmuka notifikasi pada Telegram, hasil pengujian akurasi sensor pembaca ketinggian air, kecepatan respon sistem dalam mengirimkan notifikasi, hasil pengujian fungsional sistem menggunakan metode Black Box Testing, serta pembahasan mengenai kinerja keseluruhan sistem dalam mendeteksi kenaikan level air secara real-time.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian maupun penyempurnaan sistem pada penelitian selanjutnya.