

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Desa Kaligangsa yang berada di wilayah Kecamatan Margadana, Kota Tegal, adalah daerah yang sering mengalami bencana, terutama banjir musiman yang terjadi secara rutin dengan frekuensi antara dua hingga tiga kali setiap tahunnya. Banjir ini biasanya disebabkan oleh meluapnya air dari sungai hulu, kondisi sistem *drainase* yang buruk di permukiman, serta lonjakan volume air yang mendadak. Menurut analisis tentang tata air setempat, meluapnya Sungai Kemiri seringkali menyebabkan genangan dengan ketinggian air di kawasan permukiman bervariasi antara 30 hingga 50 sentimeter atau setinggi lutut orang dewasa. Namun, data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) menunjukkan bahwa selama cuaca ekstrem pada akhir Desember 2025, air sungai bisa meluap hingga mencapai ketinggian tertinggi 70 sentimeter di area hunian, merendam rumah-rumah warga, dan memaksa setidaknya 102 kepala keluarga untuk pindah ke tempat yang lebih aman. Tantangan utama yang dihadapi saat ini adalah metode pemantauan ketinggian air sungai yang masih dilakukan secara manual dengan pengamatan visual oleh masyarakat sekitar. Ketiadaan sistem peringatan dini otomatis mengakibatkan keterlambatan dalam penyampaian informasi evakuasi, sehingga meningkatkan risiko kerugian harta benda dan membahayakan keselamatan penduduk. Oleh karena itu, penerapan teknologi

modern yang dapat secara otomatis dan kontinu memantau level air sungai menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak kerugian tersebut [1].

Sebagai langkah mitigasi, teknologi *Internet of Things* (IoT) berfungsi sebagai dasar penting untuk *Early Warning System* (EWS) yang mengubah perubahan level air sungai menjadi informasi darurat secara langsung sebelum sampai ke area pemukiman. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengevaluasi sistem ini dengan menggunakan mikrokontroler kecil untuk mengklasifikasikan kondisi air melalui aplikasi pesan singkat. Namun, sistem ini masih bersifat reaktif, bergantung pada aplikasi pribadi yang tidak diawasi oleh lembaga penanggulangan bencana, serta tidak dilengkapi dengan sensor cuaca local [2]. Kendala dalam jangkauan sinyal internet di luar ruangan sebelumnya telah dipelajari oleh penelitian lain yang memanfaatkan komunikasi radio *LoRa*. Namun, desain ini sangat berisiko karena hanya mengandalkan satu frekuensi komunikasi tanpa adanya saluran alternatif jika terjadi kerusakan pada komponen akibat cuaca yang ekstrem.

Tantangan terkait daya tahan bagian fisik di lingkungan terbuka juga telah dianalisis pada sistem pengawasan banjir rob dengan pemanfaatan sensor jarak konvensional dan anemometer. Namun, pemakaian sensor ultrasonik biasa yang tidak tahan air menyebabkan mudah terjadinya korosi dan kesalahan pengukuran karena tingginya kelembapan di sepanjang tepi Sungai [3]. Keterbatasan teknis yang lebih detail dieksplorasi dalam studi referensi utama yang memanfaatkan jaringan nirkabel lokal dengan mikrokontroler generasi sebelumnya, yaitu ESP8266. Alat ini memiliki

keterbatasan dalam memori, jumlah pin *input/output* yang sedikit, tidak dilengkapi dengan sensor hujan, dan sangat bergantung pada koneksi Wi-Fi di lingkungan perumahan sekitar. Ketergantungan ini berpotensi membahayakan karena pengiriman data untuk mitigasi akan terhenti sepenuhnya saat terjadi pemadaman listrik atau gangguan internet akibat cuaca ekstrem [4].

Untuk mengatasi semua batasan fungsional yang ada pada studi sebelumnya, penelitian ini menciptakan inovasi perangkat keras EWS banjir yang lebih menyeluruh. Keunikan alat yang dirancang terletak pada pengoptimalan mikrokontroler dual-core ESP32 DEVKIT V1 yang memiliki memori lebih besar dan lebih banyak pin, memungkinkan integrasi berbagai sensor. Tingkat akurasi pengamatan ditingkatkan dengan menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T yang dilengkapi probe tahan air standar industri, serta ditambahkan sensor raindrop untuk mengukur intensitas hujan di hulu. Yang paling penting, aspek pengembangan utama dari alat ini adalah penerapan metode komunikasi ganda (Wi-Fi dual-channel dan GSM) melalui modul SIM800L. Fitur ini berfungsi sebagai sistem pengaman yang secara otomatis melakukan panggilan telepon langsung kepada BPBD saat terjadi keadaan darurat, memastikan bahwa informasi mitigasi dapat tersampaikan secara real-time meskipun koneksi internet utama di area bencana terputus.

Berdasarkan seluruh analisis permasalahan di lapangan dan penilaian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan sistem peringatan dini berbasis IoT sangat bergantung pada

ketahanan fisik dari komponen dan kelincahan jalur untuk mentransfer data. Penggabungan mikrokontroler ESP32, sensor ketinggian air dengan probe yang tahan air, sensor hujan, serta sistem panggilan darurat yang menggunakan GSM berhasil menutupi kekurangan teknis dari perangkat sebelumnya. Melalui pembaruan struktur perangkat keras ini, penelitian telah berhasil menciptakan prototipe alat mitigasi yang handal, konsisten, dan mudah diukur untuk melindungi keselamatan masyarakat serta mendukung lembaga terkait di daerah rawan bencana Desa Kaligangsa [5].

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengembangkan sistem pencegahan banjir dengan menggunakan mikrokontroler ESP32-DEVKIT yang menekankan pada keandalan dalam penyampaian informasi melalui mekanisme *fail-safe*, sebagai pengembangan dari penelitian sebelumnya berjudul "Rancang Bangun Peringatan Banjir Cerdas Berbasis ESP8266" yang pada awalnya hanya bergantung pada pemberitahuan internet (*WhatsApp*), menjadi sistem yang dapat melakukan panggilan otomatis melalui modul GSM SIM800L ke nomor BPBD Kota Tegal sebagai saluran komunikasi utama ketika internet mengalami gangguan, serta bagaimana cara mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan sensor curah hujan dengan output mitigasi lokal berupa buzzer agar sistem ini dapat berfungsi dengan akurat berdasarkan data lapangan secara real-time.

1.3. Batasan Masalah

Agar tidak meluas dari maksud dan tujuan penelitian ini, maka permasalahannya dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem mitigasi banjir yang menitikberatkan pada keandalan penyampaian informasi melalui mekanisme *fail-safe*.
2. Sistem dikembangkan dari penelitian terdahulu "Rancang Bangun Peringatan Banjir Cerdas Berbasis ESP8266" yang semula hanya menyediakan notifikasi internet (*WhatsApp*), ditingkatkan menjadi sistem yang mampu melakukan panggilan telepon otomatis ke nomor BPBD Kota Tegal menggunakan modul GSM SIM800L sebagai jalur komunikasi prioritas saat jalur internet mengalami gangguan.
3. Mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat kendali sistem adalah ESP32-DEVKIT, menggantikan mikrokontroler ESP8266 pada sistem sebelumnya.
4. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air adalah sensor ultrasonik JSN-SR04T.
5. Sensor tambahan yang digunakan untuk mendeteksi curah hujan adalah sensor hujan (*rain sensor*).

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pengembangan “Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis ESP32-DEVKIT dengan Notifikasi Panggilan BPBD” adalah untuk menciptakan sistem mitigasi yang memiliki keandalan tinggi dengan menggunakan Mikrokontroler ESP32-DEVKIT dan fitur panggilan otomatis SIM800L sebagai mekanisme cadangan untuk memastikan laporan tentang bahaya tetap dapat dikirim walaupun terjadi gangguan *internet*.

Manfaat dari alat ini adalah sebagai fasilitas pendukung koordinasi dalam bencana, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu dan produktivitas bagi BPBD melalui pemantauan otomatis yang akurat. Dengan adanya teknologi ini, proses penyampaian informasi kritis kepada masyarakat dapat dilakukan dengan lebih tanggap, sehingga memungkinkan percepatan dalam tindakan evakuasi dan mengurangi risiko kerugian serta jatuhnya korban jiwa.

1.5. Sistematika Penulisan Laporan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 6 bab dan masing-masing bab berisi uraian singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah mengenai risiko bencana banjir dan pentingnya sistem peringatan dini banjir, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdapat dua point yang akan dibahas yaitu teori terkait dan landasan teori. Di dalam teori terkait ini akan dibahas teori-teori penelitian yang serupa dengan penelitian ini dan di dalam landasan teori ini sendiri akan dibahas tentang kajian yang diteliti.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi, perancangan sistem, diagram blok sistem, metode pengumpulan data, serta tempat dan waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini berisi uraian semua permasalahan yang ada, di mana masalah-masalah yang muncul akan diselesaikan melalui penelitian.

Pada bab ini juga dilaporkan secara detail rancangan terhadap penelitian yang dilakukan.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan data hasil pengujian yang telah dilakukan. Meliputi uji akurasi pembacaan jarak sensor terhadap ketinggian air, kecepatan respons pengiriman notifikasi *WhatsApp*, serta performa *buzzer* dalam memberikan peringatan berdasarkan level status.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi ringkasan akhir atau jawaban dari tujuan penelitian yang telah dicapai mengenai efektivitas sistem peringatan dini banjir. Selain itu, diberikan saran-saran untuk pengembangan sistem di masa depan, agar alat dapat berfungsi lebih maksimal.