

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu negara yang menerima curah hujan yang cukup tinggi adalah Indonesia. Karena Indonesia merupakan bagian dari wilayah hutan hujan tropis yang membentang dari khatulistiwa hingga 15 derajat ke utara dan selatan, bencana banjir sering terjadi di Indonesia dan secara langsung berdampak pada daerah-daerah yang berada di dekat aliran sungai, sehingga banyak area pertanian, rumah, desa, dan perkebunan yang terkena dampak banjir ketika musim hujan tiba [1].

Menurut data yang tercantum dalam Buku Data Bencana Indonesia tahun 2024 yang dirilis oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), jumlah kejadian banjir yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia sebanyak 1.420 kejadian. Dampak dari kejadian banjir ini sangat besar, dengan tercatat 208 orang meninggal dunia, 27 orang hilang, serta 10.920 orang mengalami luka atau sakit. Selain itu, 6.301.056 orang menderita dan mengungsi akibat bencana ini [2]. Angka-angka ini menggambarkan betapa seriusnya dampak banjir, yang tidak hanya mengancam keselamatan masyarakat, tetapi juga menyebabkan kerugian besar dalam hal kesehatan dan sosial. Kejadian ini semakin menegaskan pentingnya upaya mitigasi bencana yang lebih baik dan peran serta semua pihak dalam mengurangi dampak dari bencana banjir yang semakin sering terjadi.

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai daerah, terutama di kawasan perkotaan dengan sistem *drainase* yang kurang optimal. Contohnya adalah Kota Bekasi, salah satu wilayah Jabodetabek yang rawan terhadap bencana banjir [3]. Menurut laporan *Log Book* dari Badan

Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Bekasi [4], selama Triwulan I Tahun 2024, telah terjadi beberapa kejadian banjir dan genangan air yang tersebar di berbagai titik wilayah akibat tingginya curah hujan serta kenaikan muka air sungai. Dalam periode Januari – Maret 2024, tercatat sebanyak 34 titik kejadian banjir dan genangan yang terjadi di berbagai kecamatan, dengan ketinggian air yang berkisar antara 10 cm hingga 160 cm.

Banjir umumnya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan penumpukan sampah di saluran air. Kondisi ini diperburuk oleh sistem drainase yang kurang optimal serta tumpukan sampah yang menyumbat aliran air, sehingga mengakibatkan meluapnya air ke permukiman warga, infrastruktur jalan, dan fasilitas umum. Dampak banjir tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga sosial dan ekonomi. Aktivitas ekonomi masyarakat menjadi terganggu, risiko penyakit berbasis air meningkat, serta kualitas lingkungan menurun akibat pencemaran dari limbah yang terbawa air banjir.

Apabila tidak ditangani secara serius dan berkelanjutan, banjir berpotensi menimbulkan kerugian yang lebih besar di masa mendatang serta memperburuk kualitas hidup masyarakat di wilayah terdampak. Dampak banjir tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga menyentuh berbagai aspek kehidupan sosial, ekonomi, dan psikologis. Secara umum, banjir dapat menyebabkan korban jiwa akibat tenggelam, terbawa arus, atau tertimpa material yang terbawa banjir. Risiko cedera juga meningkat selama proses evakuasi, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan penyandang disabilitas. Kerusakan terhadap aset fisik seperti rumah tinggal, bangunan, kendaraan, serta harta benda lainnya sering kali bersifat

parah dan menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi individu maupun komunitas.

Dalam banyak kasus, penduduk yang terdampak banjir harus mengungsi ke tempat yang lebih aman, yang dapat memicu tekanan emosional dan kelelahan fisik akibat kehilangan tempat tinggal serta lingkungan yang sudah lama mereka huni. Selain kerugian material dan psikologis, banjir juga berdampak pada sektor ekonomi yang lebih luas. Rusaknya infrastruktur ekonomi dan fasilitas produksi dapat mengakibatkan terganggunya aktivitas usaha, hilangnya lapangan pekerjaan, serta terhambatnya arus distribusi barang dan jasa. Kondisi ini secara langsung berkontribusi terhadap meningkatnya kerentanan ekonomi masyarakat pasca-bencana. Oleh karena itu, banjir tidak hanya menjadi masalah lingkungan semata, tetapi juga merupakan isu multidimensional yang memerlukan pendekatan mitigasi yang terintegrasi dan berkelanjutan [5].

Perumahan Masnaga juga menjadi salah satu wilayah yang terendam banjir, berdasarkan hasil observasi, Perumahan Masnaga sudah mengalami 4 kejadian genangan dan banjir dari Januari – Maret 2025.

Jika masyarakat mempersiapkan diri untuk banjir di masa mendatang, dampak banjir dapat dikurangi. Salah satu caranya adalah dengan menyebarkan informasi ketinggian air sungai secara *real-time* [6]. Seiring dengan kemajuan teknologi, penyebaran informasi kini menjadi mudah dan cepat diakses melalui jaringan internet.

Dalam konteks kebencanaan, salah satu inovasi yang dapat dimanfaatkan adalah teknologi *Internet of Things (IoT)*. *IoT* adalah konsep di mana objek fisik

dilengkapi dengan sensor dan perangkat lunak agar dapat saling berkomunikasi dan bertukar data melalui jaringan internet [7]. Teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat dimanfaatkan dalam sistem peringatan dini (*EWS*) banjir untuk mempercepat dan meningkatkan ketepatan dalam penyampaian informasi [8].

IoT mempermudah integrasi antara sensor fisik dan *platform* digital, sehingga data tinggi air dapat dikirim secara otomatis ke *cloud* dan diakses kapan saja oleh pengguna. Namun, hanya mengandalkan sensor belum cukup. Diperlukan pula sistem pengambilan keputusan cerdas yang mampu menginterpretasi data tinggi air dan mengklasifikasikan tingkat risiko secara adaptif. Di sinilah algoritma *Fuzzy Logic* berperan sebagai metode kecerdasan buatan yang mampu menangani ketidakpastian dan ambiguitas data sensor.

Lebih dari itu, *Fuzzy Logic* membantu dalam proses pengambilan keputusan secara cerdas dan melakukan perhitungan yang lebih akurat dibandingkan pendekatan konvensional, karena mampu memodelkan logika manusia dalam menghadapi data yang tidak pasti atau tidak tegas. Dengan demikian, sistem menjadi lebih responsif, adaptif, dan relevan dalam konteks pemantauan serta peringatan dini banjir.

Dalam konteks sistem peringatan dini banjir, *Fuzzy Logic* digunakan untuk menangani ketidakpastian yang ada pada data ketinggian air yang diperoleh dari sensor. Dengan menggunakan fungsi keanggotaan, *Fuzzy Logic* dapat mengklasifikasikan data ketinggian air dalam kategori input seperti "rendah", "menengah" dan "tinggi", meskipun data tersebut mungkin tidak jelas atau tegas.

Hal ini memungkinkan sistem untuk menangani kondisi ambiguitas dan memberikan keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif.

Selain itu, *Fuzzy Logic* menggabungkan aturan berbasis data yang diukur dan kondisi lingkungan untuk menentukan status risiko banjir. Dengan tahap defuzzifikasi, hasil yang diperoleh dari aturan *fuzzy* kemudian diubah menjadi nilai yang lebih konkrit, seperti status "Aman", "Waspada", atau "Bahaya". Pendekatan ini memungkinkan sistem memberikan peringatan dini yang lebih akurat dan tepat waktu, memberikan informasi yang lebih jelas bagi masyarakat yang berisiko.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang alat *monitoring* ketinggian air berbasis prototipe dengan *website* sistem peringatan dini banjir menggunakan Sensor Ultrasonik *JSN-SR04T*, *ESP8266* sebagai mikrokontroler, *LCD 16x2 I2C*, dan *buzzer* sebagai sistem peringatan. *ESP8266* akan mengirimkan data ke *platform ThingSpeak* sebagai *platform Internet of Things (IoT)*. *ThingSpeak* berperan dalam mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan data yang diperoleh dari Sensor Ultrasonik *JSN-SR04T* yang mengukur ketinggian permukaan air dalam satuan jarak. Jika permukaan air melebihi ambang batas tertentu, *buzzer* akan menyala sebagai sistem peringatan dini. Selain itu, untuk meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan terkait potensi banjir, algoritma *Fuzzy Logic* akan digunakan untuk menganalisis data ketinggian air dan mengklasifikasikan tingkat risiko banjir secara adaptif. Sistem ini akan menampilkan status kondisi banjir dengan klasifikasi seperti aman, siaga, dan bahaya pada *website* yang dapat diakses secara langsung oleh masyarakat.

Alat ini akan disimulasikan pada akuarium akrilik dan akan diuji dengan penyesuaian terhadap karakteristik kondisi setempat pada lokasi yang berjarak sekitar 5 km dari titik observasi untuk mengevaluasi efektivitas pengiriman data, keakuratan klasifikasi risiko, serta kecepatan sistem peringatan dalam kondisi lingkungan nyata.

Dengan adanya *platform* ini, sistem tidak hanya mampu mendeteksi potensi banjir secara langsung, tetapi juga memberikan informasi yang lebih tepat dan dinamis berdasarkan data yang diperoleh. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem peringatan dini berbasis teknologi, khususnya pada wilayah rawan banjir seperti Perumahan Masnaga, serta mendukung upaya mitigasi bencana di era digital.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada maka dapat dirumuskan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pengecekan ketinggian air banjir yang masih menggunakan proses manual.
2. Tidak terdapat alat pemantauan ketinggian air berbasis *IoT* yang dapat mengukur dan memberikan informasi secara *real-time*, serta belum adanya pengembangan alat dengan metode prototipe untuk mengukur ketinggian air secara *real-time* di Perumahan Masnaga Bintara Jaya.
3. Belum adanya *platform* yang menyediakan informasi pemantauan mengenai ketinggian air secara *real-time* sebagai sistem peringatan dini banjir dan membantu masyarakat mengambil keputusan dalam kesiagaan di Masnaga Bintara Jaya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang sudah di uraikan, masalah ini mencakup aspek mitigasi banjir dan pengembangan teknologi, maka rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana cara masyarakat untuk memantau ketinggian air tanpa proses manual?
2. Bagaimana merancang sebuah alat dengan metode prototipe untuk mengukur ketinggian air?
3. Bagaimana pengembangan sistem peringatan dini berbasis *platform website* sehingga dapat membantu mengurangi tingkat resiko dari dampak banjir tersebut?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat prototipe perangkat yang dapat mengukur ketinggian air secara *real-time* pada Perumahan Masnaga Bintara dengan menampilkan ketinggian dari air tersebut.
2. Mendapatkan informasi berupa data yang dihasilkan alat prototipe ini yang diperoleh dari sensor yang mengukur ketinggian air dan mengirimkan data ke *database* yang terkoneksi oleh *Cloud* dan menampilkannya pada *Website*
3. Membangun *platform* yang menyediakan informasi *monitoring* ketinggian air secara *real-time* dan membantu masyarakat dalam pengambilan keputusan kesiagaan terhadap potensi banjir yang menggunakan Logika Fuzzy di Perumahan Masnaga Bintara Jaya.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Alat ini dapat digunakan untuk memberikan informasi secara *real-time* dan membantu warga Masnaga Bintara untuk mengambil tindakan.
2. Penggunaan sistem ini sangat mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk pengecekan kondisi dan potensi secara otomatis, sehingga masyarakat sekitar dapat fokus pada kegiatan lain seperti evakuasi atau menyelamatkan barang berharga.

1.6 Batasan Masalah

Terdapat beberapa Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemanfaatan Modul Sensor Ultrasonik *JSN-SR04T* untuk mendeteksi dan mengukur nilai sensor yang diperoleh dari permukaan air guna menentukan ketinggiannya.
2. Menggunakan Mikrokontroler *ESP 8266* sebagai alat pengendali untuk perangkat modul yang digunakan dan sebagai media pengirim ke *database* dengan koneksi *WiFi*.
3. Menggunakan aplikasi *Arduino IDE* sebagai wadah memprogram prototipe *IoT*, menggunakan Bahasa pemrograman *PHP*, *Java*, *HTML*, *Cloud Thingspeak* sebagai aplikasi yang menampilkan nilai sensor dan menggunakan *hosting domain* untuk menampilkan secara *real-time*.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas topik-topik yang penting dan relevan, perumusan masalah, batasan masalah, serta tujuan dan manfaat dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas ide-ide mendasar dari masalah penelitian ini dan mengulas teori-teori terkait yang dikemukakan oleh para peneliti sebelumnya serta literatur yang mendukung temuan-temuannya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang bagaimana penelitian ini berlangsung, termasuk pembuatan proyek alat dan prosedur yang di gunakan pada penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mempresentasikan penerapan dari Algoritma dan metode pada proyek yang di rancang serta temuan dari hasil penelitian ini

BAB V PENUTUP

Bab ini Menyajikan ringkasan hasil penelitian, menjawab pertanyaan rumusan masalah yang diajukan, serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut atau tindakan yang dapat dilakukan lebih lanjut.