

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bencana alam di Indonesia sudah sangat banyak terjadi. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), terdapat 3.489 peristiwa bencana alam di Indonesia selama periode 1 Januari - 4 Desember 2023. Mayoritas bencana alam tersebut berupa banjir, yaitu sebanyak 989 kejadian, diikuti cuaca ekstrem 861 kejadian (BNPB, 2023). Selain itu, bencana banjir sering mengakibatkan sejumlah besar korban jiwa, yang menyebabkan banjir diklasifikasikan sebagai bencana alam yang parah pada skala tertentu (Jonkman & Kelman, 2005; Kron, 2015; Desfandi, 2014; Baballe, 2022). Oleh karena itu, bencana banjir sangat memerlukan perhatian khusus dalam pencegahan maupun penanganannya.

Banyak faktor yang dapat menjadi penyebab terjadinya bencana alam banjir. Faktor tersebut dapat dipicu dari segi geografis seperti daerah di dataran rendah, banyaknya sungai yang mengakibatkan banjir sering terjadi ketika curah hujan tinggi atau tidak sedikit pula disebabkan oleh kelalaian tiap individu seperti membuang sampah sembarangan dan penebangan hutan secara liar (Rijanta *et al.*, 2018; Sun *et al.*, 2020; Kusumastuti *et al.*, 2014; Pratama & Sumitra, 2020; Baballe, 2022). Banjir sering disebabkan pula oleh air sungai yang meluap dari daerah hulu akibat hujan lebat yang mengakibatkan air akan meluber ke daerah hilir (Rahardjo, 2014; Tanaka *et al.*, 2017; Loc *et al.*, 2020). Para penduduk yang tinggal di dekat tepi hilir sungai biasanya terkena dampak banjir semacam ini (Jongman *et al.*, 2012; Abboud *et al.*, 2018; Zainuddin *et al.*, 2019; Hanggara, 2020; Gašparović & Klobučar, 2021). Selain itu, banyak individu yang lalai memerhatikan lingkungan seperti membuang sampah sembarangan dan penebangan pohon secara liar, yang tanpa sadar hal tersebut menjadi pemicu terjadinya bencana alam khususnya banjir.

Akibat dari bencana alam banjir memiliki dampak yang sangat serius. Dampak dari bencana alam banjir dapat berupa korban jiwa, kerusakan properti dan gangguan aktivitas ekonomi yang akan sangat merugikan masyarakat

(Kundzewicz, 1999; Sholihah *et al.*, 2020; Muin & Rakuasa, 2023). Berdasarkan banyaknya kerusakan dan dampak yang ditimbulkan dari bencana alam banjir, upaya pencegahan dan penanggulangan dari masyarakat sangat dibutuhkan seperti tidak membuang sampah sembarangan dan tidak menebang pohon secara liar. Selain peran masyarakat, Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) bencana banjir sangat penting untuk meminimalisir dampak yang terjadi.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi kebutuhan akan sistem peringatan dini banjir. Kebutuhan ini dapat dimulai dengan melakukan penyiapan kesiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana alam banjir. Salah satu upaya menyiapkan kesiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana alam banjir adalah dengan meningkatkan informasi peringatan dini sebelum terjadinya bencana banjir tersebut. Dengan demikian, semakin cepat dan akurat sistem peringatan dininya, semakin cepat pula masyarakat mempersiapkan diri menghadapi bencana alam tersebut.

Salah satu upaya dalam menghadapi bencana banjir adalah dengan menciptakan sistem deteksi dini banjir. Banyak peneliti telah menciptakan sistem deteksi dini banjir berdasarkan fenomena banjir ini (Basha *et al.*, 2008; Do *et al.*, 2015; Munawar, 2020). Hal tersebut tidak terlepas dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat (Mulyani & Haliza, 2021). Sebagai contoh, menggunakan sensor dan transduser mikrokontroler yang merupakan bagian dari teknologi. Selain itu, instrumen pengukuran dan otomatisasi digital berbasis LCD juga merupakan dua hal yang sangat bermanfaat dibidang teknologi mikrokontroler dalam menciptakan sistem deteksi dini banjir tersebut (Darwinto & Jayanti, 2019). Dengan demikian, integrasi dari sensor, mikrokontroler, LCD dan komponen elektronika lain akan sangat membantu dalam menciptakan sistem deteksi dini banjir.

Dalam membuat sistem deteksi dini banjir, diperlukan sensor dan mikrokontroler. Salah satu mikrokontroler yang dapat digunakan dalam sistem deteksi ketinggian banjir adalah NodeMCU (Diriyana *et al.*, 2019; Rahayu *et al.*, 2022; R. D. Pratama *et al.*, 2022). Di dalam penelitiannya, (Amri & Setiawan, 2018;

Madhu & Vyjayanthi, 2018; Mitu *et al.*, 2021) menyimpulkan bahwa NodeMCU memiliki keuntungan karena sangat murah dibandingkan dengan ukuran mikrokontroler jenis yang lain. Karena daya pemrosesan tinggi dan fungsionalitas *Wi-Fi* sudah menjadi standar di NodeMCU (Sanusi Faiz, 2018). NodeMCU ESP8266 adalah pilihan tepat untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Selain itu, penggunaan sensor juga sangat diperlukan. Sensor ultrasonik adalah jenis alat sensor yang umum digunakan dalam penelitian deteksi ketinggian air (Diriyana *et al.*, 2019b; Mohammed *et al.*, 2019; Arief, 2011). Kelebihan dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah harganya terjangkau, tersedia di pasaran, mudah dipasang, dan tidak membahayakan komponen lain selama proses pemasangan. (Kamal *et al.*, 2019; Kuncara *et al.*, 2020; Nabilah, 2022). Dengan demikian, penggunaan mikrokontroler NodeMCU dan sensor ultrasonik HC-SR04 akan sangat disarankan dalam menciptakan sistem deteksi dini banjir.

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya dalam menciptakan sistem deteksi dini banjir. (Hanggara, 2020; Sharma *et al.*, 2021; Zahir *et al.*, 2019) telah melakukan penelitian menggunakan Arduino UNO R3. Penelitiannya tentang alat pendeteksi banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) (Diriyana *et al.*, 2019b; Sharma *et al.*, 2021). Sejumlah *output* dihasilkan dari alat yang telah dirakit dan terhubung ke aplikasi *ThingSpeak* (Hakim *et al.*, 2022). *Output* ini termasuk kemampuan untuk memantau ketinggian air sungai secara *real-time* dari situs *web* pemantauan dan aplikasi *smartphone*. Selain itu, penelitian pada instrumen pendeteksi banjir berbasis Arduino UNO, telah dilakukan oleh (Suradi *et al.*, 2019). Dari hasil penelitian beliau, tercipta Pembangunan Sistem Deteksi Banjir Berbasis Arduino UNO. Pada penelitian (Hanggara, 2020) akan menghasilkan jenis pesan singkat yang berbeda—status aman, sebagai tanda bahwa air mencapai ketinggian 10 cm, selanjutnya status waspada, sebagai tanda bahwa air mencapai ketinggian 20 cm, dan yang terakhir adalah status bahaya, sebagai tanda bahwa air mencapai ketinggian 30 cm—diantisipasi bahwa pengguna akan merasa lebih mudah untuk menentukan keadaan luapan air. Arduino UNO dapat ditenagai oleh sumber daya eksternal atau koneksi USB, tergantung pada spesifikasinya (Haris, 2016). Ini akan memilih sumber daya sendiri. Dengan adaptor AC ke DC atau baterai, seseorang

dapat memperoleh *supply* eksternal atau *non-USB* (Muklisin, 2017). Pin ADC pada Arduino UNO adalah 10-bit (Widyatmika *et al.*, 2021a). Arduino UNO memiliki kelemahan karena tidak dapat terhubung ke *Wi-Fi*; oleh karena itu, untuk mengatasinya, komponen modul *Wi-Fi* harus ditambahkan. (Widyatmika *et al.*, 2021b). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan Arduino UNO R3 kurang optimal karena tidak memiliki modul *Wi-Fi* sehingga modul *Wi-Fi* perlu ditambahkan.

Penelitian dengan menggunakan Modul GSM SIM800L, namun masih berbasis Arduino UNO juga telah dilakukan. Penelitian dilakukan oleh (C Fotian, 2023; Suradi *et al.*, 2019). Sirkuit deteksi banjir dalam percobaan ini menggunakan beberapa desain, diantaranya SIM 800L, LED, *buzzer*, sensor ultrasonik, dan desain perangkat keras. Dalam uji sistem deteksi banjir ini, ketinggian sensor dapat disesuaikan hingga 10 cm di atas permukaan air. Jika permukaan air naik di atas batas hijau yang telah ditentukan, bel akan berbunyi. Jika permukaan air naik di atas batas 10 cm yang ditentukan, modul GSM SIM800L akan mengirim pesan singkat ke nomor tujuan yang mengonfirmasi bahwa semuanya aman (Bagye *et al.*, 2019; Desima *et al.*, 2017; Mundada *et al.*, 2023). Selain itu, jika ketinggian air melebihi ambang batas, ketinggian sensor telah ditetapkan yaitu jika berwarna kuning (20 cm), dan berwarna merah (30 cm) di atas air, maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi (Agung *et al.*, 2020a). Jumlah dari ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik pada penelitian yang menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, akan dihitung selama pengodean (Samsugi *et al.*, 2020). Hal ini mengandalkan jaringan GSM SIM800L. Selain itu, sinyal perubahan air merupakan fungsi dari sinyal suara. Arduino Uno akan menyimpan data (Akbar, 2017; Fachrizal *et al.*, 2020). Data tersebut diperoleh dari sensor ultrasonik yang selanjutnya akan dikirim ke ponsel secara *real-time* dengan cara mentransmisikan data tersebut. Cara kerja alat ini adalah ketika ketinggian air mencapai salah satu dari tiga tingkat yang ditentukan — tingkat aman, yaitu 10 cm, tingkat peringatan, yaitu 20 cm, dan titik bahaya banjir, yaitu 30 cm — bel akan berbunyi dan pesan akan dikirim ke nomor tujuan yang ditentukan, menandakan bahwa uji coba telah selesai. Namun pada penelitian ini masih menggunakan Arduino. Arduino UNO

memiliki kelemahan karena tidak dapat terhubung ke *Wi-Fi* (Ismailov & Jo'Rayev, 2022; Suradi *et al.*, 2019; Widyatmika *et al.*, 2021b). Oleh karena itu, sama seperti kasus sebelumnya, untuk mengatasinya persoalan pada penelitian ini, maka komponen modul *Wi-Fi* harus ditambahkan.

Penelitian berbeda dari sebelumnya, yaitu menggunakan sensor NodeMCU telah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian dilakukan oleh (Agung *et al.*, 2020a; NABILAH ATHA FATHIN, 2022). Dalam penelitiannya yang berbasis NodeMCU, Nabila mempelajari alat deteksi status banjir berbasis NodeMCU yang menggunakan tiga data status: waspada, siaga, dan bahaya (Windiaстик *et al.*, 2019). Perbedaan lain antara penelitian ini dan yang lain adalah bahwa *platform* Blynk digunakan sebagai pengganti *ThingSpeak* dalam studi sebelumnya untuk memproses data yang diperoleh dari sistem, yang akan dimasukkan ke dalam *smartphone* (FATHIN, n.d. 2022). Namun apabila alat yang dirancang ditempatkan pada lokasi yang jauh dari sumber listrik, maka akan kesulitan untuk menjalankan alat karena tidak ada cadangan listrik yang tersedia.

Oleh karena itu, berdasarkan berbagai penelitian terdahulu yang telah dilakukan, akan dilakukan penelitian lebih lanjut dalam merancang sistem peringatan dini banjir ini dengan judul **“Rancang Bangun *Prototype* Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan NodeMCU dan Sensor Ultrasonik dengan Integrasi Aplikasi Telegram”**. Penelitian ini akan merancang *prototype* deteksi ketinggian air menggunakan NodeMCU dan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04. Dengan menggunakan dua buah sensor, dapat meningkatkan akurasi pengukuran ketinggian air yang terjadi. Kedua sensor memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mendeteksi jarak ke permukaan air. Sensor pertama dapat digunakan untuk mendeteksi jarak ke permukaan air dari posisi tertentu, sedangkan sensor lainnya dapat digunakan untuk mendeteksi jarak ke permukaan air dari posisi lainnya. Pada penelitian sebelumnya menggunakan 3 level ketinggian air dengan selisih perbedaan ketinggian tiap status adalah 10 cm. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini akan mengambil 4 status data yaitu aman, perhatian, waspada dan bahaya. Pesan dan status ketinggian air akan dikirimkan setiap ketinggian air

bertambah 5 cm. Dengan diterapkannya 4 status ketinggian air ini, diharapkan akan lebih mudah melakukan penanggulangan terhadap bencana banjir yang sedang terjadi (Iga. A.,2020). Penelitian sebelumnya menggunakan Blynk dan *ThingSpeak* sebagai aplikasi yang akan menerima pesan ketinggian air dan informasi bahaya yang sedang terjadi, sedangkan penelitian ini akan menggunakan aplikasi Telegram dan *Thingspeak* dalam menerima pesan ketinggian air dan informasi bahaya yang sedang terjadi. (Anggiriani *et al.*, 2021; D. J. Putra *et al.*, 2023) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa Telegram memiliki *delay* yang lebih lama dibandingkan Blynk, hal ini dikarenakan Telegram di desain sebagai aplikasi instan *messaging*, sedangkan Blynk di desain khusus sebagai aplikasi IoT. Akan tetapi, (Ratnasari *et al.*, 2021; Sasongko & Sucipto, 2021) di dalam penelitiannya mengatakan bahwa aplikasi telegram *messenger* memiliki banyak keunggulan dibandingkan aplikasi lainnya karena telegram memiliki fitur bot modern paling mudah dibuat. Selain itu, penelitian ini juga akan menggunakan panel surya dan baterai *Lithium Ion* sebagai penyimpan energi bilamana rancangan alat ditempatkan pada lokasi yang jauh dari sumber listrik. Adapun harapan dengan dilakukannya penelitian ini, dapat memberikan hasil informasi tentang ketinggian air yang harus diwaspadai.

1.2. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya adalah:

1. Kerusakan akibat banjir dan dampaknya sangat merugikan masyarakat sehingga upaya Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) bencana banjir sangat diperlukan untuk meminimalisir dampak yang terjadi.
2. Ketersediaan sumber energi yang stabil dan terjangkau merupakan faktor penting dalam menjaga kelancaran operasi sistem peringatan dini berbasis IoT. Ketika banjir, sering terjadi gangguan aliran listrik PLN. Maka diperlukan ketersediaan energi yang dapat diandalkan untuk menjaga sistem peringatan dini banjir tetap dapat beroperasi disaat listrik PLN padam.

3. Tingkat akurasi dan keandalan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT sangat penting dalam memberikan peringatan yang tepat waktu dan akurat kepada masyarakat yang terkena dampak banjir.
4. Pengolahan dan analisis data yang efisien merupakan hal yang krusial dalam meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini banjir berbasis IoT.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, adapun yang menjadi rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat akurasi dan keandalan dari *prototype* sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam memenuhi kebutuhan akan sistem peringatan dini banjir? Serta faktor-faktor apa saja yang memengaruhi kinerja sistem tersebut?
2. Bagaimana peran Telegram dan *platform Thingspeak* dalam pengumpulan, pengolahan dan analisis data yang diperoleh dari sistem peringatan dini banjir?
3. Bagaimana pengaruh panel surya dan baterai *Lithium Ion* sebagai cadangan energi pada sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT)?
4. Bagaimana strategi untuk meningkatkan manajemen data yang lebih efisien?

1.4. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266.
3. Menggunakan *Buzzer* dengan spesifikasi 5V
4. Pengujian dilakukan dalam bentuk *prototype* pada media dengan ukuran 70cm x 30cm x 50cm

5. Data yang diperoleh berupa jarak dari sensor ke permukaan air, kategori bahaya dan grafik perubahan ketinggian air.

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat akurasi dan keandalan dari *prototype* sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam memenuhi kebutuhan akan sistem peringatan dini banjir, serta faktor-faktor apa saja yang memengaruhi kinerja sistem tersebut.
2. Mengetahui peran Telegram dan *platform Thingspeak* dalam pengumpulan, pengolahan dan analisis data yang diperoleh dari sistem peringatan dini banjir.
3. Mengetahui pengaruh panel surya dan baterai *Lithium Ion* sebagai cadangan energi pada sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT).
4. Mengetahui strategi untuk meningkatkan manajemen data yang lebih efisien

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memudahkan mengidentifikasi tingkat ketinggian banjir yang dapat terjadi kapan saja dan dimana pun. Pengembangan rancangan *prototype* jika diterapkan secara *real-time* maka akan sangat membantu masyarakat dalam menghindari bencana alam khususnya bencana alam banjir. Penelitian ini juga bermanfaat bagi mahasiswa fisika yang ada kaitannya dengan bidang instrumentasi ataupun elektronika sehingga dapat berguna untuk menambah informasi dan wawasan.