

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam terpenting bagi kehidupan manusia. Ketersediaan air sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor seperti pertanian, industri, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) hingga kebutuhan rumah tangga sehari-hari. Namun pengelolaan air kerap menghadapi tantangan yang kompleks akibat faktor alam dan perilaku manusia. Perubahan cuaca ekstrem seperti hujan deras dapat menimbulkan banjir sedangkan musim kemarau panjang bisa menyebabkan kekeringan (Tedjojuwono & Jahja, 2024). Pertumbuhan populasi dan pesatnya pembangunan juga berkontribusi terhadap meningkatnya kebutuhan air. Jika tidak dikelola dengan baik hal ini berpotensi menimbulkan krisis air. Oleh karena itu diperlukan alat pemantauan arus dan tinggi air yang akurat, efisien, dan dapat diandalkan untuk mengoptimalkan penggunaan air serta mencegah dampak buruk yang mungkin terjadi.

Pemantauan arus dan tinggi air sangat penting untuk memastikan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Ketidak terkendalian aliran air dapat berdampak signifikan terhadap berbagai sektor. Di bidang pertanian misalnya, kelebihan debit air atau arus yang terlalu deras dapat mengikis tanah dan menghilangkan unsur hara sehingga berisiko menyebabkan gagal panen. Sementara itu dalam sektor energi, fluktuasi kondisi air yang tidak terpantau dengan baik dapat mengurangi efisiensi produksi listrik pada pembangkit tenaga air. Untuk menjawab tantangan tersebut diperlukan alat pemantauan yang mampu melakukan pengukuran secara otomatis dan menyampaikan informasi secara *real-time*. Implementasi teknologi Mikrokontroler ESP32 berbasis komunikasi LoRa (long range) menjadi solusi ideal karena alat ini dapat bekerja tanpa koneksi internet dan menjangkau daerah terpencil (Imansyah & Widiastuti, 2022).

Namun teknologi komunikasi seperti Wi-Fi dan jaringan seluler memiliki keterbatasan jangkauan terutama di daerah terpencil yang infrastruktur digitalnya belum memadai. Di wilayah-wilayah seperti pedalaman, daerah perbukitan atau

kawasan pertanian yang jauh dari pusat kota sinyal internet sering kali lemah bahkan tidak tersedia sama sekali. Oleh karena itu penggunaan komunikasi LoRa menjadi alternatif yang sangat tepat. LoRa memungkinkan pengiriman data dalam jarak jauh (hingga beberapa kilometer) dengan konsumsi daya yang sangat rendah, tanpa memerlukan koneksi internet atau infrastruktur jaringan seluler. Hal ini menjadikan LoRa sangat cocok digunakan untuk alat pemantauan lingkungan di lokasi yang sulit dijangkau jaringan umum (Muhammad Habib & Supiyandi, 2023).

Meski begitu penerapan komunikasi LoRa juga memiliki tantangan terutama dalam hal interferensi sinyal dan kondisi geografis. Sinyal LoRa dapat terganggu oleh penghalang fisik seperti bukit, bangunan padat atau vegetasi tinggi yang mengakibatkan penurunan kualitas sinyal atau keterlambatan pengiriman data. Oleh karena itu perancangan alat harus memperhatikan penempatan perangkat agar sinyal dapat menjangkau penerima dengan optimal termasuk mempertimbangkan penggunaan antena yang sesuai dan pengaturan frekuensi yang stabil (Putra & Saleh, 2024). Saat ini metode pemantauan arus dan tinggi air masih banyak dilakukan secara manual oleh petugas di lapangan. Prosedur ini memakan waktu, membutuhkan tenaga kerja yang banyak dan rawan kesalahan dalam pencatatan data (Tedjojuwono & Jahja, 2024). Selain itu kondisi air yang dapat berubah dengan cepat terutama saat musim hujan atau kekeringan menuntut alat yang dapat menyampaikan informasi dengan segera. Keterlambatan informasi berpotensi menghambat proses pengambilan keputusan dan penyusunan strategi pengelolaan air (Muhammad Habib & Supiyandi, 2023). Oleh karena itu diperlukan alat otomatis yang dapat menggantikan metode manual dan bekerja secara lebih efisien. Salah satu pendekatan yang efektif adalah dengan menggunakan sensor HC-SR04 untuk mengukur tinggi air dan YF-S201C untuk mendeteksi arus yang datanya diproses dan dikirim melalui komunikasi LoRa. Data tersebut akan ditampilkan secara *real-time* melalui LCD 16x2 pada perangkat penerima. Memungkinkan pemantauan arus dan tinggi air secara praktis dan efisien (Firdhouzi Dkk., 2020).

Dari berbagai upaya penanganan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan komunikasi LoRa dalam rancang bangun alat pemantauan arus dan tinggi air berbasis mikrokontroler ESP32. Alat ini dirancang agar dapat

bekerja secara otomatis, *real-time* dan akurat untuk menggantikan metode pemantauan manual yang hingga kini masih banyak digunakan. Dengan adanya alat ini proses pemantauan dapat dilakukan tanpa keterlibatan langsung petugas di lapangan, sehingga lebih efisien, hemat tenaga dan responsif terhadap perubahan kondisi air (Tedjojuwono & Jahja, 2024). Teknologi komunikasi LoRa digunakan untuk mengirimkan data dari *node* sensor ke *node* penerima dalam jangkauan yang luas tanpa memerlukan koneksi internet yang menjadikannya sangat cocok untuk wilayah terpencil dengan akses jaringan yang terbatas (Muhammad Habib & Supiyandi, 2023). Seluruh hasil pemantauan akan langsung ditampilkan secara *real-time* melalui layar LCD 16x2 pada perangkat penerima sehingga pengguna dapat memperoleh informasi terkini mengenai kondisi arus dan tinggi air secara langsung di lokasi. Alat ini tidak membutuhkan server maupun infrastruktur *cloud*, melainkan hanya mengandalkan komunikasi langsung antar perangkat menggunakan LoRa yang membuatnya ideal untuk diterapkan dalam skema pemantauan lokal yang efisien dan berkelanjutan (Putra & Saleh, 2024).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah belum tersedianya alat pemantauan otomatis terhadap kondisi sungai khususnya arus dan tinggi air. Pemantauan masih dilakukan secara manual sehingga data yang diperoleh tidak bersifat *real-time* dan rentan keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Padahal pemantauan yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi potensi bencana terutama di daerah-daerah rawan. Diperlukan sebuah alat yang mampu mendeteksi kondisi sungai secara otomatis dan menyajikan informasi langsung melalui LCD tanpa memerlukan infrastruktur internet, agar informasi dapat diterima secara cepat dan tepat.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, pertanyaan dapat dirumuskan dalam penelitian :

1. Bagaimana rancangan alat pemantauan arus dan tinggi air berbasis mikrokontroler ESP32 dengan komunikasi LoRa yang dapat berfungsi secara

otomatis dan *real-time* tanpa bergantung pada koneksi internet?

2. Bagaimana metode untuk mengintegrasikan sensor arus dan tinggi air dengan komunikasi LoRa agar informasi dapat dikirim secara otomatis dan *real-time* ke perangkat penerima tanpa menggunakan jaringan internet?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pemantauan arus dan tinggi air sungai berbasis mikrokontroler ESP32 dengan komunikasi LoRa. Alat ini dirancang untuk mendeteksi perubahan kondisi sungai secara otomatis dan mengirimkan data ke penerima tanpa bergantung pada jaringan internet. Selain itu penelitian ini mengevaluasi keandalan dan mengklasifikasikan tingkat kewaspadaan (normal, waspada, bahaya) mendukung alat peringatan dini terhadap potensi bencana banjir.

1.5 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Membantu petugas atau pihak terkait dalam memantau keadaan air dengan lebih efisien tanpa harus pergi langsung ke lokasi.
2. Berpotensi mencakup pengambilan keputusan dengan cepat dan akurat dalam pengelolaan sumber daya air berdasarkan data yang diperoleh secara langsung.
3. Dapat diterapkan di berbagai bidang seperti pertanian, pengelolaan sumber daya air, pembangkit listrik tenaga air, serta industri yang bergantung pada ketersediaan air.