

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di wilayah tropis dan dikenal memiliki intensitas curah hujan tinggi sepanjang tahun. Kondisi geografis ini menyebabkan wilayah-wilayah tertentu, terutama yang berada di dataran rendah dan dekat aliran sungai, sangat rawan mengalami bencana banjir. Banjir di Indonesia dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti curah hujan ekstrem, sampah yang menyumbat saluran air, serta keterlambatan dalam pengoperasian pintu air dan pompa pengendali luapan sungai.

Pada banyak kasus, pengendalian pintu air maupun sistem pemompaan air di lapangan masih dilakukan secara manual oleh petugas yang berjaga di lokasi. Sistem ini memiliki kelemahan, terutama ketika terjadi hujan deras di malam hari atau saat tidak ada personel yang siaga untuk memantau dan mengoperasikan pintu atau pompa air. Seperti yang dijelaskan oleh (Andika et al., 2024), banyak warga mengalami banjir mendadak karena tidak ada yang menutup pintu air ketika hujan deras turun saat malam hari. Kondisi ini menunjukkan pentingnya sistem otomatis yang mampu bereaksi cepat dan presisi terhadap kondisi nyata di lapangan.

Sementara itu, sistem monitoring berbasis teknologi informasi khususnya *Internet of Things (IoT)* telah terbukti mampu memberikan solusi yang efisien dan cerdas dalam berbagai bidang, termasuk pengelolaan sumber daya air. IoT memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler untuk saling terhubung melalui jaringan internet dan mengirimkan data secara real-time. Dalam konteks sistem pengendalian air, IoT dapat digunakan untuk memantau ketinggian air sungai dan mengontrol pembukaan pintu air serta pengaktifan pompa secara otomatis dari jarak jauh.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengembangkan prototype sistem otomatis untuk pintu air. Misalnya, penelitian oleh (Halim & Wahyu Lesmana, 2023) berhasil membangun sistem pintu air bendungan otomatis berbasis sensor ultrasonik dan Arduino Uno, yang mampu merespons perubahan tinggi

muka air dengan cepat dan akurat. Namun, sistem ini belum mengintegrasikan pengendalian pompa air, dan belum menggunakan IoT sebagai media pengiriman data. Penelitian lain oleh (Hasanah et al., 2020) merancang sistem berbasis Raspberry Pi untuk mendeteksi banjir dan membuka pintu air otomatis yang dapat diakses melalui website, dengan waktu respons rata-rata hanya 2 detik. Meskipun mendekati konsep *IoT*, sistem tersebut tidak dilengkapi dengan kontrol pompa dan cenderung fokus pada pengiriman informasi, bukan aksi fisik yang terintegrasi.

Berangkat dari berbagai permasalahan tersebut, maka perlu dirancang suatu sistem yang komprehensif dan adaptif, yakni berupa prototype pengendali pompa dan pintu air otomatis berbasis *Internet of Things*, yang mampu memonitor ketinggian air sungai secara real-time serta mengendalikan perangkat fisik (pompa dan pintu air) secara otomatis sesuai parameter ambang batas tertentu. Dengan pendekatan ini, sistem akan merespons secara mandiri terhadap potensi bahaya banjir tanpa harus bergantung pada intervensi manual. Sistem ini juga diharapkan mampu mengirimkan data ke cloud atau dashboard berbasis web yang bisa diakses oleh petugas maupun masyarakat sebagai bentuk transparansi dan upaya mitigasi dini.

Adanya *prototype* ini diharapkan memberikan kontribusi dalam menanggulangi banjir yang sering terjadi di Indonesia dengan memanfaatkan perkembangan teknologi *IoT* yang semakin terjangkau dan mudah diimplementasikan. Selain sebagai solusi teknis, penelitian ini juga bertujuan memberikan gambaran bagaimana pengelolaan air berbasis otomatisasi dan *IoT* dapat menjadi standar masa depan dalam sistem infrastruktur tanggap bencana di wilayah rawan banjir.

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam upaya penanggulangan banjir yang disebabkan oleh luapan air sungai, masih terdapat berbagai permasalahan yang ditemukan di lapangan, antara lain:

1. *Monitoring* ketinggian air masih dilakukan secara manual, sehingga tidak efisien dan berisiko keterlambatan dalam pengambilan keputusan saat terjadi potensi banjir.
2. Kurangnya sistem otomatisasi pada pengendalian pompa dan pintu air, sehingga proses pembukaan atau penutupan masih bergantung pada tenaga manusia yang tidak selalu siaga 24 jam.
3. Keterbatasan penyampaian informasi secara *real-time* kepada pihak terkait, sehingga pengawasan terhadap kondisi sungai tidak dapat dilakukan dari jarak jauh atau secara terus menerus.
4. Tidak adanya sistem peringatan dini yang berbasis data aktual, padahal deteksi dini sangat penting dalam mencegah terjadinya bencana banjir besar.
5. Belum banyak prototipe terintegrasi berbasis *IoT* yang dikembangkan secara lokal dan aplikatif, khususnya untuk mengendalikan pompa serta pintu air secara otomatis berdasarkan data ketinggian air sungai.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan terarah dan fokus, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sistem hanya berskala prototipe dan diuji dalam simulasi (bukan pada sungai sungguhan), menggunakan media air dalam prototype percobaan.
2. Ketinggian air di sungai dalam prototype ini memiliki tinggi maksimal untuk menerima air dari penampungan, yaitu sekitar 15cm dari dasar.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang memiliki konektivitas Wi-Fi untuk menghubungkan sistem ke internet.
4. Sistem pengambilan keputusan otomatis didasarkan pada ambang batas (*threshold*) ketinggian air yang ditentukan secara statis dalam program (belum menggunakan *fuzzy logic*, kecerdasan buatan atau *machine learning*).

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang prototipe sistem monitoring ketinggian air sungai secara *real-time* menggunakan sensor berbasis *Internet of Things (IoT)*?
2. Bagaimana sistem dapat mengendalikan pompa dan pintu air secara otomatis berdasarkan data ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor?
3. Bagaimana mengintegrasikan perangkat keras (sensor dan aktuator) dengan *platform IoT* agar informasi dapat diakses dan dipantau dari jarak jauh melalui jaringan internet?
4. Seberapa efektif prototipe yang dikembangkan dalam merespons perubahan ketinggian air serta memberikan notifikasi dini secara otomatis?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menyelesaikan tugas akhir skripsi Prodi Teknologi Rekayasa Otomasi.
2. Merancang dan membangun prototipe sistem monitoring ketinggian air sungai secara *real-time* menggunakan sensor berbasis *Internet of Things (IoT)*.
3. Mengembangkan sistem pengendali otomatis untuk pompa dan pintu air yang dapat merespons secara mandiri berdasarkan data ketinggian air yang terukur.
4. Mengintegrasikan sistem *monitoring* dan pengendalian dengan *platform IoT* agar data dapat dikirim dan ditampilkan secara *real-time* melalui jaringan internet.
5. Menguji keefektifan dan keandalan prototipe dalam merespons perubahan ketinggian air dan melakukan tindakan otomatis serta pengiriman notifikasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- Menambah wawasan dan literatur dalam bidang teknik elektro, khususnya terkait penerapan *Internet of Things (IoT)* untuk sistem *monitoring* dan kontrol otomatis.
- Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem prototipe berbasis sensor dan aktuator yang dapat diaplikasikan pada permasalahan lingkungan, khususnya pengendalian banjir.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan solusi awal dalam mengatasi keterlambatan pengendalian pintu air dan pompa melalui sistem otomatis yang terhubung internet.
- Menjadi referensi teknis bagi instansi pemerintah atau komunitas yang ingin mengembangkan sistem pemantauan banjir sederhana dan efisien.
- Memberikan kemudahan pemantauan jarak jauh bagi operator melalui notifikasi dan antarmuka berbasis aplikasi.

3. Manfaat Edukatif

- Menjadi sarana pembelajaran dan pengembangan keterampilan dalam merancang sistem *IoT* terintegrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan lunak (*software*).
- Melatih kemampuan mahasiswa dalam menerapkan ilmu teknik elektro dan pemrograman mikrokontroler untuk solusi nyata di masyarakat.