

ABSTRAK

MINIATUR ROBOT PENDETEKSI BANJIR DENGAN SENSOR KETINGGIAN AIR BERBASIS ARDUNIO

Nama : Rido Syahputra
Npm : 2155201007
Dosen Pembimbing : Dr. Yulia Darmi, S.Kom., M.Kom.

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia dan dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar, baik dari segi materi maupun keselamatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi terjadinya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah miniatur robot pendeteksi banjir dengan menggunakan sensor ketinggian air berbasis Arduino sebagai bentuk simulasi sistem peringatan dini yang sederhana namun efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D), yang berfokus pada proses pengembangan produk melalui beberapa tahapan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan, hingga pengujian alat. Pada tahap awal, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan komponen yang diperlukan, seperti mikrokontroler Arduino, sensor ultrasonik, buzzer sebagai alarm, LCD 12C serta indikator LED. Selanjutnya, dilakukan proses perancangan sistem baik dari sisi perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software). Pada tahap pengembangan, miniatur robot dirakit dan diprogram agar mampu membaca data dari sensor ketinggian air secara real-time. Sensor akan mendeteksi perubahan tinggi permukaan air dan mengirimkan data ke Arduino untuk diproses. Jika ketinggian air mencapai batas tertentu yang telah ditentukan, maka sistem akan memberikan peringatan berupa bunyi alarm, memberikan informasi ketinggian air melalui Lcd dan nyala lampu indikator. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa miniatur robot pendeteksi banjir dengan sensor ketinggian air berbasis Arduino ini dapat dijadikan sebagai solusi alternatif dalam pengembangan sistem peringatan dini banjir yang lebih sederhana dan ekonomis. Meskipun masih dalam bentuk miniatur, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi alat yang dapat diaplikasikan secara nyata di lingkungan masyarakat. Dengan adanya pengembangan lebih lanjut, diharapkan alat ini dapat membantu mengurangi dampak kerugian akibat bencana banjir.

Kata Kunci : sistem peringatan dini, mikrokontroler, sensor ultrasonik, Metode Research and Development (R&D).

ABSTRACT

FLOOD DETECTION ROBOT MINIATURE USING AN ARDUINO-BASED WATER LEVEL SENSOR

Name : Rido Syahputra

Student ID : 2155201007

Supervisor : Dr. Yulia Darmi, S.Kom., M.Kom.

Flooding is one of the most frequent natural disasters occurring in various regions of Indonesia and can cause significant losses, both materially and in terms of public safety. Therefore, a system capable of providing early warning for potential flooding is needed. This study aims to design and develop a miniature flood detection robot using an Arduino-based water level sensor as a simulation of a simple yet effective early warning system. The method used in this research is the Research and Development (R&D) method, which focuses on the product development process through several stages, including needs analysis, design, development, and testing. In the initial stage, a needs analysis was conducted to determine the required components, such as an Arduino microcontroller, ultrasonic sensor, buzzer, I2C LCD, and LED indicators. Furthermore, the system was designed in terms of both hardware and software. During the development stage, the miniature robot was assembled and programmed to read data from the water level sensor in real time. The sensor detects changes in water surface height and sends the data to the Arduino for processing. When the water level reaches a predetermined threshold, the system provides warnings in the form of an alarm sound, displays water level information on the LCD, and activates indicator lights. Based on the results of the study, it can be concluded that the Arduino-based water level sensor flood detection robot miniature can serve as an alternative solution for developing a simpler and more economical flood early warning system. Although still in the form of a miniature, this system has the potential to be further developed into a practical tool applicable in real community environments. With further development, it is expected that this tool can help reduce the impact of losses caused by flood disasters.

Keywords: *Early Warning System, Microcontroller, Ultrasonic Sensor, Research and Development (R&D)*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan fenomena hidrometeorologi yang terus menjadi persoalan utama di Indonesia karena kombinasi faktor alamiah dan aktivitas manusia. Analisis tren menunjukkan bahwa intensifikasi curah hujan akibat variabilitas iklim serta perubahan pola cuaca, ditambah dengan alih fungsi lahan dan berkurangnya daerah resapan air, telah meningkatkan frekuensi serta intensitas kejadian banjir di berbagai wilayah (Nugroho, 2020). Kondisi tersebut diperparah oleh pertumbuhan kawasan perkotaan yang tidak diimbangi dengan sistem drainase yang memadai sehingga meningkatkan risiko genangan dan banjir ketika curah hujan tinggi terjadi dalam waktu singkat.

Dampak banjir tidak hanya bersifat fisik berupa kerusakan infrastruktur seperti jalan, jembatan, rumah, serta fasilitas umum lainnya, tetapi juga memiliki dampak sosial dan ekonomi yang cukup besar. Banjir dapat mengganggu aktivitas masyarakat, pelayanan publik, pendidikan, serta akses transportasi, bahkan dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan risiko kesehatan bagi masyarakat yang terdampak (Putri & Wicaksono, 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi bencana yang efektif melalui sistem monitoring dan peringatan dini agar masyarakat dapat melakukan tindakan pencegahan sebelum banjir mencapai tingkat yang berbahaya.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan sistem elektronika, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem monitoring ketinggian air yang dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini banjir. Sistem peringatan dini atau Early Warning System (EWS) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mendeteksi potensi banjir secara lebih cepat dan akurat sehingga masyarakat dapat memperoleh informasi secara real-time mengenai kondisi ketinggian air di suatu wilayah (Setiawan et al., 2020). Sistem ini biasanya memanfaatkan kombinasi teknologi sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, serta perangkat lunak untuk mengolah dan menampilkan data pengukuran secara otomatis.

Dalam sistem monitoring ketinggian air, sensor merupakan komponen utama yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan tinggi muka air. Salah satu sensor yang banyak digunakan dalam penelitian adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk kembali setelah memantul dari permukaan objek. Berdasarkan waktu pantulan tersebut, jarak antara sensor dan permukaan air dapat dihitung sehingga ketinggian air dapat diketahui secara akurat (Kusmadi & Sidik, 2020). Sensor ultrasonik memiliki keunggulan dalam pengukuran jarak tanpa kontak langsung dengan air sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan akibat korosi atau kondisi lingkungan yang lembab.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang dikombinasikan dengan mikrokontroler Arduino mampu menghasilkan sistem

monitoring ketinggian air yang cukup akurat dan mudah dikembangkan. Arduino berfungsi sebagai pengolah data dari sensor sekaligus pengendali berbagai perangkat output seperti LCD, buzzer, dan indikator LED untuk memberikan informasi mengenai kondisi ketinggian air (Rosidin et al., 2024). Dengan menggunakan sistem tersebut, perubahan ketinggian air dapat dipantau secara otomatis dan ditampilkan pada layar LCD sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi air secara langsung.

Hasbullah dan Pramudya (2023) menunjukkan bahwa sensor ultrasonik berbasis Arduino dapat digunakan untuk memantau perubahan ketinggian permukaan air dengan cukup baik melalui pengukuran waktu pantulan gelombang ultrasonik. Sistem tersebut mampu memberikan data ketinggian air secara kontinu sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan termasuk sistem pendeteksi banjir.

Mengembangkan sistem monitoring ketinggian air dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dan sensor jarak untuk meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini banjir. Wahyudi et al. (2022) mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik dan NodeMCU yang mampu memberikan informasi mengenai kondisi ketinggian air sungai secara otomatis kepada masyarakat. Sistem tersebut menunjukkan bahwa teknologi sensor dan mikrokontroler dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi banjir. Meskipun berbagai sistem monitoring ketinggian air telah dikembangkan, sebagian besar perangkat yang digunakan masih bersifat statis atau ditempatkan secara permanen pada

satu titik pengukuran. Keterbatasan ini menyebabkan sistem hanya mampu memantau kondisi air pada satu lokasi tertentu sehingga kurang efektif dalam menggambarkan kondisi ketinggian air secara menyeluruh pada suatu wilayah (Setiawan & Utami, 2021). Dalam kondisi tertentu, distribusi kenaikan muka air tidak selalu merata sehingga dibutuhkan sistem monitoring yang lebih fleksibel dan mampu menjangkau beberapa titik pengukuran.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi robotika sebagai media pembawa sensor atau sensor carrier. Robot dapat bergerak menuju beberapa titik pengukuran sehingga mampu memperoleh data ketinggian air dari berbagai lokasi. Konsep ini dikenal sebagai mobile sensing, yaitu metode pengumpulan data lingkungan menggunakan platform bergerak yang dilengkapi dengan sensor (Arifin & Lestari, 2020). Dengan menggunakan pendekatan ini, sistem monitoring dapat memperoleh informasi yang lebih luas mengenai kondisi lingkungan dibandingkan dengan sistem sensor statis.

Penggunaan robot sebagai platform sensor juga memberikan beberapa keuntungan seperti kemampuan menjangkau area yang sulit diakses, fleksibilitas dalam melakukan pengukuran di berbagai lokasi, serta kemampuan untuk menyesuaikan posisi sensor sesuai kondisi lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dan Hakim (2022) menunjukkan bahwa pengembangan robot miniatur berbasis

mikrokontroler dapat digunakan sebagai media penelitian untuk menguji berbagai sensor lingkungan sebelum diterapkan pada skala yang lebih besar.

Dalam pengembangan sistem robot miniatur, pemilihan mikrokontroler menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan sistem. Arduino merupakan salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan dalam penelitian karena memiliki kemudahan dalam pemrograman, biaya yang relatif rendah, serta kompatibilitas dengan berbagai jenis sensor dan modul elektronik (Rahman & Susanto, 2020). Arduino juga memiliki banyak pustaka (library) yang memudahkan pengembangan sistem berbasis sensor dan robotika. Selain itu, Arduino dapat digunakan untuk mengolah data dari sensor secara real-time serta mengendalikan berbagai perangkat output seperti LCD, LED, buzzer, maupun motor penggerak robot. Dengan kemampuan tersebut, Arduino menjadi platform yang sangat sesuai digunakan dalam penelitian berbasis prototipe atau Research and Development (R&D) karena memungkinkan peneliti melakukan pengujian dan pengembangan sistem secara bertahap (Kusuma & Hidayat, 2022).

Permasalahan yang melatarbelakangi penelitian ini adalah masih kurangnya sistem monitoring ketinggian air yang dapat bekerja secara otomatis dan memberikan informasi secara cepat kepada pengguna. Pemantauan ketinggian air yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efektif dan berisiko menyebabkan keterlambatan dalam mengetahui potensi terjadinya banjir. Selain itu, belum banyak sistem sederhana yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan tinggi muka air

secara real-time dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mendeteksi ketinggian air secara otomatis serta menampilkan informasi kepada pengguna melalui media tampilan seperti LCD atau indikator lainnya agar proses pemantauan kondisi air dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

Dalam konteks penelitian ini, pengembangan miniatur robot pendeteksi banjir berbasis Arduino diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif dalam sistem monitoring ketinggian air. Robot miniatur yang dilengkapi dengan sensor ketinggian air dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan tinggi muka air secara otomatis serta memberikan informasi kepada pengguna melalui tampilan LCD atau indikator lainnya. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pemantauan kondisi air dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah miniatur robot pendeteksi banjir dengan sensor ketinggian air berbasis Arduino yang mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara otomatis dan memberikan informasi kepada pengguna. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem monitoring banjir yang lebih sederhana, ekonomis, dan mudah dikembangkan sebagai bagian dari sistem mitigasi bencana banjir di masa mendatang.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Dengan latar belakang diatas, peneliti merumuskan masalah dalam penelitian antara lain:

1. Bagaimana merancang dan membangun miniatur robot pendeteksi banjir dengan sensor ketinggian air berbasis Arduino?
2. Bagaimana kinerja dan tingkat akurasi sensor ketinggian air pada miniatur robot dalam mendeteksi perubahan tinggi muka air sebagai indikator potensi banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun miniatur robot pendeteksi banjir berbasis Arduino yang dilengkapi dengan sensor ketinggian air untuk mendeteksi perubahan tinggi muka air secara otomatis. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kinerja dan tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi perubahan ketinggian air serta menampilkan informasi kondisi air melalui LCD sebagai indikator potensi terjadinya banjir.

1.4 Kerangka Kerja Penelitian

Tabel 1 .1 Framework Penelitian

No	Tahap	Aktivitas	Metode	Output	Hasil Akhir

	Penelitian				
1	Analisis Kebutuhan	Studi literatur sistem banjir,	Kajian pustaka, observasi, analisis	Spesifikasi sistem dan daftar komponen	Konsep awal sistem robot pendeteksi banjir
		identifikasi masalah, menentukan kebutuhan perangkat keras & lunak	kebutuhan		
2	Perancangan Sistem	Membuat diagram blok, flowchart, skematik rangkaian, desain	Perancangan sistem (system design), modeling diagram	Diagram blok, flowchart, desain rangkaian	Blueprint sistem sebagai dasar pembuatan prototipe

		chassis robot			
3	Pembuatan Prototipe	Perakitan robot, wiring sensor & Arduino, instalasi LCD, LED,	Implementasi langsung (experimental setup)	Prototipe robot versi awal	Sistem dapat membaca ketinggian air dan menampilka n data
		buzzer, upload program			
4	Pengujian Sistem	Uji pembacaan sensor, uji LCD, uji LED &	Black box testing, pengujian kuantitatif sederhana	Data hasil pengujian	Diketahui tingkat akurasi dan respon sistem

		buzzer, uji respon kenaikan air			
5	Evaluasi & Penyempurnaan	Analisis kesalahan, kalibrasi sensor, perbaikan program	Analisis data, iterasi R&D	Prototipe versi final	Robot lebih stabil, akurat, dan siap digunakan

Kerangka kerja penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji miniatur robot pendeteksi banjir berbasis Arduino. Tahap penelitian dimulai dari identifikasi masalah terkait kebutuhan sistem pendeteksi banjir, kemudian dilanjutkan dengan studi literatur untuk memperoleh informasi mengenai sensor ketinggian air, mikrokontroler Arduino, serta penelitian terdahulu yang relevan. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang meliputi desain perangkat keras dan perangkat lunak.

Setelah itu dilakukan pembuatan dan perakitan prototype miniatur robot, kemudian dilanjutkan dengan pengujian alat untuk mengetahui kinerja dan tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi ketinggian air. Tahap terakhir adalah analisis hasil

pengujian dan penyempurnaan sistem sehingga diperoleh prototype miniatur robot pendeteksi banjir yang dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

