

MINIATUR ROBOT PENDETEKSI BANJIR DENGAN SENSOR KETINGGIAN AIR BERBASIS ARDUNIO

Yulia Darmi¹, Rido Syahputra², Sastya Hendri Wibowo³, Dedi Abdullah⁴

^{1,2,3,4}Teknik informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

yuliadarmi@umb.ac.id¹, ridosyahputra491@gmail.com²,
sastiahendriwibowo@gmail.com³, dedy_abdullah@umb.ac.id⁴

Abstract

Flooding is a frequent disaster in Indonesia that causes various losses for the community. This study aims to design and build an Arduino-based flood-detecting robot prototype using the HC-SR04 ultrasonic sensor to automatically detect changes in water levels. The research method employed is Research and Development (R&D), comprising requirements analysis, system design, prototype construction, testing, and evaluation. The system consists of an Arduino Uno R3 as the main controller, an HC-SR04 sensor for water level detection, a 16×2 I2C LCD for information display, indicator LEDs, and a buzzer as an early warning alarm. Test results demonstrate that the system is capable of detecting and classifying water conditions into safe, moderate, high, and danger categories in real-time. The sensor measurement error rate is below 5%, indicating that the system is sufficiently accurate and suitable for use as a simulation tool and for the development of flood early warning systems. The novelty of this research lies in the integration of a robot prototype with a flood detection system that is simple, cost-effective, and easily scalable.

Keywords: flood, Arduino Uno, HC-SR04, early warning, flood-detecting robot.

Abstrak

Banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia dan menyebabkan berbagai kerugian bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun miniatur robot pendeteksi banjir berbasis Arduino menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi perubahan ketinggian air secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, pengujian, dan evaluasi. Sistem terdiri dari Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama, sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian air, LCD 16×2 I2C sebagai media informasi, LED indikator, dan buzzer sebagai alarm peringatan dini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kondisi air ke dalam kategori aman, sedang, tinggi, dan bahaya secara real-time. Tingkat kesalahan pengukuran sensor berada di bawah 5%, sehingga sistem dinilai cukup akurat dan layak digunakan sebagai media simulasi serta pengembangan sistem peringatan dini banjir. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi miniatur robot dengan sistem deteksi banjir yang sederhana, ekonomis, dan mudah dikembangkan.

Kata Kunci: banjir, Arduino Uno, HC-SR04, peringatan dini, robot pendeteksi banjir.

A. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang memiliki frekuensi kejadian tertinggi di Indonesia. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa sebagian besar bencana yang terjadi setiap tahun didominasi oleh bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, dan cuaca ekstrem. Tingginya intensitas

curah hujan, perubahan tata guna lahan, berkurangnya daerah resapan air, serta sistem drainase yang kurang memadai menjadi faktor utama yang menyebabkan meningkatnya kejadian banjir di berbagai wilayah Indonesia.

Dampak banjir tidak hanya menimbulkan kerusakan fisik pada infrastruktur, tetapi juga berdampak pada aspek sosial dan ekonomi masyarakat. Kerugian yang ditimbulkan mencakup kerusakan rumah, terganggunya aktivitas pendidikan dan ekonomi, hingga ancaman terhadap keselamatan jiwa. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi yang mampu memberikan informasi secara cepat mengenai kondisi kenaikan muka air sehingga masyarakat dapat melakukan tindakan preventif sebelum banjir terjadi.

Perkembangan teknologi mikrokon-troler dan sensor telah membuka peluang dalam pengembangan sistem peringatan dini banjir (Early Warning System/EWS). Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang mampu mengukur jarak permukaan air tanpa kontak langsung dengan media air. Sensor ini memiliki keunggulan berupa biaya yang relatif murah, tingkat akurasi yang baik, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai platform mikrokontroler seperti Arduino.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem deteksi banjir berbasis sensor ultrasonik dan Internet of Things (IoT). Setiawan (2022) mengembangkan sistem monitoring banjir menggunakan sensor ultrasonik dan water level yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk. Dharmawan dan Imelda (2023) mengembangkan sistem berbasis NodeMCU yang mampu mengirimkan informasi kondisi air secara real-time melalui jaringan internet. Rahmawati et al. (2024) mengintegrasikan sensor ultrasonik dengan metode machine learning untuk meningkatkan kemampuan prediksi banjir.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada sistem monitoring yang bersifat statis atau ditempatkan pada satu titik pengukuran tertentu. Keterbatasan tersebut menyebabkan sistem kurang fleksibel dalam memperoleh data dari beberapa lokasi pengamatan. Selain itu, sebagian penelitian lebih menekankan pada aspek komunikasi data berbasis IoT dibandingkan pada pengembangan media simulasi dan edukasi yang dapat digunakan untuk memahami mekanisme deteksi banjir secara sederhana.

Berdasarkan analisis tersebut, terdapat research gap berupa minimnya penelitian yang mengintegrasikan konsep robot miniatur sebagai media simulasi sistem deteksi banjir berbasis sensor ultrasonik. Penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dengan

mengembangkan miniatur robot pendeteksi banjir yang mampu mendeteksi perubahan ketinggian air, memberikan indikator visual dan audio, serta menampilkan informasi kondisi air secara real-time melalui LCD.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Peringatan Dini Banjir

Sistem peringatan dini banjir merupakan sistem yang dirancang untuk memberikan informasi mengenai potensi terjadinya banjir sebelum bencana mencapai kondisi kritis. Sistem ini berfungsi untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat sehingga dapat mengurangi dampak kerugian yang ditimbulkan.

2. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan platform mikrokontroler berbasis ATmega328P yang banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan sistem embedded. Keunggulan Arduino meliputi kemudahan pemrograman, biaya rendah, serta dukungan komunitas yang luas.

3. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik. Sensor mengukur waktu tempuh gelombang dari pemancar ke objek dan kembali ke penerima.

4. LCD 16×2 I2C

Dalam sistem berbasis Arduino, LCD 16×2 I2C digunakan untuk menampilkan informasi yang diperoleh dari sensor, seperti nilai jarak atau ketinggian air yang diukur oleh sensor ultrasonik. Data yang diproses oleh mikrokontroler Arduino kemudian ditampilkan pada layar LCD sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi sistem secara langsung.

5. Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai perangkat output untuk menghasilkan bunyi atau suara sebagai indikator atau peringatan dalam suatu sistem.

6. LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai indikator visual dalam suatu rangkaian elektronika. LED dapat menghasilkan cahaya ketika dialiri arus listrik sehingga sering digunakan sebagai penanda kondisi atau status tertentu pada sistem elektronik.

7. Breadboard

Pada breadboard terdapat dua bagian utama yaitu terminal strip dan power rail. Terminal strip digunakan untuk menghubungkan komponen utama dalam rangkaian, sedangkan power rail digunakan sebagai jalur distribusi tegangan seperti VCC dan GND.

8. Resistor

Resistor merupakan salah satu komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian. Besarnya hambatan pada resistor dinyatakan dalam satuan Ohm (Ω). Resistor digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik untuk mengatur besar arus dan tegangan sehingga komponen lain dalam rangkaian dapat bekerja dengan baik dan tidak mengalami kerusakan akibat arus yang berlebihan.

9. Kabel jumper

Kabel jumper merupakan kabel penghubung yang digunakan dalam rangkaian elektronika untuk menghubungkan berbagai komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan perangkat output tanpa memerlukan proses penyolderan. Kabel ini biasanya digunakan pada breadboard atau papan pengembangan seperti Arduino untuk mempermudah proses perancangan dan pengujian rangkaian elektronik

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D), yang berfokus pada pengembangan melalui beberapa tahap, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan, hingga pengujian alat dengan pendekatan kuantitatif. Tahapan penelitian meliputi:

1. Analisis kebutuhan.: Mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem pendeteksi banjir.

2. Perancangan sistem: Merancang rangkaian alat dan alur kerja sistem berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan.
3. Pembuatan prototipe: Merakit komponen dan mengimplementasikan program pada mikrokontroler Arduino.
4. Pengujian sistem: Menguji kinerja alat dan akurasi sensor dalam mendeteksi ketinggian air.
5. Evaluasi dan penyempurnaan: Menganalisis hasil pengujian dan melakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja sistem.

1. Perangkat Penelitian

Seluruh alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem miniatur robot pendeteksi banjir.

Tabel 1. Komponen Sistem

Komponen	Fungsi
Arduino Uno R3	Pengendali utama
HC-SR04	Sensor ketinggian air
LCD 16×2 I2C	Menampilkan informasi
LED Hijau	Zona aman
LED Kuning	Zona sedang
LED Merah	Zona tinggi
Buzzer	Alarm bahaya

2. Logika Sistem

Logika sistem pada penelitian ini dimulai ketika sensor ultrasonik HC-SR04 melakukan pengukuran jarak antara sensor dan permukaan air secara berkala. Data jarak yang diperoleh kemudian dikirim ke Arduino Uno R3 untuk diproses. Arduino menghitung dan membandingkan nilai jarak yang terdeteksi dengan batas ketinggian air yang telah ditentukan dalam program.

Berdasarkan hasil tersebut, sistem akan mengklasifikasikan kondisi ketinggian air ke dalam beberapa kategori, yaitu aman, sedang, tinggi, dan bahaya. Setiap kategori akan menghasilkan respons yang berbeda berupa tampilan informasi pada LCD, penyalan LED indikator, serta aktivasi buzzer sebagai peringatan dini. Semakin tinggi

permukaan air, semakin kecil jarak yang terbaca oleh sensor dan semakin tinggi tingkat kewaspadaan yang ditampilkan.

Tabel 2. Klasifikasi Ketinggian Air

Jarak	SensorStatus
< 15 cm	Aman
< 10 cm	Sedang
< 5 cm	Tinggi
< 3 cm	Bahaya

Dengan logika tersebut, sistem mampu melakukan pemantauan ketinggian air secara otomatis dan real-time.

3. Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan perhitungan error. Untuk mengetahui tinggi air, diperlukan tinggi total wadah atau titik pemasangan sensor sebagai nilai acuan. Tinggi air kemudian dihitung dengan cara mengurangkan tinggi wadah dengan jarak yang terbaca oleh sensor. Rumus yang digunakan adalah:

“Tinggi air = Tinggi wadah – Jarak sensor”

Jika tinggi wadah atau posisi sensor dari dasar adalah 20 cm, dan sensor membaca jarak permukaan air sebesar 17 cm, maka tinggi air dapat dihitung sebagai berikut:

Tinggi Air = $20 - 17 = 3\text{cm}$. Artinya, air di dalam wadah telah mencapai kurang dari ketinggian 3 cm dari jarak sensor ke air. Nilai tinggi air ini kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 untuk menentukan status kondisi air dalam kondisi zona bahaya serta ditampilkan pada LCD dan digunakan untuk mengaktifkan indikator LED dan buzzer.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi Sistem

Sistem berhasil diimplementasikan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pusat pengendali. Sensor HC-SR04 dipasang pada bagian atas wadah untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air. Ketika permukaan air naik, jarak yang terbaca

oleh sensor akan semakin kecil, sedangkan ketika air turun, jarak yang terbaca akan semakin besar.

Data hasil pengukuran sensor kemudian diproses oleh Arduino untuk menentukan kondisi ketinggian air berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengukuran dan status kondisi air ditampilkan pada LCD 16x2 I2C secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi air dengan mudah. Sistem juga dilengkapi dengan LED indikator, buzzer, dan relay sebagai perangkat keluaran. LED digunakan untuk menunjukkan status aman, siaga, dan bahaya. Buzzer akan aktif sebagai alarm ketika ketinggian air mencapai batas tertentu, sedangkan relay akan bekerja pada kondisi bahaya untuk mengaktifkan perangkat eksternal yang terhubung. Berdasarkan hasil implementasi, seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan. Sistem mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara otomatis, menampilkan informasi pada LCD, serta memberikan peringatan melalui LED, buzzer, dan relay sesuai kondisi yang terdeteksi.

2. Hasil Pengujian

JARAK CM	LCD	LED	BUZZER
Jarak < 15 cm 		Led hijau on 	off 
Jarak < 10 cm 		Led kuning on 	off 
Jarak < 5 cm 		Led merah on 	off 
Jarak < 3 cm 		Semua led on 	on 

Gambar 3. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem miniatur robot pendeteksi banjir dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi ketinggian air pada wadah uji, kemudian mengamati respons sensor ultrasonik, LCD, LED, dan buzzer. Pada kondisi aman, sensor mendeteksi ketinggian air rendah sehingga LED hijau menyala, dan buzzer tidak aktif, serta LCD menampilkan status "AMAN". Pada kondisi waspada, saat ketinggian air meningkat hingga batas yang ditentukan, LED kuning menyala buzzer tidak aktif dan LCD menampilkan status "SEDANG". Pada kondisi tinggi, saat ketinggian air meningkat hingga batas yang ditentukan, LED merah menyala buzzer tidak aktif dan LCD menampilkan status "WASPADA". Sedangkan pada kondisi bahaya, ketika ketinggian air mencapai batas maksimum, LED merah menyala, buzzer berbunyi, relay aktif, dan LCD menampilkan status "BAHAYA". Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen dapat bekerja dengan baik dan mampu memberikan informasi serta peringatan sesuai dengan kondisi ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik.

3. Hasil Pengujian Akurasi

Tabel 5. Perbandingan Pengukuran

Aktual (cm)	Sensor (cm)	Error (%)
15	14,8	1,33
10	9,7	3,00
5	4,9	2,00
3	2,9	3,33

Rata-rata error: $1,33+3,00+2,00+3,33 :4 = 2,42\%$

Tingkat akurasi: $100\% - 2,42\% = 97,58\%$

Grafik 1. Akurasi Sensor

Parameter	Nilai
Rata-rata Error	2,42%
Akurasi Sensor	97,58%

4. Analisis Hasil

Hasil pengujian menunjukkan sensor HC-SR04 mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara konsisten. Nilai error rata-rata sebesar 2,42% menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk aplikasi simulasi deteksi banjir.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Kusmadi dan Sidik (2020) yang menyatakan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat ketelitian yang baik dalam pengukuran jarak pada lingkungan terkontrol.

Dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan sistem monitoring statis, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel melalui integrasi miniatur robot sebagai platform sensor. Pendekatan tersebut membuka peluang pengembangan menuju sistem mobile monitoring yang mampu menjangkau lebih dari satu titik pengamatan.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian berhasil merancang dan membangun miniatur robot pendeteksi banjir berbasis Arduino menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian air. Sistem mampu mendeteksi perubahan tinggi muka air secara real-time dan mengklasifikasikan kondisi menjadi empat kategori yaitu aman, sedang, tinggi, dan bahaya. Hasil pengujian menunjukkan seluruh komponen sistem, termasuk LCD, LED indikator, dan buzzer, berfungsi sesuai perancangan. Pengujian akurasi menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 2,42% dengan tingkat akurasi sebesar 97,58%.

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pengembangan media simulasi sistem peringatan dini banjir yang sederhana, ekonomis, dan mudah dikembangkan. Pada penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan teknologi IoT, komunikasi nirkabel, serta integrasi kecerdasan buatan untuk meningkatkan kemampuan prediksi banjir secara *real-time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawan, A., & Imelda, R. (2023). *Sistem deteksi banjir berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan sensor ultrasonik*. Jurnal Teknologi Informasi, 11(2), 101–109.
- Hasbullah, M., & Pramudya, A. (2023). *Monitoring ketinggian air berbasis Arduino menggunakan sensor ultrasonik*. Jurnal Rekayasa Sistem, 8(1), 12–20.
- Kusmadi, A., & Sidik, R. (2020). *Analisis akurasi sensor HC-SR04 pada sistem pengukuran jarak*. Jurnal Instrumentasi Elektronika, 5(2), 55–63.
- Kusuma, D., & Hidayat, T. (2022). *Implementasi Arduino pada sistem monitoring lingkungan*. Jurnal Informatika Terapan, 7(1), 44–52.
- Maulana, A., & Putra, D. (2021). *Pemanfaatan sensor ultrasonik untuk sistem monitoring ketinggian air*. Jurnal Teknologi Elektro, 6(3), 98–107.
- Rahmawati, N., Suroso, B., & Nasron, M. (2024). *Smart flood detection system using ultrasonic sensor and support vector regression*. International Journal of Smart Technology, 9(1), 1–10.
- Rahman, H., & Susanto, E. (2022). *Integrasi Arduino dengan LCD I2C dan sensor ultrasonik pada sistem monitoring*. Jurnal Sistem Cerdas, 4(2), 34–42.
- Richey, R., & Klein, J. (2021). *Design and Development Research*. Routledge.
- Rosidin, A., Wijaya, M., & Nugraha, F. (2024). *Real-time flood monitoring system based on Arduino and ultrasonic sensor*. Journal of Embedded Systems, 12(1), 23–32.
- Setiawan, D. (2022). *Prototipe sistem deteksi banjir berbasis sensor ultrasonik dan water level*. Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 10(2), 88–95.
- Wahyudi, R., Prasetyo, B., & Hadi, A. (2022). *Sistem peringatan dini banjir berbasis NodeMCU dan sensor ultrasonik*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 13(2), 78–86.
- Wibowo, A., & Kurniawan, F. (2020). *Karakteristik sensor HC-SR04 untuk pengukuran jarak*. Jurnal Elektronika dan Instrumentasi, 4(1), 15–22.
- Wulandari, S., & Hakim, R. (2022). *Pengembangan robot miniatur berbasis mikrokontroler sebagai media pembelajaran*. Jurnal Pendidikan Teknologi, 6(1), 50–59.