

Perancangan sistem monitoring deteksi banjir berbasis IoT

Intan Maya Oktavian^{1*}, Nur Fitriainingsih Hasan², Musfiroh³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah Papua, Kota Jayapura 99351

*Penulis korespondensi: intanm653@gmail.com

Riwayat artikel:

Diterima: 03 Januari 2026

Direvisi: 26 Januari 2026

Disetujui: 26 Januari 2026

Diterbitkan: 27 Januari 2026

Kata kunci:

IoT

Monitoring banjir

Arduino

Blynk

ESP8266

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang sering menimbulkan kerugian besar sehingga dibutuhkan sistem peringatan dini yang mampu memantau kondisi air secara langsung real-time. Pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring banjir berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD I2C, aplikasi Blynk, serta layanan notifikasi Telegram. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian air, kemudian data ditampilkan pada LCD, dikirim ke aplikasi Blynk, dan diteruskan ke grup Telegram sebagai bentuk peringatan dini. Sistem dapat mengklasifikasikan kondisi banjir menjadi tiga kategori, yaitu AMAN, SIAGA, dan BAHAYA, dengan tambahan indikator berupa buzzer sebagai alarm. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sistem rata-rata mencapai 96% dengan deviasi pengukuran sebesar ± 1 cm dibandingkan metode manual. Selain itu, notifikasi real-time berhasil dikirimkan secara cepat melalui Blynk dan Telegram. Dengan demikian, sistem ini terbukti cukup andal dan efektif sebagai sarana monitoring sekaligus peringatan dini potensi banjir yang dapat diakses dari jarak jauh.

DOI:

<https://doi.org/10.31315/jiitecs.vxxix.xxx>

This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



1. PENDAHULUAN

Banjir adalah bencana alam yang sering menghancurkan dan dapat mempengaruhi kehidupan manusia, ekonomi, dan lingkungan. Dengan tindakan pencegahan yang tepat, peringatan dini, dan kesiapsiagaan, kita dapat mengurangi risiko dan dampak banjir serta melindungi masyarakat dan aset mereka. Banjir adalah pengingat akan kekuatan alam dan pentingnya beradaptasi dengan perubahan cuaca yang ekstrem (BPBD, n.d. 2023).

Kota Jayapura adalah salah satu kota yang terdampak bencana banjir dan longsor. Pada tanggal 06 Januari 2022 banjir dan tanah longsor terjadi diduga disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi di sekitar Kota Jayapura sejak Rabu, 5 Januari 2022 hingga Kamis, 6 Januari 2022 malam. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mengungkapkan curah hujan tinggi ini dipengaruhi faktor suhu muka laut utara Papua dan adanya daerah belokan angin di wilayah Utara Papua. Dampak dari bencana ini ribuan rumah di Kota Jayapura terendam banjir hingga ketinggian air mencapai 1,53-3 meter pada 6 Januari 2022 malam sekitar pukul 22.00 WIT dengan titik terparah dilaporkan di sekitar Pasar Youtefa, Abepura. Tak terkecuali, fasilitas umum termasuk kantor gubernur Papua, Rumah Sakit Aryoko, dan Pasar Youtefa. Secara

umum banjir dan tanah longsor melanda Distrik Jayapura Selatan, Abepura, Heram, dan Muara Tami. (BPBD, n.d. 2023).

Peran *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi dalam upaya mitigasi banjir yang terjadi setiap tahun. IoT merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik, seperti sensor dan aktuator, untuk terhubung ke internet, sehingga data dapat dikumpulkan dan dianalisis secara langsung dalam waktu nyata. Dalam konteks deteksi banjir, pemanfaatan IoT memungkinkan pengumpulan data mengenai kondisi cuaca dan ketinggian air sungai dengan akurasi tinggi. Selain itu, teknologi ini juga mendukung sistem peringatan dini yang lebih efektif, sehingga masyarakat dapat segera mendapatkan informasi mengenai potensi banjir [2].

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem peringatan dini banjir berbasis IoT telah dikembangkan dengan berbagai pendekatan dan teknologi. Munib (2024) merancang alat deteksi banjir berbasis SMS yang sederhana dan tidak bergantung pada koneksi internet, namun memiliki keterbatasan dalam visualisasi data dan skalabilitas [3]. Bustomi dan Asmunin (2021) mengembangkan sistem peringatan dini berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dan notifikasi Bot Telegram, yang dilengkapi dengan fitur pengaktifan pompa air otomatis [4]. Sementara itu, Firmansyah dan Astutik (2024) memfokuskan penelitiannya pada sistem kontrol pintu air otomatis untuk mitigasi risiko banjir di tambak ikan, sehingga lebih menekankan aspek kendali fisik dibandingkan pemantauan informasi [5].

Penelitian lain oleh Novienda et al. (2020) dan Iqbal et al. (2023) menekankan pemantauan ketinggian air dan penyampaian informasi secara real-time kepada pengguna. Novienda et al. (2020) menggunakan sensor water level yang bekerja dengan kontak langsung dengan air, namun memiliki kelemahan pada ketahanan perangkat [6], sedangkan Iqbal et al. (2023) memanfaatkan platform Blynk untuk visualisasi data dan notifikasi kondisi banjir [7]. Penelitian oleh Hidayat et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32 dan sensor lingkungan mampu melakukan pemantauan kondisi secara *real-time* serta pengendalian otomatis melalui aplikasi *mobile* [8]. Meskipun berfokus pada kontrol suhu dan kelembapan dalam konteks *smart farming*, pendekatan arsitektur IoT, visualisasi data, dan notifikasi jarak jauh pada penelitian tersebut relevan sebagai pembandingan konseptual bagi pengembangan sistem monitoring deteksi banjir berbasis IoT yang menitikberatkan pada pemantauan dan peringatan dini.

Berdasarkan perbandingan penelitian terdahulu, penelitian ini mengintegrasikan pemantauan ketinggian air secara real-time menggunakan sensor ultrasonik yang bersifat non-kontak sehingga lebih aman dan tahan terhadap kondisi lingkungan. Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan visualisasi data melalui platform Blynk serta mekanisme peringatan dini menggunakan Bot Telegram, tanpa melibatkan kendali fisik terhadap infrastruktur. Pendekatan ini menitikberatkan pada penyediaan informasi yang cepat, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna sebagai dasar pengambilan tindakan antisipatif. Kontribusi utama penelitian ini adalah perancangan dan pengujian sistem *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi indikasi awal terjadinya banjir melalui pemantauan ketinggian air dan pengiriman notifikasi otomatis ketika ambang batas tertentu tercapai. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat di wilayah rawan banjir, khususnya di sekitar Kali Acai Abepura, dalam meningkatkan kesiapsiagaan dan mengurangi potensi dampak banjir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring deteksi dini banjir berbasis IoT dengan mempertimbangkan analisis kebutuhan fungsional dan nonfungsional masyarakat sebagai pengguna utama sistem.

2. TEORI DAN METODE

2.1. Teori

2.1.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sistem yang memungkinkan berbagai objek atau perangkat yang memiliki identitas unik dan alamat IP untuk saling terhubung dan bertukar informasi melalui jaringan tertentu. Tujuan dari teknologi ini adalah agar perangkat-perangkat tersebut dapat mengumpulkan dan mengirim data secara otomatis tanpa perlu intervensi manusia. Proses dalam IoT mencakup beberapa komponen utama, yaitu proses penginderaan (*sensing*), konektivitas jaringan, pemrosesan data, pengendalian sistem, dan antarmuka pengguna (*user interface*) [9]. Dalam sistem IoT, terdapat beberapa jenis protokol komunikasi yang umum

digunakan, masing-masing memiliki keunggulan tersendiri. *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) adalah protokol ringan dan efisien untuk koneksi tidak stabil, cocok digunakan dalam sistem peringatan dini seperti deteksi banjir karena mampu mengirim data secara real-time. *HyperText Transfer Protocol/HyperText Transfer Protocol Secure* (HTTP/HTTPS) merupakan protokol web yang mudah diintegrasikan melalui REST API, namun memerlukan bandwidth lebih besar. *Constrained Application Protocol* (CoAP) mirip dengan HTTP namun lebih ringan, sehingga cocok untuk perangkat dengan sumber daya terbatas dan digunakan dalam komunikasi antar mesin *Machine-to-Machine* (M2M). *Advanced Message Queuing* (AMQP) lebih kompleks namun menawarkan pengiriman data yang andal, biasanya dipakai di lingkungan industri. Sementara itu, *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) dirancang untuk jangkauan luas dengan konsumsi daya rendah, ideal untuk pemantauan di area terpencil seperti sistem lingkungan berskala besar [10].

2.1.2 Sistem Deteksi dan Monitoring Banjir

Menurut Nainggolan et al (2020), sistem pendeteksi banjir adalah teknologi yang dirancang untuk memantau ketinggian air di suatu lokasi dan menyampaikan informasi tersebut dengan cepat kepada masyarakat. Dengan adanya sistem ini, warga dapat segera mengetahui jika terjadi kenaikan air yang menyebabkan banjir. Salah satu manfaat utama dari sistem ini adalah membantu dalam upaya pencegahan, sehingga dapat mengurangi resiko kerugian baik dalam bentuk harta benda maupun korban jiwa. Dengan memberikan peringatan lebih awal, masyarakat memiliki waktu yang cukup untuk mengambil tindakan pencegahan dan mengurangi dampak banjir [12].

Beberapa penelitian juga telah banyak dilakukan terkait sistem peringatan dini banjir. Misalnya penelitian yang dilakukan Nainggolan et al (2020) mengembangkan sistem yang dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat mengenai potensi terjadinya banjir. Selain itu, penelitian oleh Muzakky et al., (2018) berfokus pada pengembangan sistem proteksi dini yang bertujuan untuk mencegah korsleting listrik saat banjir serta membantu memantau kecepatan kenaikan air. Dengan begitu, masyarakat dapat mengetahui air berpotensi menyebabkan banjir atau tidak. Sistem ini dikembangkan menggunakan teknologi IoT yang bekerja secara nirkabel dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi air secara otomatis.

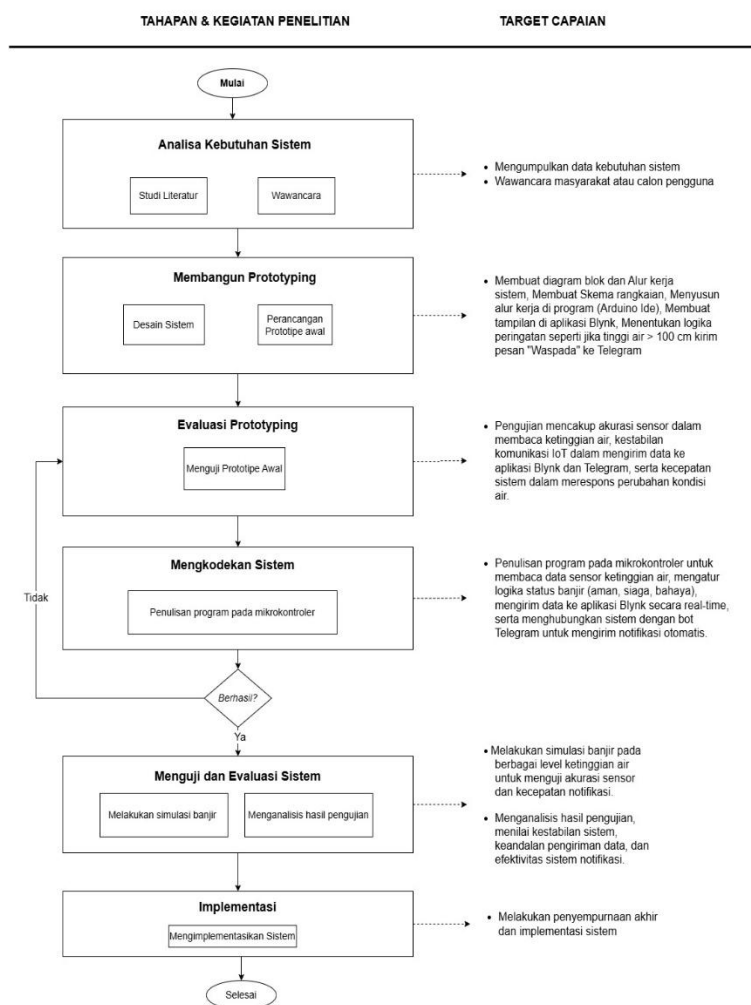
2.2. Teori

2.2.1 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini metode Prototipe digunakan sebagai pendekatan yang tepat untuk sistem monitoring banjir berbasis IoT karena mampu memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengujian dan pengembangan sistem. Dengan fokus pada pembuatan model awal atau *prototipe*, sistem ini memungkinkan pengujian konsep dan fungsionalitas perangkat keras serta perangkat lunak (seperti sensor HC-SR04, mikrokontroler ESP8266, Bot Telegram dan aplikasi Blynk) secara bertahap. NodeMCU ESP8266 merupakan modul pengembangan berbasis keluarga ESP8266 tipe ESP-12 yang dirancang khusus untuk aplikasi IoT dengan kemampuan konektivitas internet (WiFi) [14]. Secara fungsional, NodeMCU memiliki kemiripan dengan platform Arduino sebagai mikrokontroler, namun keunggulannya terletak pada integrasi WiFi yang telah tertanam sehingga mendukung konsep *connected to internet*. Modul ini dilengkapi dengan pin input/output yang fleksibel dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE melalui port USB, sehingga memudahkan pengembangan sistem monitoring maupun controlling. Selain itu, NodeMCU ESP8266 memiliki ukuran yang ringkas, konsumsi daya rendah, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai platform cloud seperti Blynk dan Telegram [15]. Sementara itu, ensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak objek dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik berfrekuensi di atas 20 kHz. Sensor ini terdiri dari transmitter yang memancarkan gelombang ultrasonik dan receiver yang menerima gelombang pantul dari objek. Jarak dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang dari pemancaran hingga diterima kembali oleh sensor, dengan rentang pengukuran sekitar 2 cm hingga 4 m dan tingkat akurasi yang

cukup baik. Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mendeteksi keberadaan objek secara real-time, sehingga sensor ini efektif digunakan pada sistem monitoring maupun navigasi otomatis. Perangkat lunak utama yang digunakan adalah Arduino IDE, Blynk dan telegram. Blynk merupakan platform IoT berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara real-time melalui antarmuka grafis di perangkat seluler. Dalam penelitian ini, Blynk digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dalam bentuk visual seperti grafik, indikator, atau notifikasi, sehingga pengguna dapat memantau ketinggian air secara langsung dari jarak jauh [7]. Telegram Messenger adalah aplikasi pesan chatting seperti Whatsapp, Line dan BBM (Blackberry Messenger). Telegram Messenger menggunakan protokol MTPProto yang sudah teruji dengan tingkat keamanannya karena proses enkripsi end-to-end yang digunakan. Sama seperti aplikasi sejenis, Telegram Messenger dapat berbagi pesan, foto, video, location antara sesama pengguna. Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis cloud yang fokus pada kecepatan dan keamanan [9].

Keunggulan metode pengembangan perangkat lunak *prototipe* terletak pada kemampuannya untuk menghemat waktu dan sumber daya, karena pengujian dan perbaikan dilakukan secara berkelanjutan berdasarkan umpan balik pengguna. Selain itu, metode *prototyping* memungkinkan penyesuaian sistem yang cepat sesuai dengan perubahan kebutuhan atau kondisi di lapangan, seperti variabilitas dalam ketinggian air atau perubahan cuaca. Metode prototyping pada penelitian ini dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Alur penelitian dimulai dengan identifikasi masalah terkait kebutuhan sistem deteksi banjir yang cepat, akurat, dan dapat diakses jarak jauh, diikuti dengan perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian untuk pengembangan prototipe sistem monitoring berbasis IoT. Studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teori tentang IoT, sensor ketinggian air, mikrokontroler, dan pendekatan *prototyping*. Selanjutnya, *prototipe* dirancang dengan pemilihan komponen perangkat keras seperti sensor ultrasonik dan mikrokontroler, serta pengembangan perangkat lunak untuk monitoring data. Setelah *prototipe* dikembangkan, pengujian dilakukan melalui eksperimen untuk menguji kecepatan respon, akurasi sensor, kestabilan pengiriman data, dan keandalan notifikasi. Data eksperimen dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem, dan akhirnya, hasil penelitian ini dapat disimpulkan dengan memberikan rekomendasi untuk pengembangan sistem di masa depan.

2.2.2 Metode Pengujian Sistem

Pengujian akurasi sistem merupakan langkah evaluatif yang bertujuan untuk menilai seberapa dekat hasil pengukuran sistem terhadap nilai sebenarnya atau acuan manual. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengukur kemampuan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266 dalam membaca ketinggian air secara presisi, serta menyampaikan data tersebut secara *real-time* ke aplikasi Blynk dan Telegram. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya tingkat kesalahan antara data sensor dan pengukuran aktual. Hasilnya dimanfaatkan untuk mengevaluasi keandalan sistem secara keseluruhan, memastikan efektivitasnya sebagai alat peringatan dini banjir, serta menjadi dasar dalam proses kalibrasi agar sistem dapat bekerja lebih akurat dan optimal.

Untuk menghitung tingkat akurasi, digunakan rumus persentase kesalahan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi}(\%) = \left(1 - \frac{\text{Data Sensor} - \text{Data Aktual}}{\text{Data Aktual}} \right) \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

- Data Sensor = Nilai hasil pembacaan dari sensor HC-SR04.
- Data Aktual = Nilai hasil pengukuran manual sebagai referensi.
- Persentase Kesalahan = Selisih hasil pengukuran dalam bentuk persen yang menunjukkan tingkat ketidaktepatan sistem.

Semakin kecil nilai persentase kesalahan, maka semakin akurat sistem tersebut dalam membaca data ketinggian air [16]

3. HASIL

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem monitoring banjir berbasis IoT berdasarkan hasil dari studi literatur dan wawancara dengan Masyarakat yang sering terdampak banjir seperti contoh didaerah kali acai, Abepura, Kota Jayapura. Hasil wawancara ini menunjukkan sistem harus dapat memantau ketinggian air dan sistem harus menampilkan data yang akurat. Kebutuhan ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kebutuhan fungsional pada tabel dan kebutuhan non fungsional pada [Tabel 1](#) dan [Tabel 2](#).

Tabel 1. Kebutuhan fungsional

Kebutuhan Fungsional	Keterangan
Sistem harus dapat mendeteksi ketinggian air	Sistem harus dapat membaca ketinggian air secara real-time menggunakan sensor ultrasonic.
Sistem harus dapat mengirimkan data ke Platform IoT	Sistem harus megirimkan data ketinggian air ke aplikasi Blynk.

Kebutuhan Fungsional	Keterangan
Sistem harus dapat memberikan peringatan dini	Sistem harus mengirimkan notifikasi otomatis ke Telegram Bot dan Blynk jika ketinggian air melewati batas tertentu.
Sistem harus dapat menampilkan informasi	Sistem harus dapat menampilkan data tinggi air di LCD 16x2 / I2C dan pada dashboard aplikasi Blynk.
Sistem harus dapat mengendalikan Alarm	Sistem harus dapat mengaktifkan buzzer/alarm ketika level air kritis atau di ambang batas yang telah ditentukan.

Kebutuhan fungsional fitur atau layanan utama yang harus disediakan sistem agar dapat bekerja sesuai tujuan sistem, sementara itu kebutuhan non-fungsional bertujuan untuk memberikan kualitas, performa dan batasan sistem.

Tabel 2. Kebutuhan non fungsional

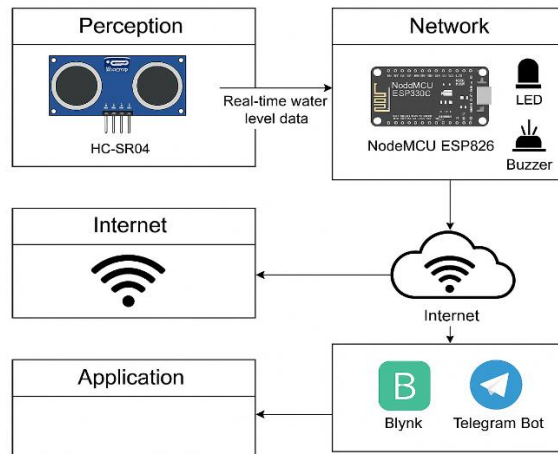
Kebutuhan Non Fungsional	Keterangan
Kinerja	Sistem harus responsif dan cepat dalam memproses data dan memberikan informasi.
Akurasi tinggi	Sensor harus memberikan data presisi tinggi agar status yang ditampilkan valid dan bisa dipercaya.
Waktu respon cepat	Respon sistem terhadap perubahan kondisi air harus instan atau dalam hitungan detik, agar peringatan dapat diberikan secara tepat waktu.
Keamanan jaringan	Pengiriman data antar komponen (ESP8266 ke aplikasi dan Telegram) harus terlindungi dari akses luar atau gangguan melalui enkripsi atau firewall.
Kemudahan pemeliharaan	Sistem harus mudah dirawat, diganti komponennya, serta bisa diperbarui firmware/software secara praktis.
Skalabilitas	Sistem dirancang agar dapat di-upgrade untuk memantau beberapa titik banjir sekaligus tanpa mengganggu sistem yang sudah berjalan.

3.2. Perancangan

Perancangan sistem monitoring deteksi banjir berbasis IoT ini bertujuan untuk menggambarkan secara detail bagaimana sistem akan bekerja mulai dari perangkat keras, perangkat lunak, hingga alur data yang menghubungkan sensor dengan pengguna melalui platform Blynk dan Telegram.

A. Arsitektur

Arsitektur sistem monitoring banjir berbasis IoT dirancang untuk beroperasi secara otomatis melalui integrasi beberapa lapisan utama, mulai dari pengambilan data, pemrosesan informasi, hingga penyampaian notifikasi kepada pengguna. Pada lapisan persepsi, sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mengukur ketinggian air secara *real-time* dengan mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air, lalu mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler. Di lapisan jaringan, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 memproses data yang diterima, membandingkannya dengan ambang batas tertentu, dan menentukan status kondisi banjir menjadi AMAN, SIAGA, atau BAHAYA. Jika terdeteksi bahaya, sistem secara otomatis mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan lokal. Pada lapisan internet, koneksi *Wi-Fi* memungkinkan pengiriman data secara langsung dan berkelanjutan ke *platform online*. Terakhir, di lapisan aplikasi, pengguna dapat memantau kondisi air melalui aplikasi Blynk dalam bentuk angka dan grafik visual, serta menerima notifikasi peringatan secara otomatis melalui *Bot* Telegram.

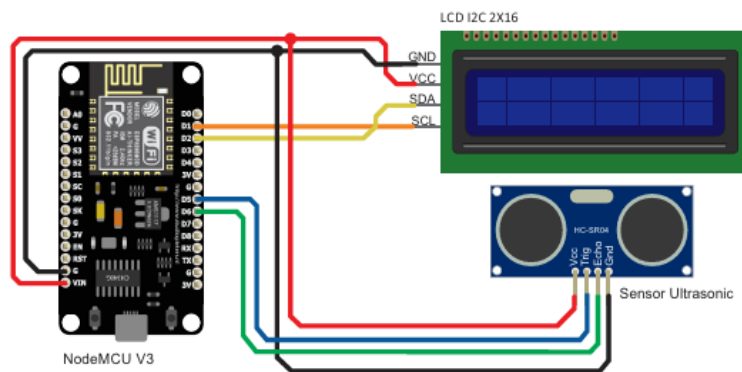


Gambar 2. Arsitektur sistem

Sistem ini bekerja secara berulang (*looping*), sehingga pemantauan ketinggian air dan pengiriman peringatan dapat dilakukan secara *real-time* dan berkesinambungan.

B. Skematik

Sistem ini dirancang untuk memantau ketinggian air secara *real-time* dan memberikan peringatan dini apabila terjadi potensi banjir. Komponen utama sistem ini meliputi sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler ESP8266, *buzzer*, serta koneksi internet untuk integrasi dengan aplikasi Telegram dan Blynk.

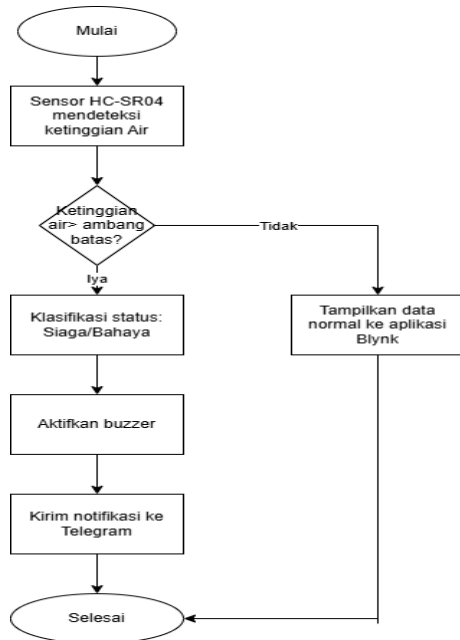


Gambar 3. Skematik sistem

1. Sensor HC-SR04 dipasang pada posisi yang menghadap ke permukaan air. Sensor ini mengukur jarak antara dirinya dan permukaan air dengan mengirimkan sinyal ultrasonik dan menghitung waktu pantul balik sinyal tersebut. Data jarak yang diukur dikonversi menjadi nilai ketinggian air.
2. ESP8266 berperan sebagai pusat pengolah data. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor HC-SR04, lalu memproses dan membandingkannya dengan ambang batas ketinggian air yang telah ditentukan dalam program.
3. Jika ketinggian air melebihi ambang batas, maka sistem mengklasifikasikan level risiko (misalnya: aman, siaga, bahaya) dan mengaktifkan *buzzer* dan mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram.
4. Jika ketinggian air masih berada di bawah ambang batas, maka sistem hanya akan mengirimkan data status normal ke aplikasi Blynk melalui koneksi *Wi-Fi*, yang dapat dilihat secara *real-time* oleh pengguna melalui *smartphone*.

C. Flowchart Sistem

Flowchart sistem merupakan representasi visual dari alur kerja sistem dalam mendeteksi dan mengirimkan peringatan dini terhadap potensi banjir. Proses ini dimulai dari pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 oleh mikrokontroler ESP8266, lalu sistem mengevaluasi apakah ketinggian air melewati ambang batas tertentu. Jika ya, maka sistem akan mengklasifikasikan kondisi air, mengirimkan notifikasi melalui Telegram, serta mengaktifkan buzzer sebagai peringatan lokal. Jika tidak, sistem hanya menampilkan data normal ke aplikasi Blynk. Logika kategori status ambang batas dapat dilihat pada Tabel 3 dan gambar flowchart sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



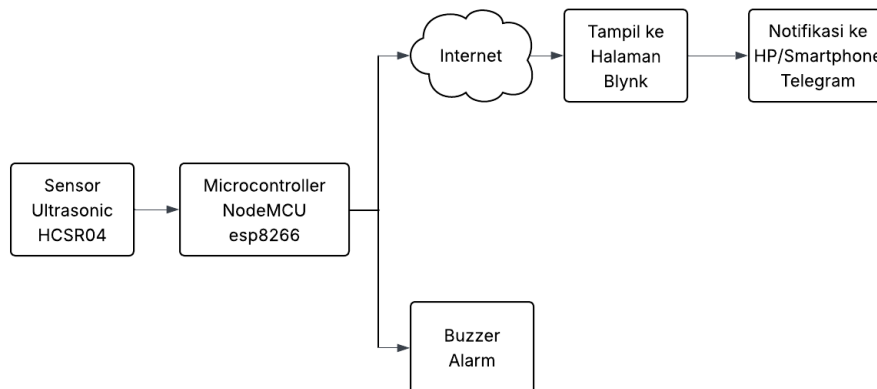
Gambar 4. Flowchart sistem

Tabel 3. Logika kategori status

Nilai	Status
≤10 cm	AMAN
> 10-20 cm	SIAGA
≥20 cm	BAHAYA

D. Diagram Blok

Diagram blok pada Gambar 5 menunjukkan arsitektur sistem perancangan deteksi dan peringatan dini banjir berbasis IoT.



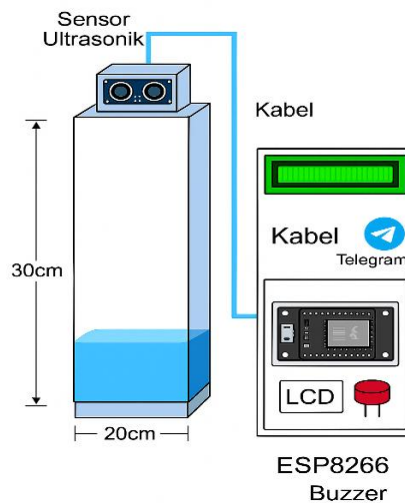
Gambar 5. Diagram blok

Sistem ini diawali dengan penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air secara real-time. Data dari sensor dikirimkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diproses lebih lanjut. NodeMCU berperan sebagai pusat pemrosesan yang akan membandingkan data ketinggian air dengan ambang batas yang telah ditentukan, lalu menentukan status kondisi air (AMAN, SIAGA, atau BAHAYA). Berdasarkan status tersebut, NodeMCU akan mengaktifkan indikator sebagai

penanda visual kondisi air, serta menghidupkan *buzzer* sebagai alarm lokal apabila status menunjukkan kondisi siaga atau bahaya. Selain itu, NodeMCU juga mengirimkan data melalui jaringan internet ke aplikasi Blynk agar pengguna dapat memantau kondisi air secara visual. Informasi tersebut kemudian diteruskan sebagai notifikasi otomatis ke perangkat smartphone melalui *Bot* Telegram. Dengan alur kerja yang terintegrasi dan otomatis ini, sistem mampu memberikan pemantauan dan peringatan banjir secara cepat, akurat, dan real-time.

E. Desain Prototipe

Desain antarmuka dibuat sesederhana mungkin namun tetap informatif, dengan susunan elemen yang rapi sehingga memudahkan pengguna memahami informasi yang ditampilkan dan mengambil keputusan dengan cepat. Desain *prototipe* dalam sistem ini dapat dilihat pada [Gambar 6](#).



Gambar 6. Desain prototipe

Antarmuka pengguna pada sistem monitoring banjir berbasis IoT dirancang dengan fokus pada kemudahan penggunaan, kejelasan penyampaian informasi, dan tampilan yang responsif. Desain *prototipe* sistem monitoring banjir ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air pada wadah simulasi, kemudian data diproses oleh NodeMCU ESP8266. Informasi hasil pengukuran ditampilkan pada LCD, sementara *buzzer* berfungsi sebagai alarm lokal jika status masuk kondisi siaga atau bahaya. Selain itu, sistem terhubung ke internet sehingga data dapat dipantau melalui aplikasi Blynk dan notifikasi peringatan otomatis dikirimkan ke Telegram secara *real-time*. Tampilan utama disediakan melalui aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui perangkat Android, menampilkan informasi ketinggian air secara *real-time* baik dalam bentuk angka maupun grafik. Sistem ini membagi status kondisi banjir menjadi tiga level, yaitu AMAN, SIAGA, dan BAHAYA, yang masing-masing ditandai dengan warna berbeda untuk memudahkan pengguna dalam mengenali tingkat risiko. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis melalui *Bot* Telegram, memungkinkan pengguna menerima peringatan dini secara langsung tanpa harus memantau aplikasi secara terus-menerus.

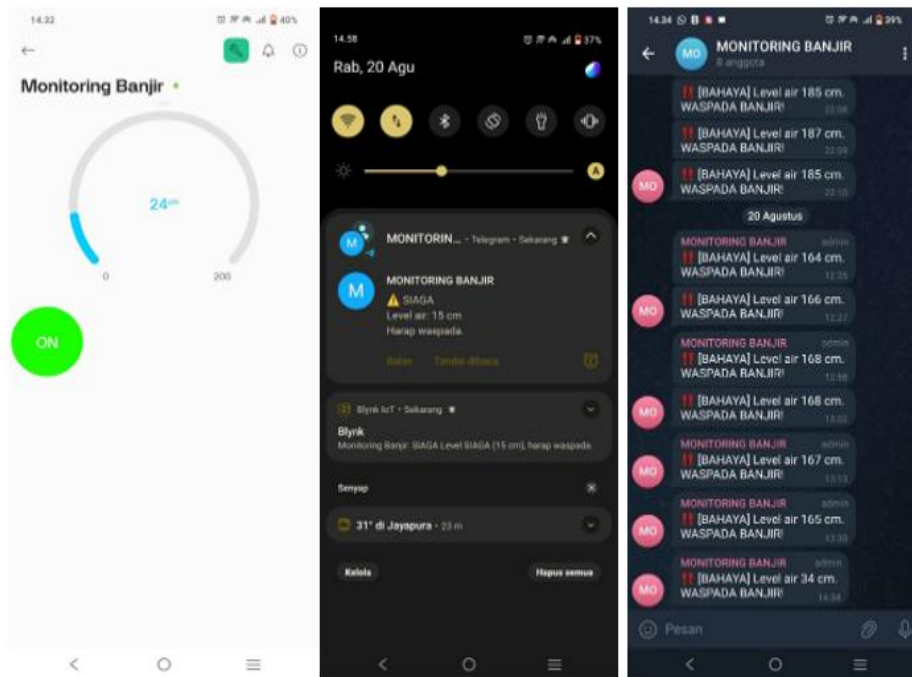
3.3. Implementasi

Pada tahap implementasi sistem monitoring banjir ini dikembangkan setelah proses perancangan selesai. Sistem monitoring ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama yang terhubung dengan sensor ultrasonik HC-SR04, LCD, *buzzer*, aplikasi Blynk IoT, dan Telegram Bot. Sensor mendeteksi ketinggian air dalam wadah setinggi 30 cm, lalu hasilnya ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke Blynk dalam bentuk grafik level air dan status kondisi. Bentuk rancangan alat monitoring banjir terdapat pada [Gambar 7](#).



Gambar 7. Foto rancangan prototipe

Alarm *buzzer* berbunyi otomatis sesuai status: SIAGA dengan bunyi *beep* pendek berulang, sedangkan BAHAYA berupa sirine naik turun. Pengguna juga bisa mengontrol *buzzer* secara manual lewat aplikasi Blynk. Selain itu, sistem memberikan notifikasi otomatis ke grup Telegram ketika status berubah, misalnya saat SIAGA atau BAHAYA, sehingga pengguna tetap mendapat peringatan real-time tanpa harus melihat alat secara langsung. Dengan implementasi ini, sistem mampu memberikan monitoring banjir yang praktis, akurat, dan mudah diakses, sekaligus meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi banjir. Gambar 8 merupakan tampilan notifikasi dari hasil implementasi sistem monitoring deteksi dini banjir pada aplikasi Blynk dan Telegram.



Gambar 8. Hasil tangkapan layar notifikasi dari Blynk dan Telegram

Pada hasil implementasi ini sistem berhasil menampilkan notifikasi melalui Telegram dan Blynk secara *real-time*. Di Telegram, setiap perubahan status air langsung dikirimkan dalam bentuk pesan lengkap dengan informasi level air. Sedangkan di aplikasi Blynk ketinggian air ditampilkan pada gauge dan tombol *on-off buzzer* manual.

4. PEMBAHASAN

Prototipe yang telah dirancang dan diimplementasikan kedalam sistem kemudian dilakukan pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan ketinggian air oleh sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang digunakan dalam system monitoring banjir berbasis NodeMCU ESP8266, serta memastikan kesesuaian data yang ditampilkan pada LCD, aplikasi Blynk, dan notifikasi Telegram dengan kondisi sebenarnya. Berikut adalah Langkah-langkah pengujian *prototipe*:

1. Mengisi wadah dengan air bertahap dari 0 cm hingga lebih dari 150 cm.
2. Mencatat hasil pembacaan manual menggunakan penggaris.
3. Mencatat hasil pembacaan sensor yang muncul pada LCD, Aplikasi Blynk, Notifikasi Telegram
4. Menghitung selisih (*error*) antara pembacaan manual dan sensor.
5. Menghitung akurasi menggunakan rumus (1)

Tabel 4 adalah hasil pengujian menggunakan wadah dengan ukuran 30 cm, diperoleh data perbandingan antara pengukuran manual dan hasil pembacaan sensor.

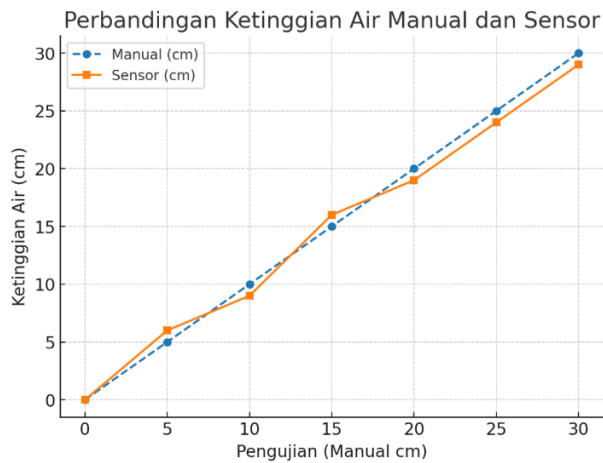
Tabel 4. Hasil pengujian ketinggian air

Ketinggian air real (cm)	Hasil sensor (cm)	Selisih (cm)	Status sistem	Akurasi (%)
0	0	0	AMAN	100,00
5	6	+1	AMAN	80,00
10	9	-1	AMAN	90,00
15	16	+1	SIAGA	93,33
20	19	-1	SIAGA	95,00
25	24	-1	BAHAYA	96,00
30	29	-1	BAHAYA	96,67

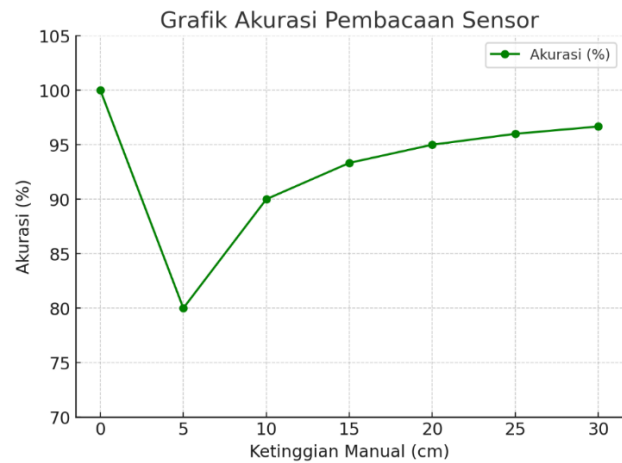
Pengujian pada wadah 30 cm, dengan hasil aktual = 30 cm dan hasil sensor 29 cm.

$$\begin{aligned}
 \% &= \left(1 - \frac{30 - 29}{30}\right) \times 100\% \\
 &= \left(1 - \frac{1}{30}\right) \times 100\% \\
 &= (1 - 0,0333) \times 100\% \\
 &= 96,67\%
 \end{aligned}$$

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan antara ketinggian air manual dengan hasil pembacaan sensor. Garis biru menunjukkan pengukuran manual, sedangkan garis orange menunjukkan hasil sensor. Terlihat bahwa pada grafik keduanya terlihat hampir sama, dengan selisih sekitar ± 1 cm. Ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik cukup akurat dalam mendeteksi ketinggian air.



Gambar 9. Grafik hasil perbandingan



Gambar 10. Grafik hasil akurasi

Dari hasil pengujian sistem monitoring banjir pada penelitian ini menunjukkan rata-rata selisih antara hasil pembacaan sensor dengan pengukuran manual hanya sekitar ± 1 cm dengan tingkat akurasi lebih dari 96%. Hasil ini konsisten dengan penelitian oleh Purwanto yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air, di mana dilaporkan “rata-rata error sekitar ± 2 cm dengan akurasi 93%” [17]. Penelitian lain oleh Adha juga menyatakan bahwa “akurasi sistem mencapai 95%, meskipun masih terdapat variasi pembacaan lebih dari ± 2 cm pada kondisi tertentu” [18]. Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memberikan hasil pengukuran yang lebih presisi dengan selisih yang lebih kecil, sehingga semakin memperkuat bahwa semakin kecil perbedaan antara hasil manual dan hasil sensor menunjukkan kinerja sistem yang optimal, akurat dalam memantau ketinggian air, serta layak digunakan sebagai sarana peringatan dini banjir.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, sistem monitoring banjir berbasis IoT menggunakan ESP8266 mampu memantau parameter utama berupa ketinggian permukaan air, ambang batas peringatan, serta waktu respons sistem secara efektif. Keandalan sensor, kecepatan pengiriman notifikasi melalui *Bot* Telegram, serta penyajian data pada LCD dan platform Blynk menjadi faktor pendukung yang memperkuat akurasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memantau ketinggian air secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang baik, ditunjukkan oleh selisih rata-rata pengukuran sekitar ± 1 cm dibandingkan pengukuran manual. Informasi status peringatan (Aman, Siaga, dan Bahaya) dapat tersampaikan dengan baik kepada pengguna, sehingga sistem mampu memberikan peringatan dini yang cepat dan akurat untuk mendukung tindakan antisipatif masyarakat.

Meskipun demikian, terdapat sedikit keterlambatan pengiriman notifikasi melalui Telegram yang dipengaruhi oleh kestabilan koneksi internet, meskipun fitur *buzzer* tetap berfungsi optimal sebagai alarm lokal tambahan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penambahan sensor pendukung seperti sensor curah hujan dan arus sungai guna memperkaya data pemantauan, integrasi modul GPS untuk memantau lokasi perangkat secara *real-time*, serta peningkatan sistem notifikasi melalui berbagai kanal tambahan seperti SMS atau *email*. Pengembangan tersebut diharapkan dapat meningkatkan keandalan, cakupan, dan efektivitas sistem peringatan dini banjir di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] Dino, “banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/ BPBD,” *bpbj.jatimprov.go.id/2023/10/19/banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/*.
- [2] M. R. Fahlevi and H. Gunawan, “Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Internet of Things,” *It (Informatic Tech. J., vol. 8, no. 1, p. 23, 2021, doi: 10.22303/it.8.1.2020.23-29.*

- [3] J. A. dkk Munib, "Alat Deteksi Banjir untuk Mitigasi Risiko Bencana Banjir Desa Trangsan Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah," vol. 4, no. 3, pp. 531–538, 2024.
- [4] M. A. Y. Al Bustomi and Asmunin, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Iot Menggunakan Protokol MQTT Dengan Notifikasi Bot Telegram," *J. Manaj. Inform.*, vol. Vol 12, no. 1, pp. 1–13, 2021.
- [5] M. F. Firmansyah and R. P. Astutik, "Prototipe Sistem Peringatan dan Kontrol Jaring Otomatis Dengan Metode Fuzzy Untuk Mitigasi Risiko Lepasnya Ikan Saat Banjir di Tambak Berbasis IoT," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 37, 2024, doi: 10.30595/jrre.v6i1.21783.
- [6] N. Novienda, R. Akram, and L. Fitria, "Internet-Based Flood Detection System (Iot) and Telegram Messenger Using Mcu Node and Water Level Sensor," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 230–235, 2020, doi: 10.31289/jite.v4i1.3892.
- [7] M. Iqbal, A. Rosadi, and E. Kresna Andana, "Perancangan Deteksi Dini Banjir Berbasis Iot Dan Water Level Dengan Notifikasi Blynk Dan Alarm," *Semin. Nas. Teknol. Inf. Ilmu Komput.*, no. x, pp. 6–13, 2023.
- [8] M. M. Hidayat, N. F. Hasan, I. Maya, M. Wakerwa, and U. M. Papua, "AUTOMATED TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL SYSTEM FOR OYSTER MUSHROOM CULTIVATION BASED ON IOT TO SUPPORT HOUSE SMART FARMING SYSTEM," *TEKNIMEDIA*, vol. 4, no. 2, pp. 190–195, 2023.
- [9] A. F. Waluyo and T. R. Putra, "Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet Of Things (IOT) dan Telegram," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 142–150, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.24109.
- [10] A. Hanif, R. Amri, and R. Amri, "Implementasi Internet Of Things Pada Protokol MQTT Dan HTTP Dalam Sistem Pendeteksi Banjir," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 498, 2023, doi: 10.35314/isi.v8i2.3767.
- [11] P. J. Nainggolan, M. Najoan, and S. Karaow, "Pengembangan Sistem Informasi Peringatan Dini Banjir di Kota Manado Berbasis Internet of Things," *Tek. Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 65–74, 2020.
- [12] M. Iqbal, A. Rosadi, and E. K. Andana, "PERANCANGAN SISTEM IoT UNTUK DETEKSI DINI BANJIR BERBASIS," vol. 4, no. 1, pp. 18–28, 2022.
- [13] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, G. Wicaksana, and Istiadi, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT," *Conf. Innov. Appllication Sci. Technol.*, no. Ciastech, pp. 660–667, 2018.
- [14] Y. Ratmini, V. Atina, and E. Purwanto, "Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 19, no. 1, pp. 1–7, 2025.
- [15] N. L. Mauliddiyah, "Rancang bangun deteksi banjir," p. 6, 2021.
- [16] M. Hardjianto, D. Ariyanto, and A. Aryasanti, "Penerapan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Hujan untuk Memantau Ketinggian Air dan Pendeteksi Hujan," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 251, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3486.
- [17] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti, and I. W. A. W. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2020.
- [18] A. R. Adha, M. A. Musthofa, G. A. A. R. Putra, I. Harjanto, and J. Elektro, "Analisis Kinerja Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dengan Akurasi Tinggi Dan Error Rendah," *Proceeding Sci. Eng. Natl. Semin.*, vol. 9, no. 1, pp. 115–122, 2024.