
SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO DAN SENSOR ULTRASONIK (STUDI KASUS : SUNGAI JAWI)

Rendy Bayu Saputra¹

¹Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat

Email: rhendyputraaa@gmail.com

ABSTRAK: Banjir merupakan salah satu bencana yang kerap terjadi di wilayah rawan, khususnya di sekitar aliran sungai, dan sering menimbulkan kerugian besar baik materiil maupun korban jiwa. Sistem pemantauan ketinggian air yang masih dilakukan secara manual memiliki keterbatasan dalam cakupan area serta kecepatan penyampaian informasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan dan peringatan dini berbasis teknologi untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem ini dapat memantau ketinggian air sungai secara real-time dan mengirimkan data secara otomatis melalui koneksi Wi-Fi ke server MQTT, yang kemudian diteruskan ke aplikasi berbasis Python. Aplikasi ini dirancang untuk dua pengguna utama, yaitu admin/operator dan masyarakat umum, dengan fitur utama seperti pemantauan grafik ketinggian air, pengiriman notifikasi peringatan banjir, dan unduh data dalam format Excel. Metode pengembangan sistem menggunakan model Waterfall yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Pengujian sistem dilakukan di wilayah Sungai Jawi, Pontianak, Kalimantan Barat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil memantau variasi ketinggian air dengan akurat, serta mengirimkan data dan notifikasi secara realtime. Sistem ini diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi banjir dan membantu pihak terkait serta masyarakat dalam mengantisipasi potensi terjadinya banjir.

Kata Kunci: IoT, Banjir, Nodemcu ESP8266, Sensor Ultrasonik, MQTT, Python, Notifikasi, Pemantauan Realtime.

ABSTRACT: Floods are among the most frequent natural disasters, especially in areas near rivers, and often cause significant material damage and even loss of life. Traditional water level monitoring methods, which are still largely manual, have limitations in terms of coverage area and the speed of information dissemination. Therefore, a technology-based monitoring and early warning system is needed to enhance public awareness and preparedness. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based early flood warning system utilizing the NodeMCU ESP8266 microcontroller and HC-SR04 ultrasonic sensor. The system monitors river water levels in real-time and automatically transmits the data via Wi-Fi to an MQTT server, which is then displayed in a Python-based application. The application is designed for two main user groups: administrators/operators and the general public, offering features such as real-time water level graphs, flood warning notifications, and the ability to export data in Excel format. The system development follows the Waterfall model, covering requirement analysis, design, implementation, testing, and maintenance phases. Field testing was conducted at the Jawi River area in Pontianak, West Kalimantan. The results show that the system

successfully monitors water level variations accurately and sends real-time data and notifications. This system is expected to support flood mitigation efforts and help both authorities and communities to better anticipate potential flooding events.

Keywords: *IoT, Flood, Nodemcu ESP8266, Ultrasonic Sensor, MQTT, Python, Notification, Real-Time Monitoring.*

A. PENDAHULUAN

Banjir adalah salah satu bencana alam yang terjadi ketika suatu wilayah daratan terendam air akibat adanya genangan atau luapan air yang melebihi batas ketinggian normal di suatu area. Beberapa faktor yang dapat memicu terjadinya banjir antara lain intensitas curah hujan yang tinggi serta kemampuan sungai atau saluran air yang tidak memadai untuk menampung dan mengalirkan air yang masuk. Jenis banjir yang sering terjadi biasanya disebabkan oleh meluapnya air sungai sehingga berdampak pada masyarakat yang bermukim di sekitar bantaran sungai. Dampak banjir sangat merugikan penduduk, mulai dari kerusakan permukiman, timbulnya berbagai penyakit, kesulitan memperoleh air bersih, kematian hewan ternak, hingga kerusakan sarana dan prasarana milik warga. (Novia Stevani, Juli 2019).

Dalam menghadapi banjir, masyarakat tetap menjadi pendekatan yang umum digunakan. Namun, kelemahannya adalah keterbatasan dalam cakupan area yang luas. Selain itu, terdapat risiko keterlambatan dalam penyebaran informasi yang dapat mempengaruhi waktu reaksi masyarakat dalam menghadapi banjir.

Mengingat besarnya kerugian yang ditimbulkan, maka diperlukan suatu alat atau sistem yang dapat membantu masyarakat untuk lebih waspada dan siap menghadapi bencana banjir yang bisa datang sewaktu-waktu. Alat pendeteksi banjir diharapkan dapat membantu warga untuk menyelamatkan barang-barang berharga ke tempat yang lebih aman, sekaligus memberikan peringatan dini agar masyarakat memiliki cukup waktu untuk bersiap (Novia Stevani, Juli 2019).

Dengan memanfaatkan IoT memungkinkan perangkat untuk saling berkomunikasi dan mentransfer data secara otomatis melalui jaringan internet. Dalam konteks sistem monitoring tinggi air, sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur ketinggian air dapat mengirimkan data ke pusat kontrol atau server secara real-time. Penelitian pendeteksi dini banjir dari jarak sensor dan permukaan air. Penelitian ini menggunakan jarak air, jarak air bisa di ukur menggunakan sensor ultrasonik. Data yang dikumpulkan oleh sensor tersebut kemudian dapat

dikirimkan melalui jaringan IoT ke pusat kontrol atau server yang dapat diakses oleh pihak berwenang dan masyarakat setempat. Studi kasus ini akan difokuskan pada Sungai Jawi di Pontianak, Kalimantan Barat. Melalui implementasi sistem peringatan dini banjir berbasis IoT menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik, diharapkan dapat diciptakan sistem yang mampu memberikan peringatan dini kepada pihak berwenang dan masyarakat setempat saat tinggi air sungai mencapai level yang membahayakan. Selain itu, data yang dikumpulkan oleh sistem ini juga dapat digunakan untuk analisis dan perencanaan mitigasi lebih lanjut dalam upaya mengurangi risiko banjir di masa depan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan dua pendekatan, yaitu metode pengumpulan data dan metode pengembangan sistem. Metode pengumpulan data digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Sementara itu, metode pengembangan sistem digunakan untuk merancang serta membangun aplikasi berdasarkan data yang telah diperoleh sebelumnya.

Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengunjungi lokasi penelitian secara langsung untuk mengamati kondisi lingkungan, terutama terkait dengan ketinggian air di sungai dan respons masyarakat terhadap sistem peringatan banjir yang akan diimplementasikan. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas sistem peringatan banjir dan memahami dampaknya terhadap masyarakat setempat. Data yang dikumpulkan akan memberikan wawasan tentang bagaimana sistem saat ini berfungsi dan area mana yang perlu ditingkatkan untuk meningkatkan keselamatan dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana banjir.

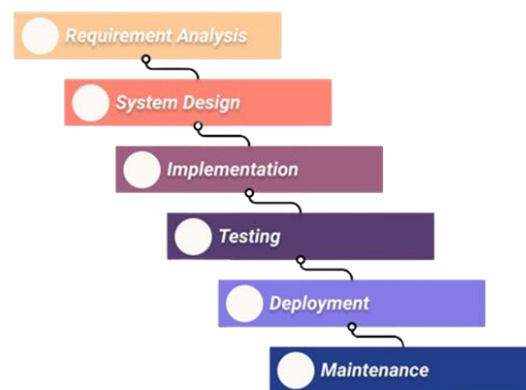
2. Studi Pustaka

Studi pustaka pada penelitian ini dilaksanakan dengan menelaah berbagai literatur yang memiliki keterkaitan erat dengan topik penelitian, mencakup jurnal ilmiah, buku referensi, maupun dokumen resmi yang membahas teknologi Internet of Things (IoT), sensor ultrasonik, serta strategi mitigasi bencana banjir.

Tujuan dilakukannya studi pustaka ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam dan menyeluruh terkait tema penelitian, sekaligus meninjau perkembangan ilmu pengetahuan yang telah dihasilkan oleh penelitian terdahulu.

Metode Perancangan Sistem

Adapun metode perancangan sistem pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Waterfall* dengan pendekatan SDLC (*Software Development Life Cycle*)



(Sumber: sekayuweb.com)

Gambar 3. 1 Metode Waterfall

Metode *Waterfall* dikenal sebagai salah satu pendekatan klasik dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang menerapkan alur kerja secara bertahap dan berurutan. Model ini menggambarkan proses pengembangan perangkat lunak yang dibagi menjadi beberapa tahap, di mana setiap tahap perlu diselesaikan tuntas sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya. Uraian lebih rinci mengenai masing-masing tahap dalam model *Waterfall* dapat dilihat pada bagian berikut.

Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, seluruh kebutuhan terkait sistem, baik perangkat lunak (software) maupun perangkat keras (hardware), diidentifikasi dan dicatat secara rinci. Proses ini memerlukan komunikasi yang intens dengan pengguna akhir dan pihak terkait guna memastikan setiap kebutuhan dapat dipahami secara menyeluruh.

Analisis kebutuhan sistem dan perangkat merupakan langkah untuk mengenali, mempelajari, dan merumuskan spesifikasi yang harus dipenuhi sebelum sistem atau alat dikembangkan.

Tujuan dilaksanakannya analisis kebutuhan ini adalah untuk menjamin bahwa sistem atau perangkat yang akan dibuat benar-benar mampu menjawab kebutuhan pengguna serta mendukung pencapaian sasaran organisasi atau bisnis yang dituju.

Fungsionalitas yang diharapkan pada sistem ini sebagai berikut :

		Deskripsi
	Software Python Operator/Admin	
		Admin terhubung ke jaringan internet untuk login menggunakan aplikasi.
		Dapat melihat ketinggian air secara realtime.
		Dapat Mengirim peringatan rawan banjir kepada users / masyarakat.
		Dapat menampilkan grafik ketinggian air.
		Dapat mengunduh data ketinggian air dalam format excel.
	Software Python Users	
		User terhubung ke jaringan internet untuk menggunakan aplikasi.
		Dapat melihat ketinggian terkini.
		Dapat Menerima peringatan rawan banjir.
		Dapat menampilkan grafik ketinggian air.

		Dapat mengunduh data ketinggian air dalam format excel.
	Hardware	
		Esp8266 dapat terkoneksi ke jaringan
		Sensor dapat membaca status ketinggian air
		Dapat terhubung ke server mqtt
		Dapat mengirim pesan ke broker mqtt

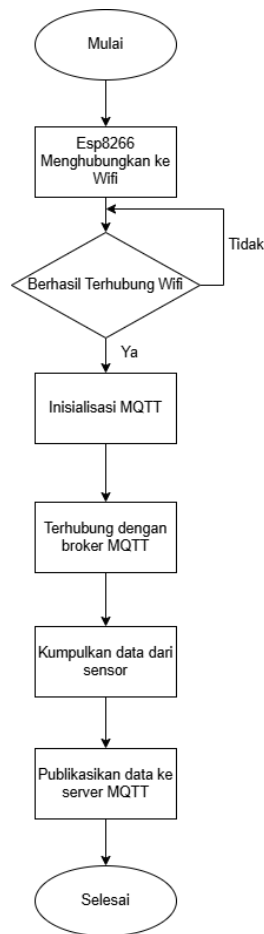
Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur dan keseluruhan struktur sistem yang akan dibangun. Proses desain ini mencakup pembuatan *Flowchart System*, *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Entity Relationship Diagram* (ERD), serta skema rangkaian perangkat keras yang mendukung jalannya sistem.

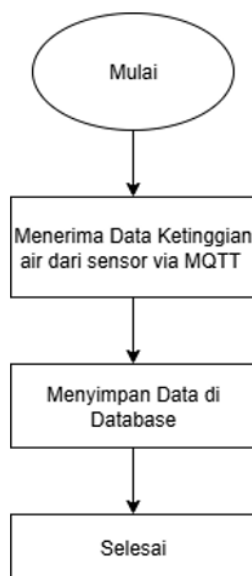
1. *Flowchart Diagram*

Flowchart merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja suatu proses atau sistem dengan memanfaatkan berbagai simbol sebagai representasi langkah-langkah tertentu dan keterkaitannya. Diagram ini berfungsi untuk memvisualisasikan bagaimana proses atau sistem berjalan, sehingga memudahkan proses analisis serta pemahaman alur kerja secara menyeluruh.

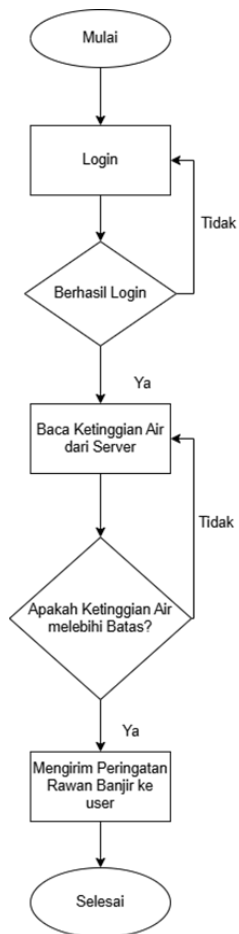
Adapun bagan alur (flowchart) untuk sistem peringatan banjir berbasis Internet of Things (IoT) yang dibangun dengan Arduino dan sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 2 Flowchart Diagram Hardware



Gambar 3. 3 Flowchart Diagram Server



Gambar 3. 4 Flowchart Diagram App Admin

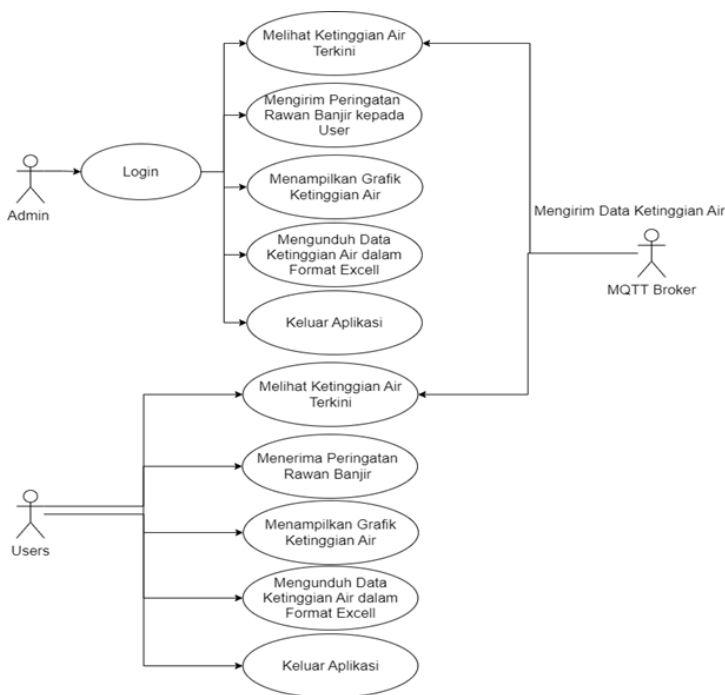


Gambar 3. 5 Flowchart Diagram App Users

2. **Use Case Diagram**

Use case diagram adalah salah satu jenis diagram dalam Unified Modeling Language (UML) yang digunakan untuk menunjukkan interaksi antara aktor atau pengguna dengan sistem yang dirancang. Diagram ini membantu memvisualisasikan fungsi-fungsi atau layanan yang tersedia dalam sistem, terutama dilihat dari sudut pandang pengguna di luar sistem.

Adapun gambaran use case untuk sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan Arduino dan sensor ultrasonik dapat ditinjau pada ilustrasi di bawah ini.

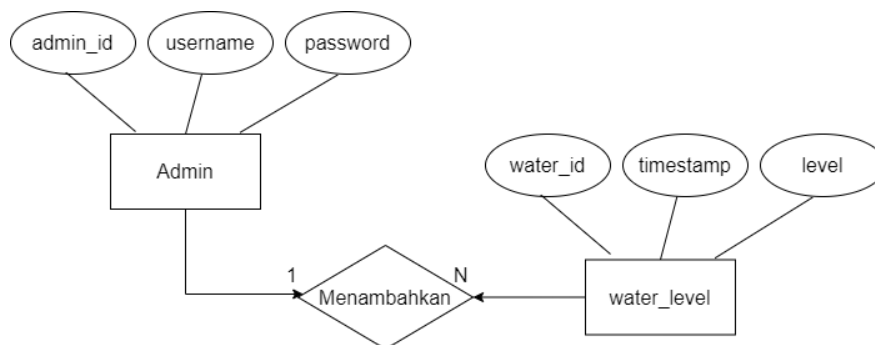


Gambar 3. 6 Use Case Diagram

3. **Entity-Relationship Diagram**

Entity-Relationship Diagram (ERD) adalah salah satu diagram yang dipakai dalam pemodelan data untuk menampilkan hubungan antar entitas di dalam sebuah basis data. ERD berperan sebagai panduan dalam mendesain serta menyusun struktur database dengan memperlihatkan entitas, atribut, dan keterkaitan antar entitas.

Adapun diagram ERD pada sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 7 Entity-Relationship Diagram

Berdasarkan Diagram ERD di atas maka dapat diperoleh table dalam basis data. dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3. 1 Entity-Relationship Diagram Table

Admin		→	Admin		
admin_id	INT		admin_id	username	password
username	VARCHAR		1	lurah	Lurah 1
password	VARCHAR		2	camat	Camat002
		3	kota	Kotaptk1	

water level		→	water level		
water_id	INT		water_id	waktu	level
waktu	timestamp		4	01/01/2020 10:10	21
level	VARCHAR		5	04/01/2020 10:10	23

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementation (Implementasi)

Setelah melalui tahapan metode waterfall yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, tahap implementasi dilakukan dengan cara peneliti mulai menuliskan program berdasarkan rancangan yang telah disusun. Setiap komponen aplikasi dikembangkan secara terpisah kemudian diuji satu per satu untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik.

1) Implementasi Aplikasi Sistem Peringatan Dini Banjir

Aplikasi ini dirancang dalam dua varian, yaitu satu untuk admin atau operator dan satu lagi untuk pengguna umum. Dalam pembangunannya, antarmuka pengguna dibuat dengan memanfaatkan Python, sedangkan untuk komunikasi data ketinggian air secara waktu nyata digunakan protokol MQTT yang terhubung ke sensor melalui perangkat ESP8266.

1. Implementasi Aplikasi Admin

Aplikasi versi admin dibangun dengan antarmuka grafis (GUI) menggunakan Tkinter, yang memungkinkan admin untuk mengakses berbagai fitur, termasuk memantau kondisi dan mengirim peringatan banjir kepada pengguna. Penjelasan mengenai beberapa fungsi utama pada aplikasi admin disajikan di bawah ini:

a. Login Admin

Pada bagian ini, pengguna diminta untuk memasukkan username dan password untuk login. Kode ini memverifikasi kredensial dengan database MySQL.

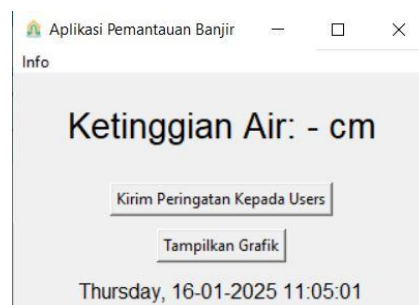


Gambar 4. 1 Halaman Login Admin

Berikut adalah bagian kode halaman login pada aplikasi admin/operator beserta fungsinya.

b. Pemantauan Ketinggian Air:

Aplikasi admin akan menampilkan ketinggian air secara real-time, yang diterima melalui protokol MQTT dari perangkat sensor yang terhubung.

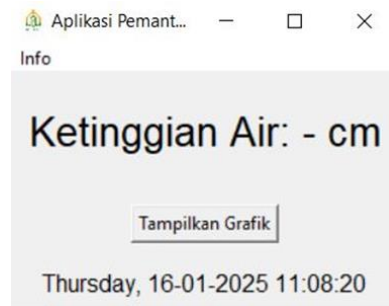


Gambar 4. 2 Halaman Utama Admin

2. Implementasi Aplikasi Users

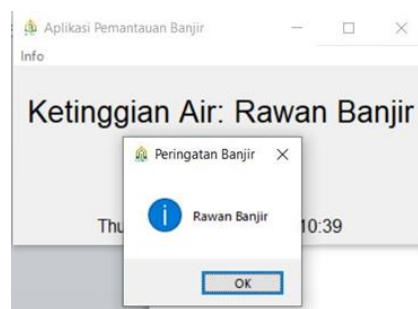
Aplikasi ini akan menampilkan ketinggian air secara real-time dan memungkinkan pengguna untuk melihat grafik ketinggian air berdasarkan tanggal tertentu.

a) Halaman Utama Users



Gambar 4. 3 Halaman Utama Users

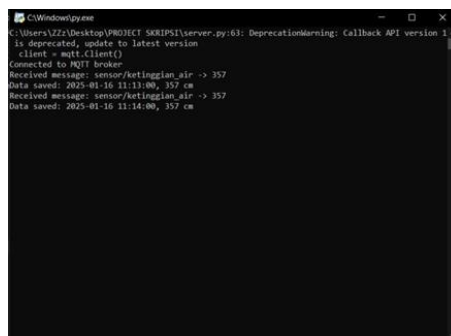
b) Notifikasi Peringatan Rawan Banjir



Gambar 4. 4 Notifikasi Peringatan Rawan Banjir

3. Implementasi Server

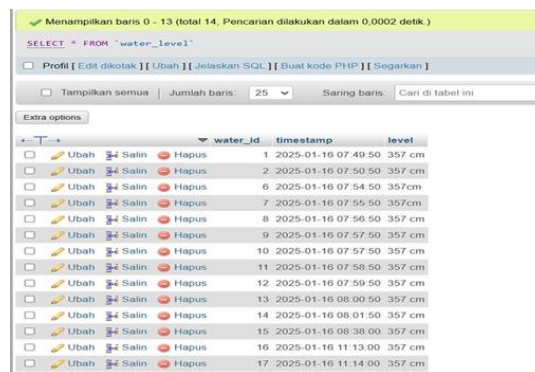
Server ini berfungsi untuk menerima data dari sensor ultrasonik yang mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air. Data tersebut dikirim oleh sensor melalui protokol MQTT ke server, yang kemudian akan menyimpannya ke dalam database untuk keperluan pemantauan dan analisis.



Gambar 4. 5 Server Backend

2) Implementasi Sistem Database MySql

Aplikasi ini menggunakan layanan MySQL untuk pengelolaan dan penyimpanan data terkait status ketinggian air yang diterima dari sensor ultrasonik. Sistem ini memanfaatkan protokol MQTT untuk menerima data dari sensor, yang dikirimkan melalui topik sensor/ketinggian_air. Data yang diterima, berupa jarak antara sensor dan permukaan air (dalam satuan cm), disertai dengan timestamp, kemudian disimpan dalam tabel water_level pada database MySQL.

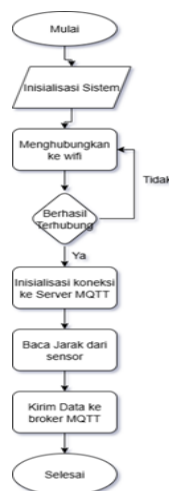


	water_id	timestamp	level
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	1	2025-01-16 07:49:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	2	2025-01-16 07:50:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	6	2025-01-16 07:54:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	7	2025-01-16 07:55:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	8	2025-01-16 07:56:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	9	2025-01-16 07:57:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	10	2025-01-16 07:57:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	11	2025-01-16 07:58:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	12	2025-01-16 07:59:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	13	2025-01-16 08:00:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	14	2025-01-16 08:01:50	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	15	2025-01-16 08:38:00	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	16	2025-01-16 11:13:00	357 cm
<input type="checkbox"/>	Ubah	Salin	Hapus
	17	2025-01-16 11:14:00	357 cm

Gambar 4. 6 Konfigurasi Database

3) Implementasi Sistem Perangkat Keras

Implementasi sistem perangkat keras adalah program yang diberikan kepada *NodeMCU ESP8266*. Program ini digunakan untuk mengontrol status data menggunakan modul ESP8622 yang terhubung ke Server MQTT. Berikut adalah Flowchart ESP8266, Sensor Ultrasonik dan Server MQTT.

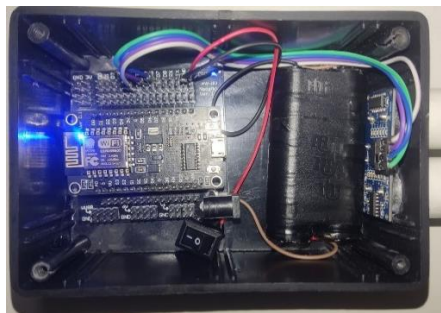


Gambar 4. 7 Flowchart Program NodeMCU Esp8266

Setelah mengatur koneksi Wi-Fi dan menginisialisasi pin untuk sensor ultrasonik, perangkat ini akan terus memantau jarak yang terdeteksi oleh sensor. Setiap detik, jarak akan dibaca dan ditampilkan pada serial monitor. Selain itu, perangkat akan mengirimkan data jarak yang terdeteksi ke broker MQTT setiap satu menit, memastikan informasi ketinggian air selalu terupdate. Berikut adalah bagian-bagian dari implementasi program pada NodeMCU ESP8266:

4) Implementasi Rangkaian Perangkat Keras

Implementasi rangkaian perangkat keras merujuk pada proses merancang, membangun dan mengoperasikan komponen-komponen fisik yang saling terhubung dalam sebuah sistem perangkat keras. Pada aplikasi Pemantauan Banjir menggunakan komponen utama Mikrokontroler ESP8266, Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Kabel jumper. Implementasi perakitan perangkat keras ditunjukkan pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4. 8 Implementasi Rangkaian Perangkat Keras

5) Dokumentasi Implementasi Perangkat Keras

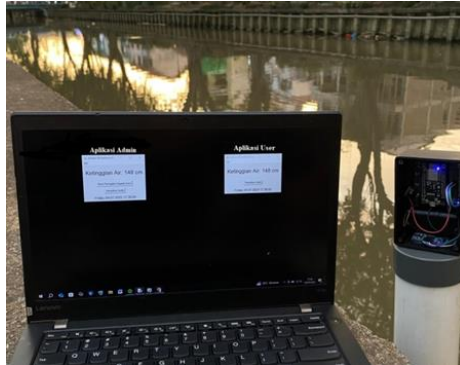
Berikut adalah dokumentasi implementasi alat di jalan H Rais A Rahman, Sungai Jawi Pontianak dan Dokumentasi Deploymen.

1. Dokumentasi Alat dinyalakan



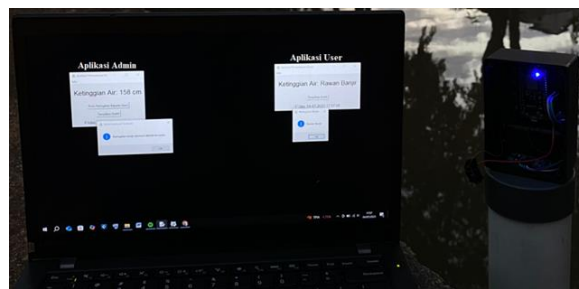
Gambar 4. 9 Kondisi Perangkat Ketika Aktif

2. Dokumentasi Simulasi Perangkat



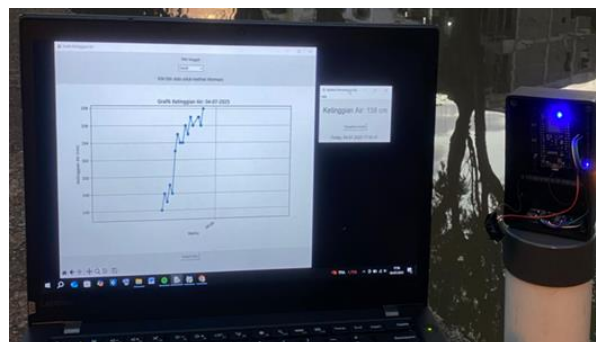
Gambar 4. 10 Simulasi Perangkat di Sungai

3. Dokumentasi Peringatan Rawan Banjir



Gambar 4. 11 Simulasi Peringatan Rawan Banjir

4. Dokumentasi Melihat Riwayat Ketinggian Air



Gambar 4. 12 Tampilan Riwayat Ketinggian Air

2. **Testing (Pengujian)**

Setelah semua komponen terpasang, komponen-komponen tersebut kemudian diintegrasikan menjadi satu sistem utuh. Sistem yang telah terintegrasi ini kemudian diuji secara

menyeluruh (system testing) untuk memastikan bahwa setiap bagian berfungsi dengan baik dan memenuhi spesifikasi serta persyaratan yang telah ditetapkan.

1) Uji *Software Python* Sistem Pemantauan Banjir

Pengujian pada Software Python merupakan proses untuk memastikan bahwa aplikasi memenuhi seluruh fungsi dan fitur yang telah ditentukan dalam dokumen kebutuhan fungsionalitas. Pengujian dilakukan menggunakan metode blackbox testing terhadap kebutuhan fungsionalitas dari aplikasi. Berikut ini adalah hasil pengujian software python aplikasi Sistem pemantauan Banjir pada tabel 4.15.

Tabel 4. 1 Blackbox Testing Software Sistem Pemantauan Banjir

No	Kasus Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Aktual	Status
1.	Monitoring status ketinggian air	Status Ketinggian Air Ditampilkan	Status Ketinggian Air Berhasil Ditampilkan	Berhasil
2.	Monitoring Grafik ketinggian air selama 24 Jam	Grafik Riwayat Ketinggian Air Ditampilkan	Grafik Riwayat Ketinggian Air Berhasil Ditampilkan	Berhasil
3.	Menyimpan Riwayat Ketinggian Air	Riwayat Tersimpan ke perangkat dalam bentuk file	Data Berhasil disimpan ke dalam perangkat	Berhasil
4.	Kirim Peringatan Kepada Users	Menampilkan Notice Peringatan kepada Users	Notice peringatan Berhasil Ditampilkan	Berhasil

2) Uji *Hardware* (Perangkat Keras)

Uji coba perangkat keras adalah proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat tersebut berfungsi sesuai dengan semua fitur dan spesifikasi yang telah ditentukan

dalam dokumen kebutuhan fungsional. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode blackbox testing, yang berfokus pada kebutuhan fungsional dari perangkat keras tersebut. Berikut adalah hasil pengujian perangkat keras aplikasi peringatan dini banjir berbasis IoT yang di rincikan pada tabel 4.16 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Blackbox Testing Perangkat Keras

No	Kasus Pengujian	Input	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
	Koneksi Wifi	NodeMCU dinyalakan dengan akses SSID dan password tersedia	NodeMCU berhasil terhubung ke WiFi dan tampilkan IP di Serial Monitor	NodeMCU berhasil menampilkan "WiFi connected" dan alamat IP	Berhasil
	Koneksi MQTT Broker	NodeMCU sudah terhubung ke internet	Koneksi ke broker.hivemq.com berhasil	Output "Attempting MQTT connection... connected" muncul	Berhasil
	Pembacaan Sensor Ultrasonik	-	Nilai jarak muncul di Serial Monitor setiap 1 detik	Serial mencetak "Jarak:xx cm" setiap detik	Berhasil
	Pengiriman Data Valid ke MQTT		Data dikirim ke topic MQTT	Output: "Data terpublikasi ke broker MQTT dengan sukses."	Berhasil

D. KESIMPULAN

Hasil dari implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan banjir berbasis IoT dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 serta sensor ultrasonik HC-SR04 telah berhasil dikembangkan dan berfungsi dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi serta mengirimkan data ketinggian air secara langsung melalui jaringan

Wi-Fi ke server MQTT, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Fitur-fitur utama seperti koneksi otomatis ke Wi-Fi, pengiriman data berkala, serta pencatatan data ke database MySQL dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Sistem juga telah dilakukan uji coba di lapangan, tepatnya di Jl. H. Rais A. Rahman, kawasan Sungai Jawi, Pontianak, dan menunjukkan kemampuannya dalam merekam data ketinggian air selama periode pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A., Ferdinandus, F. X., & Muhaji, B. (2019). Sistem pendukung keputusan pemilihan handphone dengan metode simple additive weighting berbasis web. *Jurnal Teknik Informatika, Sistem Informasi, dan Ilmu Komputer*.
- Anggraeni, L., & Zahra, M. (2020). Penanggulangan bencana banjir bandang di Desa Sanggi Padang Cermin Tanggamus Lampung. *Andasih: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–5.
- Balahanti, R., & Mononimbar, W. (2023). Analisis tingkat kerentanan banjir di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 11(1).
- Fauzan, M. N., dkk. (2019). Tutorial membuat prototipe prediksi ketinggian air (PKA) untuk pendeteksi banjir peringatan dini berbasis IoT. Bandung: Kreatif Industri Nusantara.
- Firmansyah, F. (2023, 8 Juli). Panduan dasar MQTT: Menjelajahi keunggulan protokol pesan ringan. Medium. <https://fikhfirmansyah.medium.com/panduan-dasar-mqtt-menjelajahi-keunggulan-protokol-pesan-ringan-92ef88b71c14>
- Gunawan, I., Akbar, T., & Ilham, M. G. (2020). Prototipe penerapan Internet of Things (IoT) pada monitoring level air tandon menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Blynk. *Jurnal Informatika dan Teknologi*, 3(1), 1–7.
- Hasanah, F. N., & Untari, R. S. (2020). Buku ajar rekayasa perangkat lunak. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Juliarto, R. (2021, 10 Maret). Apa itu activity diagram? Beserta pengertian, tujuan, komponen. Diakses pada 3 Juli 2024, dari <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-activity-diagram/>
- Kurniawan, R. (2023). Kombinasi Agile & Waterfall model pengembangan aplikasi design driven development. Sleman: CV. Bintang Semesta Media.
- Mannino, M. (2019). Database design, application development & administration. Chicago: McGraw-Hill.

- Marlina, E., dkk. (2021). Kredensial mikro mahasiswa Indonesia technopreneurship berbasis Internet of Things (IoT). Malang: UNISMA Press.
- Nugroho, B. (2019). Aplikasi pemrograman web dinamis dengan PHP dan MySQL. Yogyakarta: Gava Media.
- Rahmadhika, M. K., & Thantawi, A. M. (2021). Rancang bangun aplikasi face recognition pada pendekatan CRM menggunakan OpenCV dan algoritma Haarcascade. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer dan Informatika*, 5(1), 109–118.
- Satria, A. G., Rostianingsih, R. S., & Alexander, S. (2019). Pencatatan dan penghitungan skor pada olahraga AAIPSC dengan NFC berbasis Android. *Jurnal Infra*.
- Stevani, N. (2019). Rancang bangun sistem peringatan banjir berbasis Arduino dengan sensor ultrasonik pada daerah rawan banjir Kabupaten Kuantan Singing. *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer*.
- Datasheet NodeMCU ESP8266 Lengkap. (n.d.). <https://blog.indobot.co.id/datasheet-nodemcu-esp8266-lengkap-dengan-pin-dan-cara-akses/>.