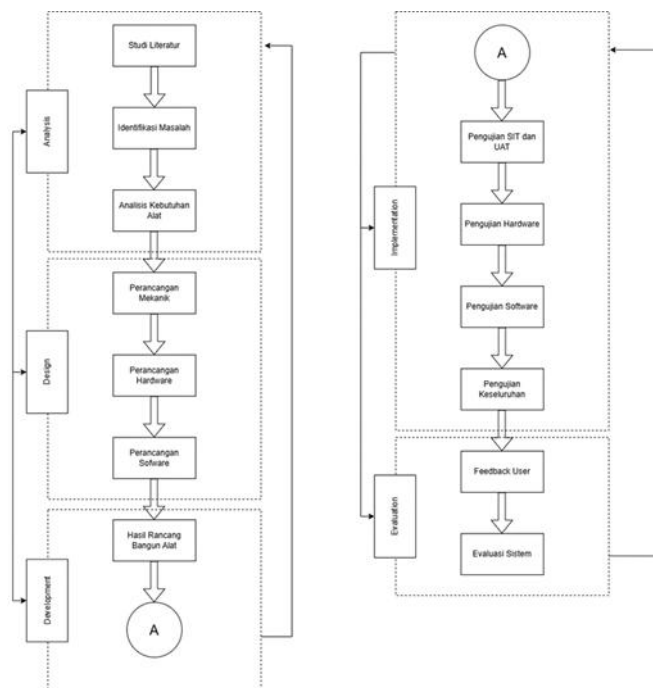


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis membuat alur penelitian untuk menjelaskan sistematis yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut pada gambar 3.1 merupakan dari flow atau alur dari tahapan penelitian yang akan dilakukan dan dibuat dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3. 1 Pengujian Alpha

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk memahami teknologi yang relevan dengan sistem deteksi banjir berbasis IoT, termasuk sensor, platform cloud, dan aplikasi mobile. Kajian ini membantu merancang sistem yang inovatif sesuai kebutuhan dengan mengidentifikasi masalah umum, seperti keterbatasan pemantauan jarak jauh dan notifikasi real-time. Analisis kebutuhan alat dilakukan untuk menentukan komponen hardware dan software, seperti sensor, modul komunikasi IoT, serta sumber energi terbarukan. Perancangan mekanik, hardware, dan software kemudian dilakukan untuk mengintegrasikan perangkat keras dengan aplikasi pengelolaan data dan pemberian notifikasi.

Sistem yang telah dirancang diuji secara menyeluruh, meliputi pengujian perangkat keras, perangkat lunak, dan integrasi keduanya dalam kondisi nyata. Pengujian mencakup akurasi pembacaan sensor, stabilitas koneksi, ketahanan sumber daya, serta kemampuan perangkat lunak dalam mengolah data dan memberikan notifikasi real-time. System Integration Testing (SIT) dan User Acceptance Testing (UAT) juga dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai kebutuhan. Umpan balik dari pengguna, termasuk masyarakat dan pemerintah, digunakan untuk mengevaluasi efektivitas, kenyamanan, dan daya guna sistem, yang menjadi dasar untuk penyempurnaan lebih lanjut.

Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini untuk menguji dan menganalisis efektivitas sistem Early Warning System berbasis IoT dalam berbagai kondisi. Pengujian dilakukan dalam kondisi terkendali dan alamiah untuk mengukur pengaruh variabel seperti curah hujan dan ketinggian air terhadap performa sistem. Pendekatan eksperimen ini memungkinkan iterasi pengujian untuk menyempurnakan sistem berdasarkan perubahan variabel dan umpan balik pengguna. Hasilnya adalah data yang valid dan objektif mengenai kemampuan sistem dalam memberikan peringatan dini yang andal untuk mitigasi bencana banjir.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat beberapa metode dalam pengumpulan data, diantaranya dengan wawancara, studi literatur, dan observasi.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pak y anggota komunitas “Siaga Warga Majalaya” wawancara ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan apa saja yang ada di daerah alira Sungai (DAS) Citarum yang berlokasi di desa Radug Majalaya Berdasarkan hasil wawancara dengan perwakilan komunitas “Siaga Warga Majalaya” di Desa Radug Kecamatan Majalaya, ditemukan bahwa masalah penyampain informasi terkait dengan ketinggian air Sungai Citarum kepada pemerintah sekitar dan warga masih kurang. Curah hujan tinggi salah satu penyebab dari kenaikan dari debit atau tinggi muka air (TMA) dari suatu sungai. Peneliti akan membuat suatu sistem yang dimana nantinya informasi

terkait dengan tinggi muka air (TMA) yang akan menggunakan sensor ultrasonic sebagai sensor yang akan mengukur indicator dari dari tinggi muka air (TMA) dari sungai citarum yang berbasis IoT yang nantinya sistem akan mengirimkan informasi dari beberapa indicator sensor melalui platform website dan mobile apps. Platform website nantinya akan digunakan untuk monitoring bagi pemerintah setempat untuk memonitor kondisi sungai dan mobile apps akan digunakan untuk warga sekitar dimana fitur utama dari mobile apps ini sistem akan mengirimkan notifikasi atau pemberitahuan ketika status sungai sudah dalam keadaan bahaya agar nantinya masyarakat atau warga yang ada di daerah hilir bisa melakukan tindakan kesiapsiagaan bencana akan datangnya bencana banjir.

2. Studi Literature

Kegiatan pada Studi literatur dilakukan untuk menganalisis literatur yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan artikel yang terkait dengan topik penelitian. Kemudian data tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan hasil penelitian yang diperoleh untuk mengetahui kesesuaian dan keterkaitannya. Pembahasan tentang studi literatur ini akan ditinjau kembali pada Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu dan Sub Bab 2.27 State of The Art yang telah dilakukan sebelumnya kemudian penulis memutuskan untuk menggunakan metode Research and Development (R&D).

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Spesifikasi System

Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan komponen-komponen hardware yang mendukung operasional perangkat secara efisien dan handal. Setiap komponen dipilih berdasarkan fungsi spesifiknya untuk memastikan kinerja yang optimal dalam mendeteksi, mengolah, dan mengirimkan data secara real-time. Berikut adalah tabel rincian spesifikasi hardware yang digunakan dalam sistem ini:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware

No	Komponen	Spesifikasi	Keterangan
1	ESP 32	CPU: Dual-core	Mikrokontroler utama untuk pengolahan data dan

		Xtensa LX6, 240 MHz • Memori: 520 KB SRAM, 4 MB Flash • Konektivitas: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 • Tegangan Operasi: 3.3V	komunikasi
2	HC-SR04	• Jarak Deteksi: 2-400 cm • Akurasi: ± 3 mm • Tegangan Operasi: 5V • Arus Maksimum: 15 mA	Mengukur ketinggian air
3	Raindrop Senso	• Tegangan Operasi: 3.3-5V • Output: Analog/Digital • Dimensi Modul: 3 cm x 2 cm	Mendeteksi keberadaan hujan
4	Waterflow Sensor	• Tegangan Operasi: 5-18V • Output: Pulsa Digital • Debit Maksimum: 30 L/min • Material: Plastik tahan air	Mengukur aliran air
5	Solar Panel	• Jenis: Monocrystalline • Tegangan Output: 5V • Daya Maksimum: 10W • Efisiensi: 18-20%	Sumber daya sistem dari energi matahari
6	Battery 18650	• Kapasitas: 2600mAh • Tegangan Nominal: 3.7V • Tegangan Pengisian Maksimum: 4.2V • Arus Pengisian Maksimum: 1A	Penyimpanan energi listrik
7	Modul Charger TP4056	• Tegangan Input: 4.5-5.5V • Tegangan Output: 4.2V	Mengisi baterai 18650 secara aman

		• Arus Maksimum: 1A • Proteksi: Overcharge dan Overdischarge	
8	Modul Charger and Discharger	• Tegangan Input: 5V • Tegangan Output: 3.7V-4.2V • Proteksi: Overcurrent, Overcharge, Short-circuit	Modul untuk mengelola pengisian dan penggunaan daya
9	Saklar	• Tegangan Maksimum: 250V AC atau 12V DC • Arus Maksimum: 10A • Jenis: Toggle/Push Button	Mengontrol aliran listrik pada sistem
10	Box Panel	• Material: Plastik tahan cuaca atau logam • Dimensi: 30 cm x 20 cm x 10 cm (opsional) • - IP Rating: IP65	Melindungi komponen dari kerusakan fisik dan cuaca

Untuk mendukung operasional perangkat keras, sistem ini menggunakan perangkat lunak yang dirancang secara terintegrasi. Perangkat lunak ini mencakup aplikasi berbasis web, aplikasi mobile, serta database yang saling terhubung untuk memastikan pengelolaan data berjalan secara real-time dan efisien. Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan:

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Software*

No	Komponen	Spesifikasi	Keterangan
1	Realtime Database	• Jenis: Realtime Database • Fitur: Realtime sync, autentikasi bawaan, hosting database berbasis cloud • API: REST API, Admin SDK	Digunakan untuk menyimpan dan menyinkronkan data secara real-time.
2	Website	• Versi: Laravel 11 • Bahasa: PHP 8+ • Framework: Model-	Digunakan untuk membangun antarmuka pengguna berbasis web.

		View-Controller (MVC) Tools: Blade template engine, Eloquent ORM, Artisan CLI	
3	Mobile Apps	- Bahasa: Kotlin (Versi terbaru) - Framework: Android SDK - Library Utama: Firebase SDK, Retrofit, Glide - Arsitektur: MVVM (Model-View-ViewModel)	Digunakan untuk membangun aplikasi mobile berbasis Android.
4	Backend API	- Protokol: HTTP/HTTPS - Format Data: JSON - Autentikasi: Firebase Authentication, Token-based Authentication (JWT) - Middleware: Rate Limiting, CORS	Digunakan untuk menyediakan API yang menghubungkan website, mobile, dan Firebase.
5	Firebase Integration	- Autentikasi: Email/password, Google Sign-In - Fitur Realtime: CRUD data secara instan antara website, mobile, dan database - Notifikasi: Firebase Cloud Messaging (FCM)	Memberikan fitur otentikasi, sinkronisasi data, dan notifikasi.
6	Hosting Website	- Fitur: SSL, global CDN - Domain: Domain khusus atau bawaan Firebase	Tempat untuk menghosting website berbasis Laravel.
7	IDE	- Laravel: PHPStorm/Visual Studio Code - Kotlin: Android Studio	Digunakan untuk pengembangan dan debugging aplikasi.
8	Dependency	Laravel: Composer	Untuk mengelola pustaka

	Management	• Kotlin: Gradle	eksternal dan dependensi proyek.
--	------------	--	----------------------------------

Pemantauan tinggi muka air merupakan langkah penting dalam mengidentifikasi kondisi sungai, terutama di daerah rawan banjir seperti Majalaya. Dalam penelitian ini, tinggi muka air diamati berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh Komunitas Jaga Balai, yang mempertimbangkan ketinggian muka air serta lama intensitas curah hujan sebagai indikator utama dalam menentukan status sungai.

Status sungai dikategorikan ke dalam tiga tingkat peringatan utama, yaitu Aman, Siaga, dan Bahaya. Kategori Aman menunjukkan bahwa tinggi muka air masih dalam batas normal dan curah hujan tidak signifikan. Status Siaga diberikan ketika tinggi muka air mulai meningkat dan curah hujan berlangsung dengan intensitas sedang hingga tinggi dalam jangka waktu tertentu, yang dapat berpotensi menimbulkan genangan di beberapa titik. Sementara itu, status Bahaya ditetapkan apabila tinggi muka air telah melebihi batas kritis, ditambah dengan curah hujan deras yang berkepanjangan, sehingga meningkatkan risiko banjir dan memerlukan tindakan mitigasi segera.

Tabel berikut menyajikan data tinggi muka air yang telah diperoleh, beserta status sungai pada setiap titik pengukuran berdasarkan klasifikasi yang berlaku:

Tabel 3. 3 Ketetapan TMA, Intensitas Curah Hujan, dan Status Sungai

Cuaca Hulu	Tinggi Muka Air (TMA)	Status
Cuaca Cerah tidak ada tampak gumpalan awan mendung	321 - 485 cm	Aman
Hujan Deras Durasi >40 Menit	201 -320 cm	Siaga
Hujan Deras Durasi >40 Menit	< 200 cm	Bahaya

Sumber :Yayasan Jaga Balai-Garda Caah Sukarelawan

Dari data yang ditampilkan dalam tabel, dapat diamati pola fluktuasi tinggi muka air serta pengaruh intensitas curah hujan terhadap status sungai. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan langkah-langkah mitigasi banjir, baik oleh masyarakat setempat maupun pemangku kepentingan terkait. Dengan adanya pemantauan berkala dan sistem klasifikasi yang jelas, diharapkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi potensi bencana banjir dapat meningkat.

3.3.2 Perancangan Mekanik Tiang

Dalam perancangan alat deteksi dini bencana berbasis Internet of Things (IoT), komponen struktural seperti tiang menjadi elemen penting untuk mendukung instalasi sensor dan perangkat elektronik lainnya. Tiang ini dirancang menggunakan material besi karena kekuatannya yang tinggi, tahan terhadap beban berat, serta memiliki daya tahan yang baik terhadap kondisi lingkungan, terutama pada area luar ruangan yang mungkin terpapar cuaca ekstrem.

Material besi dipilih karena sifat mekanisnya yang unggul, seperti kemampuan menahan beban, ketahanan terhadap korosi jika dilapisi dengan bahan anti-karat (seperti cat anti karat atau galvanisasi), serta ketersediaan yang luas dan harga yang relatif ekonomis. Dalam konteks ini, tiang besi harus mampu menopang sensor IoT dengan stabil, baik dalam kondisi cuaca panas, hujan, maupun angin kencang, yang sering terjadi di daerah aliran Sungai Citarum, tempat alat ini diimplementasikan.

1. Sistem Penyambungan dengan Teknik Welding

Untuk menyambung bagian-bagian tiang besi, digunakan teknik welding (pengelasan). Teknik ini dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

- a) **Kekuatan Sambungan yang Tinggi:** Pengelasan menciptakan sambungan yang kuat dan permanen, karena logam dasar dilelehkan dan digabungkan, sehingga mampu menahan beban yang besar, baik statis maupun dinamis.

- b) **Kerapatan Sambungan:** Welding menghasilkan sambungan yang rapat dan tidak mudah bocor atau longgar, memastikan bahwa tiang dapat berdiri kokoh meskipun terpapar angin atau getaran.
- c) **Fleksibilitas Desain:** Teknik ini memungkinkan pembuatan sambungan di berbagai posisi dan bentuk, sehingga tiang dapat dirancang sesuai kebutuhan lokasi pemasangan dan karakteristik lingkungan setempat.

Proses welding pada desain tiang ini melibatkan penyambungan beberapa bagian besi, seperti penyambungan tiang vertikal dengan dudukan dasar (base plate), serta penambahan bracing atau penguat pada bagian tertentu untuk meningkatkan stabilitas. Semua sambungan dilakukan dengan metode pengelasan fillet atau butt weld, tergantung pada bagian yang akan disambung.

2. Perlakuan Akhir

Setelah proses welding selesai, tiang besi ini akan melalui proses perlakuan akhir untuk meningkatkan ketahanannya terhadap korosi, mengingat tiang akan dipasang di area terbuka. Perlakuan akhir ini bisa berupa:

1. **Galvanisasi:** Melapisi permukaan besi dengan seng untuk melindungi dari karat.
2. **Pengecatan dengan Cat Anti-Karat:** Proses ini akan memberikan perlindungan tambahan terhadap paparan air hujan dan kelembapan, serta menjaga tampilan visual dari tiang tersebut.

Dengan penggunaan teknik welding yang tepat, tiang besi ini diharapkan dapat memberikan dukungan struktural yang kuat dan tahan lama, sehingga sensor IoT yang dipasang pada tiang tersebut dapat berfungsi secara optimal dalam jangka waktu yang lama, tanpa terganggu oleh kerusakan mekanis.

3. Bagian-Bagian Pada Tiang

a) Baseplate (Pelat Dasar)

Baseplate merupakan komponen dasar yang digunakan sebagai landasan untuk menempatkan tiang secara stabil di atas permukaan. Material yang digunakan adalah besi dengan ketebalan 5 cm, dengan dimensi baseplate 40x40 cm. Baseplate ini juga dilengkapi dengan lubang baut yang memungkinkan pemasangan pada permukaan beton atau struktur lainnya, pada desain ini penyambungan baseplate dengan komponen yang lainnya

menggunakan Teknik welding. Dalam desain ini juga, baseplate berfungsi untuk mendistribusikan beban dari seluruh tiang ke area yang lebih luas, sehingga menjaga keseimbangan dan stabilitas tiang secara keseluruhan.

b) Tiang Penyangga Bawah

Tiang penyangga bawah adalah bagian yang berfungsi untuk menopang dan menyambungkan baseplate dengan tiang utama. Tiang penyangga pada desain ini terbuat dari material besi dengan kekuatan yang cukup untuk menahan beban dari komponen di atasnya. Tiang ini dihubungkan dengan baseplate melalui teknik pengelasan (welding) untuk memastikan kekuatan dan keawetan sambungan. Fungsi dari tiang penyangga bawah adalah sebagai pondasi tambahan yang membantu menopang tiang utama, sehingga beban yang diterima dapat terdistribusi dengan baik ke baseplate.

c) Tiang Utama

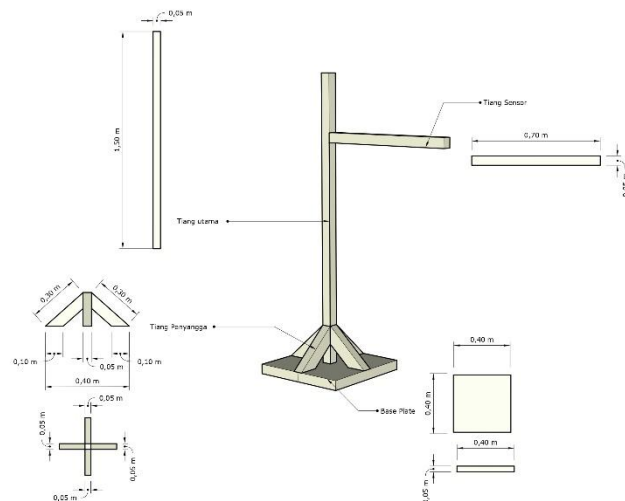
Tiang utama adalah komponen vertikal utama dari struktur yang berfungsi sebagai tulang punggung keseluruhan tiang. Bagian ini dibuat dari material baja dengan dimensi 5x5 cm dan tinggi tiang 150 cm. Tiang utama menjadi tempat di mana berbagai komponen lain seperti panel box dimana terdapat beberapa komponen elektronika didalamnya, sebagai penompang untuk solar panel dan tiang tambahan akan dipasang. Tiang utama ini dihubungkan dengan tiang penyangga bawah melalui proses pengelasan untuk memastikan kestabilan struktur.

d) Tiang untuk Sensor Ultrasonic

Tiang ini merupakan bagian yang dirancang khusus untuk menopang sensor ultrasonic yang digunakan dalam sistem deteksi banjir. Dimensi untuk tiang ini adalah 5x5 cm dengan Panjang tiang 70 cm. Posisi tiang ini diatur sedemikian rupa agar sensor ultrasonic dapat mengukur ketinggian air atau parameter lain yang diinginkan tanpa halangan. Teknik pengelasan juga digunakan untuk menyambungkan tiang ini dengan tiang utama, sehingga sensor ultrasonic dapat dipasang dengan kokoh.

Keseluruhan desain tiang ini didasarkan pada kebutuhan untuk menempatkan sensor-sensor yang digunakan dalam sistem deteksi banjir secara

stabil dan dengan posisi yang tepat, sehingga dapat menghasilkan data yang akurat. Teknik pengelasan digunakan di seluruh sambungan untuk memastikan kekuatan struktur dan keawetannya dalam kondisi lingkungan yang beragam.



Gambar 3. 2 Desain Tiang

3.3.3 Perancangan Hardware

Proses perancangan hardware dalam sistem deteksi dini berbasis IoT melibatkan tahapan penting yang memastikan setiap komponen elektronik dirancang dan diintegrasikan secara optimal.

a) Skematik Rangkaian

Skematik rangkaian sistem yang dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.6. Skematik ini menggambarkan integrasi seluruh komponen utama dalam sistem deteksi dini berbasis IoT yang berfungsi untuk memantau potensi banjir secara real-time. Pada skematik ini, mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat pengendali yang mengatur aliran data dan komunikasi antar komponen.

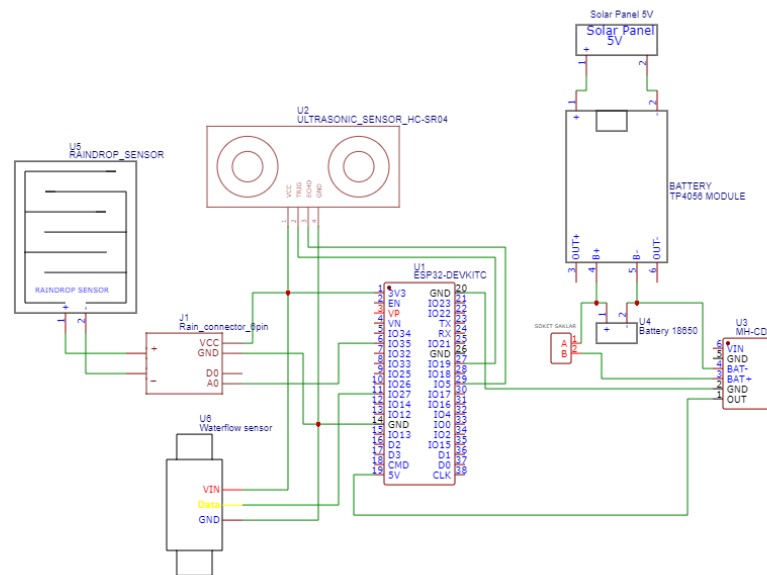
Sensor ultrasonik HC-SR04 terhubung ke ESP32 untuk melakukan pengukuran ketinggian muka air. Sensor ini akan mengirimkan data jarak antara sensor dan permukaan air secara berkala ke mikrokontroler. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan raindrop sensor yang bertugas mendeteksi keberadaan dan intensitas hujan di sekitar area pemasangan. Sensor ini memberikan informasi penting untuk mendukung analisis potensi risiko banjir.

Selanjutnya, waterflow sensor digunakan untuk mengukur laju aliran air pada sungai atau saluran air. Data yang dikirimkan oleh sensor ini menjadi indikator tambahan yang penting dalam pengambilan keputusan oleh sistem. Semua data yang dikumpulkan oleh ketiga sensor tersebut diolah oleh ESP32 dan dikirimkan ke database Firebase untuk dipantau secara real-time melalui aplikasi FloodGuard dan website.

Sistem ini menggunakan panel surya 5V sebagai sumber energi utama. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan dalam baterai lithium 18650 melalui modul charger TP4056. Untuk memastikan daya yang tersimpan dapat digunakan secara efisien, sistem dilengkapi dengan modul charger and discharger yang berfungsi mengatur aliran pengisian dan penggunaan daya secara simultan.

Sistem ini juga dilengkapi dengan saklar manual yang memungkinkan pengguna untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik secara manual saat sistem tidak digunakan atau ketika sedang dilakukan perawatan di lapangan. Keseluruhan komponen dilindungi oleh box panel agar terhindar dari gangguan cuaca, debu, dan potensi kerusakan fisik lainnya.

Skematik rangkaian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut:

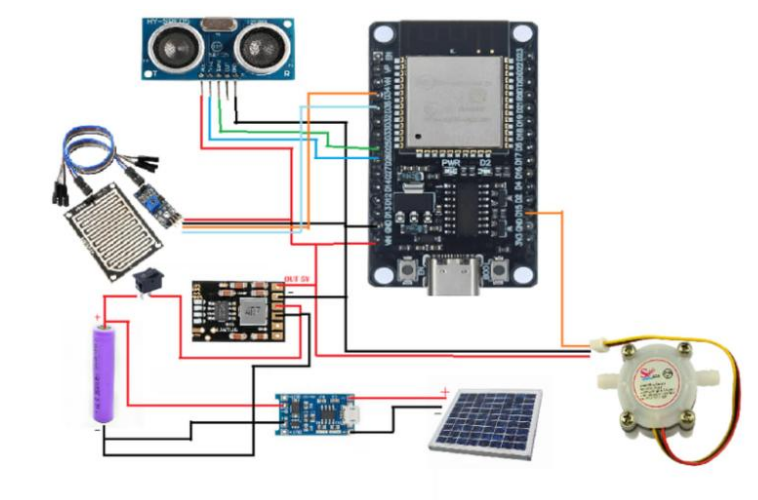


Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Sistem Deteksi Dini Banjir Berbasis IoT

Melalui skematik tersebut, sistem ini diharapkan mampu bekerja secara optimal dalam memberikan data yang akurat dan peringatan dini yang cepat kepada masyarakat. Dengan sumber daya mandiri berbasis energi terbarukan, sistem ini juga sangat cocok diterapkan di daerah rawan banjir yang sulit dijangkau oleh sumber listrik konvensional.

b) Proses yang di usulkan

Proses yang akan diajukan menggunakan sistem adalah sebagai berikut pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Proses yang di usulkan

Sistem ini menggunakan smartphone yang telah terinstal, aplikasi floodguard dan terhubung ke Internet untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler ESP32 untuk memonitoring jarak jauh. Perintah yang diberikan oleh aplikasi berupa kondisi di daerah aliran sungai (DAS) Citarum, kemudian aplikasi mengambil data ketinggian air sungai dari sensor ultrasonic, curah hujan dari raindrop sensor. dan data debit air dari waterflow sensor. Data tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler ESP32 yang selanjutnya menghasilkan informasi dalam aplikasi di smartphone. Status dari kondisi di daerah aliran sungai (DAS) Citarum akan ditampilkan pada aplikasi dan website berdasarkan dari parameter yang sudah di tetapkan sebelumnya. Selain itu, sistem ini juga dapat mengirimkan notifikasi ke smartphone warga yang menginstall aplikasi ini jika terjadi bahaya atau ketika beberapa indicator sensor menunjukkan nilai yang nantinya sistem akan mengambil keputusan jika nilai nya sudah diambang batas bahaya.

c) Alat dan Bahan

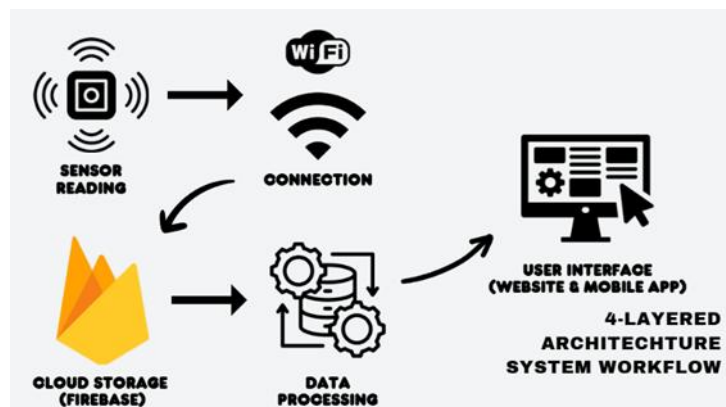
Deskripsi Kegunaan Masing-Masing Alat Dan perlengkapan.

- 1) Microcontroller ESP32 adalah mikrokontroler yang dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth, yang berfungsi sebagai pusat kendali dan pengolahan data dari sensor-sensor. ESP32 akan mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke sistem monitoring atau database, seperti Firebase, agar data dapat diakses melalui perangkat lain atau aplikasi.
- 2) Sensor ultrasonik, seperti HC-SR04, digunakan untuk mengukur jarak atau ketinggian air. Pada sistem pemantauan banjir, sensor ini dapat mendeteksi ketinggian air untuk mengetahui apakah ada potensi banjir, lalu memberikan peringatan..
- 3) Raindrop sensor atau sensor hujan berfungsi mendeteksi adanya air di permukaannya. Jika mendeteksi hujan, sistem akan mengaktifkan atau memberikan sinyal bahwa sedang terjadi hujan, sehingga dapat menjadi parameter tambahan dalam mendeteksi risiko banjir.

- 4) Solar panel menyediakan sumber energi ramah lingkungan untuk mengisi daya baterai. Dengan menggunakan tenaga matahari, sistem dapat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada sumber listrik eksternal, cocok untuk pemantauan di daerah yang sulit dijangkau.
- 5) Water flow sensor digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam pipa atau sungai kecil. Ini berguna untuk memantau apakah ada peningkatan debit air yang signifikan yang bisa menjadi pertanda awal risiko banjir.
- 6) Baterai 18650 berfungsi sebagai penyimpan daya utama dari sistem. Baterai ini mengumpulkan energi dari solar panel dan menyediakan daya untuk mengoperasikan ESP32 dan sensor lainnya, sehingga sistem dapat berjalan tanpa terputus.
- 7) Modul TP4056 adalah modul pengisian daya baterai lithium-ion seperti baterai 18650. Modul ini mengatur proses pengisian baterai agar aman, serta dilengkapi dengan perlindungan overcharge dan overdischarge untuk menjaga kesehatan baterai.
- 8) Modul ini berfungsi mengatur pengisian dan pengosongan daya dari baterai secara bersamaan. Modul ini memastikan baterai dapat terisi sambil menyediakan daya ke sistem, sehingga perangkat bisa tetap menyala meskipun sedang diisi.
- 9) Saklar digunakan untuk menyalakan dan mematikan sistem secara manual. Saklar ini penting untuk menghemat daya saat sistem tidak dibutuhkan atau saat ingin dilakukan perawatan.
- 10) Box panel berfungsi untuk melindungi semua komponen sistem, termasuk mikrokontroler, sensor, baterai, dan modul pengisian daya dari cuaca, debu, dan kerusakan fisik lainnya.

d) Arsitektur IoT

Arsitektur IoT yang digunakan dalam sistem ini mengacu pada model IoT 4 Layer, yang dirancang untuk mengoptimalkan pengumpulan, pemrosesan, dan penyampaian data dalam aplikasi IoT. Berikut adalah penjelasan setiap lapisan:



Gambar 3. 4 Arsitektur IoT

1. Perception Layer (Lapisan Persepsi)

Lapisan ini bertanggung jawab untuk mendeteksi dan mengumpulkan data dari lingkungan fisik menggunakan perangkat keras seperti sensor dan aktuator. Dalam sistem ini, perangkat seperti HC-SR04, Raindrop Sensor, dan Waterflow Sensor digunakan untuk mengukur parameter lingkungan, seperti ketinggian air, intensitas hujan, dan laju aliran air.

2. Network Layer (Lapisan Jaringan)

Data yang dikumpulkan oleh lapisan persepsi diteruskan melalui lapisan jaringan. Sistem ini menggunakan konektivitas Wi-Fi bawaan ESP32 untuk mengirimkan data ke server atau cloud. Lapisan ini memastikan komunikasi yang andal dan aman antara perangkat IoT dan platform cloud.

3. Processing Layer (Lapisan Pemrosesan)

Lapisan ini bertugas mengolah dan menyimpan data yang diterima dari lapisan jaringan. Firebase Realtime Database digunakan sebagai media penyimpanan data, memungkinkan sinkronisasi secara real-time antara aplikasi mobile dan website. Lapisan ini juga mendukung analisis data untuk memberikan informasi yang relevan kepada pengguna.

4. Application Layer (Lapisan Aplikasi)

Lapisan ini merupakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem. Dalam proyek ini, lapisan aplikasi terdiri dari:

- Website berbasis Laravel untuk pengguna yang mengakses melalui

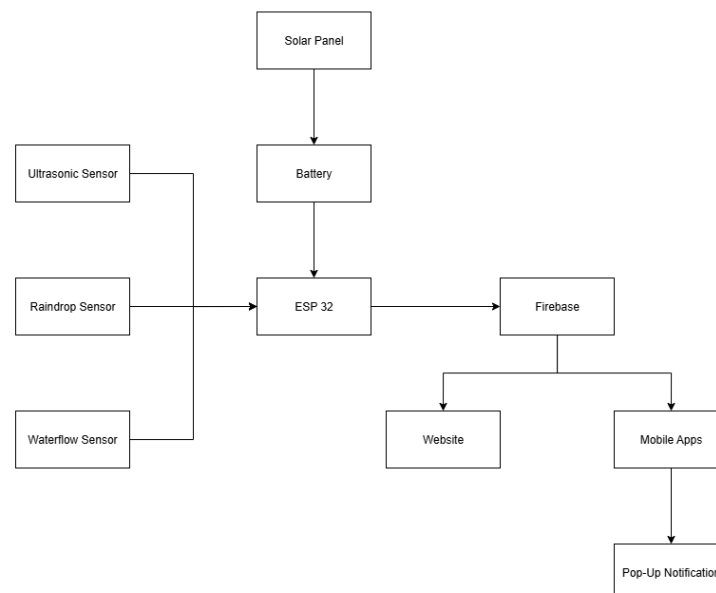
perangkat desktop.

- Aplikasi mobile berbasis Kotlin untuk pengguna yang memerlukan akses mobile.
- Notifikasi berbasis Firebase Cloud Messaging (FCM) untuk memberikan peringatan real-time.

Dengan memanfaatkan model IoT 4 Layer, sistem ini mampu mengintegrasikan perangkat keras, jaringan, pemrosesan data, dan antarmuka pengguna secara efisien untuk mendukung pengelolaan data yang real-time dan responsif.

3.3.4 Diagram Blok Sistem

Untuk mempermudah pemahaman alur kerja sistem yang dirancang, pada penelitian ini disusun diagram blok yang menggambarkan hubungan antar komponen perangkat keras dan aliran data dalam sistem. Diagram blok ini menjadi representasi visual dari proses input hingga output yang terjadi pada sistem Early Warning System (EWS) untuk deteksi dini banjir berbasis Internet of Things. Adapun diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



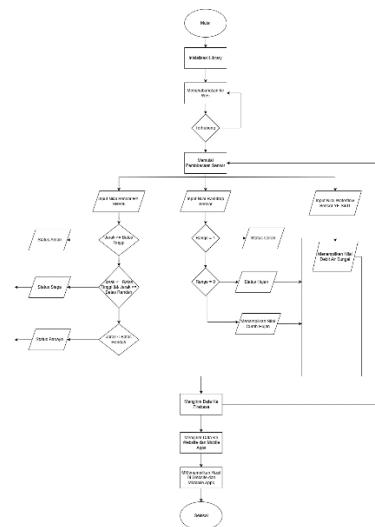
Gambar 3. 5 Diagram Blok

Berdasarkan Gambar 3.4, sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung. Solar panel digunakan sebagai sumber energi yang mengisi daya pada baterai. Baterai berfungsi sebagai penyedia daya utama untuk ESP32 dan seluruh sensor yang terpasang. Tiga sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, sensor raindrop untuk mendeteksi curah hujan, dan sensor waterflow untuk memantau laju aliran air. Ketiga sensor tersebut mengirimkan data secara langsung ke ESP32 yang berperan sebagai pusat pengolahan data. Hasil olahan dari ESP32 kemudian dikirimkan secara real-time ke Firebase sebagai media penyimpanan dan pengelolaan data berbasis cloud. Data yang tersimpan pada Firebase dapat diakses oleh pengguna melalui website maupun aplikasi mobile. Pada aplikasi mobile, sistem dilengkapi dengan fitur pop-up notification yang berfungsi memberikan peringatan dini secara cepat apabila terdeteksi kondisi potensi banjir. Dengan diagram blok ini, dapat dilihat bahwa sistem dirancang untuk bekerja secara mandiri, real-time, dan memberikan notifikasi yang responsif kepada pengguna

3.3.5 Flowchart Sistem

Flowchart sistem pada penelitian ini menggambarkan alur kerja dari sistem deteksi dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memantau kondisi sungai secara real-time. Flowchart ini menjelaskan urutan proses dari awal sistem diaktifkan hingga hasil pemantauan ditampilkan pada aplikasi dan website.

Berikut adalah flowchart sistem deteksi dini banjir yang diusulkan:



Gambar 3. 6 Flowchart Sistem

Flowchart di atas dimulai dengan proses inisialisasi library yang diperlukan untuk menjalankan sensor dan komunikasi Wi-Fi. Setelah semua library diinisialisasi, sistem akan menghubungkan diri ke jaringan Wi-Fi. Jika koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan ke proses pembacaan data dari sensor. Tiga jenis sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah:

1. Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Sensor ini membaca jarak permukaan air sungai dari sensor. Data jarak yang didapatkan akan dikategorikan menjadi tiga kondisi, yaitu:

Status Aman jika jarak melebihi batas tinggi yang telah ditentukan.

Status Siaga jika jarak berada di antara batas tinggi dan batas rendah.

Status Bahaya jika jarak sudah di bawah batas rendah yang telah ditetapkan.

2. Raindrop Sensor

Sensor ini mendeteksi curah hujan. Apabila sensor membaca range = 1, maka sistem mengklasifikasikan status sebagai cerah. Jika range = 0, maka sistem mengklasifikasikan status sebagai hujan dan menampilkan nilai curah hujan yang terdeteksi.

3. Waterflow Sensor YF-S401

Sensor ini digunakan untuk mengukur debit aliran air sungai dan menampilkan nilai debit tersebut dalam satuan tertentu sesuai kalibrasi.

Setelah ketiga sensor memberikan data pembacaan, sistem kemudian

mengirimkan data yang dikumpulkan ke Firebase untuk disimpan secara real-time. Selanjutnya, data yang tersimpan di Firebase akan dikirimkan ke aplikasi FloodGuard dan website yang terhubung, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sungai secara jarak jauh.

Terakhir, sistem akan menampilkan hasil pemantauan pada website dan aplikasi mobile, yang dapat diakses oleh masyarakat dan pihak terkait untuk mendapatkan informasi terkini mengenai potensi banjir. Siklus pembacaan sensor dan pengiriman data ini dilakukan secara terus menerus selama sistem aktif.

Dengan alur seperti ini, sistem yang dirancang diharapkan mampu memberikan informasi yang cepat dan akurat dalam membantu masyarakat melakukan tindakan preventif terhadap ancaman banjir.

3.3.6 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini akan dibangun jadwal pengembangan perangkat lunak berdasarkan kebutuhan di daerah lokasi penelitian. Setiap kebutuhan yang disebutkan oleh pemilik narasumber akan dibangun menggunakan metode pengembangan RAD (Rapid Application Development). Berikut langkah-langkah pengembangan perangkat lunak Sistem Early Warning System (EWS) untuk deteksi dini bencana banjir dengan metode RAD (Rapid Application Development).



Gambar 3. 7 Tahapan *Rapid Application Development* (RAD)

Sumber: (Hariyanto et al., 2021)

Tahapan yang dilakukan yaitu perencanaan, pemodelan dan penerapan. Tahapan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Perencanaan (Requiment Planning)

Pada tahapan ini akan menjelaskan mengenai kebutuhan-kebutuhan yang

akan dibentuk dalam proses pembuatan aplikasinya nanti.

a) Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional mendeskripsikan perihal layanan, fitur atau fungsi yang disediakan atau diberikan oleh sistem bagi penggunaannya. Berikut adalah analisis kebutuhan fungsional seperti pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 4 Kebutuhan Fungsional

Sumber Pribadi

Kebutuhan Pengguna	High Priority	Medium Priority	Low Priority
Pengguna membutuhkan Sistem Monitoring	Pengguna dapat mengetahui kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS)	Sistem dapat menampilkan informasi tentang ketinggian air sungai, curah hujan dan status dari kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS)	
Pengguna membutuhkan sistem Early Warning Sytem (EWS)	Pengguna dapat notifikasi peringatan dini bahaya bencana banjir	Aplikasi dapat memberikan peringatan dini bahaya bencana banjir	

b) Analisis Kebutuhan Non fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional menjabarkan perihal kebutuhan dalam pembuatan sistem. Berikut adalah deskripsi dan analisis kebutuhan non fungsional seperti pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 5 Non Fungsional

Sumber Pribadi

No	Quality Definition	Requirement Definition	Scope/How
----	--------------------	------------------------	-----------

1.	Usability (Kemudahan Pengguna)	Rancangan interface yang mudah di pahami pengguna.	Tampilan sistem aplikasi dilengkapi dengan notifikasi panduan dan dilengkapi dengan fitur tombol yang mudah unuk dilihat dan mudah diakses bagi pengguna.
2.	Avaibility (Ketersediaan)	Sistem dapat diakses oleh pengguna melalui smartphone setiap waktu dan dimana saja.	Sistem dapat diakses 24 jam dengan perangkat melalui smartphone dan terhubung ke jaringan <i>internet</i> .
3.	Interopability (Kemudahan Antarmuka)	Tampilan Aplikasi yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh pengguna.	Tampilan sistem didesain sesuai dengan kebutuhan pengguna dengan fitur – fitur yang diperlukan
4.	Security (Keamanan)	Keamanan yang kuat untuk melindungi data dan sistem dari ancaman eksternal	Aplikasi harus memiliki mekanisme otentikasi dan otorisasi yang aman untuk mencegah akses yang tidak sah.

2. Desain (Pengguna)

a. Constution

Pembuatan aplikasi dilakukan setelah perancangan sistem selesai, karena aplikasi akan dibuat sesuai dengan perancangan. Sistem dibuat menggunakan aplikasi Android Studio.

3. Cutover

Pengujian aplikasi dilakukan setelah proses pembuatan aplikasi selesai, tujuannya adalah untuk memastikan aplikasi yang dibuat bebas dari permasalahan apapun sehingga layak untuk digunakan.

a. Pengujian aplikasi dilakukan sebagai berikut: Pengujian Alpha

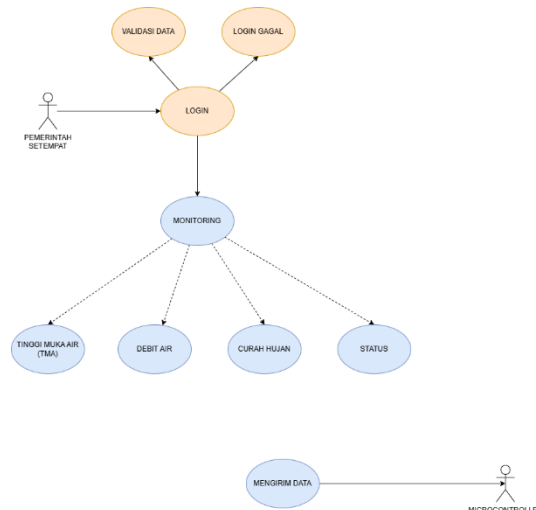
- b. Pengujian alpha dilakukan pada saat aplikasi baru saja selesai dibuat.
- c. Pengujian Beta
- d. Pengujian beta dilakukan lanjutan dari pengujian alpha yang dinyatakan selesai tanpa masalah.

3.4 Pengujian Sistem

Tahapan ini diperoleh dari tahapan perancangan sistem yang dimana setelah mengumpulkan data-data dan kebutuhan maka terbentuklah suatu perancangan yang akan dibuat untuk pengembangan sistem yang akan dirancang menggunakan *UML (Unified Modelling Language)* sebagai patokan desain perancangan sistem yang akan dibangun.

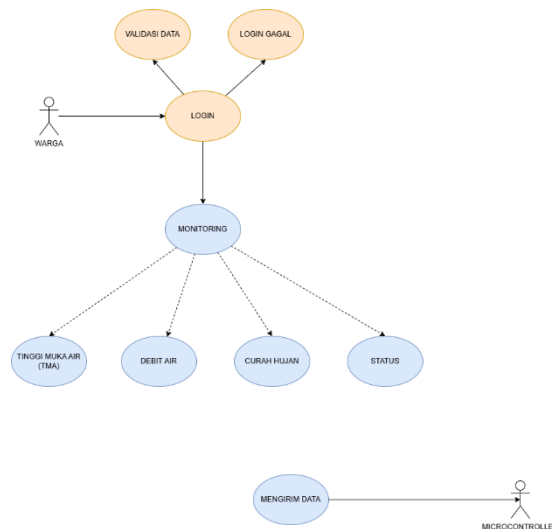
3.4.1 Use Case Diagram

Pada diagram ini menggambarkan sistem dari perspektif penggunaan menggunakan *Use Case Diagram*. Aktor yang terlibat pada sistem Smart Farming ini antara lain Petani dan Mikrokontroler. Berikut merupakan gambar diagram use case dari sistem Smart Farming.



Gambar 3. 8 Use Case Diagram Pemerintah Setempat

(Sumber Pribadi)



Gambar 3. 9 Use Case Diagram Warga
(Sumber Pribadi)

3.4.2 Use Case Skenario

1. Use case Scenario Registrasi

Tabel 3. 6 Use Case Skenario Registrasi

Use Case Name : Registrasi	ID : UC1	Importance Level : High
Primary Actor : All User		
Stakeholder and interest : Pengguna ingin melakukan Registrasi kedalam website dan aplikasi.		
Brief Description : Didalam use case ini dijelaskan bagaimana Pengguna melakukan Registrasi kedalam website dan aplikasi.		
Triger : Pengguna ingin melakukan Registrasi kedalam website dan aplikasi. Type : External.		
Relationship : Association : User. Include : - Extend : - Generalization : -		
Normal Flow Events : 1. Pengguna memasukan email. 2. Pengguna memasukan Password. 3. Pemgguna memasu nama. 4. Pengguna memasukan nomor hp. 5. Pengguna Berhasil Registrasi. 6. Pengguna masuk kedalam aplikasi.		

Subflows : 1. Jika pengguna memasukan email berbeda dengan yang telah terdaftar dan password yang sama dengan yang telah terdaftar maka proses registrasi masih bisa diterima 2. Jika penngguna memasukan email yang sama dengan yang telah terdaftar dan password yang berbeda dengan yang terdaftar maka proses registrasi tidak bisa diterima oleh sistem 3. Jika pengguna memasukan email dan password yang sama dengan yang telah terdaftar maka sistem akan menampilkan pop-up notifikasi "Firebasae : auth/email-already-in-use"
Alternate/Exceptional Flows : 1.1 Pengguna tidak memasukan username. 1.2 Sistem meminta Pengguna untuk memasukan username. 1.3 Pengguna tidak memasukan Password 1.4 Sistem meminta pengguna untuk memasukan password

2. Use Case Scenario Login

Tabel 3. 7 *Use Case Scenario Login*

(sumber pribadi)

Use Case Name : Login	ID : UC2	Importance Level : High
Primary Actor : All User		
Stakeholder and interest : Pengguna ingin melakukan Login kedalam aplikasi.		
Brief Description : Didalam use case ini dijelaskan bagaimana Pengguna melakukan Login kedalam aplikasi.		
Triger : Pengguna ingin melakukan Login kedalam aplikasi. Type : External.		
Relationship : Association : User. Include : - Extend : - Generalization : -		
Normal Flow Events : 7. Pengguna memasukan username. 8. Pengguna memasukan Password. 9. Pengguna Berhasil Login. 10. Pengguna masuk kedalam aplikasi.		
Subflows : 4. Jika pengguna memasukan username benar dengan password yang salah maka sistem akan menampilkan pemberitahuan bahwa password yang dimasukan salah.		

5. Jika pengguna memasukkan password benar dengan username yang salah maka sistem akan menampilkan pemberitahuan bahwa username yang dimasukan tidak terdaftar.
6. Jika pengguna memasukkan username dan password yang salah maka sistem akan menampilkan pemberitahuan bahwa username yang dimasukan tidak terdaftar.
Alternate/Exceptional Flows : 1.1 Pengguna tidak memasukan username. 1.2 Sistem meminta Pengguna untuk memasukan username. 1.3 Pengguna tidak memasukan Password 1.4 Sistem meminta pengguna untuk memasukan password

3. Use case Scenario Monitoring

Tabel 3. 8 *Use Case Skenario Monitoring*

(Sumber pribadi)

Use Case Name : Monitoring	ID : UC3	Importance Level : High
Primary Actor : User		
Stakeholder and interest : Pengguna ingin melakukan monitoring pada aplikasi.		
Brief Description : Didalam use case ini dijelaskan bagaimana Pengguna melakukan monitoring kondisi daerah aliran sungai (DAS) Citarum di aplikasi.		
Triger : Pengguna ingin melakukan Monitoring kondisi daerah aliran sungai (DAS) Citarum.		
Type : External.		
Relationship : Association : User Include : Login Extend : Melihat kondisi daerah aliran sungai (DAS) Citarum. Generalization : -		
Normal Flow Events : 1. Pengguna membuka halaman Monitoring 2. Pengguna dapat melakukan melihat kondisi tinggi muka air (TMA), curah hujan, debit air dan status dari kondisi daerah aliran sungai (DAS) 3. Status akan aman, siaga atau bahaya jika nilai dari sensor mencapai batas-batas yang sudah di tentukan sebelumnya.		
Subflows : -		
Alternate/Exceptional Flows : 1. Status telat ditampilkan		

4. Use Case Scenario Pop-Up Notifikasi

Tabel 3. 9 *Use Case Skenario Monitoring*

(Sumber pribadi)

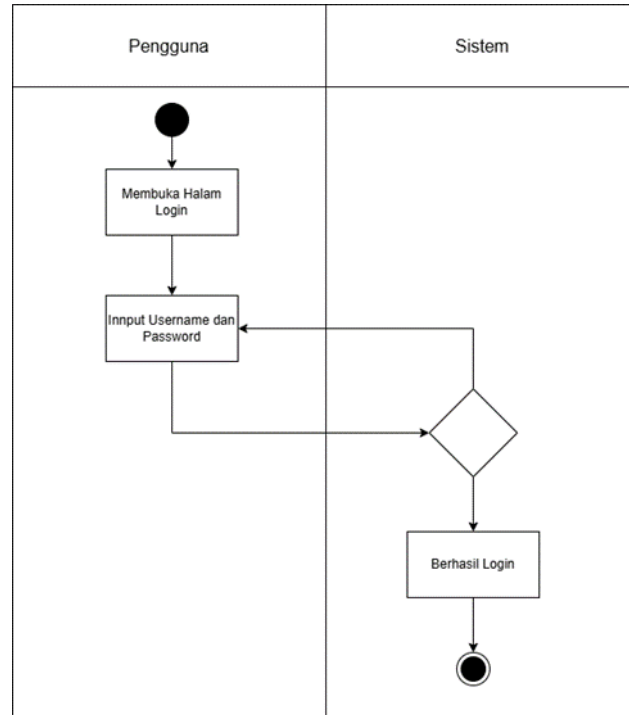
Use Case Name : Pop-Up Notifikasi	ID : UC4	Importance Level : High
Primary Actor : User		
Stakeholder and interest : Pengguna ingin menerima peringatan dini dalam bentuk pop-up notifikasi saat terjadi potensi banjir.		
Brief Description : Use case ini menjelaskan bagaimana pengguna menerima pop-up notifikasi secara real-time dari aplikasi saat sensor mendeteksi kondisi kritis.		
Trigger : Sistem mendeteksi kondisi sensor (misalnya TMA, curah hujan, atau debit air) melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Type : External.		
Relationship : Association : User Include : Monitoring Extend : Notifikasi peringatan dini.. Generalization : -		
Normal Flow Events : Pengguna membuka halaman Monitoring 1. Sensor mendeteksi data yang mencapai atau melebihi batas siaga/bahaya. 2. Sistem memproses data dan menentukan status kondisi (aman/siaga/bahaya). 3. Sistem menampilkan pop-up notifikasi kepada pengguna. 4. Pengguna membaca notifikasi yang muncul di layar. 5. Pengguna bisa menutup pop-up atau mengakses halaman detail monitoring.		
Subflows : Notifikasi juga bisa dikirim melalui push notification ke perangkat mobile.		
Alternate/Exceptional Flows : 1. Notifikasi gagal ditampilkan jika perangkat tidak terhubung ke internet. 2. Notifikasi tertunda jika server mengalami keterlambatan proses data.		

3.4.3 *Activity Diagram*

Diagram ini menjelaskan alur setiap aktivitas yang terjadi pada sistem antara aktor dan sistem. Berikut merupakan *activity diagram* dari sistem yang dibangun.

1. *Activity Diagram* Registrasi

Activity Diagram, Menggambarkan alur Registrasi, Diagram ini digunakan untuk melihat bagaimana sistem bekerja ketika dieksekusi

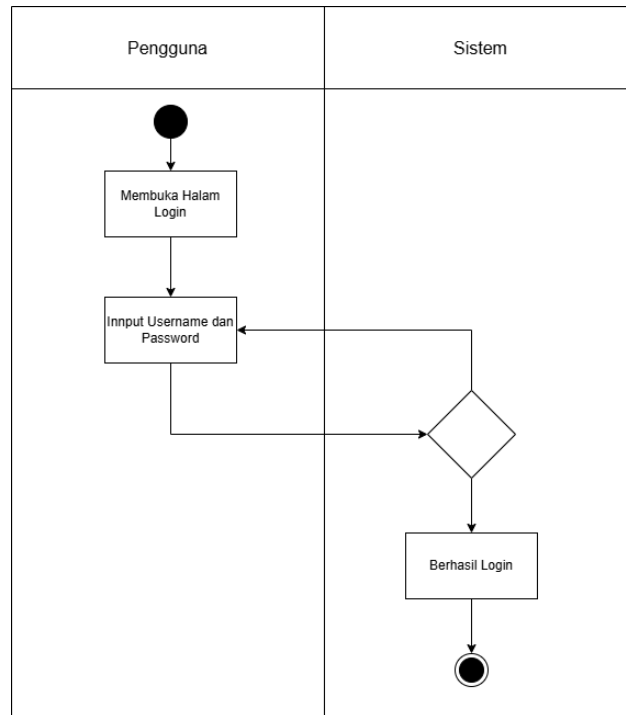


Gambar 3. 10 *Activity Diagram Registrasi*

(Sumber Pribadi)

2. *Activity Diagram Login*

Activity Diagram, Menggambarkan alur *Login*, Diagram ini digunakan untuk melihat bagaimana sistem bekerja ketika dieksekusi

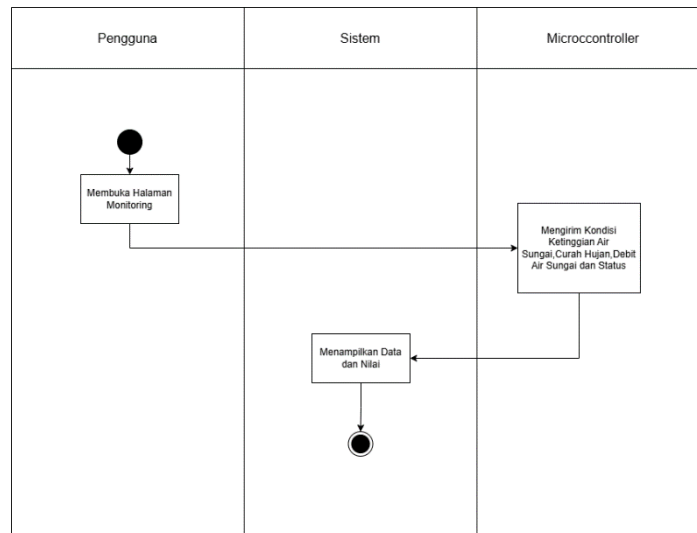


Gambar 3. 11 Activity Diagram Login

(Sumber Pribadi)

3. *Activity Diagram Monitoring*

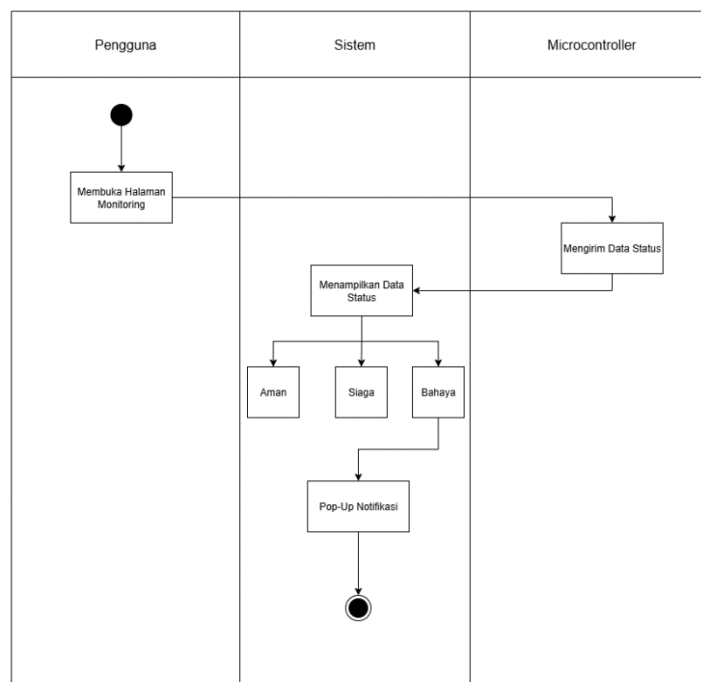
Activity Diagram Monitoring, menggambarkan alur cara memonitoring. Diagram ini digunakan untuk melihat bagaimana sistem bekerja ketika dieksekusi



Gambar 3. 12 Activity Diagram Monitoring

(Sumber pribadi)

Activity Diagram Pop-Up Notifikasi, menggambarkan alur cara memonitoring. Diagram ini digunakan untuk melihat bagaimana sistem bekerja ketika dieksekusi

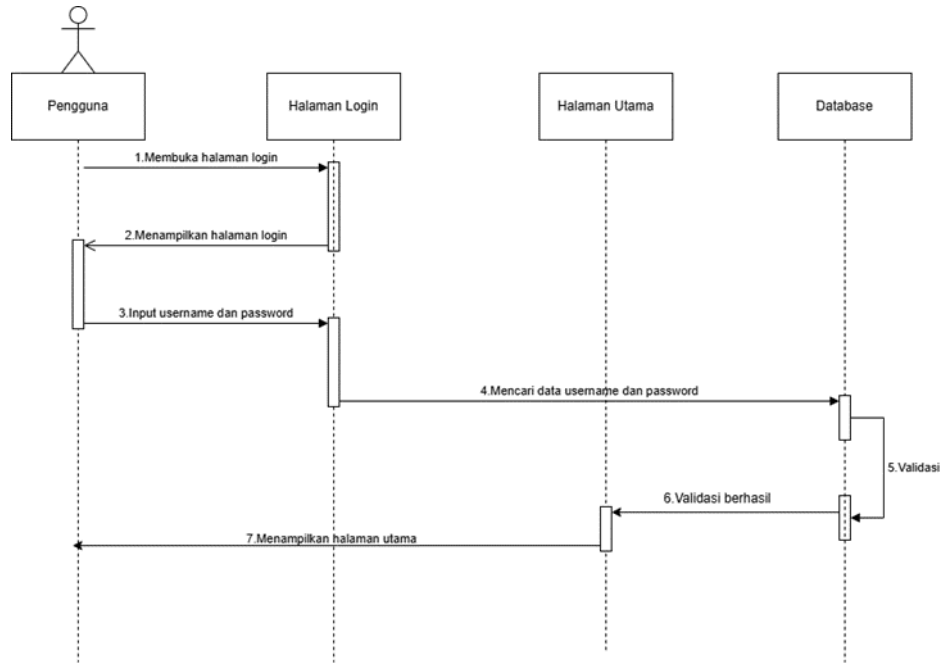


Gambar 3. 13 Activity Diagram Monitoring

(Sumber pribadi)

3.4.4 Sequence Diagram

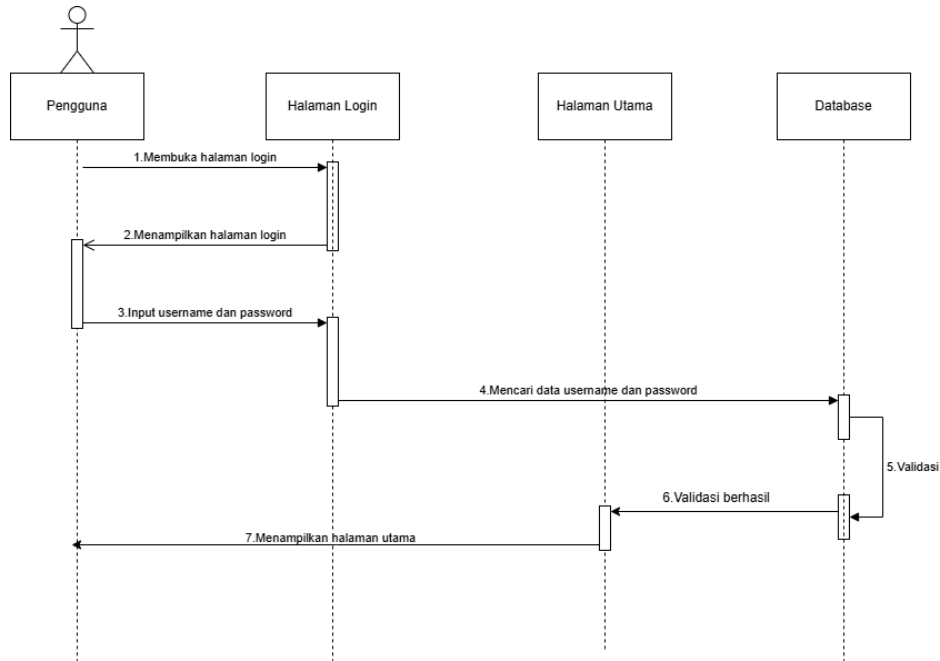
Gambar 3.8 Sequence Diagram Registrasi merupakan diagram untuk masuk ke halaman Login pada sebuah website dan aplikasi yang dibangun.



Gambar 3. 14 Sequence Diagram Registrasi

(Sumber Pribadi)

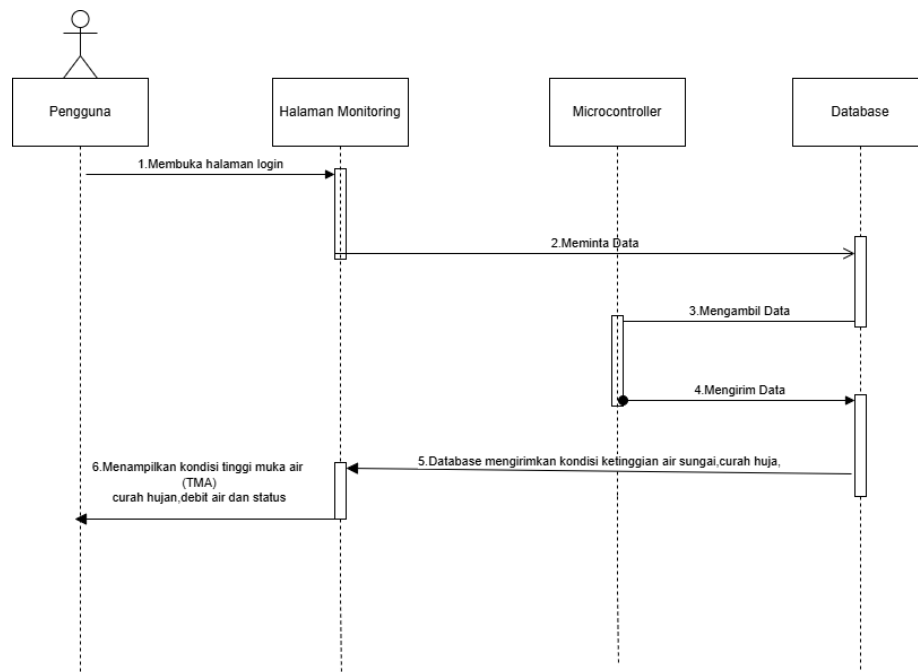
Gambar 3.8 Sequence Diagram Login merupakan diagram untuk masuk ke halaman Login pada sebuah website dan aplikasi yang dibangun.



Gambar 3. 15 *Sequence Diagram Login*

(Sumber Pribadi)

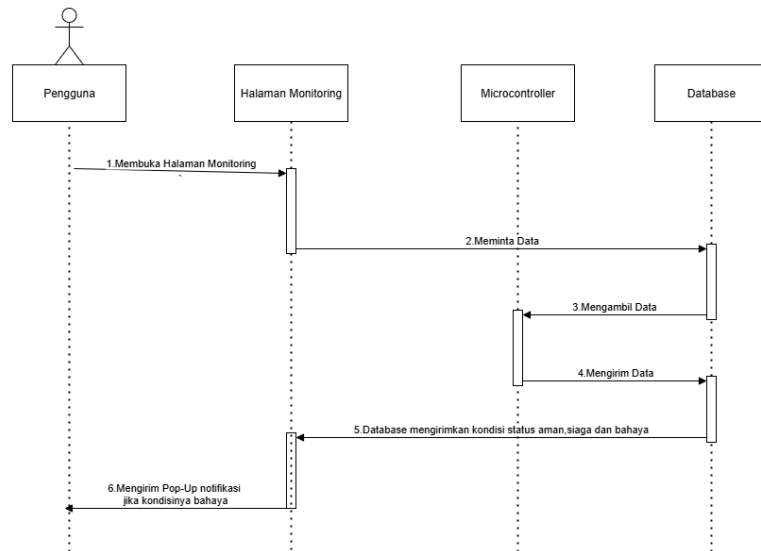
Gambar 3.9 Sequence Diagram Monitoring merupakan diagram untuk masuk ke Monitoring pada sebuah aplikasi yang dibangun.



Gambar 3. 16 *Sequence Diagram Cek Monitoring*

(Sumber Pribadi)

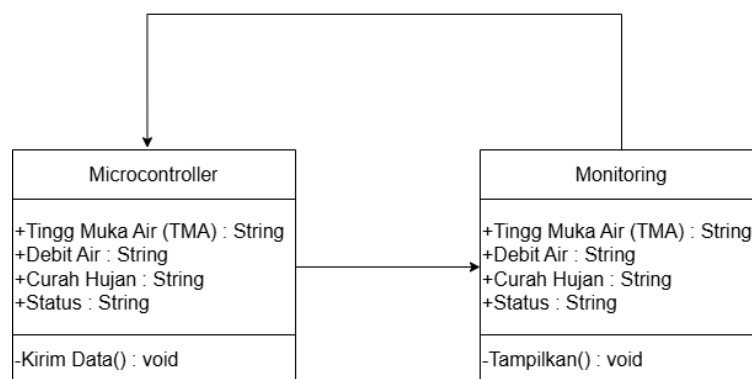
Gambar 3.9 Sequence Diagram Monitoring merupakan diagram untuk masuk ke Monitoring pada sebuah aplikasi yang dibangun



Gambar 3. 17 *Sequence Diagram Cek Monitoring*

(Sumber Pribadi)

3.4.5 Class Diagram



Gambar 3. 18 *Class Diagram*

(Sumber Pribadi)

3.5 Blackbox Tesing

Pengujian black box melibatkan pengujian perangkat lunak dalam hal spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. pengujian bertujuan

Luthfi Maulana, 2025

PERANCANGAN EARLY WARNING SYSTEM (EWS) UNTUK DETEKSI DINI BENCANA BANJIR BERBASIS INTERNET OF THINGS TERINTEGRASI PLATFORM MOBILE APPS DAN WEBSITE

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran perangkat lunak sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.(Syarif & Pratama, 2021) Pengujian kotak hitam dilakukan dengan membuat kasus uji yang bersifat mencoba semua fungsi dengan memakai perangkat lunak apakah sesuai dengan 28 spesifikasi yang dibutuhkan. Kasus uji yang dibuat untuk melakukan pengujian kotak hitam harus dibuat dengan kasus benar dan kasus salah, misalkan untuk kasus proses login maka kasus uji yang dibuat adalah:

1. jika user memasukkan nama pemakai (username) dan kata sandi (password) yang benar.
2. jika user memasukkan nama pemakai (username) dan kata sandi (password) yang salah, misalnya nama pemakai benar tapi kata sandi salah, atau sebaliknya, atau keduanya salah.

3.6 Rencana Pengujian

Pengujian sistem ini akan dibagi menjadi tiga tahap pengujian yaitu pengujian jaringan, pengujian perangkat keras, dan pengujian perangkat lunak dengan menggunakan teknik pengujian alpha dan beta.

1. Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan dengan menghubungkan modem WiFi atau hotspot smartphone dari SSID dan password ke mikrokontroler ESP32 di lokasi penelitian yaitu di daerah aliran sungai (DAS) Citarum, kemudian dilakukan pengecekan program ping, serta dilakukan pengujian kecepatan koneksi di lokasi. Jaringan memegang peranan penting dalam transmisi data karena data yang ditampilkan harus akurat dan real-time, serta kualitas jaringan harus stabil dan kuat.

2. Pengujian Sensor

Perangkat keras yang diuji terdiri dari 3 buah sensor, yaitu sensor ultrasonic, sensor raindrop dan sensor waterflow. Berikut dibawah ini adalah rencana pengujian perangkat keras.

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan bahwa setiap sensor yang digunakan, yaitu sensor ultrasonik HC-SR04, sensor hujan (Raindrop Sensor),

dan sensor aliran air YF-S201, dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan data yang akurat sesuai dengan kondisi lingkungan.

a. Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian muka air. Pengujian dilakukan dengan metode komparasi, di mana hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan meteran jarak. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Sensor HC-SR04 dipasang pada posisi tetap dengan arah tegak lurus terhadap permukaan air.
- Pengukuran dilakukan pada beberapa variasi ketinggian air yang telah ditentukan.
- Hasil pembacaan sensor dicatat dan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan meteran.
- Dilakukan analisis tingkat error (%) dengan rumus:

$$Error = \frac{(Hasil\ Sensor - Hasil\ Manual)}{Hasil\ Manual} \times 100\%$$

Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi akurasi sensor dalam mendeteksi perubahan ketinggian air serta menentukan apakah sensor dapat diandalkan dalam sistem pemantauan.

b. Pengujian Sensor Hujan (Raindrop Sensor)

Sensor hujan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan air hujan yang turun. Pengujian sensor ini dilakukan dengan simulasi kondisi hujan untuk mengetahui respons sensor terhadap berbagai tingkat intensitas air. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Sensor diletakkan di permukaan datar dengan sudut kemiringan tertentu untuk memastikan air tidak menggenang.

- Sensor diuji dengan beberapa tingkat semprotan air, mulai dari tetesan ringan hingga aliran lebih deras, yang mensimulasikan kondisi hujan gerimis hingga hujan deras.
- Output sensor diamati dalam bentuk nilai analog atau digital yang menunjukkan adanya kontak air dengan permukaan sensor.
- Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan kondisi nyata untuk menentukan sensitivitasnya terhadap perubahan curah hujan.

Data dari pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa sensor hujan dapat mendeteksi kondisi basah dengan cepat dan akurat.

c. Pengujian Sensor Aliran Air YF-S201

Sensor aliran air YF-S201 digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam pipa. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam membaca debit air yang mengalir. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- Sensor dipasang pada jalur aliran air dengan posisi sesuai spesifikasi pabrikan.
- Air dialirkan melalui pipa dengan berbagai tingkat debit untuk menguji respons sensor terhadap perubahan laju aliran.
- Hasil pembacaan sensor dalam satuan liter per menit (LPM) dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Pengukuran manual dilakukan dengan menampung air menggunakan gelas ukur selama waktu tertentu, kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Debit Air (LPM)} = \frac{\text{Volume Air (Liter)}}{\text{Waktu (detik)}} \times 60$$

- Tingkat error dihitung menggunakan rumus:

$$Error = \frac{(Hasil\ Sensor - Hasil\ Manual)}{Hasil\ Manual} \times 100\%$$

Hasil dari pengujian ini akan digunakan untuk memastikan bahwa sensor YF-S201 dapat bekerja dengan baik dalam mengukur laju aliran air dan memberikan data yang akurat untuk sistem pemantauan.

d. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dari keseluruhan sensor yang dihubungkan ke sumber daya baterai, dan menempatkan solar cell diluar ruangan.

e. Pengujian Mikrokontroller

Pengujian mikontroller ESP32 akan dilakukan dengan mengendalikan kode sederhana menggunakan koneksi wifi untuk mengetahui bahwa alat berfungsi dengan baik.

f. Pengujian Jaringan

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan SSID dan Password modem WiFi atau hotspot smartphone ke mikrokontroler ESP32 untuk memastikan perangkat berfungsi dengan baik. Selanjutnya, kekuatan sinyal jaringan diukur menggunakan Received Signal Strength Indication (RSSI), yang menyatakan tingkat daya sinyal yang diterima dalam satuan dBm.

Untuk mengonversi kualitas sinyal WiFi dari bentuk persentase (%) ke RSSI (dBm), digunakan rumus sebagai berikut:

$$dBm = (\text{Persentase Sinyal} \times 0,5) - 100$$

Di mana:

- Persentase Sinyal berkisar antara 0% hingga 100%
- RSSI (dBm) berada dalam rentang -100 dBm hingga -50 dBm, di mana semakin mendekati -50 dBm, semakin kuat sinyalnya.

Hasil konversi ini digunakan untuk menganalisis kualitas jaringan yang diterima oleh ESP32 serta memastikan kestabilan koneksi saat perangkat beroperasi.

3. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak menggunakan dua teknik yaitu pengujian alpha dan pengujian beta. Di bawah ini adalah rencana pengujian perangkat lunak.

a. Rencana Pengujian Alpha unit testing

Pada pengujian Alpha, pengujian yang akan dilakukan peneliti dengan menggunakan pengujian black box, pengujian alpha atau pengujian fungsional yang dilakukan terhadap sistem untuk memastikan bahwa apa yang dibangun telah memenuhi persyaratan kebutuhan dan tujuan yang telah diidentifikasi. Untuk menentukan pengujian alpha dilakukan dengan menggunakan script pengujian alpha. Skenario pengujian alpha dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Rencana Pengujian Halaman Login, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.9 :

Tabel 3. 10 Registrasi

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Menekan tombol Registrasi dengan mengisi Username/Email dan password yang benar	Klik : Klik Registrasi	Ketika sudah benar memasukan email dan passwors maka Masuk ke halaman utama aplikasi.
2.	Menekan tombol Login dengan mengisi Username/Email yang sama	Textfield : diisi, Klik : Login	Sistem akan menampilkan pemberitahuan Username/Email belum terdaftar

Rencana Pengujian Halaman Login, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.10 :

Tabel 3. 11 Login

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
----	--------------------	-----------	-----------------------

1.	Menekan tombol Login dengan mengisi Username/Email dan password yang benar	Klik : Klik Login	Ketika sudah benar memasukan email dan passwors maka Masuk ke halaman utama aplikasi.
2.	Menekan tombol Login dengan mengisi Username/Email yang salah	Textfield : diisi, Klik : Login	Sistem akan menampilkan pemberitahuan Username/Email belum terdaftar

(Sumber Pribadi)

Rencana Pengujian Halaman Utama, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.11 :

Tabel 3. 12 Halaman *Home*

(Sumber Pribadi)

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Halaman Home	Klik :	pergi ke halaman yang dituju oleh pengguna.

Rencana Pengujian cek kelembaban dan suhu, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.12 :

Tabel 3. 13 Tinggi Muka Air (TMA)

(Sumber Pribadi)

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Klik menu Ketinggian air sungai pada halaman home untuk fitur Cek ketinggian air sungai yang akan diuji coba	Klik: Menu kelembaban tanah	Menampilkan nilai data kelembaban dan suhu.
2	Pasangkan Sesnor ultrasonic pada alat yang sudah di	Klik: Menu kelembaban tanah	Menampilkan nilai dari Tinggi Muka Air

	rancang		(TMA)
--	---------	--	-------

Rencana Pengujian kontrol air, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.12 :

Tabel 3. 14 Debit Air
(Sumber Pribadi)

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Klik menu debit air pada halaman home untuk fitur Cek debit air yang akan diuji coba	Klik : Menu Debit Air	Menampilkan nilai dari debit air
2	Masukan sensor debit air ke dalam sungai	Klik : menu debit air	Menampilkan nilai dari waterflow sensor

Rencana Pengujian halaman raindrop sensor, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.14. :

Tabel 3. 15 Halaman *Raindrops* Sensor

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Klik menu raindrops sensor pada halaman home untuk fitur Cek raindrops sensor yang akan diuji coba	Klik : menu raindrops sensor	Menampilkan Status dari raindrops sensor pada halaman raindrops sensor
2	Tetes air pada sensor	Klik : menu raindrop sensor	Menampilkan nilai apabila terkena tetesan air maka cuaca sedang terjadi hujan.

Rencana Pengujian Notifikasi Bahaya, rencana pengujian dapat dilihat di tabel 3.15 :

Tabel 3. 16 Notifikasi Bahaya

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan
1.	Klik menu status pada halaman home untuk fitur Cek status yang akan diuji coba	Klik : menu status	Menampilkan Status dari kondisi sungai
2	Tinggi Muka Air (TMA)	Klik : menu status	Menampilkan status dari kondisi sungai apakah aman,siaga ataupun bahaya

b. Pengujian alpha integration testing

Pengujian Integration Testing menggunakan metode pendekatan Bottom- Top.

Tabel 3. 17 *Integration Testing*

Kode	Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Jenis Pengujian
TC10	Menampilkan notifikasi jika status bahaya	Pop up notifikasi muncul di layer smartphone	Integration Testing
TC20	Tinggi Muka Air (TMA)	Sensor ultrasonic ditempatkan di pinggir aliran sungai Menampilkan Nilai Tinggi Muka Air (TMA)	Integration Testing
TC21	Debit Air	Sensor debit air di masukan kedalam aliran Sungai. Menampilkan nilai debit air	Integration Testing
TC22	Curah Hujan	Sensor hujan ditetaskan air di sekitar area sensor. Menampilkan nilai curah hujan	Integraion Testing

c. Rencana Pengujian Beta

1) Populasi

Populasi adalah generalisasi yang terjadi untuk kemudian menarik kesimpulan terhadap objek atau topik yang memiliki kualitas dan karakteristik tertentu yang diidentifikasi oleh peneliti untuk dipelajari. (Sugiyono, 2019:130). Populasi yang terdapat dalam penelitian ini adalah Pemilik Kebun dan Petani Kebun yang berjumlah 8 Orang (Sumber: Pak chandra Anak dari Pemilik Kebun)

2) Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2019:131). Dalam penelitian ini pengambilan sampel yang digunakan dengan menggunakan teknik Sampling Purposive adalah penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2019:138). Dalam penelitian ini, responden yang dipilih sebagai pengambilan adalah Petani dan pemilik kebun yang sudah memiliki kriterianya sebagai berikut:

- a) Masyarakat.
- b) Pemerintah sekitar.

Setelah menyelesaikan tahap pengujian alpha yang memenuhi kriteria pengembangan, pengujian beta dilakukan untuk mengevaluasi aplikasi dalam kondisi realistis sesuai dengan konteks penggunaannya. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk mendapatkan umpan balik yang akurat tentang masalah yang mungkin muncul saat aplikasi digunakan oleh pengguna akhir.

Pengujian beta dilakukan menggunakan System Usability Scale (SUS) sebagai kerangka evaluasi. SUS merupakan metode yang terbukti andal untuk mengukur aspek *usability*, seperti kemudahan penggunaan, kepuasan pengguna, dan efisiensi aplikasi. Kuisisioner SUS terdiri dari 10 pernyataan dengan pola positif-negatif bergantian, menggunakan skala Likert dari 1 hingga 5.

Sebelum pelaksanaan pengujian, indikator konstruk disusun berdasarkan *Technology Acceptance Model (TAM)* untuk menyesuaikan

konteks penelitian ini. Indikator TAM kemudian dikombinasikan dengan SUS untuk memastikan hasil yang komprehensif.

Sebelum melakukan pengujian, akan dibuat indikator konstruksi yang sesuai dengan konteks penelitian ini. Indikator konstruksi yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 18 Variabel Indikator

Sumber Pribadi

No.	Variabel	Indikator
1.	Perceived Ease of Use (PEOU)	1. Kemudahan mempelajari aplikasi. 2. Kemudahan memahami cara kerja aplikasi. 3. Kemudahan menguasai penggunaan aplikasi. 4. Kemudahan mengontrol aplikasi. 5. Kemudahan mengingat penggunaan aplikasi
2.	Perceived Usefulness (PU)	1. Mempercepat tugas pengguna. 2. Meningkatkan kinerja pengguna. 3. Memudahkan antisipasi dini terhadap kondisi darurat. 4. Memberikan manfaat signifikan kepada pengguna.
3.	Attitude Toward Using (ATU)	1. Kesukaan terhadap aplikasi. 2. Kenikmatan saat menggunakan aplikasi. 3. Ketertarikan terhadap desain antarmuka aplikasi.
4.	Behavioral Intention (BI)	1. Niat untuk terus menggunakan aplikasi. 2. Frekuensi penggunaan aplikasi di masa depan
5.	Actual Use (AU)	1. Durasi dan intensitas penggunaan aplikasi

Kuesioner ini menggunakan skala likert dari skala 1 hingga 5 untuk mengukur tingkat kepuasan dan kesediaan pengguna terhadap aplikasi. Tabel 3.18 menunjukkan skor yang diberikan untuk setiap pernyataan kuesioner menggunakan skala likert.

Tabel 3. 19 Alternatif Pengujian Beta

No.	Konteks	Skala Nilai
1.	Sangat Setuju (SS)	5
2.	Setuju (S)	4
3.	Netral (N)	3
4.	Tidak Setuju (TS)	2
5.	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sebelum melaksanakan tes ini, pertanyaan-pertanyaan yang dibuat terlebih dahulu untuk kuesioner dibagikan kepada responden. Kuesioner ini dilakukan untuk mengukur tingkat kepuasan terhadap sistem yang dibangun. Hasil yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner akan dihitung kemudian.

Tabel 3. 20 Kuisisioner Untuk Pemerintah Setempat

No.	Variabel	Pernyataan	Kategori
1.	Perceived Ease of Use (PEOU)	1. Sistem ini mudah digunakan untuk memantau kondisi banjir 2. Saya kesulitan dalam mengoperasikan sistem ini.	1. Positif 2. Negatif
2.	Perceived Usefulness (PU)	1. Sistem ini membantu saya dalam mengambil keputusan lebih cepat terkait kondisi banjir. 2. Sistem ini tidak memberikan informasi yang cukup untuk merespon bencana.	1. Positif 2. Negatif
3.	Attitude Toward Using (ATU)	1. Fitur yang ada di sistem ini cukup lengkap untuk memantau banjir secara efektif. 2. Sistem ini kurang memberikan fitur yang saya butuhkan untuk deteksi dini banjir	1. Positif 2. Negatif
4.	Behavioral Intention (BI)	1. Saya akan terus menggunakan sistem ini	1. Positif

		karena fungsinya yang andal. 2. Saya sering mengalami kesulitan atau gangguan dalam menggunakan sistem ini.	2. Negatif
5.	Actual Use (AU)	1. Saya akan terus menggunakan sistem ini untuk memantau banjir di masa depan. 2. Saya merasa sistem ini tidak efektif dan akan berhenti menggunakannya.	1. Positif 2. Negatif

Tabel 3. 21 Kuisisioner Untuk Warga

No.	Variabel	Pernyataan	Kategori
1.	Perceived Ease of Use (PEOU)	1. Aplikasi ini mudah digunakan untuk mendapatkan informasi terkait banjir. 2. Saya merasa kesulitan dalam memahami cara kerja aplikasi ini	1. Positif 2. Negatif
2.	Perceived Usefulness (PU)	1. Aplikasi ini memberikan saya informasi yang cukup untuk bersiap menghadapi banjir. 2. Aplikasi ini tidak membantu saya dalam mendapatkan informasi yang saya butuhkan.	1. Positif 2. Negatif
3.	Attitude Toward Using (ATU)	1. Tampilan aplikasi ini mudah dipahami dan menarik. 2. Tampilan aplikasi ini membingungkan dan tidak menarik.	1. Positif 2. Negatif
4.	Behavioral Intention (BI)	1. Aplikasi ini memberikan notifikasi dengan cepat ketika terjadi perubahan kondisi banjir.	1. Positif 2. Negatif

		2. Notifikasi dari aplikasi ini sering terlambat atau tidak muncul sama sekali.	
5.	Actual Use (AU)	1. Saya berniat untuk terus menggunakan aplikasi ini. 2. Saya akan menghapus aplikasi ini karena tidak efektif.	1. Positif 2. Negatif