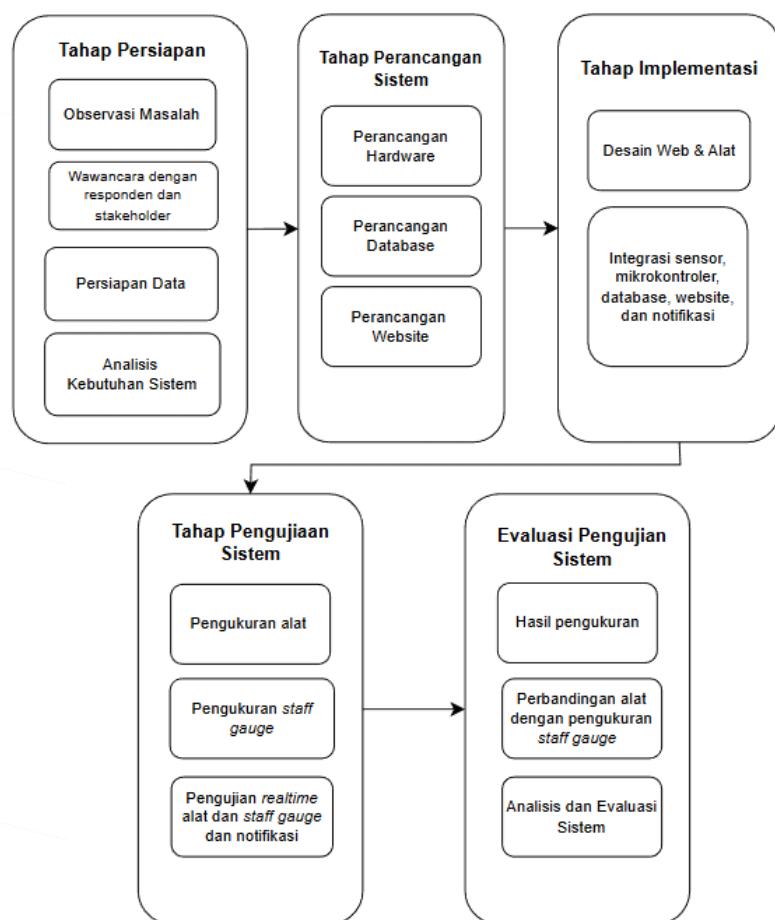


BAB III

ANALISIS DAN PERANCNAGAN SISTEM

3.1 Metode Penulisaan

Pada penulisan ini, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam meneliti dan merancang sistem dengan tujuan untuk menjawab permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya. Berikut metode atau alur penulisan yang dilakukan penulis yg dapat dilihat pada (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penulisan

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penulisan ini, jenis data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sistem monitoring yang telah dirancang. Data tersebut berupa data ketinggian air hasil pengukuran sensor ultrasonik yang terpasang pada tanggul air di Balai Warga Perumahan Pinang Griya Permai, serta beberapa data pendukung lainnya seperti suhu, kelembaban, dan kondisi hujan Data diambil

secara secara berkala dan dikirimkan secara real time melalui jaringan komunikasi yang selanjutnya disimpan pada sistem monitoring.

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari studi literatur, buku, jurnal ilmiah dan sumber referensi daring yang berkaitan dengan sistem monitoring, sensor ultrasonik, komunikasi data, serta perancangan sistem. Data sekunder digunakan sebagai dasar teori pembanding dalam proses perancangan dan analisis sistem.

3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk memastikan sistem monitoring ketinggian air yang dirancang mampu menyelesaikan dan menjawab permasalahan utama, yaitu keterlambatan informasi ketinggian air yang diterima warga. Perumusan kebutuhan sistem didasarkan pada kondisi pemantauan di sekitar tanggul, serta hasil observasi dan wawancara dengan warga dan pihak terkait yang terdampak langsung oleh banjir.

Lewat hasil wawancara diketahui memantau kondisi tanggul berdasarkan pengamatan langsung di sekitar tanggul air, dan informasi mengenai perubahan ketinggian air biasanya setelah adanya laporan dari warga yang lebih dahulu melihatnya. Pola ini mencerminkan kebiasaan masyarakat yang responsif terhadap kondisi di lapangan, tetapi bergantung pada keberadaan individu yang berada dekat dengan lokasi tanggul.

Di sisi lain, warga menyatakan bahwa mereka biasanya menerima informasi melalui grup komunikasi seperti WhatsApp. Kondisi tersebut menegaskan bahwa solusi yang diusulkan dalam penelitian ini bukan menggantikan media informasi yang sudah digunakan warga, melainkan menjadi sumber data primer yang lebih cepat dan minim keterlambatan.

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh kebutuhan akan sistem yang mampu menyampaikan informasi ketinggian air secara cepat dan mudah dipahami oleh warga. Oleh karena itu, sistem monitoring ketinggian air yang dikembangkan dirancang untuk bekerja secara otomatis dan memberikan informasi kondisi air secara realtime.

Sebagai dasar untuk memastikan kebutuhan tersebut terpenuhi, sistem diuji pada dua kondisi lingkungan yang berbeda, yaitu lingkungan terkontrol dan lingkungan lapangan. Sebelum pengujian dilakukan, metrik keberhasilan sistem ditetapkan berdasarkan latensi penyampaian informasi, yakni selisih waktu antara sensor mendeteksi perubahan permukaan air hingga pesan peringatan dikirimkan ke kanal informasi warga. Metrik ini dipilih karena permasalahan utama bukan hanya kemampuan membaca ketinggian air, tetapi kecepatan dan ketepatan penyampaian informasi kepada penerima.

Pengujian pada lingkungan terkontrol menggunakan bak air dilakukan untuk memastikan fungsi dasar, seperti pembacaan sensor ultrasonik dan perhitungan ketinggian air, berjalan dengan baik tanpa pengaruh eksternal. Selanjutnya, pengujian lapangan dilakukan di tanggul air untuk memvalidasi performa sistem dalam kondisi nyata, termasuk pengukuran latensi notifikasi

dan konsistensi pembacaan sensor terhadap perubahan muka air. Hasil dari kedua tahap pengujian ini digunakan sebagai dasar untuk mengkonfirmasi apakah sistem telah memenuhi kebutuhan warga serta menentukan perbaikan yang diperlukan sebelum implementasi lebih luas.

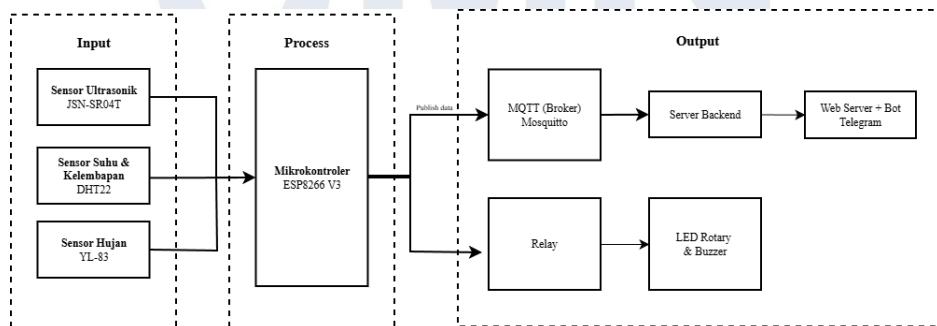
3.3.1 Status Ketinggian Air

Indikator ketinggian banjir ditentukan berdasarkan hasil analisis informasi dari wawancara langsung bersama Pak RW Perumahan Pinang Griya Permai. Berikut merupakan deskripsi dari status ketinggian air tersebut:

1. **Siaga IV (Normal):** Ketinggian air berada di bawah 151 cm dan masih dalam kondisi aman.
2. **Siaga III:** Ketinggian air berada pada rentang 151 – 250 cm, menandakan peningkatan volume air dan perlunya kewaspadaan awal
3. **Siaga II:** Ketinggian air berada pada rentang 250 – 300 cm, menunjukkan potensi banjir meningkat sehingga diperlukan tindakan antisipatif.
4. **Siaga I:** Ketinggian air di atas 300 cm, menunjukkan kondisi kritis dan potensi banjir tinggi sehingga perlu dilakukan penanganan segera.

3.4 Perencanaan Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi gambaran umum sistem, flowchart sistem, perancangan database, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak yang terdiri dari perancangan aplikasi, perancangan website dan desain website, serta tahap pengujian sistem.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Monitoring

Perancangan sistem pada penulisan ini disusun dengan pendekatan berbasis arsitektur *Input – Process – Output* untuk menggambarkan alur kerja perangkat monitoring ketinggian air secara terstruktur. Pada bagian input, sistem

menerima data dari tiga sensor utama, yaitu sensor Ultrasonik (JSN-SR04T) yang mengukur ketinggian air, sensor suhu dan kelembaban DHT22 yang memantau kondisi lingkungan sekitar, sensor hujan YL-83 yang mendeteksi keberadaan curah hujan. Sensor - sensor tersebut berfungsi sebagai perangkat pengukuran yang digunakan untuk merekam kondisi lingkungan di area tanggul air.

Data hasil pengukuran sensor dibaca oleh mikrokontroler ESP8266 yang berperan sebagai perangkat pengambilan data dan pengendali peringatan lokal. Mikrokontroler melakukan pembacaan sensor dan logika sederhana berbasis ambang batas untuk mengaktifkan indikator peringatan langsung, seperti lampu rotary dan buzzer. Selain itu, data hasil pengukuran tersebut dikirimkan ke sistem backend melalui jaringan komunikasi untuk diproses lebih lanjut.

Pada sisi *backend*, data yang diterima dari mikrokontroler diolah untuk menentukan status ketinggian air, disimpan sebagai data historis, serta disajikan melalui sistem monitoring berbasis web. Backend juga berfungsi mengirimkan notifikasi digital kepada warga ketika kondisi tertentu terpenuhi.

Dengan pembagian peran tersebut, sistem mampu memberikan peringatan secara cepat di lokasi pemasangan alat sekaligus menyampaikan informasi kondisi ketinggian air secara *realtime* kepada warga melalui notifikasi *smartphone*.

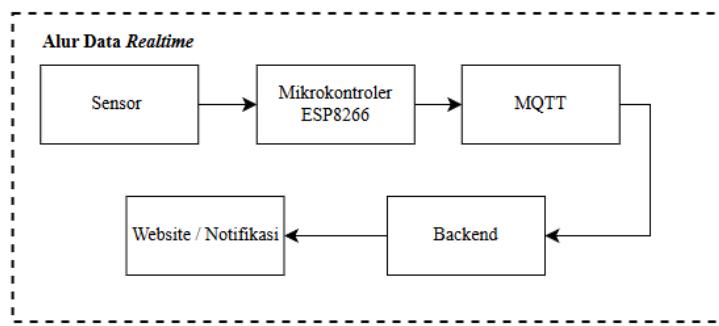
3.5 Arsitektur Sistem dan Alur Data

3.5.1 Arsitektur Sistem

Pada arsitektur sistem menjelaskan hubungan antar komponen serta alur pertukaran data pada sistem monitoring ketinggian air. Sistem dirancang untuk mendukung pemantauan kondisi ketinggian air secara *realtime*, peringatan langsung di lokasi pemasangan alat, serta penyampaian informasi dan notifikasi kepada warga.

3.5.2 Alur Data *Realtime*

Alur data *realtime* merupakan alur utama dalam sistem monitoring ketinggian air. Pada alur ini menggambarkan bagaimana data bergerak secara berurutan dari perangkat di dekat tanggul hingga dapat diterima informasinya oleh warga.



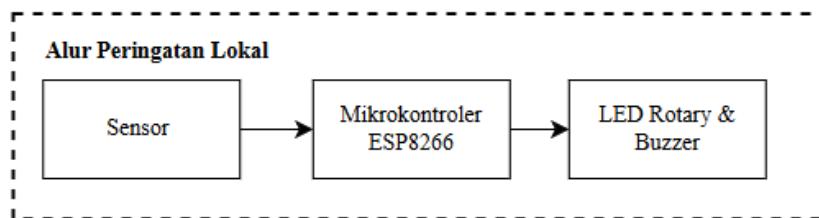
Gambar 3.3 *Alur Data Realtime*

Proses dimulai dari sensor, yang berfungsi mengukur kondisi lingkungan secara langsung, seperti ketinggian air dan parameter pendukung lainnya. Sensor ini bekerja secara otomatis dan terus-menerus memantau kondisi di area tanggul. Data hasil pengukuran kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP8266. Pada tahap ini, ESP8266 berperan sebagai pengendali utama yang membaca data dari sensor, melakukan pemrosesan awal, dan menyiapkan data agar dapat dikirimkan ke sistem pusat. Setelah itu, data dikirimkan melalui jaringan menggunakan protokol MQTT.

MQTT berfungsi sebagai perantara komunikasi data yang ringan dan efisien. Protokol ini memungkinkan data dikirimkan secara cepat dari perangkat ke sistem backend, sehingga mendukung kebutuhan pemantauan secara *realtime*. Selanjutnya, data diterima oleh sistem backend. Backend bertugas mengelola data yang masuk, melakukan penyimpanan ke basis data, serta menentukan status kondisi ketinggian air berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Backend juga menjadi pusat pengolahan data sebelum disajikan ke warga. Data yang telah diolah kemudian ditampilkan melalui website monitoring, sehingga warga dapat melihat informasi ketinggian air dan kondisi terkini secara langsung. Selain itu, data tersebut juga digunakan sebagai dasar untuk pengiriman notifikasi, sehingga warga dapat memperoleh peringatan dini apabila terjadi peningkatan ketinggian air.

3.5.3 Alur Peringatan Lokal

Alur peringatan langsung di lokasi merupakan alur yang berfungsi memberikan respons cepat di area pemantauan tanpa bergantung pada koneksi internet atau sistem backend. Alur ini berjalan secara mandiri di sisi perangkat pada tanggul Pinang Griya Permai pada balai warga.



Gambar 3.4 Alur Peringatan Lokal

Proses tersebut dimulai ketika sensor melakukan pengukuran di lingkungan tanggul pengukuran, khususnya ketinggian air yang pengukuran tersebut dilakukan terus menerus di daerah tanggul. Data hasil pengukuran ini kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP8266.

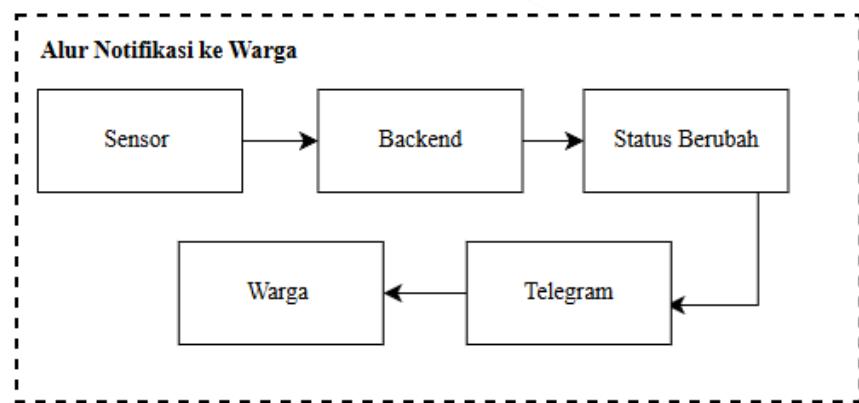
Mikrokontroler ESP8266 berperan sebagai pengolah utama yang membandingkan nilai hasil pengukuran sensor dengan batas ambang ketinggian air yang telah ditentukan lalu sistem tersebut menentukan apakah kondisi masih aman atau sudah memasuki kondisi waspada.

Apabila nilai ketinggian air mencapai atau melampaui batas tertentu, ESP8266 akan mengaktifkan perangkat peringatan langsung, berupa LED rotary dan buzzer. LED berfungsi sebagai indikator peringatan kondisi tanggul, sedangkan buzzer memberikan peringatan suara agar dapat segera diketahui oleh warga atau petugas yang berada di sekitar lokasi tanggul. Alur tersebut memastikan peringatan tetap dapat diberikan secara cepat di lokasi pemantauan meskipun terjadi gangguan pada jaringan internet atau sistem backend.

3.5.4 Alur Notifikasi Warga

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Alur notifikasi ke warga berfungsi untuk menyampaikan informasi kondisi ketinggian air kepada warga secara jarak jauh melalui media komunikasi daring berupa aplikasi Telegram. Alur ini berjalan setelah data sensor diterima dan diproses oleh sistem backend.



Gambar 3.5 Alur Notifikasi ke Warga

Pemilihan Telegram sebagai media pengiriman informasi dikarenakan WhatsApp menyediakan layanan API resmi yang bersifat berbayar dan membatasi akses bagi pengembang individu atau proyek penelitian skala kecil, sesuai dengan kebutuhan pengembangan sistem ini yang menuntut fleksibilitas dan biaya rendah. Telegram, di sisi lain, menyediakan API yang dapat digunakan secara gratis dan terbuka, memungkinkan integrasi notifikasi dilakukan tanpa pembatasan biaya maupun izin khusus. Dengan demikian, Telegram menjadi platform yang lebih realistik dan efisien untuk tahap pengembangan serta evaluasi sistem sebelum dipertimbangkan ekspansi ke kanal komunikasi lain di masa mendatang.

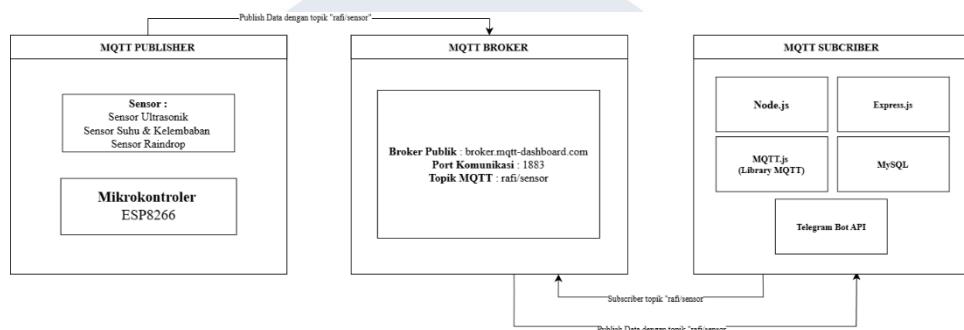
Proses dimulai ketika sensor mengirimkan data hasil pengukuran ketinggian air, suhu dan kelembaban melalui protokol MQTT. Data tersebut diterima oleh *backend* yang telah terhubung ke broker MQTT dan berlangganan (*subscribe*) pada topik tertentu. Setelah data diterima, backend melakukan validasi data untuk memastikan nilai yang diterima sesuai dan memproses data tersebut. Selanjutnya, backend yang telah menentukan status siaga dengan membandingkan nilai ketinggian air terhadap batas ambang yang telah ditetapkan. Status siaga tersebut ditentukan pada sisi backend, sehingga sensor hanya berperan sebagai pengirim (*raw data*) atau data mentahnya saja.

Apabila terjadi perubahan status kondisi, misalnya dari normal ke siaga, backend akan memicu pengiriman notifikasi melalui Telegram, yang mana notifikasi hanya dikirim saat terjadi perubahan status untuk menghindari pengiriman pesan yang berulang (*spamming*). Informasi yang disampaikan kepada warga berisi informasi tentang status siaga, ketinggian air, suhu dan kelembaban secara *realtime*. Data yang diproses disimpan sebagai data historis dan ditampilkan pada website monitoring,

sehingga informasi ketinggian air dapat diakses warga secara cepat meskipun tidak berada di lokasi pemantauan tangkul.

3.5.5 Alur Protokol Komunikasi MQTT

Alur komunikasi MQTT digunakan sebagai mekanisme utama dalam pengiriman data pengukuran ketinggian air dari perangkat monitoring ke sistem backend. Protokol MQTT dipilih karena mendukung komunikasi data secara ringan dan efisien, sehingga sesuai untuk kebutuhan penyampaian informasi ketinggian air secara *realtime*.

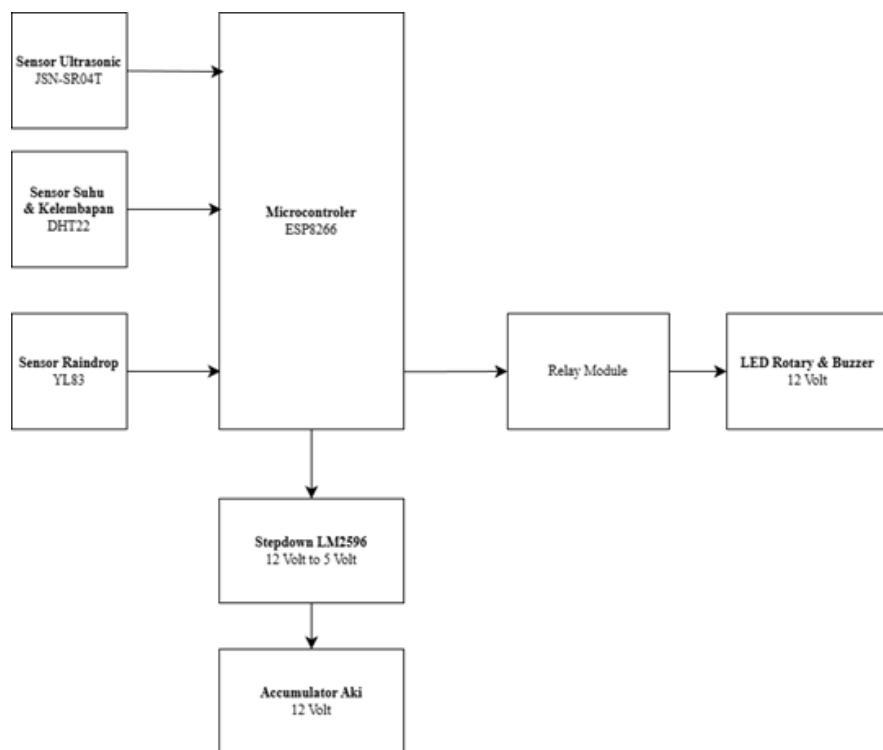


Gambar 3. 6 Alur MQTT

Pada sistem ini, MQTT Publisher terdiri dari beberapa sensor dan Mikrokontroler ESP8266, di mana sensor berfungsi melakukan pengukuran kondisi tangkul dan ESP8266 membaca serta mengirimkan data hasil pengukuran tersebut ke broker MQTT dalam format data terstruktur. Data dipublikasikan secara berkala oleh ESP8266 ke topik rafi/sensor. MQTT Broker berperan sebagai perantara komunikasi data yang dikonfigurasikan menggunakan broker publik “broker.mqtt-dashboard.com” pada port 1883, yang bertugas menerima data dari publisher dan meneruskannya kepada pihak yang berlangganan. MQTT Subscriber pada sistem ini adalah aplikasi backend berbasis Node.js yang menggunakan library mqtt.js untuk menerima data dari broker, Express.js untuk penyediaan layanan API, MySQL sebagai media penyimpanan data, serta Telegram Bot API untuk pengiriman notifikasi kepada warga. Backend menerima data sensor, melakukan pengolahan dan penyimpanan data, kemudian menyajikannya pada website monitoring serta sistem notifikasi.

3.6 Perencanaan Perancangan *Hardware*

Perancangan hardware pada penulisan ini menjelaskan susunan dan integrasi komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem monitoring ketinggian air. Rangkaian perangkat pengukuran ketinggian banjir pada sistem ini ditunjukkan pada gambar berikut.

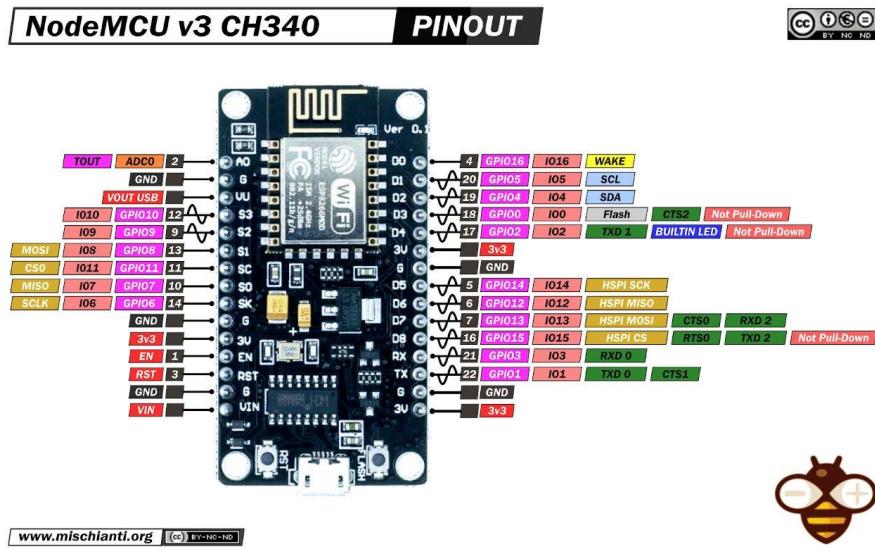


Gambar 3. 7 Gambar Rangkaian Hardware

Sistem monitoring ketinggian air dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang diimplementasikan dalam bentuk board pengembangan NodeMCU V3 sebagai pengendali utama. NodeMCU V3 berfungsi untuk membaca data dari sensor, melakukan pemrosesan awal terhadap data pengukuran, serta mengirimkan informasi ke sistem backend melalui jaringan internet.

3.7.1 Spesifikasi NodeMCU V3

Untuk mendukung integrasi sensor dan perangkat keluaran dalam sistem monitoring ketinggian air, diperlukan pemahaman terhadap konfigurasi pin input/output pada NodeMCU V3. Oleh karena itu, diagram pinout NodeMCU V3 ditampilkan sebagai acuan dalam perancangan dan pengkabelan rangkaian hardware pada penulisan ini.



Gambar 3. 8 Gambar Spesifikasi Pin NodeMCUV3 [28]

Dari gambar tersebut, dapat diketahui bahwa NodeMCU V3 memiliki 30 pin, yang diketahui setiap pin memiliki fitur setiap pinnya. Berikut merupakan beberapa fitur dari pin yang terdapat pada NodeMCU V3:

- 1 ADC (*Analog to Digital Converter*)
- 1 SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- 2 UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*)
- 1 I2C (*Inter-Integrated Circuit*) Interface
- PWM (*Pulse Width Modulation*)
- 16 GPIO (*General Purpose Input/Output*)
- I²S (*Inter-IC Sound*) Interface

NodeMCUV3 memiliki spesifikasi pada tabel dibawah ini:

<i>Board</i>	NodeMCU V3
<i>Chip</i>	ESP8266 (ESP-12E / ESP-12F)

<i>Processor</i>	L106 32-bit RISC
<i>Clockspeed</i>	80 MHz
<i>Memory</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 32 KiB <i>instruction RAM</i> • 32 KiB <i>instruction cache RAM</i> • 80 KiB <i>user-data RAM</i> • 16 KiB ETS <i>system-data RAM</i>
<i>Total Pin</i>	30 Pin
<i>Operating Voltage</i>	3.0 V – 3.6 V
<i>Input Voltage</i>	5V (via USB / Vin)
<i>Operating Current</i>	Average: 80 mA
<i>Operating temperature</i>	range $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
<i>WiFi Protocol</i>	IEEE 802.11 b/g/n

Tabel 3.1 Spesifikasi NodeMCUV3[20]

Spesifikasi teknis NodeMCU V3 yang digunakan dalam penulisan ini ditunjukkan pada Tabel diatas. Spesifikasi tersebut menjadi dasar dalam perancangan rangkaian hardware dan integrasi sensor pada sistem monitoring ketinggian air.



3.7.2 Spesifikasi Sensor

3.7.2.1 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik **JSN-SR04T** digunakan pada penulisan ini sebagai perangkat utama untuk mengukur jarak permukaan air terhadap posisi sensor. Dengan spesifikasi sensor sebagai berikut:

<i>Operation Voltage</i>	5V DC
<i>Quiescent Current</i>	5 mA
<i>Total current consumption</i>	30 mA
<i>Operating Temperature</i>	-20 to 80 °C
<i>Frequency</i>	40 kHz
<i>Range</i>	25 cm to 450 cm
<i>Beam Angle</i>	Less than 50 degrees

Tabel 3. 2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik JSN-SR04T [13]

Pemilihan sensor ini didasarkan pada kemampuannya dalam melakukan pengukuran jarak pada rentang menengah hingga jauh, serta karakteristik fisiknya yang tahan terhadap kondisi lingkungan lembab dan basah.

3.7.2.2 Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan pada penulisan ini untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di lingkungan sekitar lokasi pengukuran ketinggian air. Dengan spesifikasi sensor sebagai berikut:

<i>Operation Voltage</i>	3.3 V – 5 V
<i>Measuring Range (Temperature)</i>	-40°C to 80 °C
<i>Measuring Range (Humidity)</i>	0 % RH to 100 % RH
<i>Temperature Accuracy</i>	±0.5 °C
<i>Humidity Accuracy</i>	±2 % RH

<i>Output Signal</i>	Digital (single-wire serial)
----------------------	------------------------------------

Tabel 3. 3 Tabel Spesifikasi DHT22

Pemilihan sensor DHT22 didasarkan pada kemampuannya dalam memberikan pengukuran suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi yang baik serta kestabilan data yang tinggi. Selain itu, sensor ini menghasilkan data dalam bentuk digital sehingga dapat langsung diolah oleh NodeMCU V3 tanpa memerlukan rangkaian konversi tambahan.

3.7.2.3 Sensor Hujan YL-83

Sensor hujan YL-83 digunakan pada penulisan untuk mendeteksi kondisi hujan di lingkungan sekitar lokasi pemantauan ketinggian air. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

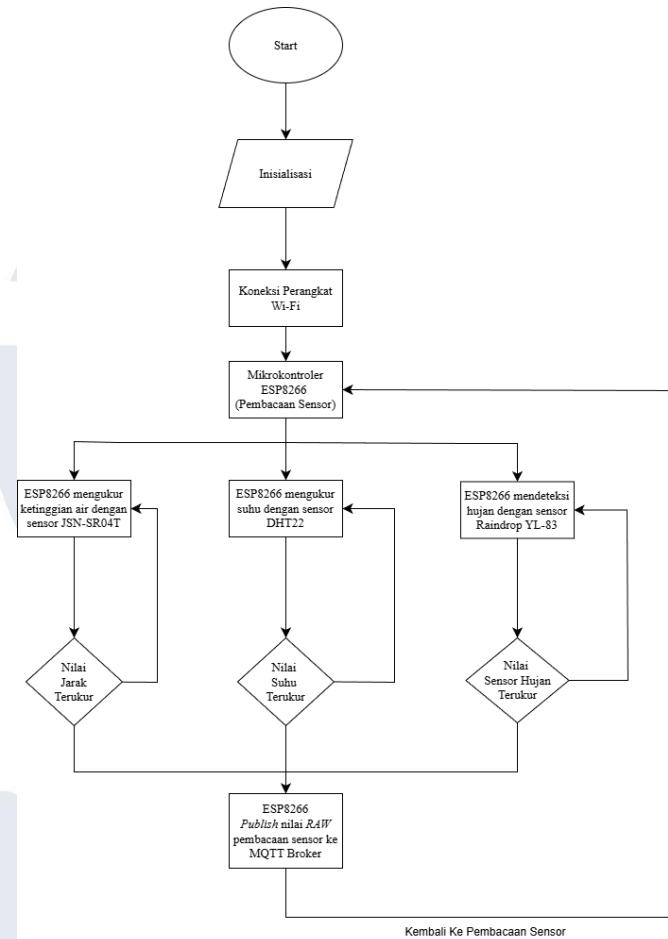
<i>Operation Voltage</i>	3.3 V – 5 V
<i>Operating Current</i>	$\leq 20 \text{ mA}$
<i>Operating Temperature</i>	$-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$
<i>Detection Type</i>	<i>Rain / Water Droplet</i>
<i>Sensitivity</i>	<i>Potentialmeter Support</i>
<i>Output Signal</i>	Digital & Analog

Tabel 3. 4 Spesifikasi YL-83

Pemilihan sensor hujan YL-83 didasarkan pada kemampuannya dalam mendeteksi keberadaan hujan secara sederhana dan responsif. Sensor ini mudah diintegrasikan dengan NodeMCU V3 serta dapat digunakan sebagai informasi pendukung untuk memperkuat analisis kondisi lingkungan pada sistem monitoring ketinggian air.

3.7.3 Pembacaan Sensor

Sub bab ini menjelaskan mekanisme pembacaan data dari ketiga sensor yang digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan gambar dari flowchart dari pembacaan sensor.



Gambar 3. 9 Flowchart Pembacaan Sensor

Pembacaan sensor pada sistem monitoring ketinggian air dilakukan oleh NodeMCU V3 sebagai pengendali utama. Sensor ultrasonik JSN-SR04T digunakan untuk membaca jarak antara posisi sensor dan permukaan air. Selain sensor ultrasonik, sistem juga melakukan pembacaan sensor DHT22 untuk memperoleh data suhu dan kelembaban udara. Sensor hujan YL-83 digunakan untuk mendeteksi kondisi hujan di sekitar lokasi pemasangan. Seluruh data sensor dikirimkan secara berkala ke sistem backend melalui protokol MQTT dalam format data terstruktur.

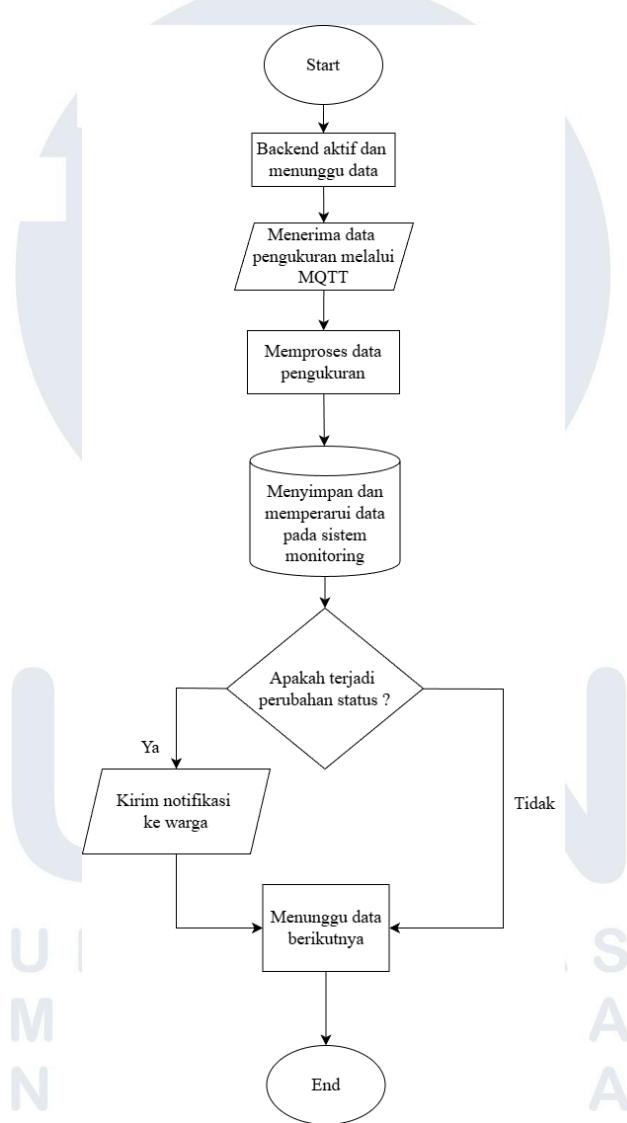
Pendekatan ini bertujuan untuk memusatkan proses pengolahan data dan penentuan status ketinggian air pada sisi backend, sehingga

perangkat keras hanya berfungsi sebagai unit pengambil data (data acquisition).

3.7 Perancangan *Software*

3.8.1 Alur Backend

Perancangan sistem perangkat lunak (*software*) pada penulisan ini menjelaskan alur kerja backend dalam mengelola data pengukuran ketinggian air. Alur kerja backend menggambarkan urutan proses sejak data diperoleh dari sensor hingga informasi ketinggian air disampaikan kepada warga melalui website dan notifikasi.



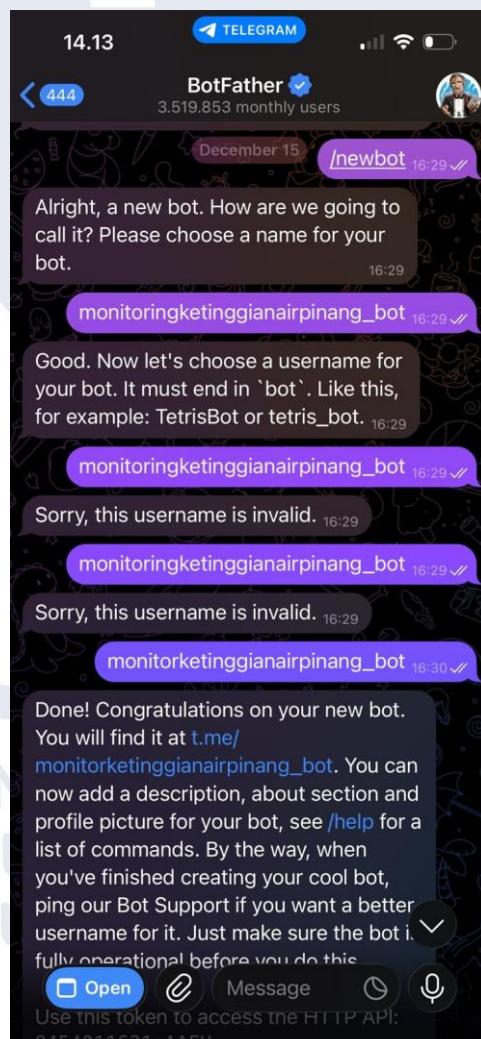
Gambar 3. 10 Flow Backend

Flow alur backend dimulai ketika sistem backend berada dalam kondisi aktif dan menunggu data pengukuran. Data ketinggian air yang dikirimkan dari ESP8266 melalui protokol MQTT kemudian diterima

oleh backend untuk diproses. Data pengukuran tersebut diolah dan disimpan, sekaligus digunakan untuk memperbarui informasi pada sistem monitoring. Selanjutnya, backend melakukan pengecekan terhadap perubahan status ketinggian air. Apabila terjadi perubahan status, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada warga. Setelah seluruh proses selesai, backend kembali menunggu data pengukuran berikutnya sehingga alur berjalan secara berulang.

3.8.2 Perancangan Bot Telegram

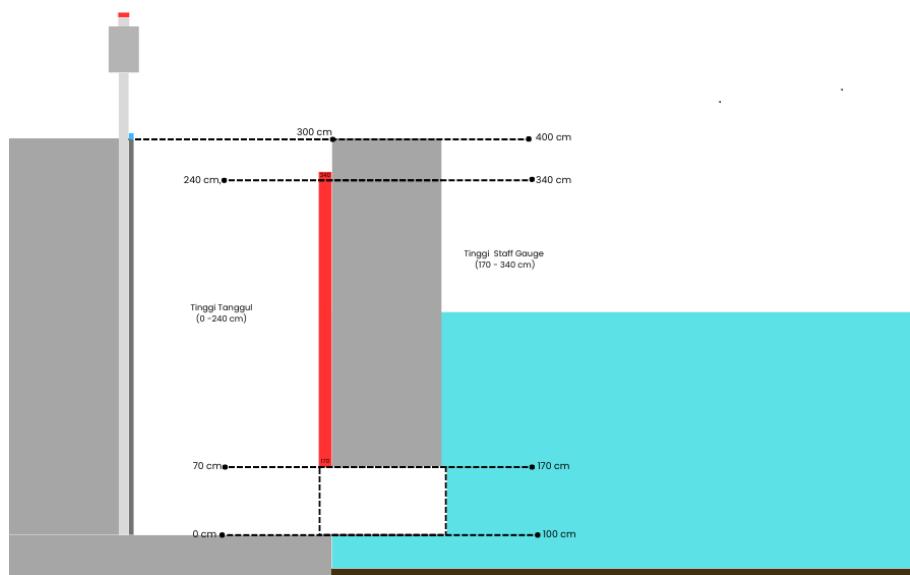
Perancangan bot Telegram pada penulisan ini bertujuan sebagai media penyampaian notifikasi ketinggian air kepada warga secara cepat. Bot Telegram digunakan untuk mengirimkan informasi ketika terjadi perubahan kondisi ketinggian air berdasarkan data yang diproses oleh sistem backend.



Gambar 3. 11 Konfigurasi Bot Telegram menggunakan Bot Father

3.8.3 Perancangan Pengukuran Ketinggian Air

Gambar 3.12 menunjukkan skema perancangan pengukuran ketinggian air yang digunakan sebagai dasar perhitungan sistem. Pada perancangan ini ditentukan referensi ketinggian nol, posisi pemasangan sensor ultrasonik, serta rentang staff gauge. Nilai selisih antara referensi geometris tersebut digunakan sebagai *offset* kalibrasi, yang selanjutnya diterapkan pada tahap implementasi perangkat lunak.



Gambar 3.12 Jarak pengukuran Tanggul

Referensi pengukuran dan penempatan sensor:

1. Titik Nol (Referensi Pengukuran)

Titik nol pengukuran ditetapkan pada dasar saluran air sebagai referensi ketinggian. Seluruh nilai ketinggian air dihitung relatif terhadap titik ini agar sesuai dengan kondisi fisik lokasi pengukuran.

2. Posisi Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik ditempatkan pada ketinggian tertentu di atas titik nol (misalnya 300 cm). Sensor mengukur jarak, bukan ketinggian air. Jarak yang diukur adalah jarak antara sensor dan permukaan air (selisih).

3. Staff Gauge dan Rentang Pengukuran

Staff gauge digunakan sebagai referensi visual untuk menunjukkan ketinggian air dan disesuaikan dengan tinggi tangul pada lokasi penelitian.

4. Konsep *Offset*

Perbedaan antara posisi pemasangan sensor dan referensi titik nol menyebabkan adanya selisih geometris yang digunakan sebagai *offset* kalibrasi. Offset ini dirancang pada tahap perancangan dan diterapkan pada tahap implementasi perangkat lunak.

3.8 Perancangan Database

Perancangan database pada penulisan ini berfungsi sebagai media penyimpanan dan pengelolaan data hasil pengukuran sistem monitoring ketinggian air. Database memungkinkan data pengukuran digunakan untuk menampilkan kondisi terkini dan riwayat pengamatan.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	<code>id</code>	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	<code>tinggi_air</code>	float			No	None			Change Drop More
3	<code>suhu</code>	float			No	None			Change Drop More
4	<code>kelembaban</code>	float			No	None			Change Drop More
5	<code>rain_adc</code>	int(11)			Yes	NULL			Change Drop More
6	<code>created_at</code>	timestamp			Yes	current_timestamp()			Change Drop More
7	<code>status_siaga</code>	varchar(20)	utf8mb4_general_ci		Yes	NULL			Change Drop More
8	<code>status_hujan</code>	varchar(20)	utf8mb4_general_ci		Yes	NULL			Change Drop More

Gambar 3. 13 Database ‘sensor_data’ pada MySQL

Tabel database dirancang dengan beberapa atribut utama yang merepresentasikan data hasil pengukuran sistem monitoring. Setiap data pengukuran disimpan sebagai satu baris data dengan atribut sebagai berikut:

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1.	<code>id</code>	INT	Primary key sebagai identitas unik setiap data pengukuran. Nilai bertambah otomatis (<i>auto increment</i>).
2.	<code>tinggi_air</code>	FLOAT	Menyimpan nilai ketinggian air hasil pengukuran sensor ultrasonik dalam satuan sentimeter (cm).
3.	<code>suhu</code>	FLOAT	Menyimpan nilai suhu lingkungan hasil pengukuran sensor DHT22 dalam satuan derajat Celsius (°C).

4.	kelembaban	FLOAT	Menyimpan nilai kelembaban lingkungan hasil pengukuran sensor DHT22 dalam satuan persen (%).
5.	rain_adc	INT	Menyimpan nilai analog (ADC) sensor hujan sebagai data mentah untuk menentukan kondisi hujan atau tidak hujan pada sistem backend.
6.	created_at	TIMESTAMP	Menyimpan waktu pencatatan data pengukuran secara otomatis oleh sistem.
7.	status_siaga	VARCHAR(20)	Menyimpan status kondisi ketinggian air yang ditentukan oleh sistem backend (Normal, Siaga III, Siaga II, Siaga I).
8.	status_hujan	VARCHAR(20)	Menyimpan hasil interpretasi kondisi hujan berdasarkan nilai analog sensor hujan (rain_adc) yang diproses pada sistem backend, seperti <i>HUJAN</i> , <i>TIDAK_HUJAN</i> , atau <i>NO SENSOR</i> .

Tabel 3. 5 Tipe Data 'sensor_data'

Desain tabel sensor_data digunakan untuk menyimpan data hasil pengukuran pada sistem monitoring ketinggian air. Setiap data pengukuran direpresentasikan sebagai satu baris data yang memuat nilai ketinggian air, parameter lingkungan, status kondisi, serta waktu pencatatan data. Struktur tabel ini dirancang untuk mendukung penyimpanan data sehingga dapat digunakan untuk menampilkan kondisi terkini dan riwayat pengukuran pada sistem monitoring.

3.9 Perancangan Website

Website monitoring dirancang sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan informasi hasil pengukuran ketinggian air secara *realtime*. Website mengambil data dari sistem backend yang telah menerima, mengolah, dan menyimpan data sensor ke dalam basis data. Data yang ditampilkan bukan berupa nilai jarak mentah dari sensor, melainkan nilai ketinggian air yang telah disesuaikan dengan skala *staff gauge*, sehingga informasi yang ditampilkan lebih representatif terhadap kondisi aktual di lapangan dan mudah dipahami oleh pengguna.

Secara fungsional, website berperan sebagai media visualisasi hasil pengolahan data backend tanpa melakukan proses perhitungan tambahan. Oleh karena itu, perancangan website difokuskan pada penyajian informasi ketinggian air dan riwayat data secara jelas dan informatif, serta tidak menjadi fokus utama dalam pembahasan teknis pada penulisan tugas akhir ini.