

## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

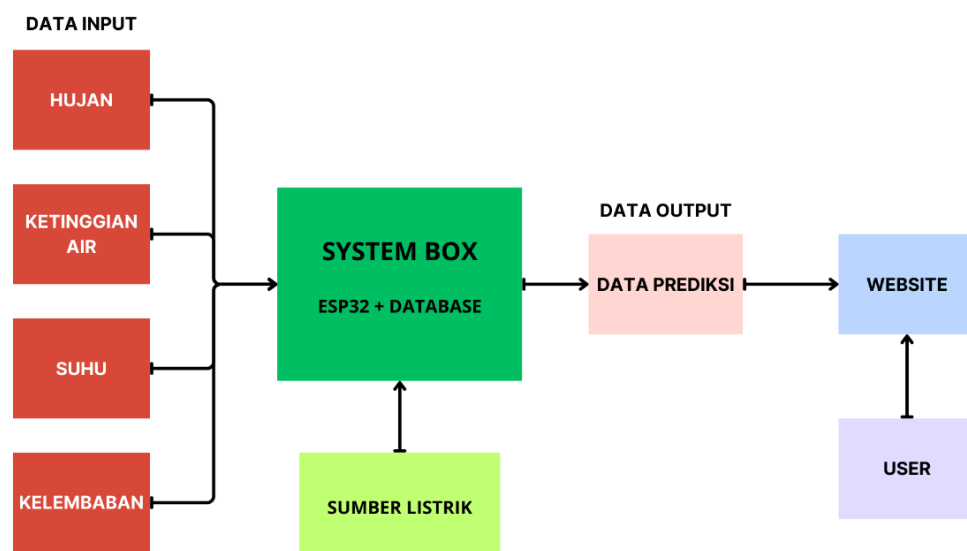
#### 3.1 Perancangan Sistem

##### 3.1.1 Penjabaran Level Sistem

Penjabaran level sistem adalah proses memecah sistem hardware dan software menjadi bagian-bagian yang lebih kecil atau lebih rinci, yang disebut level, untuk memahami dan mengelola sistem dengan lebih baik. Penjabaran level sistem membantu mengidentifikasi dan memahami bagian-bagian penting dari sistem yang saling terhubung dan berinteraksi antara sistem satu dengan yang lainnya untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

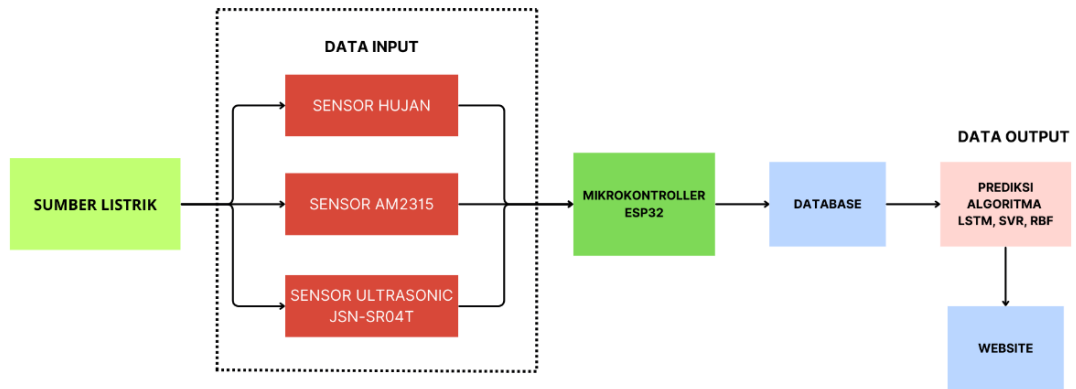
##### 3.1.2 Sistem Level 0

Pada produk sistem prediksi banjir berbasis *internet of things (IoT)* terdapat penjabaran sistem level yang dilakukan dengan menggunakan data flow diagram (DFD). Sistem ini memerlukan masukan dari pengguna untuk menyalakan dan mematikan sistem, dan juga memerlukan sumber daya untuk menjalankan proses seperti pengambilan data dari sensor. Dimana nilai output dari sensor akan dikirim dan disimpan ke database, kemudian data yang tersimpan akan di training dengan machine learning untuk memprediksi data dari sensor serta akan ditampilkan ke dalam website data real dan data prediksi.



Gambar 3.1 Data Flow Diagram Sistem Level 0

### 3.1.3 Sistem Level 1



Gambar 3.2 Data Flow Diagram Sistem Level 1

#### 3.1.3.1 Masukan (Input)

Input data berupa kumpulan dari data sesungguhnya sensor yang perlu dilakukan penyesuaian nilai dengan level ketinggian sungai dan terdapat parameter untuk mendeteksi banjir antara lain suhu, kelembaban, curah hujan, dan ketinggian air sungai di sengkaling serta akan merekam data dari sensor yang digunakan sebagai dataset.

#### 3.1.3.2 Proses (Process)

Proses dalam sistem ini yaitu melalui ESP32 yang telah dihubungkan dengan beberapa sensor, pada proses ini akan melakukan training dari hasil pengambilan data. Kemudian akan melakukan pengolahan data dengan beberapa algoritma yaitu *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Support Vector Regression (SVR)*, dan *Radian Basis Function (RBFNN)*, data sensor yang telah ditraining akan digunakan sebagai dataset yang akan digunakan untuk memprediksi banjir, hasil data yang telah di training akan disimpan MySQL berbentuk database.

#### 3.1.3.3 Keluaran (Output)

Hasil atau keluaran sistem ini akan berupa data table dan grafik yang sudah melakukan proses pengolahan data kemudian dikirimkan melalui website berupa data real dan data prediksi, yang mana data table yang telah tersimpan pada *database* tersebut dapat di *export* menggunakan file csv.

## 3.2 Pendahuluan Metode

### 3.2.1 Metode Ketinggian Air

Ketinggian Air merupakan salah satu sumber sebagai parameter dalam produk sistem prediksi banjir berbasis *Internet of Things*. Nilai ketinggian air dapat diukur dengan menggunakan sensor *Ultrasonic JSN-SR04T*. Nilai ketinggian air digunakan untuk menghitung jumlah ketinggian air yang berada di dalam sungai. Nilai tersebut kemudian dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya banjir.

Dalam pengukuran ketinggian air Sungai dengan mengukur jarak menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jarak (cm)} = \frac{(\text{Kecepatan suara (cm}/\mu\text{s)}) \times \text{Waktu } (\mu\text{s}))}{2} \quad (3.1)$$

Dimana :

- Jarak : jarak antara sensor dan target
- Waktu : waktu yang dibutuhkan gelombang suara untuk kembali ke sensor
- Kecepatan suara : kecepatan gelombang suara

### 3.2.2 Metode Prediksi Banjir

Metode yang dipakai dalam pembahasan ini ada tiga, diantaranya adalah *LSTM*, *SVR*, dan *RBFNN*. Dalam pemodelan prediksi bencana banjir, metode *RBFNN* digunakan untuk memprediksi kapan dan dimana banjir akan terjadi. Metode ini mengumpulkan beberapa data seperti suhu kelembaban lingkungan, curah hujan, dan ketinggian air sungai. Setelah data diperoleh, model ini menggunakan algoritma untuk memprediksi waktu banjir. Algoritma ini mengkalkulasi tingkat risiko banjir untuk menghitung kemungkinan besar banjir terjadi.

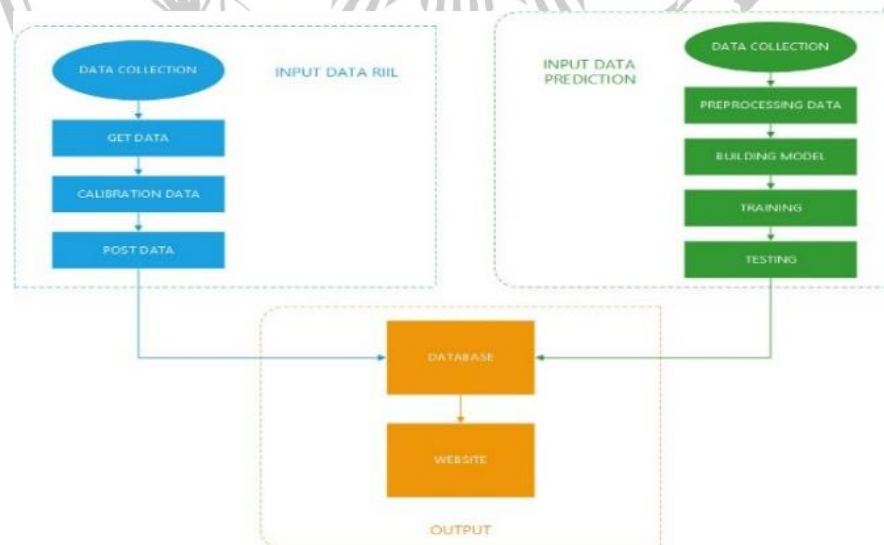
Metode prediksi telah diuji dalam berbagai penelitian, termasuk penggunaan metode *Long Short Term Memory (LSTM)*, yang merupakan bagian dari arsitektur *Recurrent Neural Network (RNN)*. LSTM mampu memproses data sequential, khususnya untuk memprediksi data time series. Arsitektur LSTM dilengkapi dengan 4 lapisan neuron yang dikenal sebagai gates, yang mengatur pengelolaan memori pada setiap neuron untuk mendeteksi data yang relevan dan

membuang data yang tidak perlu. Penelitian ini fokus pada prediksi curah hujan, suhu, kelembaban, dan ketinggian air menggunakan metode LSTM[4]. Hasil model prediksi dapat memberikan rekomendasi untuk implementasi model prediksi bencana banjir yang efektif berdasarkan hasil prediksi dengan metode LSTM.

Salah satu modifikasi dari SVM yang digunakan untuk pendekatan regresi adalah *Support Vector Regression* (SVR). SVR bekerja dengan konsep memaksimalkan *hyperplane* untuk mengidentifikasi data yang menjadi *support vector*. Keunggulan SVR termasuk kemampuannya dalam mengatasi *overfitting*. Namun, tantangan yang sering muncul adalah dalam menentukan parameter model yang optimal, yang dapat diatasi dengan menggunakan metode *grid search*. Metode ini efektif untuk menemukan parameter SVR yang terbaik. Penelitian yang melibatkan SVM telah banyak dilakukan, termasuk dalam aplikasi peramalan curah hujan menggunakan teknik *machine learning*.

### 3.2.3 Perbandingan Data Prediksi dan Data Real

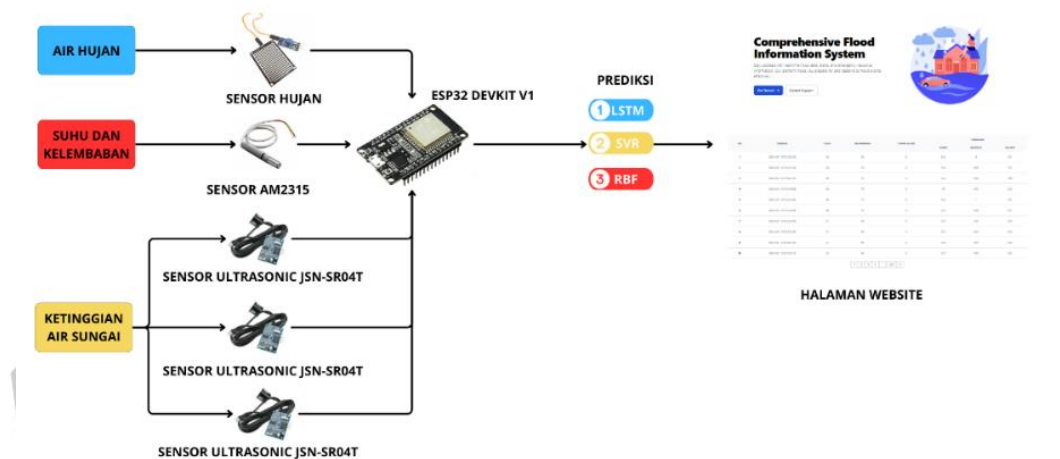
Kedua data memiliki perbandingan yang diantaranya dari segi akurasi yang mana data prediksi seberapa akurat alat dalam memprediksi kemungkinan terjadinya banjir, termasuk waktu, dan tingkat intensitasnya di waktu sebelum peristiwa terjadi untuk memberikan informasi peringatan dini. Pada data real yang mana data sesungguhnya dari sensor dengan kejadian yang sesungguhnya.



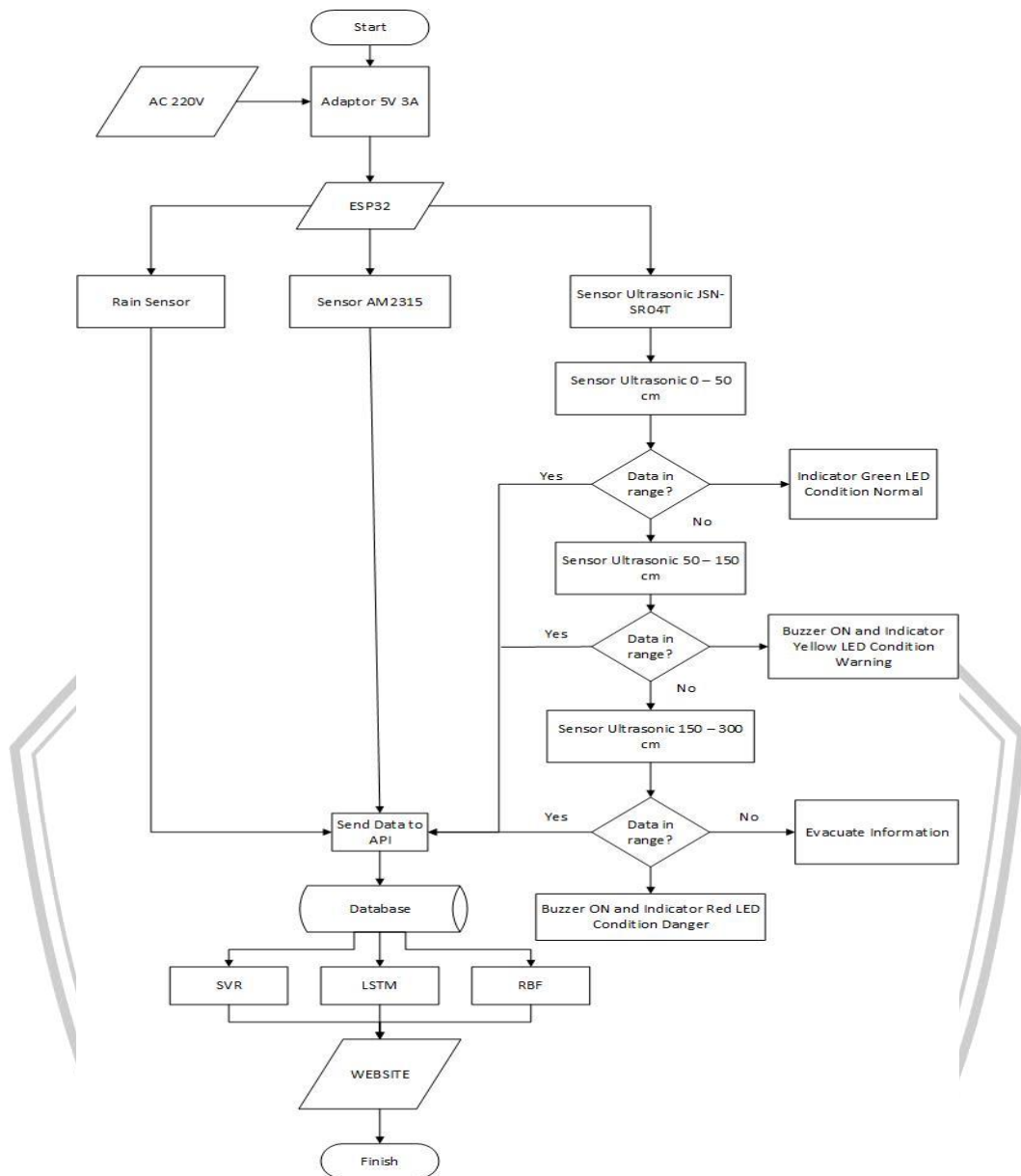
Gambar 3.3 Blok Diagram Perbandingan Data Real dan Data Prediksi

### 3.3 Desain Sistem

Menggambarkan secara komprehensif proses kerja keseluruhan, sub-bagian ini juga mencakup diagram alir dari sistem yang diusulkan. Diagram alir proses harus disertai dengan penjelasan mengenai fungsi dari setiap elemen. Contoh dari proses kerja secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.4, sedangkan diagram alir proses sistem ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Desain Sistem Keseluruhan



Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Sistem

Keterangan :

1. *Load Data* : Mengambil data dari Sensor *Ultrasonic JSN-SR04T* untuk data ketinggian air sungai, Sensor *AM2315* untuk data suhu kelembaban, dan Sensor Hujan untuk data curah hujan. Dari ketiga sensor tersebut adalah data real yang akan di prediksi.
2. Metode : Terdapat 3 metode yang digunakan pada project ini yaitu LSTM, SVR, dan RBF.
3. *Preprocessing* : *Preprocessing* data pada project ini yaitu menjalankan *training* pada masing-masing metode.

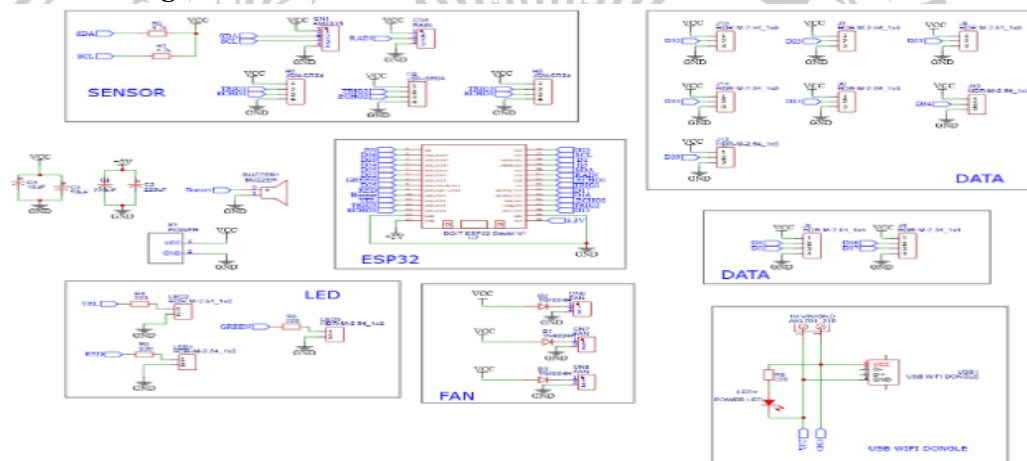


4. *Testing* : Data yang sudah di *preprocessing* kemudian akan di training untuk mendapatkan data yang akurat.
5. Metode : Jika data dari sensor tersebut sudah di *training* maka data akan dimasukkan ke metode prediksi.
6. *Result* : result pada masing-masing metode akan menghasilkan tinggi air sungai pada target sungai yang diprediksi.
7. Menampilkan Data dari SQL : Mengambil data dari database mysql yang akan ditampilkan dalam bentuk grafik maupun berupa tabel.

### 3.4 Desain Hardware

Pada sub-bab ini menjelaskan mengenai perangkat beserta komponen yang akan digunakan dalam proyek sistem Rancang Bangun Deteksi Banjir Berbasis *Internet of Things*. Penjelasan dapat berupa spesifikasi dari masing-masing komponen dan perangkat.

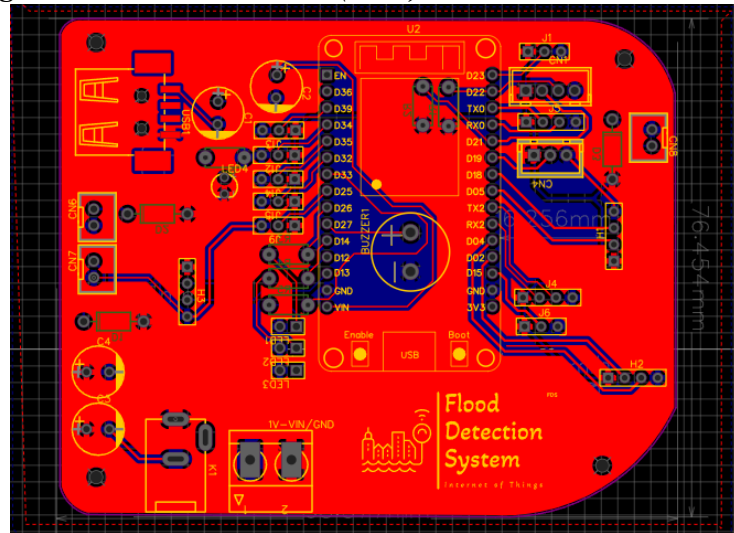
#### 3.4.1 Design Schematic



Gambar 3.6 Schematic Hardware

Pada *schematic hardware* merupakan langkah awal untuk rancangan skema agar dalam pembuatan hardware dapat dibuat dengan rapi dan teratur dan dapat memperhitungkan serta mengarahkan arah jalur wiring pinout, tegangan dan *Ground*. Pembuatan skema dibuat menggunakan *software* EasyEDA untuk mempermudah dalam desain skema maupun PCB.

### 3.4.2 Design Printed Circuit Board (PCB)



Gambar 3.7 Printed Circuit Board Hardware

Pada *printed circuit board hardware* merupakan *convert* dari *schematic hardware* untuk mendesain arah jalur wiring pinout ke mikrokontroller, menghubungkan sumber tegangan dan ground dengan lebih teratur.

### 3.4.3 Adaptor 5V 3A



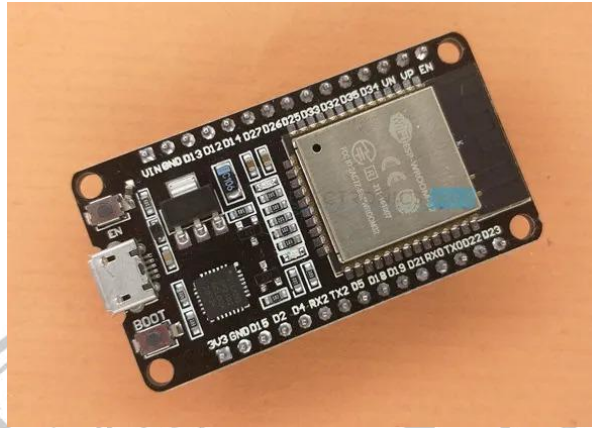
Gambar 3.8 Adaptor 5V 3A

Adaptor adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah bentuk atau menghubungkan dua perangkat atau sistem yang berbeda agar dapat berinteraksi atau bekerja sama. Adaptor dapat berfungsi untuk berbagai keperluan, seperti mengubah format fisik, tegangan listrik, atau antarmuka komunikasi.



Adaptor bertindak sebagai perantara antara dua perangkat atau sistem yang tidak kompatibel secara langsung, sehingga memungkinkan mereka untuk saling berinteraksi atau beroperasi secara efektif.

#### 3.4.4 ESP32 Devkit V1



Gambar 3.9 ESP32 Devkit V1 Board

ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif Systems, yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul WiFi yang terintegrasi dalam chip, membuatnya sangat cocok untuk pengembangan sistem aplikasi Internet of Things.

Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 :

- Mikroprosesor LX6 Single atau Dual-Core 32-bit dengan frekuensi clock hingga 240 MHz.
- SRAM 520 KB, ROM 448 KB, dan SRAM RTC 16 KB.
- Mendukung konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dengan kecepatan hingga 150 Mbps.
- Dukungan untuk spesifikasi Bluetooth Klasik v4.2 dan BLE.
- 34 GPIO yang dapat diprogram.
- Hingga 18 saluran SAR ADC 12-bit dan 2 saluran DAC 8-bit
- Konektivitas Serial meliputi 4 x SPI, 2 x I<sup>2</sup>C, 2 x I<sup>2</sup>S, 3 x UART.
- Ethernet MAC untuk Komunikasi LAN fisik (memerlukan PHY eksternal).
- 1 pengontrol Host untuk SD/SDIO/MMC dan 1 pengontrol cadangan untuk SDIO/SPI.
- Motor PWM dan hingga 16 saluran LED PWM.
- Enkripsi Boot dan Flash Aman.

- Akselerasi Perangkat Keras Kriptografi untuk AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC dan RNG.

### 3.4.5 Sensor Ultrasonic JSN-SR04T



Gambar 3.10 Sensor *Ultrasonic* JSN-SR04T

Sensor ini dilengkapi dengan kabel sepanjang 2,5 m yang terhubung ke papan breakout untuk mengontrol sensor dan melakukan pemrosesan sinyal. Harap dicatat bahwa hanya sensor dan kabelnya yang tahan air; memasukkan air ke papan lepas dapat menyebabkan sensor berhenti berfungsi.

Sensor jarak ultrasonik beroperasi dengan mengirimkan gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali oleh objek yang ada di depannya. Sensor ultrasonik kemudian mendeteksi gelombang ini dan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk gelombang kembali, sensor dapat menghitung jarak antara sensor dan objek tersebut.

$$Jarak (cm) = \frac{(Kecepatan suara (cm/\mu s) \times Waktu (\mu s))}{2} \quad (3.2)$$

Waktu merupakan interval antara pengiriman dan penerimaan gelombang suara dalam *microseconds*. Perbedaan utama antara sensor JSN-SR04T dan HC-SR04 adalah bahwa JSN-SR04T, selain tahan air, menggunakan hanya satu transduser ultrasonik yang berfungsi ganda sebagai pemancar dan penerima gelombang ultrasonik.

Jenis sensor yang digunakan dalam mendeteksi ketinggian volume air dengan menggunakan Sensor Ultrasonic JSN-SR04.

Ini adalah Sensor Ultrasonic JSN -SR04 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Sensor Ultrasonic JSN-SR04

| Besaran               |           | Nilai             |
|-----------------------|-----------|-------------------|
| Tegangan kerja        |           | 5V DC             |
| Arus kerja            |           | 8mA               |
| Jangkauan Maksimum    | Kapasitas | 600 cm            |
| Jangkauan Minimum     | Kapasitas | 20 cm             |
| Sudut pengukuran      |           | 75 derajat        |
| Sinyal masukan pemicu |           | pulsa TTL 10 us   |
| Resolusi              |           | 1 mm              |
| Frekuensi Ultrasonic  |           | 40 kHz            |
| Dimensi               |           | 41 * 28 * 12.5 mm |

Sensor Ultrasonic ini menjadi pilihan utama untuk mendeteksi objek dalam pendeteksian ketinggian volume air dengan menggunakan sensor ultrasonic ini karena alasan sebagai berikut:

- Cukup mudah ditemui di toko elektronik karena merupakan sensor deteksi jarak pada umumnya
- Memiliki harga yang relatif murah jika dibandingkan jenis lainnya
- Menggunakan sumber yang relatif kecil
- Range Pendeteksian dapat berkisar 20 cm ~ 600 cm

#### 3.4.6 Sensor Hujan



Gambar 3.11 Sensor Hujan

Sensor hujan bekerja untuk mendeteksi tetesan air atau curah hujan, berfungsi mirip dengan sakelar. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama: bantalan penginderaan dan modul sensor. Ketika hujan jatuh di permukaan bantalan

penginderaan, modul sensor membaca data dari bantalan untuk diproses menjadi output analog atau digital. Oleh karena itu, sensor ini menghasilkan keluaran dalam bentuk analog (AO) dan digital (DO).

Prinsip kerja sensor hujan relatif sederhana. Bantalan penginderaan mengandung jejak tembaga terbuka yang berfungsi sebagai resistor variabel atau potensiometer. Resistansi bantalan penginderaan berubah berdasarkan jumlah air yang jatuh di atasnya. Resistansi ini berbanding terbalik dengan jumlah air yang ada.

Ketika air di bantalan penginderaan lebih banyak, konduktivitasnya lebih baik dan menyebabkan resistansi lebih rendah. Sebaliknya, ketika air sedikit, konduktivitasnya buruk dan menyebabkan resistansi lebih tinggi. Oleh karena itu, keluaran dari sensor ini secara utama bergantung pada nilai resistansi. Berikut adalah spesifikasi sensor hujan:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Sensor Hujan

| Besaran               | Nilai                        |
|-----------------------|------------------------------|
| Tegangan kerja        | 3,3 hingga 5V                |
| Arus kerja            | 15 mA                        |
| Chip pembanding       | LM393                        |
| Bantalan penginderaan | pelat nikel di satu sisi     |
| Output Type           | Analog & Digital             |
| Sensitivitas          | dimodifikasi melalui Trimpot |

Sensor Hujan ini menjadi pilihan utama untuk mendeteksi objek dalam pendeteksian curah hujan dengan menggunakan sensor Hujan ini karena alasan sebagai berikut:

- Cukup mudah ditemui di toko elektronik karena merupakan sensor deteksi curah hujan pada umumnya.
- Memiliki harga yang terjangkau jika dibandingkan jenis lainnya.
- Menggunakan sumber yang relatif kecil.

### 3.4.7 Sensor AM2315



Gambar 3.12 Sensor AM2315

AM2315 adalah sensor suhu dan kelembaban yang memiliki kapasitansi dan digital yang sensitif terhadap kelembaban. Ini adalah keluaran sinyal digital yang dikalibrasi sendiri. Mengadopsi teknologi pengumpulan suhu dan kelembaban khusus untuk memastikan keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Sensor ini terdiri dari kelembaban kapasitif sensor dan termometer yang terintegrasi dengan presisi tinggi dan terhubung ke mikroprosesor berkinerja tinggi. Oleh karena itu, produk ini memiliki keunggulan kualitas yang sangat baik, respons super cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat, kualitas tinggi dan harga terjangkau.

Jenis sensor yang digunakan dalam mendeteksi suhu dan kelembaban dengan menggunakan Sensor AM2315 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor AM2315

| Besaran                | Nilai            |
|------------------------|------------------|
| Tegangan kerja         | 3,5 V – 5,5 V DC |
| Arus kerja             | 15 mA            |
| Temperature resolution | 0.1 oC           |
| Temperature Accuracy   | +/- 1 oC (Max)   |
| Temperature Range      | -40 – 125 oC     |
| Humidity resolution    | 0,1 %RH          |
| Humidity Accuracy      | +/- 2 %RH        |



Sensor AM2315 ini menjadi pilihan utama dalam pendeteksian suhu dan kelembaban dengan menggunakan sensor AM2315 ini karena alasan sebagai berikut:

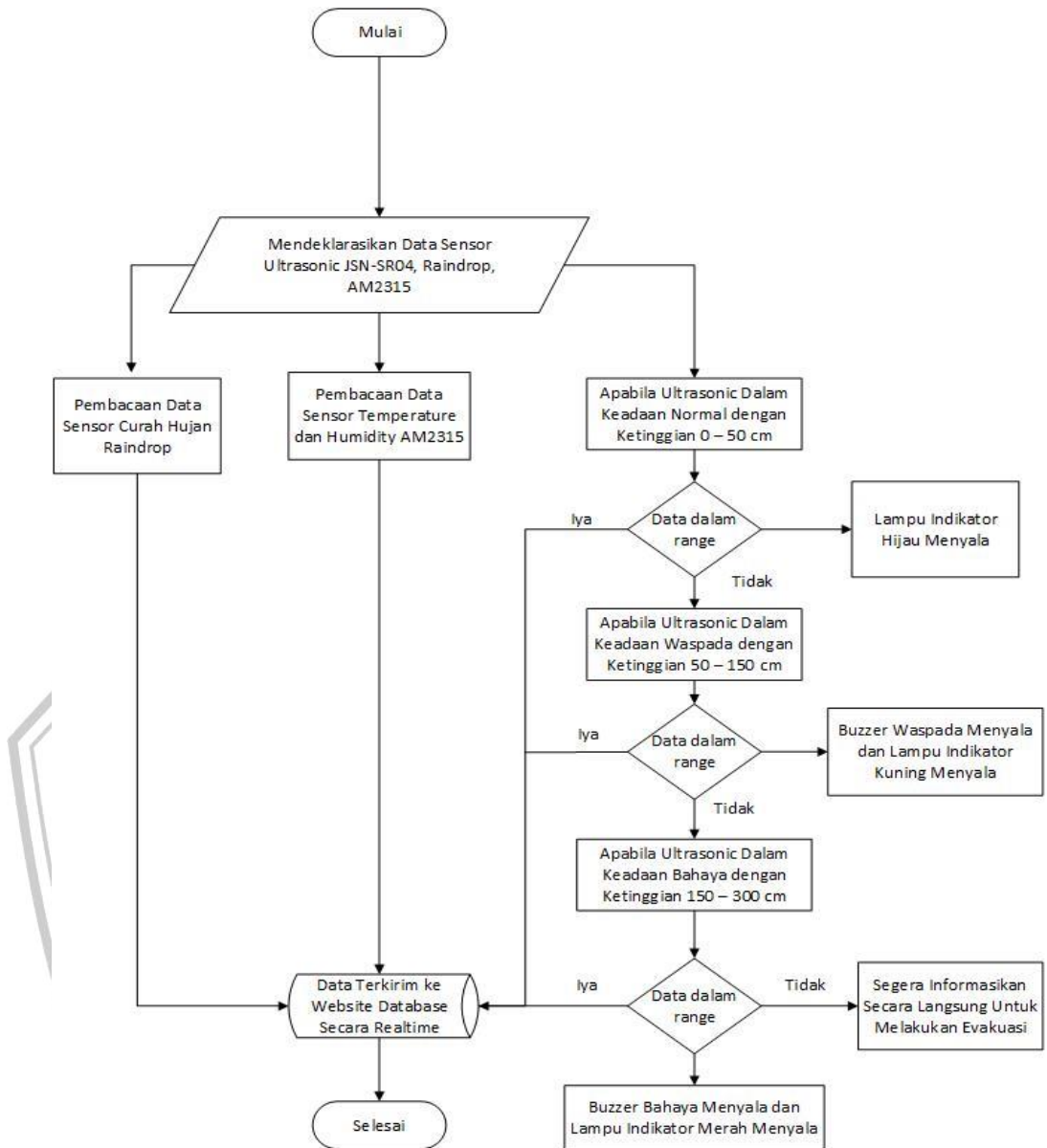
- Cukup mudah ditemui di toko elektronik karena merupakan sensor deteksi suhu dan kelembaban pada umumnya.
- Memiliki harga yang relatif terjangkau jika dibandingkan jenis lainnya.
- Menggunakan sumber yang relatif kecil.
- Akurasi pendeteksian yang cukup akurat.

### **3.5 Desain Software**

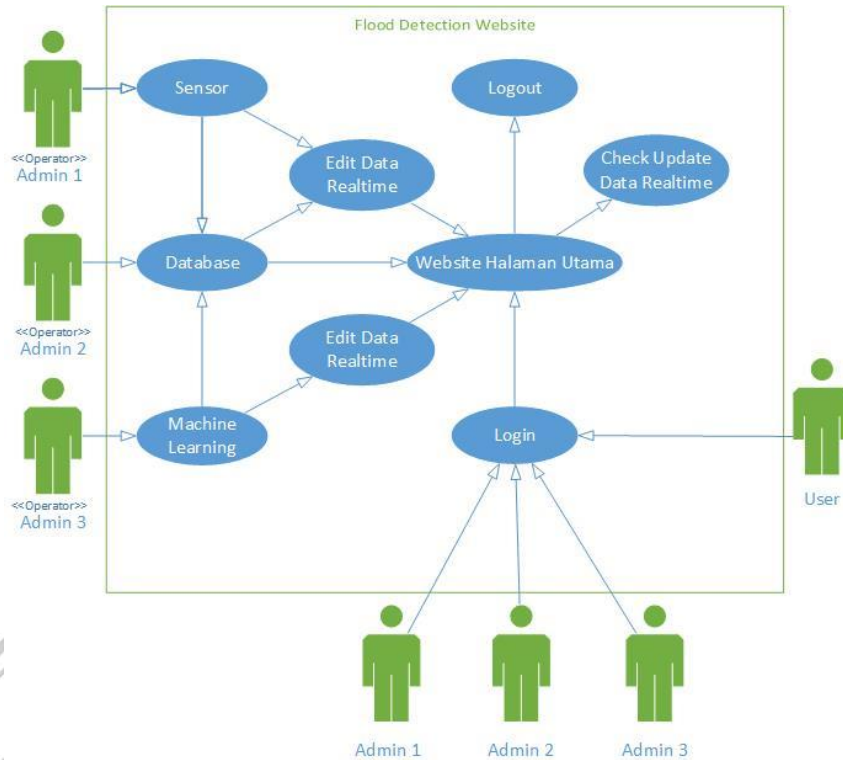
Pada sub-bab ini menjelaskan mengenai software yang akan digunakan. Selain software yang penting untuk disajikan adalah flowchart pemrograman beserta fungsi dan prosedur yang akan digunakan.





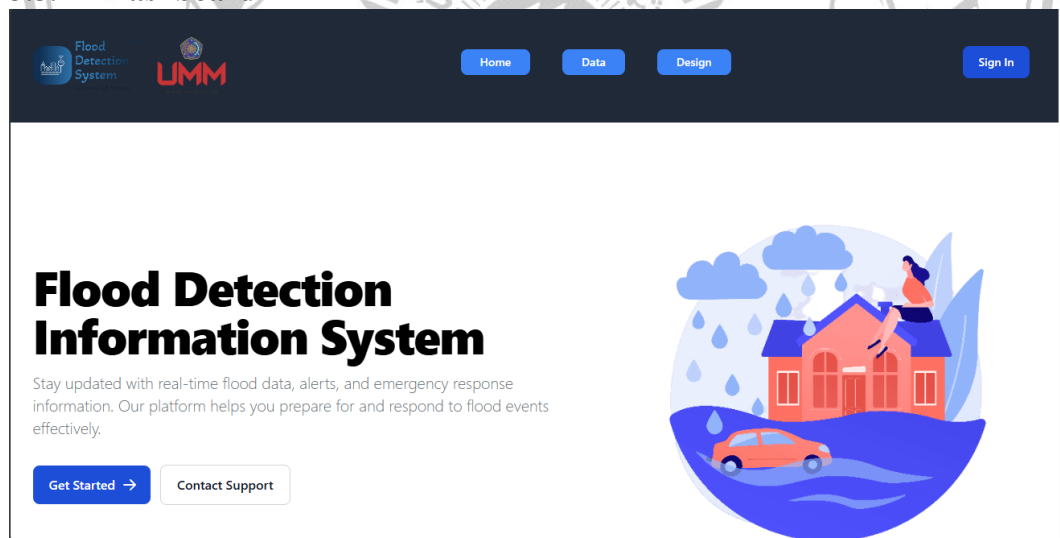


Gambar 3.13 Flowchart Program Microcontroller System



Gambar 3.14 Use Case Program Website

### 3.5.1 Dashboard

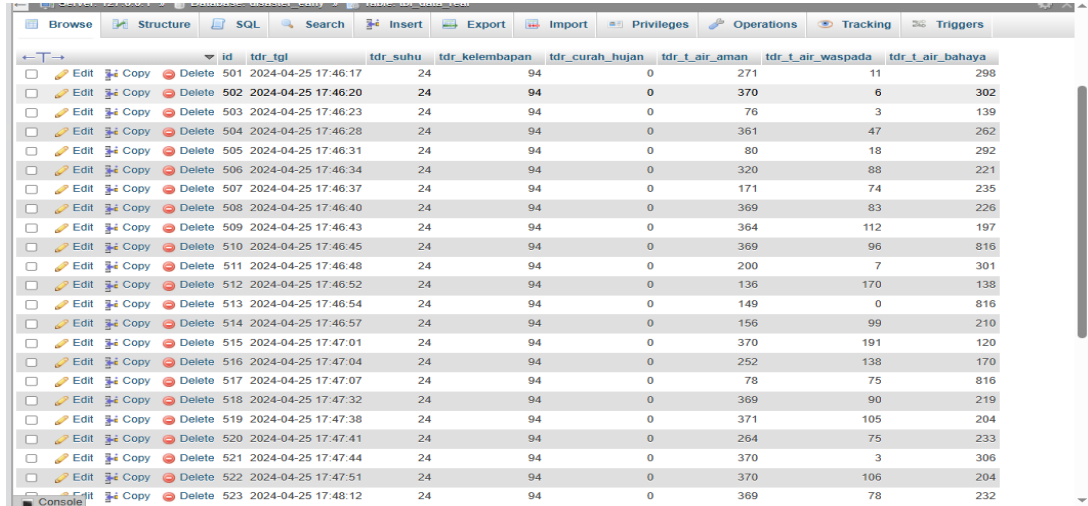


Gambar 3.15 UI Dashboard Flood Detection System

Pada dashboard awal memberikan informasi mengenai cara kerja website, tampilan *design* dan metode apa saja yang digunakan untuk memprediksi banjir. Tampilan ini berbasis sliding dimana setiap informasi ditampilkan berupa gambar dinamis yang dapat ditekan lalu akan langsung menuju halaman detail mengenai cara kerja website, informasi design, informasi data yang berisi tinggi air sungai, curah hujan dan suhu kelembaban juga metode yang dipakai pada website ini.

### 3.5.2 Input Dataset

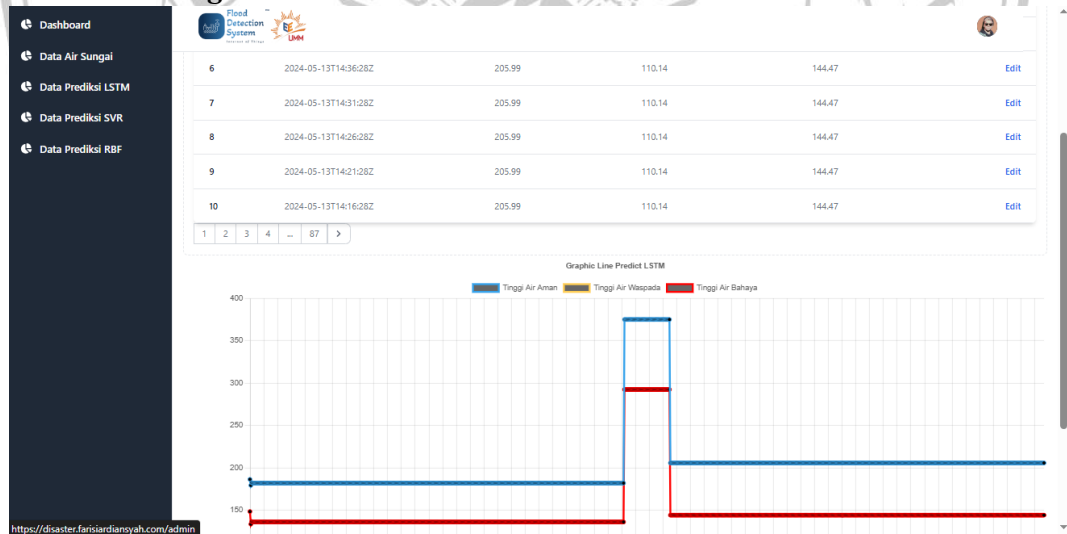
Pada halaman ini merupakan tampilan yang berisi input dataset dari beberapa variabel yang akan diprediksi yaitu diantaranya tinggi air sungai, curah hujan, dan suhu kelembaban udara. Yang kemudian akan diprediksi menggunakan 3 metode pada halaman selanjutnya.



| id  | tdr_tgl             | tdr_suhu | tdr_kelembapan | tdr_curah_hujan | tdr_t_aman | tdr_t_waspadaya | tdr_t_bahaya |
|-----|---------------------|----------|----------------|-----------------|------------|-----------------|--------------|
| 501 | 2024-04-25 17:46:17 | 24       | 94             | 0               | 271        | 11              | 298          |
| 502 | 2024-04-25 17:46:20 | 24       | 94             | 0               | 370        | 6               | 302          |
| 503 | 2024-04-25 17:46:23 | 24       | 94             | 0               | 76         | 3               | 139          |
| 504 | 2024-04-25 17:46:28 | 24       | 94             | 0               | 361        | 47              | 262          |
| 505 | 2024-04-25 17:46:31 | 24       | 94             | 0               | 80         | 18              | 292          |
| 506 | 2024-04-25 17:46:34 | 24       | 94             | 0               | 320        | 88              | 221          |
| 507 | 2024-04-25 17:46:37 | 24       | 94             | 0               | 171        | 74              | 235          |
| 508 | 2024-04-25 17:46:40 | 24       | 94             | 0               | 369        | 83              | 226          |
| 509 | 2024-04-25 17:46:43 | 24       | 94             | 0               | 364        | 112             | 197          |
| 510 | 2024-04-25 17:46:45 | 24       | 94             | 0               | 369        | 96              | 816          |
| 511 | 2024-04-25 17:46:48 | 24       | 94             | 0               | 200        | 7               | 301          |
| 512 | 2024-04-25 17:46:52 | 24       | 94             | 0               | 136        | 170             | 138          |
| 513 | 2024-04-25 17:46:54 | 24       | 94             | 0               | 149        | 0               | 816          |
| 514 | 2024-04-25 17:46:57 | 24       | 94             | 0               | 156        | 99              | 210          |
| 515 | 2024-04-25 17:47:01 | 24       | 94             | 0               | 370        | 191             | 120          |
| 516 | 2024-04-25 17:47:04 | 24       | 94             | 0               | 252        | 138             | 170          |
| 517 | 2024-04-25 17:47:07 | 24       | 94             | 0               | 78         | 75              | 816          |
| 518 | 2024-04-25 17:47:32 | 24       | 94             | 0               | 369        | 90              | 219          |
| 519 | 2024-04-25 17:47:38 | 24       | 94             | 0               | 371        | 105             | 204          |
| 520 | 2024-04-25 17:47:41 | 24       | 94             | 0               | 264        | 75              | 233          |
| 521 | 2024-04-25 17:47:44 | 24       | 94             | 0               | 370        | 3               | 306          |
| 522 | 2024-04-25 17:47:51 | 24       | 94             | 0               | 370        | 106             | 204          |
| 523 | 2024-04-25 17:48:12 | 24       | 94             | 0               | 369        | 78              | 232          |

Gambar 3.16 Input Dataset

### 3.5.3 Processing

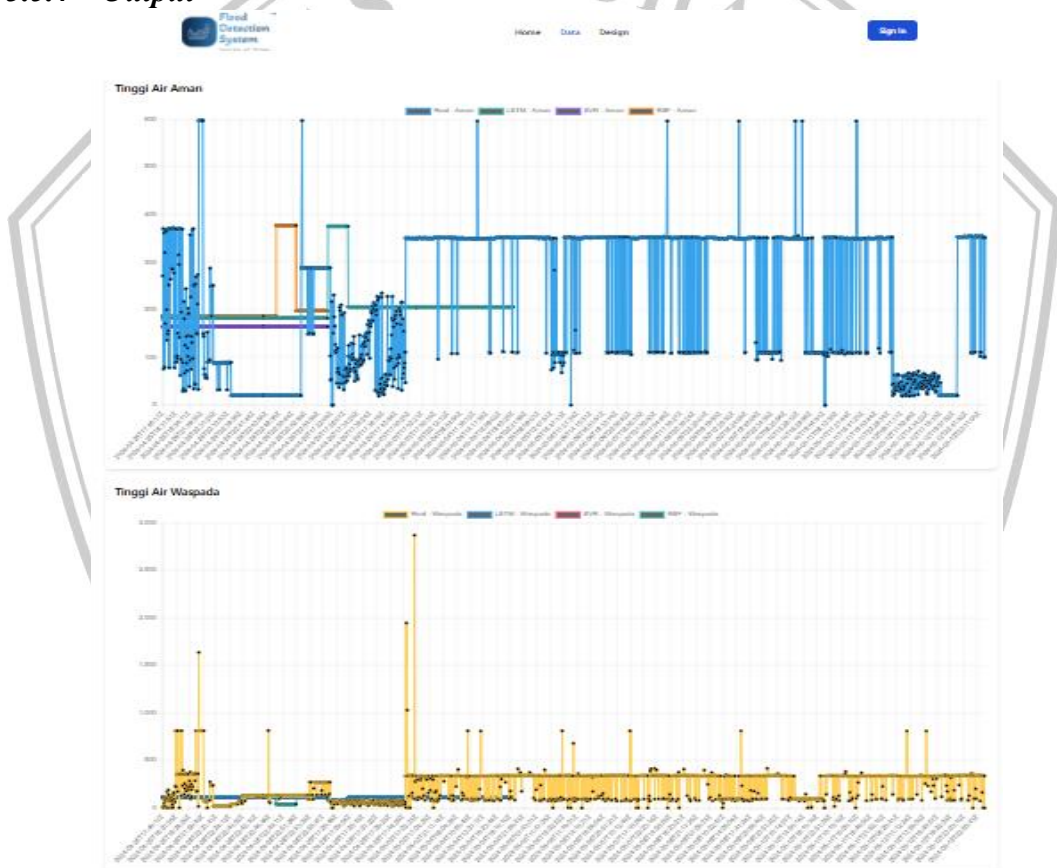


Gambar 3.17 User Interface Processing Data

Pada tampilan website ini user akan melakukan proses olah data dengan menggunakan tiga metode dalam memprediksi bencana banjir, Metode RBFNN (*Radial Basis Function Neural Network*) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang sering digunakan untuk tujuan prediksi. RBFNN menggunakan fungsi basis radial untuk memetakan input ke fungsi aktivasi. Hal ini membuat jaringan lebih fleksibel dan lebih mudah untuk mencapai hasil yang akurat.[18] Metode LSTM (Long

Short-Term Memory) merupakan arsitektur RNN (Recurrent Neural Network). Karena LSTM dapat memproses data deret waktu, maka LSTM dapat digunakan untuk memprediksi data deret waktu. Hal ini memungkinkan pengguna untuk membuat sebuah sistem yang dapat mengambil keputusan berkaitan dengan masalah yang berhubungan dengan prediksi. Metode SVM (*Support Vector Machine*) adalah metode yang digunakan untuk memahami data dengan menggunakan teknik klasifikasi.[9] SVM membuat garis pemisah antara dua atau lebih kelas data dan menggunakan ini untuk membuat prediksi. SVM juga dapat menangani data non-linear dengan lebih baik dan mudah dari metode lainnya.

### 3.5.4 Output



Gambar 3.18 Website Interface

Pada halaman ini akan menampilkan output atau hasil dari prediksi, melalui proses input data yang sudah di masukan sebelumnya dengan pengambilan data dari sensor yang telah ditentukan dan metode akan dijalankan sebagai proses prediksi. Maka pada halaman ini berisi informasi dari sungai yang telah dijadikan target prediksi, dengan menampilkan tiga metode yang di pakai.