

## **BAB II**

### **SPESIFIKASI**

#### **2.1 Pengantar**

##### **2.1.1 Ringkasan Dokumen**

Dokumen ini berisi perencanaan desain Rancang Bangun Sistem Prediksi Banjir Berbasis *Internet of Things*, yaitu suatu sistem yang berfungsi untuk memberikan peringatan dini kepada warga sekitar mengenai sungai yang berpotensi menyebabkan bencana banjir. *Internet of Things* digunakan untuk pengiriman data dari alat yang menggunakan berbagai macam sensor dengan pengolahan data menggunakan machine learning dari aliran sungai yang telah di analisa melalui website. Dalam isi dokumen dipaparkan mengenai perancangan dan desain awal yang menjelaskan mengenai spesifikasi, performa dan fungsi yang akan dibentuk. Lebih lanjut, dijelaskan spesifikasi cara kerja sistem, metode, dan perawatan dari project ini adalah memperhatikan sensor yang digunakan dan esp, memperpanjang masa dari hosting dan domain. Juga akan dibahas mengenai verifikasi alat, biaya dan jadwal dari pengembangan sistem.

##### **2.1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi atau Kegunaan Dokumen**

Dokumen ini akan digunakan sebagai acuan dalam proses Pembangunan dan sebagai bahan evaluasi pada saat proses pembuatan sistem maupun di akhir pembuatan sistem. Dengan adanya penulisan dokumen ini diharapkan dapat mempermudah dalam proses pelaksanaan, selain itu dokumen ini juga bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada pembaca mengenai sistem absensi yang akan dibangun. Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah:

1. Memaparkan definisi sistem
2. Menjelaskan fungsi sistem
3. Menjabarkan spesifikasi sistem
4. Menggambarkan desain yang digunakan untuk membuat produk

Aplikasi Dokumen Dokumen akan ditujukan kepada peneliti dan instansi untuk ikut mengembangkan Rancang Bangun Sistem Prediksi Banjir Berbasis *Internet of Things* yang akan dibuat.

## 2.2 Spesifikasi

### 2.2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Rancang bangun sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) adalah suatu sistem yang menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) untuk mengumpulkan data dan memprediksi terjadinya bencana banjir. Sistem ini terdiri dari sensor-sensor yang ditempatkan di lokasi-lokasi yang rawan banjir untuk mengumpulkan data seperti ketinggian air, curah hujan, dan suhu kelembaban lingkungan[3]. Data-data tersebut kemudian dikirim ke cloud untuk diolah menggunakan algoritma prediksi. Hasil prediksi kemudian dikirim kembali ke pengguna untuk memberikan peringatan dini.

Fungsi utama dari rancang bangun sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) adalah untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat agar mereka dapat melakukan evakuasi jika terjadi bencana banjir. Sistem ini juga dapat digunakan untuk membantu pemerintah dalam melakukan mitigasi bencana banjir.

Pada bagian ini mendefinisikan alat/produk yang akan dirancang dan menjabarkan fungsi produk beserta spesifikasi umum terkait alat. Sebagai contoh:

“Alat Deteksi Banjir menggunakan berbagai sensor yang merupakan untuk melakukan pendeteksian banjir. Data yang diambil dari alat deteksi banjir yakni data curah hujan, ketinggian air, suhu dan kelembaban. Dimana data dari alat ini akan disimpan di database yang dipantau dari kejauhan selama 5 menit berbasis *IoT (Internet of Things)*. Kemudian setelah data terkumpul akan dilakukan pengolahan data untuk memprediksi banjir menggunakan machine learning dengan metode LSTM, RBF, dan SVR yang akan diolah selama 15 menit.”

Tabel 2. 1 Daftar Standar Deteksi Banjir

No.	Jenis Parameter	Satuan	Keterangan
Parameter Ketinggian Air :			
1.	1. Aman	cm	Ketinggian 151 – 300+ cm (aman) dari permukaan sungai ke sensor.
	2. Waspada	cm	Ketinggian 51 – 150 cm (waspada) dari permukaan sungai ke sensor.

	3. Bahaya	cm	Ketinggian 50 cm (bahaya) dari permukaan sungai ke sensor.
2.	Curah Hujan	mm	1 atau 0 terjadinya hujan atau tidak.
Parameter Suhu dan Kelembaban :			
3.	1. Suhu	°C	Suhu udara 10 ~ 50°C
	2. Kelembaban	%	Kelembaban udara 0 ~ 100%

Spesifikasi dari rancang bangun sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) meliputi:

1. Sensor yang digunakan untuk mengumpulkan data harus memiliki akurasi yang tinggi dan tahan terhadap kondisi cuaca yang ekstrem.
2. Sistem harus menggunakan protokol komunikasi yang aman dan andal.
3. Cloud harus memiliki kapasitas penyimpanan yang besar dan dapat diakses dengan cepat.
4. Algoritma prediksi harus memiliki akurasi yang tinggi dan dapat disesuaikan dengan kondisi setempat.
5. Sistem harus mudah digunakan oleh masyarakat umum.

Rancang bangun sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) merupakan sistem yang penting untuk dikembangkan di Indonesia. Sistem ini dapat membantu mengurangi risiko kerugian akibat bencana banjir.

Sungai menjadi faktor utama ketika terjadi banjir, karena sungai sebagai penampung air. Banjir umumnya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, permukaan tanah berada di bawah permukaan laut, dan cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan daya serap air yang rendah. Ketika bangunan dibangun di sepanjang tepi sungai, aliran sungai menjadi tidak merata karena terhalangnya puing-puing. dan kurangnya tutupan lahan di daerah hulu. Bahkan di wilayah “bebas banjir”, setiap orang harus waspada terhadap kemungkinan terjadinya bencana alam ini. Berikut parameter yang digunakan dalam memprediksi potensi adanya banjir.

Tabel 2. 2 Ambang Batas Ketinggian Air Sungai Sengkaling

Normal Level	Warning Level	Danger Level
0.2 M	1.5 M	3.5 M

Maka dari itu, diperlukan solusi yang dapat membantu penanggulangan dini dari bencana banjir bagi wilayah sekitar sungai. Project pendeteksi banjir menawarkan beberapa keuntungan dalam menjawab permasalahan prediksi bencana banjir seperti :

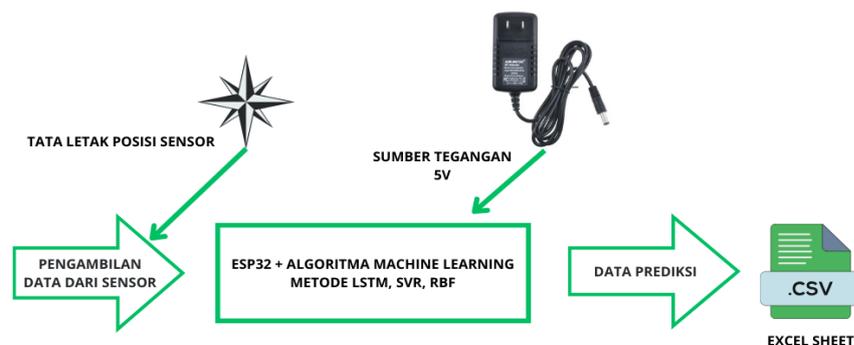
1. Alat Pendeteksi Banjir dapat memberikan prediksi dini terjadinya bencana banjir.
2. Alat Pendeteksi Banjir dapat membantu untuk penanggulangan sebelum terjadinya banjir.
3. Alat Pendeteksi Banjir dapat mempercepat penanggulangan bencana banjir.

Sistem ini menggunakan beberapa metode yang merupakan cara paling ampuh untuk mendeteksi terjadinya banjir. Beberapa komponen yang mendasar untuk melakukan prediksi ini adalah tinggi air sungai, suhu kelembaban lingkungan dan curah hujan. Dan komponen dasar tersebut didukung dengan beberapa fitur unggulan dengan adanya sistem otomasi yang memudahkan pengguna baik yang awam sekalipun. Sistem ini dirancang dan dibuat menggunakan pemrograman C++, Python dan Php sebagai pengolah data tinggi air, curah hujan dan suhu kelembaban lingkungan yang nantinya akan mengeluarkan hasil berupa tinggi air sungai pada sungai diteliti. Banjir dapat terjadi dikarenakan tinggi air dan curah hujan yang tinggi.

Oleh karena itu ada kebutuhan untuk mengembangkan sistem ini sedemikian rupa sehingga dapat menjadi sistem yang sangat efektif, hemat waktu dan efisien. Ini adalah sistem otomatis untuk membantu instansi penanggulangan bencana atau masyarakat dalam pencegahan terjadinya banjir. Cara ini dapat dilakukan dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan kemudian disimpan ke dalam database. Dalam memprediksi suatu bencana banjir dibutuhkan banyak data untuk diolah menggunakan algoritma dalam *machine learning* dengan beberapa metode pemodelan yaitu *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Radian Basis Function (RBF)*, *Support Vector Regression (SVR)* dalam menjawab permasalahan pada sistem kehadiran seperti:

1. Metode LSTM yang dirancang khusus untuk memproses data berurutan, seperti teks atau waktu. LSTM memungkinkan jaringan untuk "mengingat" informasi dari masa lalu dalam jangka waktu yang lebih panjang, membantu dalam pemodelan data yang memiliki dependensi jarak jauh.[4]
2. Metode SVR menggunakan konsep dari *Support Vector Machine* (SVM). Tujuannya untuk menemukan fungsi yang paling cocok dengan data latih dengan meminimalkan kesalahan prediksi. SVR bekerja dengan mencari batas (garis atau permukaan) yang optimal yang memaksimalkan margin dari titik data latih.[5]
3. Metode RBF sangat berguna dalam berbagai konteks dalam ilmu komputer, termasuk dalam jaringan saraf tiruan dan pemodelan kernel untuk algoritma pembelajaran mesin. Dalam konteks jaringan saraf, RBF sering digunakan sebagai fungsi aktivasi atau fungsi basis yang memungkinkan jaringan untuk mempelajari hubungan non-linear antara input dan output. Dalam konteks SVM, RBF adalah fungsi kernel yang memungkinkan SVM menangani masalah pemisahan data yang tidak linier.[6]

Sistem prediksi banjir berbasis *Internet of Things (IoT)* merupakan salah satu sistem prediksi yang paling efisien dalam meningkatkan akurasi prakiraan mitigasi bencana banjir. Fitur-fitur dasar yang akan digunakan dalam proses prediksi banjir adalah software, algoritma, dan program python serta dukungan library keras, sklearn.svm, sklearn.neural network, dan fitur dasar tersebut didukung dengan kontroller ESP32, Sensor Ultrasonic JSN-SR04T, Sensor AM2315, Sensor Raindrop dengan desain yang minimalis.



Gambar 2.1 Ide Diagram Sistem Prediksi Banjir Menggunakan Sensor

Secara singkat, sistem Sistem prediksi banjir berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan Sensor Ultrasonic JSN-SR04T, Sensor AM2315, Sensor Raindrop sebagai input dari sistem. Tata letak posisi alat akan dibutuhkan dalam proses pengambilan data ketinggian air Sungai kemudian akan diproses dengan algoritma *Machine Learning* yang telah terintegrasi dengan ESP32. Data yang dihasilkan berupa data suhu, kelembaban, curah hujan, dan ketinggian air yang dikirim ke excel.

## 2.3 Desain

### 2.3.1 Interaksi Pemakaian

Klasifikasi interaksi pemakai dengan produk yang dibuat dibedakan menjadi tiga jenis interaksi dengan tujuan pemakai mengerti produk yang akan dipakai oleh konsumen :

1. Instalasi dan pengaturan produk.

Instalasi produk yang perlu dilakukan sebagai berikut:

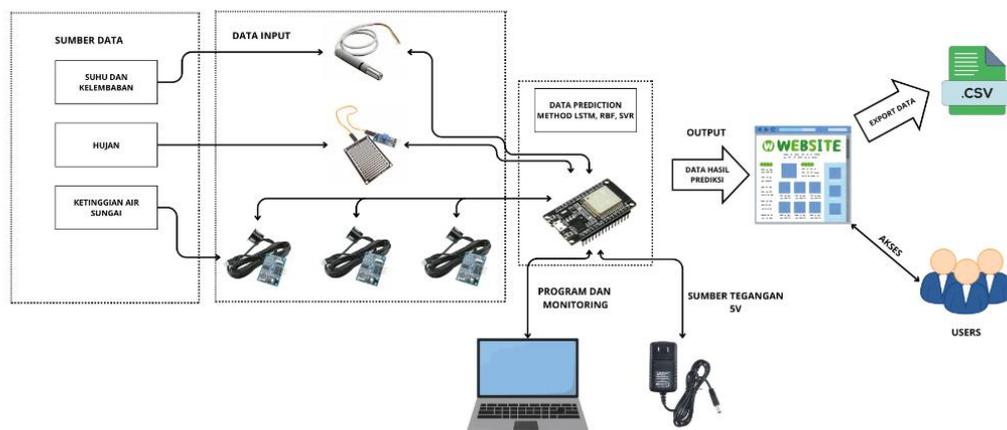
- a. Instalasi produk pada tempat yang membutuhkan data ketinggian air, curah hujan, dan suhu kelembaban dari sensor.
- b. Instalasi produk menggunakan komponen yang tertulis pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Komponen yang Digunakan

<b>Komponen Utama</b>			
Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Pemasangan
ESP32	Mendukung konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dengan kecepatan hingga 150 Mbps. SRAM 520 KB, ROM 448 KB, dan SRAM RTC 16 KB. Dengan supply 5V atau 3.3V	1	Pemasangan di dalam box panel.
Sensor Ultrasonic JSN-SR04T	Jangkauan Maksimum 600 cm, Jangkauan Minimum 20 cm. Frekuensi Ultrasonic 40 kHz. Tegangan kerja 5V DC.	3	Pemasangan di luar box panel dan di klem bagian tebing Sungai.

Sensor AM2315	Temperature Range -40 – 125 oC. Temperature Accuracy +/- 1 oC (Max). Humidity Accuracy +/- 2 %RH. Humidity resolution 0,1 %RH. Dengan supply 3,5 V – 5,5 V DC.	1	Pemasangan di luar sebelah sisi box panel.
Sensor Raindrop	Bantalan penginderaan menggunakan pelat nikel di satu sisi. Sensitivitas yang dimodifikasi melalui Trimpot. Dengan supply 3,3 hingga 5V.	1	Pemasangan di luar box panel dan diletakkan diatas akrilik.
<b>Komponen Penunjang</b>			
Adaptor	Power Supply 5V / 3A untuk daya ESP32	1	Pemasangan adaptor di dalam box untuk ESP32.
Mini Fan	Dengan supply 5V	3	Pemasangan mini fan di dalam box sebagai pendingin hardware.

c. Instalasi produk dipasang seperti gambar 2.2 untuk alur kerja instalasi.



Gambar 2.2 Diagram Desain Sistem Prediksi Banjir

- d. Instalasi produk perancangan *hardware* dan sensor untuk pengambilan data.
- e. Data akan diolah menggunakan machine learning untuk memprediksi banjir dengan 3 metode yaitu LSTM, SVR, dan RBF.
- f. Data yang telah diprediksi akan ditampilkan ke website dengan data *real* agar terdapat perbandingan antar data serta terdapat fitur excel untuk *export* data.

## 2. Cara Pengoperasian Produk

Produk sistem prediksi banjir berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan berbagai sensor utama yaitu 3 Sensor Ultrasonic JSN-SR04T, 1 Sensor AM2315, dan 1 Sensor Raindrop. Pada sistem ini perlu dilakukan uji coba pengambilan data dengan menyesuaikan nilai kondisi lapangan secara langsung. Ketika data sudah sesuai maka dilakukan pengambilan data secara berurutan dengan proses pengambilan data selama 5 menit yang akan disimpan ke dalam *database*. Pengujian sistem ini membutuhkan waktu selama kurang dari 1 bulan di Sungai Sengkaling. Setelah proses pengambilan data selesai lalu dilanjutkan dengan pengujian prediksi data oleh machine learning yang diujikan selama 15 menit tiap prediksi menggunakan 3 metode yaitu *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Support Vector Regression (SVR)*, dan *Radian Basis Function Neural Network (RBFNN)*. Kemudian data hasil dari prediksi akan ditampilkan melalui website sehingga user dapat mengakses dan mengetahui informasi secara jarak jauh dan efisien.

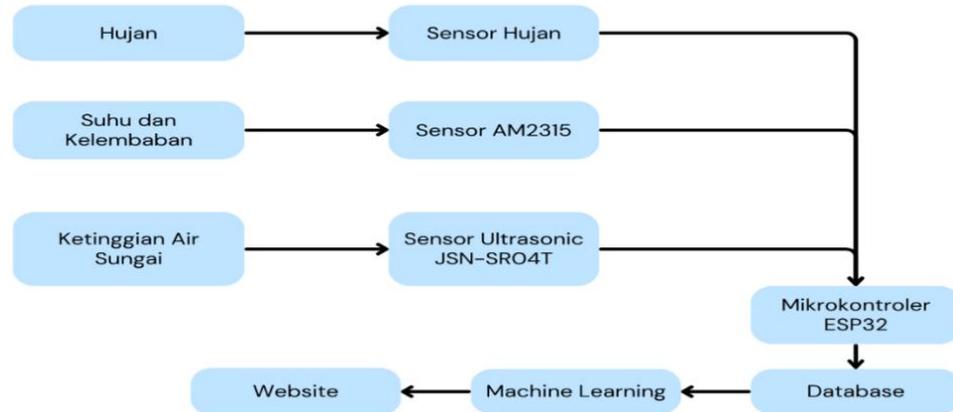
## 3. Perawatan

Di dalam penggunaannya terdapat beberapa bagian yang memerlukan perawatan dengan pengecekan alat, hardware, dan data yang masuk pada database apakah data sesuai yang diinginkan. Apabila data yang masuk ke database tidak sesuai maka akan dilakukan kalibrasi ulang untuk menyesuaikan nilai pada kondisi lapangan.

Produk ini mengusulkan suatu system prediksi banjir berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk membantu dan memudahkan instansi penanggulangan bencana agar dapat melakukan pencegahan bencana khususnya terhadap

bencana banjir untuk memberikan jalan alternatif kepada Masyarakat sekitar.

### 2.3.2 Spesifikasi Fungsi dan Performansi Fungsi



Gambar 2.3 Blok Diagram Prototype

#### 1. ESP32 Devkit V1

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. 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. Dengan supply tegangan 5V dan 3.3V.

#### 2. Sensor Hujan

Sensor Hujan digunakan untuk mendeteksi terjadinya hujan. Data yang diperoleh dari sensor akan diteruskan menuju mikrokontroler untuk menjadi parameter input yang digunakan pada proses prediksi.

#### 3. Sensor AM2315

Sensor ini digunakan untuk mengukur serta mengumpulkan data terkait suhu dan kelembaban. Data yang diperoleh akan diteruskan menuju mikrokontroler untuk menjadi parameter input yang digunakan pada proses prediksi.

#### 4. Sensor *Ultrasonic* JSN-SR04T

Sensor ini digunakan untuk mengukur serta mengumpulkan data terkait ketinggian air. Data yang diperoleh akan diteruskan menuju mikrokontroler untuk menjadi parameter input yang digunakan pada proses prediksi. Perhitungan Jarak pada sensor dapat digunakan dengan rumus :

$$\text{Jarak} = \text{Kecepatan} \times \text{Waktu} \quad (2.1)$$

#### 5. Database

Database MySQL digunakan untuk mengambil data dari database dan menyajikannya ke website. Dengan menggunakan perintah SQL, pengembang dapat mengambil data yang dibutuhkan dari berbagai tabel dalam database.

#### 6. Machine Learning

*Machine learning* berfungsi Ketika data yang tersedia sebagai masukan untuk menganalisis data dalam jumlah besar supaya dapat menemukan pola tertentu. Didalam *machine learning* melibatkan data pelatihan dan data pengujian. Data latihan untuk melatih algoritma *machine learning* dan data pengujian untuk menentukan kinerja algoritma terlatih *machine learning*. Artinya apabila ditemukan data baru yang tidak pernah diberikan pada data pelatihan.

### 2.4 Spesifikasi Produk

Sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) merupakan sistem yang dapat digunakan untuk memprediksi potensi banjir secara akurat dan andal. Sistem ini dapat membantu pemerintah dan masyarakat untuk mengurangi risiko bencana banjir.

Berikut adalah beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) :

Meningkatkan akurasi pengukuran ketinggian air sungai

- Menggunakan sensor ultrasonik dengan akurasi yang lebih tinggi.
- Melakukan kalibrasi sensor ultrasonic secara berkala.

Meningkatkan akurasi prediksi potensi banjir

- Menggunakan model machine learning yang lebih kompleks.
- Melakukan pelatihan model machine learning dengan data yang lebih banyak dan beragam.

Meningkatkan ketahanan sistem terhadap gangguan

- Menggunakan sensor ultrasonik yang lebih tahan terhadap gangguan.
- Menempatkan sensor ultrasonik di lokasi yang strategis.

Dengan melakukan upaya-upaya tersebut, maka kinerja sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT dapat ditingkatkan sehingga dapat lebih efektif dalam membantu pemerintah dan masyarakat untuk mengurangi risiko bencana banjir.

#### 2.4.1 Spesifikasi Fisik dan Lingkungan

Produk sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) harus mampu melakukan kerja dan menjaga performanya setiap waktu. Target konsumen untuk produk sistem ini adalah instansi pemerintah ataupun kelompok masyarakat. Spesifikasi produk terlihat pada Tabel 2.4 spesifikasi performa produk.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Peforma Produk

Parameter	Bahan yang diukur	Range
Kondisi lingkungan saat pengoperasian	Suhu	10 °C hingga 50 °C
	Kelembaban	0% Rh hingga 100% Rh
Ketinggian air	Debit air	20 cm hingga 600 cm
hujan	Intensitas hujan	1 mm
Daya Listrik	Supply Tegangan Sistem	AC 110/220V, 50Hz, DC 5V, 3A

#### 2.4.2 Spesifikasi Standarisasi

Produk sistem prediksi bencana banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) harus memenuhi standar yang berlaku di indonesia sehingga dapat dikenal dan diterima baik oleh konsumen atau pengguna dalam instansi dan perguruan tinggi, standar tersebut sebagai berikut:

1. Suplai daya listrik produk menggunakan adaptor dengan tegangan masuk arus lurus (DC) sebesar 5V untuk dipakai pada ESP32.
2. Memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh masing-masing instansi dan perguruan tinggi dalam mengambil data sensor di daerah Sengkaling.

Beberapa instansi sudah menggunakan sistem prediksi banjir seperti *Early Warning System (EWS)* yang dibuat oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), hal tersebut bukan berarti tidak dapat mencapai standar yang lebih dalam mengambil data sensor, akan tetapi dengan adanya sistem prediksi banjir berbasis

*Internet of Things* (IoT) akan menjadi salah satu produk yang lebih unggul dari sistem sebelumnya sehingga dapat dioperasikan dengan lebih efisien dan akurat.

### 2.4.3 Spesifikasi Keandalan (*Reliability*) dan Perawatan (*Maintainability*)

Uraikan keandalan dan perawatan produk yang ingin dicapai:

- Target MTRR

*MTTR* (*Mean Time To Repair*) adalah waktu rata – rata yang diperlukan untuk memperbaiki komponen dari sebuah sistem. Ditargetkan di dalam melakukan perbaikan, baik untuk mengganti sensor, ataupun mengganti komponen – komponen kecil yang lain dapat dilakukan dalam kurun waktu kurang lebih 60 menit. Hal ini akan dapat dicapai dengan melakukan pengaturan *packaging* dari produk dan penempatan setiap komponen yang perlu diganti secara berkala di tempat yang lebih mudah dijangkau dan mudah untuk dibongkar ataupun dipasang kembali.

- Pola Operasi

Agar alat purifikasi lebih tahan lama maka perawatan yang perlu dilakukan adalah mengecek dan mengganti beberapa komponen yaitu pada sensor. Penggantian sensor dilakukan oleh teknisi atau tim *engineer* agar data dan program tidak hilang. Pengecekan secara berkala, dari segi *hardware* dan juga *software* perlu dicek. Pada saat melakukan perawatan rutin maka sumber listrik harus dimatikan karena dapat menyetrum dan merusak komponen. Untuk perbaikan di luar yang disebutkan di atas, dianjurkan meminta bantuan teknisi.

## 2.5 Verifikasi

### 2.5.1 Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa tahapan, dimana dalam proses pengujian *prototype* untuk mengetahui apakah semua fungsi perangkat lunak atau perangkat keras yang dibuat telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional, setelah itu proses pengujian prediksi banjir terhadap ketinggian air sungai, intensitas curah hujan, serta suhu dan kelembaban. Pada dokumen ini melakukan proses penyesuaian nilai sensor yang telah terpasang di sengkaling:

- 1) Kalibrasi Sensor Ultrasonic JSN-SR04T

Pada tahapan ini merupakan proses pengujian terhadap sensor ultrasonik dengan mengukur ketinggian air sungai untuk sebagai acuan yang digunakan sebagai parameter level air dimana terdapat 3 parameter yakni aman, waspada, dan bahaya dengan ketentuan *range* yang ada.

#### 2) Pengujian Sensor Hujan

Pada tahapan pengujian terhadap sensor hujan dilakukan dengan cara memberikan beberapa tetes air pada permukaan sensor yang bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut tahan terhadap air. Prinsip kerja dari sensor hujan seperti halnya push button yang hanya mengeluarkan nilai 0 atau 1 apabila nilai sensor bernilai 1 maka terdeteksi air yang menyentuh pada bantalan nikel sensor.

#### 3) Pengujian Sensor AM2315

Pada tahapan pengujian terhadap sensor suhu dan kelembaban dilakukan dengan cara mengukur suhu serta kelembaban yang ada di sekitar lokasi pengujian apakah sensor ini sesuai atau tidak dengan suhu yang sebenarnya dan perlu diujikan tingkat akurasi dari sensor AM2315.

#### 4) Pengujian Data Prediksi

Pada tahapan pengujian ini ketika data yang telah dikumpulkan dan disimpan ke dalam *database*. Maka proses pengujian ini dilakukan dengan *machine learning* dimana dalam pengolahan data tersebut menggunakan 3 metode yakni *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Support Vector Regression (SVR)*, dan *Radian Basis Function Neural Network (RBFNN)*. Proses ini digunakan untuk memprediksi data sensor yang telah disimpan ke dalam *database* untuk membandingkan metode mana tingkat akurasi prediksinya cukup akurat.

Pengujian di lapangan dilakukan dengan mengukur ketinggian air sungai pada lokasi yang sebenarnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik dan pengolahan data yang akurat. Kemudian, data ketinggian air yang diukur oleh sensor dibandingkan dengan data prediksi dari parameter yang ada.

### 2.5.2 Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem adalah sensor *Ultrasonic JSN-SR04T*. Hal ini dikarenakan sensor ini merupakan satu elemen

yang mengukur level ketinggian air dari sungai. Untuk toleransi pada ketinggian air sungai harus disesuaikan dengan kondisi sungai yang diamati. Jika sungai tersebut memiliki kedalaman yang relatif dangkal, maka toleransi ketinggian air sungai dapat diturunkan. Sebaliknya, jika sungai tersebut memiliki kedalaman yang relatif dalam, maka toleransi ketinggian air sungai harus dinaikkan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan dari tingginya peletakan sensor terhadap permukaan air Sungai. Dimana pada ketinggian permukaan air Sungai terhadap sensor dengan kisaran tinggi 350 cm.

### **2.5.3 Pengujian Keandalan**

Pengujian keandalan dilakukan dengan pengetesan keawetan alat, serta pengetesan sistem seberapa cepat dalam memproses data, dan pemenuhan spesifik baik secara fisik dan sistem yang dapat diandalkan. Pada pengujian keawetan alat dilakukan untuk menguji seberapa tahan lama alat akan dapat beroperasi yaitu dengan cara alat tetap *stay* menyala hingga 24 jam untuk mengetahui sistem tetap bekerja dengan normal ataupun tidak, kemudian melakukan pengujian sistem dalam melakukan proses data yaitu dengan melakukan pengujian sistem prediksi banjir menggunakan data yang telah direkam oleh sensor dan disimpan ke *database*.

## **2.6 Biaya dan Jadwal**

Usaha dalam pengembangan produk ini dilakukan uji coba terlebih dahulu, dari segi keawetan alat, pengetesan sistem pemrosesan data dan perkembangan kualitas hasil deteksi. Pada pengembangan ini juga memiliki target pengguna yaitu memberikan peringatan dini bencana banjir. Upaya yang akan diperbaiki adalah desain perangkat lunak, sistem, program dan juga inovasi desain perangkat keras serta menjabarkan terkait biaya komponen, perhitungan biaya produksi dan jadwal pengerjaan atau tugas masing-masing anggota kelompok.

### **2.6.1 Analisis Biaya**

Dalam proses pengembangan dan pembuatan produk maka diperlukan tenaga kerja dan bahan-bahan yang digunakan. Produk yang dibuat membutuhkan biaya pengembangan dan produksi. Berikut tabel analisis biaya pengembangan modul ini.

Tabel 2. 5 Analisis Biaya

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
Esp32	Rp 68.000	1 pcs	Rp 68.000
Modem WiFi	Rp 115.000	1 pcs	Rp 115.000
Adaptor	Rp 44.500	1 pcs	Rp 44.500
AM2315 I2C	Rp 380.000	1 pcs	Rp 380.000
Ultrasonic Sensor	Rp 75.000	3 pcs	Rp 225.000
Sensor Hujan	Rp 30.000	1 pcs	Rp 30.000
Kabel USB	Rp 30.000	1 pcs	Rp 30.000
Kabel jumper	Rp 5000	1 meter	Rp 5.000
Tiang	Rp 450.000	1	Rp 450.000
PCB	Rp 90.000	1 pcs	Rp 90.000
Hosting Website	Rp 1.000.000	1	Rp 1.000.000
Total			Rp 2.437.500

### 2.6.2 Jadwal Kegiatan

Tabel 2. 6 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-									Penanggung Jawab
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Ide / Gagasan Sistem										Kelompok
2	Spesifikasi Fungsional Sistem Secara Menyeluruh										Hasyrul
	Spesifikasi dari Rancangan Perangkat Keras dan Lunak										Hasyrul
4	Rancangan Perangkat Keras dan Lunak Sistem										Naufal
5	Implementasi Modul Perangkat Keras dan Perangkat Lunak										Naufal
6	Pengujian Sistem										Rizky
7	Verifikasi										Rizky