



# 9.86%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 10 FEB 2025, 11:15 AM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
0.19%

● CHANGED TEXT  
9.66%

## Report #24742471

BAB I PENDAHULUAN Dalam penelitian ini, bab pendahuluan meliputi latar belakang sebagai dasar utama untuk melakukan penelitian ini, mengidentifikasi masalah, menetapkan tujuan, menjelaskan manfaat, menyoroti kebaruan, dan menyusun suatu kerangka penulisan yang akan diadopsi. **25** 1.1 Latar Belakang Hujan dengan curah hujan yang tinggi telah menjadi salah satu tantangan utama dalam manajemen bencana di Indonesia. Pada Februari hingga April 2024, wilayah di Indonesia mengalami curah hujan kategori menengah hingga tinggi. Berdasarkan data BMKG (2024), curah hujan rendah terjadi di 2,28% wilayah, curah hujan menengah di 173,18% wilayah, dan curah hujan tinggi hingga sangat tinggi di 124,54% wilayah. BMKG juga memprediksi pada Juni hingga Agustus 2024 mendatang, curah hujan kategori rendah akan terjadi di 15,92% wilayah, kategori menengah di 70,99% wilayah, dan kategori tinggi hingga sangat tinggi di 13,09% wilayah. Berdasarkan data tersebut, kemungkinan terjadinya banjir di beberapa wilayah cukup tinggi. Tangerang Selatan termasuk daerah rawan banjir. Data Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan (2024) menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terdapat 44 kelurahan, 9.319 keluarga, dan 37.276 jiwa yang terdampak banjir. Sepanjang tahun 2023, terdapat 30 titik kejadian banjir di Kota Tangerang Selatan, salah satunya di Komplek Payung Mas (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Tangerang Selatan, 2024). Payung Mas adalah kompleks yang terletak di Kelurahan

REPORT #24742471

Cipayung, Ciputat, yang dikenal rawan banjir karena adanya aliran sungai di sisi perumahan yang lebih tinggi dari permukiman warga. Saat hujan deras, air sungai sering meluap dan menyebabkan banjir. Saat ini, Payung Mas hanya mengandalkan pos penanda banjir untuk mengukur ketinggian air. Pos penanda banjir adalah sistem pemantauan sederhana yang menggunakan alat ukur fisik, seperti tongkat atau papan skala, untuk mengukur ketinggian air di lokasi tertentu. Metode konvensional seperti ini memiliki keterbatasan dalam kecepatan respons dan bergantung pada pengamatan manusia. Tidak ada sistem peringatan dini yang dapat memberikan informasi otomatis kepada warga. Akibatnya, warga baru menyadari potensi bahaya setelah air mencapai batas tertentu. Beberapa sistem pemantauan sungai yang telah dibuat sebelumnya di daerah lain juga masih sebatas pada fungsi monitoring. Sistem tersebut hanya berfokus pada pemantauan kondisi air, seperti ketinggian dan debit air, tanpa kemampuan untuk memprediksi potensi banjir. Penerapan Internet of Things (IoT) yang dikombinasikan dengan algoritma prediksi menjadi solusi yang dapat memantau kondisi sungai sekaligus memberikan hasil prediksi berdasarkan data yang dikumpulkan. Sensor-sensor yang digunakan terhubung ke sistem yang mengolah data secara real-time, sehingga memungkinkan deteksi dini terhadap potensi banjir dan penyampaian informasi yang lebih cepat. Algoritma Support Vector Machine (SVM) digunakan dalam

sistem ini untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari sensor. SVM mampu mengidentifikasi pola data dari faktor-faktor lingkungan yang dinamis. Algoritma ini efektif dalam menangani jumlah data yang terbatas serta dapat memberikan prediksi dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode berbasis aturan sederhana. Hasil prediksi dari sistem ini akan diintegrasikan dengan Telegram melalui chatbot untuk memberikan notifikasi otomatis kepada warga. Telegram dipilih karena mudah diakses, ringan, dan kompatibel dengan berbagai perangkat, sehingga informasi dapat diterima dengan cepat oleh pengguna. Dengan sistem ini, diharapkan warga dapat menerima informasi lebih awal dan memiliki waktu yang cukup untuk mengambil tindakan pencegahan, sehingga dapat mengurangi dampak banjir di Komplek Payung Mas.

22 1.2 Identifikasi Masalah Rumusan masalah dan batasan masalah berperan sebagai pedoman utama bagi peneliti dalam menjalankan penelitian. Rumusan masalah berisi pertanyaan yang menjadi fokus penyelesaian, sedangkan batasan masalah mencakup wilayah dari ruang lingkup peneliti.

9 29 1 Rumusan Masalah Rumusan masalah yang telah ditetapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara membangun sebuah sistem untuk melakukan prediksi banjir?
2. Bagaimana algoritma Support Vector Machine dapat membantu sistem dalam melakukan prediksi banjir?
3. Bagaimana sistem prediksi banjir dapat memberikan peringatan dini banjir secara real-time kepada warga?

1.2.2 Batasan Masalah Batasan yang ditentukan oleh peneliti memiliki tujuan agar dapat mencapai hasil yang maksimal adalah sebagai berikut.

- 7 26 1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem prediksi banjir menggunakan algoritma Support Vector Machine.
2. Penelitian ini berfokus pada satu lingkungan tertentu secara spesifik.
3. Penelitian ini berfokus pada variabel curah hujan, tinggi air, dan debit air sebagai faktor utama dalam prediksi banjir.
4. Jangka waktu penggunaan dataset dalam penelitian ini dibatasi hingga tiga tahun terakhir.

21 1.3 Tujuan Penelitian Tujuan penelitian berikut disusun dengan merujuk pada latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya.

1. Membangun sistem prediksi banjir menggunakan teknologi Internet of Things

yang dapat memberikan prediksi secara real-time menggunakan algoritma Support Vector Machine. 2. Mengetahui tingkat akurasi algoritma Support Vector Machine dalam memprediksi banjir sesuai kategorinya. 3. Mengembangkan sistem prediksi banjir untuk membantu warga Komplek Payung Mas.

1.4 Manfaat Penelitian Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada tiga aspek utama, yaitu bagi masyarakat, bagi peneliti, dan bagi ilmu pengetahuan. 1 Manfaat- manfaat tersebut telah diuraikan oleh peneliti dan dapat dijelaskan sebagai berikut. 1.4 1 Manfaat Bagi Masyarakat Masyarakat diharapkan dapat merasakan manfaat dari penelitian ini, yaitu untuk meningkatkan manajemen bencana mencakup peringatan dini terhadap potensi banjir. Informasi mengenai prediksi banjir akan diintegrasikan lewat telegaram. Oleh karena itu, masyarakat dapat lebih mudah dalam melakukan pemantauan informasi tersebut.

1.4.2 Manfaat Bagi Peneliti Suatu penelitian harus berdampak positif bagi orang lain, termasuk peneliti itu sendiri. 1 Peneliti akan mendapatkan manfaat berupa peningkatan pemahaman dalam pengembangan sistem prediksi banjir terintegrasi IoT, serta pengalaman praktis dalam merancang solusi teknologi yang efisien dan inovatif.

1.4 3 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang penting dalam kemajuan ilmu pengetahuan, terkait integrasi sistem cerdas dengan teknologi IoT. Temuan dari penelitian yang dilakukan dapat menjadi referensi yang berharga bagi penelitian-penelitian berikutnya, membuka wawasan baru mengenai penerapan metode SVM dalam sistem prediksi banjir yang terintegrasi dengan IoT dan platform komunikasi telegram. 1 1.5 Kebaruan Penelitian - penelitian yang dilakukan umumnya bertujuan untuk meningkatkan hasil yang telah dicapai oleh peneliti sebelumnya. Hal serupa berlaku dalam penelitian yang sedang dilakukan oleh peneliti. Kebaruan dari penelitian ini yaitu mengintegrasikan antara teknologi Internet of Things dengan Machine Learning terhadap sistem prediksi banjir. Sistem yang dikembangkan memiliki keunggulan dibandingkan metode konvensional seperti pos penanda banjir maupun sistem monitoring yang hanya berfungsi untuk pemantauan

kondisi air tanpa prediksi. Dalam sistem ini, semua proses dijalankan secara otomatis. Pengambilan data dilakukan oleh sensor tanpa intervensi manusia. Proses prediksi juga berjalan secara otomatis menggunakan algoritma SVM yang dapat menganalisis pola data sungai. Informasi terkait prediksi langsung dikirimkan melalui Chatbot Telegram setiap kali terjadi perubahan kondisi, sehingga masyarakat dapat menerima peringatan dini dengan lebih cepat.

1.6 Kerangka Penulisan Penyusunan laporan ini mengacu pada ketentuan yang ditetapkan oleh Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Pembangunan Jaya, dengan penambahan informasi secara sistematis sesuai program studi Informatika, serta mengikuti format yang terdiri dari 6 bab.

1.6.10 BAB I PENDAHULUAN Bagian ini berisi subbab latar belakang, identifikasi masalah, yang membahas aspek latar belakang penelitian, identifikasi masalah dengan rumusan dan batasan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan, dan juga kerangka penulisan.

1.6.11 BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab ini meliputi dua bagian, yaitu subbab yang membahas pencapaian sebelumnya serta tinjauan teoritis yang mendasari penelitian.

1.6.12 BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN Bab ini akan menyajikan secara rinci tahapantahapan prosedur penelitian dari awal hingga selesai. Selain itu, bab ini juga menjelaskan terkait perangkat yang digunakan dalam penelitian.

1.6.13 BAB IV PERANCANGAN Bab ini akan membahas secara detail mengenai langkah-langkah penelitian, mulai dari kebutuhan sistem hingga rancangan antarmuka aplikasi.

1.6.14 BAB V HASIL Bab ini difokuskan pada hasil penelitian, dengan tujuan menyajikan pembahasan yang komprehensif mengenai hasil yang diperoleh.

1.6.15 BAB VI PENUTUP Bab ini memberikan deskripsi singkat terkait hasil penelitian, yang dituliskan di dalam sub bab kesimpulan, serta memberikan pandangan untuk peneliti berikutnya, yang dicantumkan di dalam sub bab saran.

1.6.16 BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab ini bertujuan untuk meninjau temuan dan konsep yang telah dipresentasikan sebelumnya, dengan tujuan untuk meningkatkan dan memberikan landasan yang kokoh bagi penelitian yang sedang dilakukan oleh peneliti.

2.1 Pencapaian Terdahulu Pencapaian terdahulu digunakan sebagai panduan referensi

oleh peneliti dalam memperkuat data dan argumentasi, guna memastikan bahwa penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan dampak yang signifikan serta menghindari duplikasi hasil penelitian terkait fenomena yang sama.

Berikut adalah Tabel 2.1 yang mencakup referensi sebelumnya yang terdiri dari publikasi ilmiah atau jurnal yang sesuai dan berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tabel 2.1 Pencapaian Terdahulu Pencapaian

ke-1 Nama Penulis Tenda, E. P., Lengkong, A. V., Pinontoan, K. F

(2021) Judul Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter

Hasil Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi, diperlukan kalibrasi sensor ultrasonik. Selain itu, penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mengukur tinggi permukaan air sungai dengan tingkat akurasi yang memuaskan, yang terbukti melalui galat rata-rata hasil pengujian lapangan sebesar 0,47%. Selisih waktu pembacaan data ketinggian permukaan air sungai dengan pemutakhiran pada Twitter, sebesar  $\pm 1$  detik, dianggap tidak signifikan. Pengembangan sistem berbasis IoT dan jejaring sosial Twitter dalam penelitian ini juga memperlihatkan bahwa informasi mengenai risiko bencana bisa didapatkan, diproses, dan disebarluaskan kepada masyarakat dengan instan dan mudah. **3** Pencapaian

ke-2 Nama Penulis Saruni Dwiasnati, Yudo Devianto (2021) Judul Optimasi Prediksi Bencana Banjir menggunakan Algoritma SVM untuk penentuan Daerah Rawan Bencana Banjir Hasil Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan feature selection Weight by Correlation pada model algoritma SVM dapat signifikan meningkatkan nilai Accuracy dan AUC dibandingkan dengan model SVM yang tidak menggunakan feature selection. Dengan penggunaan feature selection, nilai Accuracy meningkat dari 66.49% menjadi 81.18%, sementara nilai AUC meningkat dari 0.716 menjadi 0.943. Peningkatan tajam didapat untuk Accuracy, dengan selisih 14.69 untuk Accuracy dan 0.227 untuk AUC. Hasil akhir

menunjukkan bahwa pemilihan fitur Weight by Correlation sangatlah efektif dalam meningkatkan kinerja algoritma SVM. Pencapaian ke-3 Nama Penulis Agnes Frenica, Lindawati, Sopian Soim (2023) Judul Implementasi Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Deteksi Banjir Hasil Hasil pengujian

menunjukkan bahwa algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk mendeteksi status banjir menunjukkan bahwa kernel polinomial memiliki performansi terbaik jika dibandingkan dengan kernel yang lain. Akurasi pengujian dan pelatihan kernel polinomial mencapai nilai 1.0, sementara waktu pelatihan dan pengujian tercepat dibandingkan dengan kernel lainnya, yakni 0.0012s dan 0.0002s. Dari hasil confusion matrix, diketahui bahwa kernel polynomial secara konsisten memberikan nilai 1.0 untuk semua metrik evaluasi, mengindikasikan kemampuan yang unggul dalam membedakan kelas-kelas dalam data.

**17** Hasil pengujian parameter AUC dengan kurva ROC, menunjukkan bahwa potensi model polinomial dalam melakukan prediksi antar dua kelas tanpa kesalahan.

Penelitian ke-4 Nama Penulis Ike Fitriyaningsih, Yuniarta Basani (2019) Judul Prediksi Kejadian Banjir dengan Ensemble Machine Learning Menggunakan BP-NN dan SVM Hasil Berdasarkan hasil penelitian, prediksi curah hujan dan debit air yang didapatkan secara optimal, dilakukan selama 6 hari. Pembagian data dibagi menjadi dua: data training dan datatesting, sebesar 60:40. Hasil yang didapat dari penelitian prediksi banjir menggunakan SVM yaitu, sistem memprediksi yakni sejak tanggal 26 Desember 2019, tidak akan terjadi kejadian banjir dalam jangka waktu 6 hari ke depan. Penelitian ke-5 Nama Penulis Rudi Hermawan, Dewanto Rosian Adhy, Arip, Siti Maesaroh, Akpil Mauhib (2023) Judul Pemanfaatan Sensor Curah Hujan Dan Debit Air Sungai Untuk Monitoring Banjir Berbasis Internet of Things Hasil Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan sistem monitoring banjir berbasis IoT berhasil dilakukan. Integrasi antar sensor, seperti rainfall sensor, flow sensor, serta mikrokontroler berhasil dilakukan, dan tersambung dengan server. Pembuatan website monitoring berhasil dibuat, sehingga masyarakat dapat memantau secara langsung. Hasil penelitian ini dapat menjadi solusi dalam proses management dissaster, serta tambahan titik dalam monitoring curah hujan dan debit air sungai. Dalam penelitian ini, diharapkan adanya perkembangan sistem, dengan menggunakan data historis, sehingga dapat menciptakan sistem prediksi yang dapat belajar berdasarkan data.

Penelitian ke-6 Nama Penulis Ikhthison Mekongga, Mustaziri, Sri Intan handayani, Aryanti Aryanti (2023) Judul Integrasi Telegram App dalam Sistem Pemantauan Ketinggian Air Berbasis Internet of Things (IoT) Hasil Dari pengujian, ditemukan bahwa ESP8266 hanya dapat terhubung ke jaringan WiFi dalam jarak maksimal 7 meter. LCD berfungsi sebagaimana mestinya dengan menampilkan informasi kondisi ketinggian air. LCD akan terus memperbarui informasi setiap kali terjadi perubahan kondisi ketinggian air, dan notifikasi akan dikirimkan melalui aplikasi Telegram oleh ESP8266 ketika ketinggian air melebihi 20cm. Penelitian ke-7 Nama Penulis Rizal, M. (2019). Judul Sistem Pemberi Peringatan Dini Terhadap Bencana Gempa Bumi Menggunakan Metode Bayesian Berbasis Internet of Things Hasil Sistem prototipe pemberi peringatan dini gempa menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor Piezo Vibration. Sistem ini beroperasi dengan baterai 9V dan terhubung otomatis ke internet untuk mengirimkan data ke database. Saat mendeteksi gempa yang berbahaya, sistem mengirim notifikasi ke smartphone pengguna dalam waktu  $\pm 2,3$  detik, jauh lebih cepat dibanding sistem BMKG yang membutuhkan  $\pm 5$  menit, sehingga dapat dikategorikan sebagai sistem real-time. Pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi dan data ke database mencapai 100%, dengan model klasifikasi berbasis Bayes memiliki akurasi 95,24%. Selain peringatan dini, aplikasi juga menyediakan fitur tambahan seperti Emergency Call dan Safe Place. Namun, sistem masih memiliki keterbatasan, terutama dalam parameter pengukuran gempa yang hanya mengandalkan magnitudo tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti lokasi dan kedalaman.

## 2.2 Tinjauan Teoritis

Pada bab tinjauan teoritis, digunakan oleh peneliti untuk memaparkan teori- teori dan segala informasi yang terkait secara erat dalam penelitian, sehingga memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai konteks dan implementasi dari penelitian yang dilakukan.

### 2.2.1 Banjir

Banjir merupakan bencana alam yang umum terjadi di berbagai belahan dunia, memberikan dampak serius terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial masyarakat. Pada dasarnya,

bencana banjir berasal dari fenomena curah hujan yang berlebihan, menyebabkan volume air yang tidak dapat diserap oleh wilayah tertentu. Selain itu, topografi suatu daerah juga turut berperan karena sifat air yang selalu mengarah ke ketinggian yang lebih rendah. Hal ini membuat daerah dengan dataran rendah memiliki kecenderungan yang lebih tinggi untuk tergenang oleh banjir (Sa'dan et al., 2019). Penelitian telah menyoroti faktor penyebab terjadinya banjir, faktor terbesarnya yaitu akibat curah hujan. Berdasarkan hasil penelitian dari 76.7% responden, bencana banjir di suatu daerah dapat diindikasikan saat meningkatnya curah hujan (Patandean et al., 2021).

#### 2.2.1.1 Banjir Lokal

Banjir lokal adalah kondisi dimana terjadi penumpukan air di beberapa titik, menghambat aliran air menuju saluran pembuangan utama. Banjir lokal disebabkan oleh curah hujan tinggi secara lokal, terjadi secara tiba-tiba dan mendadak, mempengaruhi area yang relatif kecil seperti permukiman padat penduduk atau daerah perkotaan, serta menyerang daerah dengan sistem drainase yang rendah (Yutantri et al., 2023). Penanganan banjir lokal menuntut respons cepat dan tanggap darurat karena banjir lokal seringkali terjadi secara mendadak.

#### 2.2.1.2 Banjir Reguler

Banjir reguler adalah banjir yang terjadi karena siklus alami dan periodek seperti musim hujan atau pasang surut air laut. Jenis banjir ini biasanya dapat diprediksi kedatangannya. Banjir ini umumnya terjadi secara musiman atau tahunan dengan rentang waktu antara 5 hingga 10 tahun, dengan intensitas yang tinggi (Yutantri et al., 2023).

#### 2.2.2 Sistem Tertanam (Embedded Systems)

Sistem tertanam merupakan jenis sistem komputer yang dirancang untuk melakukan tugas-tugas spesifik dan umumnya diintegrasikan ke dalam satu sistem secara menyeluruh (Falah Pramanta et al., 2023). Sistem ini berbasis mikrokontroller atau mikroprosesor, yang ditanami sebuah kode untuk menjalankan perangkat lunak dalam melakukan fungsi tertentu.

#### 2.2.2.1 Sistem Tertanam Terkendali (Control System)

Sistem tertanam kendali adalah bagian dari sistem tertanam yang tidak dilengkapi dengan kecerdasan buatan tambahan. Tujuannya adalah untuk

memberikan bantuan kepada manusia dalam mengeksekusi tugas-tugas tertentu, namun sistem ini bergantung pada intervensi manusia untuk pengambilan keputusan dan pelaksanaan tindakan (Handoko, 2023).

#### 2.2.2.2 Sistem

Tertanam Cerdas (Smart System) Sistem tertanam cerdas adalah sistem yang telah diberikan kecerdasan buatan yang meniru kemampuan manusia, bertujuan untuk mendukung aktivitas manusia. Sistem ini dirancang untuk memberikan bantuan dalam menjalankan tugas tertentu dengan akurat tanpa perlu intervensi manusia (Handoko, 2023).

#### 2.2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things adalah perangkat fisik yang terkoneksi melalui internet, memungkinkan interaksi dan pertukaran data antar perangkat tanpa memerlukan campur tangan manusia. **2** Tujuan utama dari IoT adalah untuk menghadirkan kecerdasan dan konektivitas pada objek sehari-hari, meningkatkan efisiensi melalui otomatisasi, kenyamanan melalui integrasi sistem, dan keamanan dalam kehidupan sehari-hari. IoT menggambarkan dunia yang

#### 2.2.4 NodeMCU ESP8266

Gambar 2.1 NodeMCU ESP8266 Gambar 2.1 menampilkan bentuk fisik dari NodeMCU ESP8266, sebuah papan elektronik yang berbasis chip ESP8266. NodeMCU memiliki fungsi utama untuk terhubung ke jaringan WiFi, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data melalui internet (Satria, 2022). Dengan fitur ini, NodeMCU sering digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT) untuk mengontrol perangkat dan mentransmisikan informasi secara online.

#### 2.2.5 Sensor Water Flow

Gambar 2.2 Sensor Flow Sensor Water Flow, yang terlihat pada Gambar 2.2, digunakan untuk menentukan volume air yang sedang mengalir, dengan cara mengaktifkan motor yang diukur dalam liter (Ramadhan et al., 2019). Pergerakan motor akan berlangsung sejalan dengan tingkat kecepatan aliran air. **34** Sensor ini terdiri dari valve plastik, rotor air, dan penggunaan sensor efek Hall. Penerapan sensor

flow menggunakan fenomena efek Hall, yang mana sinyal tegangan dalam bentuk pulsa akan ditangkap, dan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler.

#### 2.2.6 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04  
Kerja dari sensor ultrasonik HCSR04 yaitu mengukur jarak dari suatu

objek dengan rentang tertentu. pengukuran sekitar 2 hingga 450 cm.

Sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik untuk menentukan jarak antara objek di sekitar, yang bisa diukur dari jarak 2 hingga 450 cm.

Prinsip kerja sensor ultrasonik terdiri dari pengiriman pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, diikuti oleh penerimaan dan penghitungan waktu respons sinyal pantulan yang dikembalikan dalam satuan mikrodetik (Puspasari et al., 2019). 2.2

8 7 Sensor Tipping Bucket Gambar 2.4 Sensor Tipping Bucket Sensor

tipping bucket adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur curah hujan. Sensor ini terdiri dari sebuah ember atau wadah yang terbalik di atas

sebuah poros. Sensor ini bekerja dengan cara mengukur jumlah air hujan yang jatuh dengan sistem jungkat jungkit (Utama et al., 2022). Ketika

curah hujan masuk ke dalam ember, ember akan terisi hingga mencapai titik tertentu. Saat ember penuh, ia akan terbalik secara otomatis,

memindahkan air ke wadah pengumpul lainnya dan mencatat setiap kali ember terbalik sebagai satu pengukuran curah hujan. 2.2 12 23 8 Support Vector

Machine (SVM) SVM adalah algoritma yang digunakan sebagai pembelajaran terarah (supervised learning). 35 Algoritma ini diterapkan dalam melakukan

tugas klasifikasi dan regresi data. SVM efektif dalam memisahkan dua kelompok data dengan menghitung jumlah titik data yang kritis di luar

sampel pelatihan. SVM mampu memberikan klasifikasi yang lebih akurat dibandingkan dengan sebagian besar algoritma lainnya (Idris et al.,

2023). Gambar 2.5 Ilustrasi SVM Algoritma ini bekerja dengan cara

memisahkan dua kelas pada dataset melalui hyperplane, yaitu sebuah bidang pemisah di ruang berdimensi tinggi. Variabel utama dalam dataset

terbagi menjadi dua jenis: variabel x mewakili data, sedangkan variabel y menunjukkan kelas dari setiap data. Hyperplane memiliki karakteristik

khas, yaitu memisahkan kelas pertama di satu sisi dengan label 1,

sedangkan kelas lainnya ditempatkan di sisi yang berlawanan dengan label

-1. (Frenica & Soim, 2023). Akurasi model SVM bergantung pada

pemilihan kernel dan penyesuaian parameter yang sesuai untuk menghasilkan performa optimal. Tabel 2.3 menjelaskan empat jenis fungsi kernel yang

digunakan beserta formula masing- masing kernel. Tabel 2.2 Tabel Kernel

SVM No Kernel Function Formula 1. Dotproduct  $K(x_n, x$

$i) = (x_n, x_i)$  2. RBF  $K(x_n, x$

$i) = \exp(-\gamma ||x_n - x_i||^2)$  3. Sigmoid

$K(x_n, x_i) = \tanh(\gamma(x_n, x$

$i) + r)$  4. Polynomial  $K(x_n, x_i) = ($

$(x_n, x_i) + r)^d$  2.2.9 phpMyAdmin Gambar 2.6 phpM

yAdmin PhpMyAdmin merupakan sistem manajemen basis data berbasis web

yang digunakan untuk menangani pengelolaan database dalam lingkungan

website (World Wide Web) (Hartiwati, 2022). PhpMyAdmin mendukung berbagai

operasi database, seperti membuat, mengedit, dan menghapus d 19 tabase, tabel,

serta data di dalamnya. Bahasa yang digunakan oleh phpMyAdmin adalah

SQL (Structured Query Language), yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan uery

secara manual maupun otomatis. 2.2.10 Telegram Telegram merupakan aplikasi

pesan instan yang populer dengan berbagai fitur. Menurut data dari

World Population Review (2024), telegram memiliki 55,2 juta pengguna

aktif harian dan 700 juta pengguna aktif per bulan, meningkat sekitar

230% dari tahun 2019 sampai sekarang. Salah satu fitur telegram yang

menjadi sorotan yaitu kemampuan untuk membuat dan mengelola bot. Bot

telegram adalah akun otomatis yang berinteraksi dengan pengguna melalui

pesan, mampu memberikan informasi, menerima perintah, dan melakukan

tugas-tugas tertentu sesuai dengan kebutuhan, bahkan dapat mengirm

perintah ke perangkat Internet of Things. Bot telegram dapat diinstal

dan dijalankan pada smartphone, tablet, dan komputer, memberikan fleksibilitas tinggi p

1 14 da pengguna. BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN Bab ini membahas

mengenai fokus penelitian dan langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan oleh penel

1 ti untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Langkah-langkah ini dibedakan

menjadi dua bagian: langka pengerjaan dan metode pengujian. 3.1 Objek

Penelitian Fokus utama dalam suatu penelitian terletak pada objek

penelitian, yang berperan dalam menentukan cakupan serta variabel yang

digunakan. Pada penelitian ini, objek yang diteliti adalah sistem

prediksi banjir real-time berbasis Internet of Things (IoT) dengan penerapan algoritma SVM di Sungai Payung Mas, Ciputat. Penelitian ini menggunakan objek material, yaitu sebuah sistem yang dirancang untuk memantau dan memprediksi potensi banjir. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini mencakup curah hujan, tinggi air, dan debit air di lingkungan Sungai Payung Mas. Pengambilan data variabel dilakukan melalui pengukuran langsung di Sungai Payung Mas serta menggunakan data sekunder dari website BMKG guna memastikan akurasi prediksi yang lebih baik.

### 3.2 Jenis Data

Dalam penelitian ini, terdapat dua kategori data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui pengukuran menggunakan sensor, yang kemudian disimpan dalam database untuk dianalisis lebih lanjut. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari hasil pembacaan literatur penelitian terdahulu yang memiliki korelasi atau keterkaitan dalam pengembangan sistem ini. Data sekunder digunakan sebagai referensi dalam merancang dan meningkatkan akurasi sistem prediksi banjir yang dikembangkan.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan prosedur atau teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam suatu penelitian, dengan tujuan memastikan keakuratan mendukung analisis serta pencapaian hasil penelitian yang valid. Berikut merupakan metode penelitian yang dilakukan peneliti.

#### 3.3.1 Survei

Survei adalah salah satu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan menyajikan pertanyaan dalam bentuk kuesioner untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam. Dalam penelitian ini, survei akan dilakukan kepada pihak terkait, seperti warga di sekitar Sungai Payung Mas, untuk memahami kondisi banjir yang terjadi sebelumnya, dampak yang dirasakan, serta strategi yang digunakan warga dalam menanggulangi banjir. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini akan membantu dalam memahami pola kejadian banjir, respons masyarakat, serta kebutuhan dalam pengembangan sistem prediksi banjir.

#### 3.3.2 Input Data Sensor

Metode pengumpulan data selanjutnya dilakukan melalui input data sensor yang dipasang di Sungai Payung

Mas. Sensor ini berfungsi untuk mengukur variabel penting, seperti curah hujan, tinggi air, dan debit air, yang menjadi indikator utama dalam prediksi banjir. Data yang diperoleh secara real-time akan disimpan dalam database dan dimanfaatkan sebagai materi pembelajaran untuk model prediksi yang digunakan dalam sistem. Dengan memanfaatkan data historis dari sensor, sistem dapat menganalisis pola perubahan kondisi sungai dan memberikan hasil prediksi yang lebih akurat terkait kemungkinan terjadinya banjir saat hujan turun.

### 3.3.3 Studi Literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk memahami konsep, metode, dan teknologi yang telah digunakan sebelumnya, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan sistem prediksi banjir yang lebih baik. Studi literatur dalam penelitian ini merujuk pada berbagai penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan topik ini. Sumber data diperoleh dari e-learning, website resmi, jurnal ilmiah, laporan penelitian, serta publikasi akademik lainnya yang membahas sistem prediksi banjir, penggunaan sensor dalam pemantauan lingkungan, serta penerapan algoritma.

### 3.4 Metode Analisis Data

Peneliti menggunakan SVM sebagai metode klasifikasi dalam melakukan prediksi karena kemampuannya dalam memisahkan data dengan optimal menggunakan hyperplane. SVM dipilih karena dapat menangani data yang tidak seimbang dengan jumlah fitur terbatas. Selain itu, algoritma ini memaksimalkan margin antar kelas, sehingga dapat meningkatkan akurasi dan mengurangi risiko overfitting.

### 3.5 Langkah - Langkah Pelaksanaan

Langkah - langkah pelaksanaan yang dilakukan peneliti dimuat dalam Gambar 3.1.

#### Gambar 3.1 Tahapan Pelaksanaan

##### 3.5.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini dilakukan melalui survei yang diberikan kepada warga Payung Mas sebagai langkah awal dalam memahami permasalahan yang mereka hadapi. Hasil survei ini digunakan untuk mengidentifikasi kendala utama dalam pemantauan kondisi sungai serta mengevaluasi kebutuhan akan sistem prediksi banjir yang lebih efektif. Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner untuk mengukur tingkat kesadaran masyarakat terhadap risiko banjir serta sejauh mana kebutuhan mereka terhadap sistem

peringatan dini yang dapat bekerja secara otomatis. Melalui survei ini, peneliti dapat mengidentifikasi keterbatasan metode pemantauan yang sudah ada sehingga pengembangan sistem yang dirancang dapat lebih sesuai dengan kebutuhan dan memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat.

3.5.2 Tinjauan Pustaka Tinjauan pustaka dalam penelitian ini berperan penting dalam memperkuat dasar penelitian dengan mengacu pada teori-teori serta hasil penelitian sebelumnya. Tinjauan pustaka ini dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu deduktif dan induktif. Pendekatan deduktif digunakan untuk menjelaskan berbagai teori yang berkaitan dengan topik penelitian, sementara pendekatan induktif mengkaji hasil penelitian terdahulu sebagai bahan perbandingan dalam menilai kebaruan serta keunikan penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan berbagai referensi dari buku dan jurnal yang berkaitan dengan sistem prediksi banjir serta teknologi pemantauan sungai yang telah dikembangkan sebelumnya.

3.5.3 Perumusan Masalah Berdasarkan identifikasi masalah yang diperoleh melalui survei langsung terhadap masyarakat di wilayah Payungmas, peneliti menemukan bahwa diperlukan sistem prediksi banjir yang dapat beroperasi secara otomatis tanpa perlu campur tangan manusia. Sistem ini harus mampu memantau perubahan kondisi sungai setiap waktu, terutama saat terjadi hujan lebat atau cuaca ekstrem, untuk mendeteksi potensi banjir lebih awal. Selain itu, sistem ini harus dapat menganalisis data dari berbagai faktor seperti curah hujan, ketinggian air, dan debit air guna menghasilkan prediksi yang akurat. Agar lebih efektif, sistem juga harus mampu memberikan peringatan dini kepada masyarakat secara otomatis melalui platform komunikasi yang mudah diakses, sehingga warga dapat segera mengambil langkah antisipasi.

3.5.4 Analisis Kebutuhan Analisis kebutuhan dalam penelitian ini dilakukan untuk menentukan aspek-aspek yang diperlukan dalam pengembangan sistem berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem, sehingga dapat menghindari penggunaan

komponen yang tidak mendukung dan tidak efisien. 3.5.5 Perancangan Sistem Pada tahap perancangan sistem akan dilakukan perancangan sistem untuk memastikan setiap komponen bekerja secara optimal sesuai dengan tujuan penelitian. Perancangan dimulai dengan pembuatan diagram alur kerja sistem untuk memberikan gambaran detail mengenai proses yang terjadi di dalam sistem, mulai dari pengambilan data, pengolahan, hingga penyampaian informasi kepada pengguna. Diagram ini mencakup alur utama sistem, skema deployment, serta perancangan tata letak pin pada mikrokontroler. Setelah alur sistem dijelaskan secara visual, tahap pengembangan sistem dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu: 1. Perancangan Elektrikal Tahapan ini melibatkan pemilihan dan perancangan komponen elektronik yang digunakan dalam sistem. Komponen utama seperti sensor-sensor serta mikrokontroler dipilih berdasarkan kebutuhan sistem agar dapat berfungsi secara optimal. Proses ini juga mencakup analisis kebutuhan daya dan komunikasi antar perangkat untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja dengan baik satu sama lain 2. Perancangan Mekanikal Perancangan mekanik bertujuan untuk merancang struktur sistem yang memungkinkan integrasi semua komponen perangkat keras ke dalam satu unit dengan kondisi. Dalam tahap ini, dilakukan perakitan sensor, mikrokontroler, dan komponen pendukung lainnya dengan lingkungan prototipe yang dibuat. 3. Perancangan Perangkat Lunak Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk mengembangkan logika pemrosesan data yang mencakup pembacaan sensor, pengiriman data ke server, pengolahan data menggunakan model prediksi SVM, dan perancangan notifikasi untuk memberikan peringatan dini kepada pengguna di Payung Mas melalui platform telegram. Proses pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Visual Studio Code untuk pemrograman utama dan Arduino IDE untuk konfigurasi mikrokontroler dan pengelolaan sensor. 3.5.6 Penulisan Kode Program Penulisan kode program dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa bahasa pemrograman sesuai dengan fungsinya dalam sistem. Python digunakan untuk membangun dan melatih model prediksi menggunakan algoritma SVM, serta untuk melakukan pengolahan data yang

diperoleh dari sensor. Bahasa C++ diterapkan dalam konfigurasi serta komunikasi antara sensor dan mikrokontroler, memungkinkan sistem untuk membaca data lingkungan secara real-time dan mengirimkannya ke server. Sementara itu, PHP digunakan untuk pengembangan API (Application Programming Interface) yang berperan sebagai perantara antara perangkat keras dan aplikasi, sehingga data yang dikirim dari sensor dapat diakses dan diolah lebih lanjut oleh sistem.

### 3.5.7 Pengujian Sistem

Pada tahap ini, sistem yang telah dikembangkan menjalani pengujian untuk memastikan bahwa setiap komponen beroperasi dengan semestinya. Jika ditemukan ketidaksesuaian atau malfungsi dalam sistem, maka akan dilakukan perbaikan serta pengembangan ulang pada prototipe. Pengujian ini mencakup pengiriman data dari sensor ke database, evaluasi kinerja model prediksi banjir, serta pengujian sistem notifikasi guna memastikan bahwa informasi yang dihasilkan dapat diterima oleh **32** pengguna dengan cepat dan akurat.

### 3.5.8 Penulisan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini. Output ini bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh proses, hasil, dan analisis yang telah dilakukan. Laporan ini disusun sebagai referensi untuk pembelajaran serta pengembangan lebih lanjut, sehingga dapat menjadi dasar bagi penelitian atau inovasi di masa mendatang.

### 3.6 Metode Pengembangan

Metode Pengembangan berfungsi sebagai kerangka kerja dalam pengembangan suatu sistem. Tujuan dari metode ini yaitu memastikan pengembangan menjadi lebih terstruktur, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode pengembangan yang diterapkan pada sistem ini adalah prototyping, dengan tahapan-tahapannya dijelaskan pada gambar berikut.

#### Gambar 3.2 Metode Prototyping

Prototyping adalah metode pengembangan sistem yang berfokus pada pembuatan model awal (prototipe) untuk menggambarkan fungsionalitas sistem secara keseluruhan. Dalam penelitian ini, peneliti akan menerapkan metode Prototyping untuk merancang dan mengembangkan sistem prediksi banjir. Cara kerja metode ini adalah dengan membuat prototipe awal berdasarkan kebutuhan yang telah dianalisis, kemudian dilakukan evaluasi dan perbaikan secara

bertahap hingga mencapai hasil akhir yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. 3.7 Metode Pengujian Pada sistem yang sedang dibuat, peneliti menggunakan tiga metode pengujian yaitu, Black-box, White-box, dan Confusion Matrix. Berikut penjelasan detail mengenai metode pengujian yang digunakan.

3.6.1 Black Box Black-box adalah salah satu metode pengujian yang memiliki fokus terhadap fungsionalitas sistem dengan tujuan yaitu melakukan evaluasi kinerja sistem. Dalam penelitian ini, metode Black-box digunakan untuk menguji kinerja sensor dalam menerima data secara real-time, yang kemudian akan diintegrasikan dengan model untuk memprediksi banjir sesuai kategori yang telah ditetapkan. Selain itu, Black-box digunakan untuk menguji kinerja sistem dalam mengirimkan notifikasi ke platform Telegram.

3.6.2 White Box White-box adalah metode pengujian yang menekankan pemeriksaan pada struktur kode program dan alur logika sistem. Dalam penelitian ini, White-box digunakan untuk memastikan kode program berjalan sesuai dengan logika sistem prediksi banjir yang telah ditetapkan. White-box memberikan informasi bahwa sistem berjalan sesuai ketentuan.

3.6.3 Confusion Matrix Confusion Matrix adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur kinerja model. Pada pengujian sistem prediksi banjir, metode ini akan dilakukan untuk evaluasi model yang dibangun menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3.3 Gambar 3.3 Confusion Matrix Berikut adalah penjelasan singkat mengenai setiap bagian Confusion Matrix, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.

- True Positive (TP) Model memberikan prediksi suatu kasus sebagai kelas positif, dan kelas sebenarnya juga positif.
- True Negative (TN) Model memberikan prediksi suatu kasus sebagai kelas negatif, dan kelas sebenarnya juga negatif.
- False Positive (FP) Model memberikan prediksi suatu kasus sebagai kelas positif, tetapi kelas sebenarnya negatif (Type 1 Error).
- False Negative (FN) Model memberikan prediksi suatu kasus sebagai kelas negatif, tetapi kelas sebenarnya positif (Type 2 Error)

Dari hasil Confusion Matrix, peneliti dapat melakukan perhitungan terhadap

berbagai metrik evaluasi lainnya, seperti Akurasi, Precision, Recall, F1-Score, MAE (Mean Absolute Error), dan RMSE (Root Mean Squared Error) untuk memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap kinerja model:

- Akurasi: Persentase prediksi yang benar dibandingkan dengan seluruh data uji.
- Precision: Kemampuan model dalam memberikan prediksi positif yang benar.
- Recall: Kemampuan model dalam mendeteksi seluruh data yang sebenarnya positif.
- F1-Score: Kombinasi antara Precision dan Recall untuk menilai keseimbangan model.
- MAE (Mean Absolute Error): Rata-rata selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual, digunakan untuk mengukur tingkat error.
- RMSE (Root Mean Squared Error): Akar dari rata-rata kuadrat error, lebih sensitif terhadap kesalahan besar dalam prediksi.

BAB IV PERANCANGAN Bagian ini menjelaskan mengenai rencana penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Dalam pengembangan sistem, diperlukan tahapan yang sistematis untuk memastikan sistem yang dikembangkan mampu beroperasi dengan baik dan optimal. Berikut ini adalah tahapan perancangan yang dilakukan oleh peneliti.

#### 1 cangan yang dilakukan oleh peneliti. 4.1 Analisis Penelitian

Terdahulu Peneliti melakukan analisis terhadap penelitian sebelumnya untuk mengevaluasi sistem yang telah ada dengan tujuan mengidentifikasi aspek-aspek seperti keunggulan, kelemahan, dan kebutuhan perubahan sistem. Proses analisis ini dilakukan melalui berbagai metode, seperti studi literatur dan analisis dokumen. Hasil dari analisis ini berupa kesimpulan mengenai sistem yang sudah ada, yang selanjutnya dimanfaatkan untuk memperbaiki atau mengembangkan sistem guna mengatasi kelemahan yang ditemukan pada sistem sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Rudi Hermawan, Dewanto Rosian Adhy, Arip, Siti Maesaroh, dan Akpil Mauhib, dengan judul “Pemanfaatan Sensor Curah Hujan Dan Debit Air Sungai Untuk Monitoring Banjir Berbasis Internet Of Things” menggunakan beberapa alat utama untuk mendukung pengumpulan dan pengolahan data. Dalam penelitian ini, Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang membaca dan mengolah data dari sensor debit air sebelum mengirimkannya ke ESP8266 melalui komunikasi serial. Selanjutnya, ESP8266 berfungsi sebagai penghubung ke

REPORT #24742471

internet. Alat ini akan menerima data dari Arduino Uno dan sensor curah hujan, lalu mengirimkannya ke server untuk disimpan di database. Sensor Debit Air (Water Flow Sensor HF-S201) digunakan untuk mengukur debit air secara real-time, sementara Sensor Curah Hujan (Rainfall Tipping Bucket) akan mencatat intensitas hujan menggunakan sistem jungkat-jungkit. Semua data yang dikumpulkan dari kedua sensor dikirim ke server melalui ESP8266 untuk disimpan dan diakses melalui API. Selanjutnya, data yang tersimpan divisualisasikan pada dashboard berbasis website, yang menampilkan informasi secara real-time mengenai debit air, curah hujan, dan kondisi ketinggian air, serta menyediakan fitur historis yang berguna untuk analisis lebih lanjut dan prediksi banjir. Sistem ini bekerja melalui beberapa tahap utama. Pertama, pengumpulan data dilakukan oleh Water Flow Sensor HF-S201 untuk mengukur debit air sungai, dan Rainfall Tipping Bucket digunakan untuk mencatat intensitas curah hujan. Selanjutnya, data dari kedua sensor diterima oleh Arduino Uno dan ESP8266. Arduino Uno akan memproses data debit air dan mengirimkannya ke ESP8266 melalui komunikasi serial, sedangkan data curah hujan akan langsung diproses oleh ESP8266. Setelah itu, ESP8266 akan mengirimkan data debit air dan curah hujan ke server melalui koneksi internet agar dapat disimpan dalam database. Kemudian, data yang tersimpan akan diolah dan ditampilkan melalui dashboard berbasis website secara real-time, meliputi informasi curah hujan per menit, debit air per detik, serta kondisi ketinggian air, dengan tambahan fitur historis untuk mendukung analisis dan prediksi banjir. Penggunaan Rainfall Tipping Bucket dan Water Flow Sensor HF-S201 menjadi dasar dari peneliti menggunakan alat tersebut. Sensor Tipping Bucket bekerja dengan akurasi tinggi melalui mekanisme jungkat-jungkit untuk mencatat intensitas curah hujan secara real-time, dan dapat memberikan data yang relevan untuk memantau pola hujan. Di sisi lain, Sensor Debit Air HF-S201 mampu mengukur aliran air dengan tingkat akurasi hingga 99%, sehingga dapat mendeteksi perubahan debit air sungai yang signifikan. Kombinasi kedua

sensor ini pastinya akan memungkinkan pengumpulan data yang saling melengkapi, menyediakan informasi tentang cuaca dari curah hujan dan kondisi air dari debit sungai.

#### 4.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem Baru

Sistem Prediksi Banjir Real-Time Berbasis IoT menggunakan algoritma SVM merupakan sistem yang dikembangkan untuk memperkirakan potensi banjir di daerah aliran sungai. Sistem ini memanfaatkan berbagai perangkat dan sensor serta integrasi dengan algoritma yang memungkinkan untuk mengukur dan mengolah parameter penting dalam melakukan prediksi banjir. Untuk membangun sistem ini, diperlukan perangkat keras yang sesuai, khususnya mikrokontroler yang mendukung tujuan penelitian. Spesifikasi perangkat keras tersebut akan dijelaskan lebih lanjut pada subbab berikut.

#### 4.2.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi kebutuhan perangkat keras yang digunakan oleh peneliti dalam pengembangan Sistem Prediksi Banjir Real-Time Berbasis IoT menggunakan SVM dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat	Jumlah
1.	ESP32 Microcontroller	1
2.	Sensor Ultrasonic	1
3.	Sensor Curah Hujan (Tipping Bucket)	1
4.	Sensor Flow	1
5.	Pompa Air	1

Perencanaan sistem mencakup serangkaian tahapan yang dirancang untuk menjelaskan struktur sistem yang akan dikembangkan dan cara kerjanya secara rinci. Proses perancangan sistem diawali dengan analisis prinsip kerja, yang bertujuan untuk mengidentifikasi alur kerja sistem secara mendalam. Penjelasan mengenai alur pengembangan sistem disajikan sebagai berikut.

#### 4.3.1 Perancangan Fisik Sistem

Gambar 4.1 Perancangan Fisik Sistem Gambar 4.1 menampilkan rancangan fisik sistem dari sistem prediksi banjir berbasis IoT, yang dibuat dalam

lingkungan buatan menggunakan akrilik berbentuk persegi panjang. Lingkungan ini dirancang untuk meniru kondisi asli Sungai Payung Mas, yang menjadi lokasi penelitian. Dimensi asli sungai adalah panjang 1 km (1.000 m), lebar 2 m, dan tinggi 2,7 m. Untuk keperluan pengujian, dimensi tersebut diskalakan menjadi panjang 50 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 27 cm. Dengan demikian, lingkungan buatan ini menggunakan skala 1:2000 untuk panjang, 1:100 untuk lebar, dan 1:100 untuk tinggi.

Sensor Ultrasonik ditempatkan di bagian atas guna mengukur tinggi permukaan air. Sensor Flow diposisikan sejajar dengan arah aliran air untuk membaca debit air. Sensor Curah Hujan diletakkan di area terbuka pada bagian atas lingkungan untuk menangkap intensitas curah hujan secara langsung. Semua sensor dihubungkan ke ESP32 sebagai microcontroller. 4.3.1 Perancangan Instalasi Gambar 4.2 Perancangan Instalasi Rancangan instalasi pada Gambar 4.2 menjelaskan cara kerja sistem prediksi banjir berbasis IoT yang terhubung langsung di lapangan, yaitu sungai yang terletak pada perumahan Pondok Payung Mas, Ciputat. Pos Pengawas Banjir menjadi pusat kontrol, yang dilengkapi dengan perangkat seperti ESP32 dan sensor (Ultrasonic, Flow, dan Curah Hujan).

Sensor-sensor yang dipasang di sungai secara otomatis menangkap parameter penting seperti ketinggian air, debit aliran, dan intensitas curah hujan secara real-time. Selanjutnya, data yang terkumpul diproses dengan algoritma prediksi SVM, dan hasilnya akan dikirim melalui internet ke Bot

Telegram untuk memberikan notifikasi peringatan dini ke warga di daerah sekitar. 4.3.2 Diagram Blok IoT Gambar di bawah ini merupakan diagram blok dari sistem yang dikembangkan oleh peneliti. Gambar ini meliputi semua komponen yang berperan dalam menjalankan proses pada sistem prediksi banjir berbasis IoT yang dikembangkan oleh peneliti. Gambar 4.3 Diagram Blok IoT Diagram blok dirancang untuk menggambarkan struktur komponen yang mendukung pengembangan sistem. Arsitektur ini menjelaskan bagaimana setiap komponen saling terhubung secara menyeluruh agar dapat menjalankan proses kerja sesuai tujuan yang diinginkan. Gambar 4.3 menampilkan diagram blok

sistem prediksi banjir yang dikembangkan oleh peneliti. Proses dimulai dari sensor ultrasonic, sensor flow, dan sensor curah hujan, yang menangkap data lingkungan. Data tersebut dikirim ke ESP32 Microcontroller untuk dikumpulkan dan diproses awal. ESP32 mengirimkan data ke server melalui Wi-Fi yang terhubung ke Internet Access. Di server, data diterima oleh API dan disimpan ke dalam database. Model prediksi membaca data dari database untuk menganalisis dan memprediksi kondisi banjir. Hasil prediksi disimpan kembali ke database. Tahap terakhir adalah pengiriman hasil prediksi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram. Proses ini dilakukan melalui Internet Access, sehingga pengguna dapat menerima informasi prediksi secara real-time.

#### 4.3.3 Perancangan Pin

Sistem Peneliti menggunakan skema perancangan pin sebagai panduan untuk melihat keterkaitan antara mikrokontroler dengan masing-masing sensor yang akan diintegrasikan ke dalam sistem prediksi banjir real-time berbasis IoT. Tabel 4.2 menyajikan skema perancangan pin yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4.2 Rancangan Pin ESP32 No.	Pin ESP32 (GPIO)
1.	GPIO 5 Pin Trig Sensor Ultrasonic
2.	GPIO 18 Pin Echo Sensor Ultrasonic
3.	GPIO 23 Pin Data Sensor Curah Hujan Tipping Bucket
4.	GPIO 19 Pin Data Sensor Flow
5.	GND Ground untuk semua perangkat
6.	5V Power untuk perangkat seperti sensor

Tabel 4.2 ini menggambarkan rancangan konfigurasi pin GPIO pada ESP32 untuk menghubungkan sensor-sensor dalam sistem prediksi banjir berbasis IoT. Pin GPIO 5 dan GPIO 18 digunakan untuk mengontrol trigger dan echo dari Sensor Ultrasonic. Pin GPIO 23 menghubungkan data dari Sensor Curah Hujan Tipping Bucket, dan Pin GPIO 19 untuk data dari Sensor Flow. Pin GND berfungsi sebagai ground untuk semua perangkat, sedangkan 5V menyediakan daya bagi sensor-sensor yang terhubung.

#### 4.3.4 Deployment Diagram

Deployment diagram digunakan untuk menggambarkan bagaimana komponen sistem diimplementasikan pada perangkat keras. Diagram ini digunakan untuk memperlihatkan lokasi fisik setiap komponen, koneksi antar perangkat, serta hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Dalam sistem

prediksi banjir berbasis IoT, deployment diagram diperlukan untuk memberikan gambaran proses kerja setiap komponen. Proses ini mencakup bagaimana sensor dan mikrokontroler terhubung ke IP gateway, bagaimana IP gateway berinteraksi dengan backend, hingga bagaimana hasil prediksi yang tervalidasi disimpan di database dan dikirimkan kepada pengguna.

Gambar 4.4 Deployment Diagram Deployment diagram di atas menggambarkan bagaimana hubungan antar komponen dalam sistem prediksi banjir berbasis IoT yang dikembangkan. Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Sistem Tertanam, Database Server, dan Pengguna (User). Pada Sistem Tertanam, mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali, yang dihubungkan dengan tiga sensor utama: Sensor Ultrasonic untuk mengukur ketinggian air, Sensor Flow untuk membaca debit air, dan Sensor Curah Hujan untuk mencatat intensitas hujan. Data yang dihasilkan oleh sensor-sensor ini diproses oleh ESP32 sebelum dikirimkan ke server melalui koneksi HTTP. Database Server dirancang untuk menyimpan data yang diterima dari ESP32. Server ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu Prediction\_data Database, yang digunakan untuk menyimpan hasil prediksi sistem, dan Sensor\_data\_input Database, yang berfungsi untuk menyimpan data mentah dari sensor. Hasil prediksi kemudian dikirimkan kepada Pengguna (User) melalui platform Telegram, yang digunakan untuk menerima notifikasi real-time terkait potensi banjir. Seluruh proses ini dilakukan dengan memanfaatkan jaringan HTTP sebagai penghubung antar komponen.

#### 4.3.5 Diagram Alir Sistem

Gambar 4.5 Diagram Alir Sistem Berdasarkan gambar diatas, sistem dimulai dengan pemeriksaan apakah perangkat aktif. Jika perangkat tidak aktif, maka sistem berhenti, tetapi jika perangkat aktif, sistem akan melanjutkan untuk memeriksa koneksi. Jika koneksi tidak berhasil, sistem akan mencoba kembali. Setelah koneksi berhasil, sensor ultrasonic, flow, dan curah hujan mulai mengumpulkan data real-time tentang ketinggian air, debit air, dan curah hujan. Data yang dihasilkan oleh sensor kemudian dikirimkan ke server melalui API untuk penyimpanan dan pemrosesan lebih lanjut. Setelah data tersedia di

server, model prediksi akan mengambil data tersebut untuk dilakukan analisis. Model prediksi menggunakan algoritma SVM untuk memproses data dan menghasilkan prediksi banjir berdasarkan input yang diterima dari sensor. Hasil prediksi ini akan dikirimkan kembali ke server melalui API dan diteruskan ke bot Telegram untuk disampaikan ke pengguna. Bot Telegram menampilkan data sensor dan hasil prediksi kepada pengguna secara langsung, dengan memberi notifikasi tentang potensi banjir. Proses berakhir setelah data dikirimkan dan diterima oleh pengguna untuk kesiapsiagaan.

4.3.6 Perancangan Basis Data Untuk menciptakan hubungan antar data yang saling berkorelasi, diperlukan perancangan basis data yang terstruktur dengan baik. Perancangan ini bertujuan untuk menyimpan data pendukung yang dihasilkan oleh sensor-sensor yang digunakan dalam penelitian, sehingga proses operasional sistem dapat berjalan dengan lancar.

**Tabel 4.3** Tabel Sensor Data

No.	Field	Type	Key	Type	Length	Keterangan
1.	ID	INT	PRIMARY		4	ID data auto increment
2.	Rainfall_mm	FLOAT				Curah hujan dalam mm
3.	Water_level_cm	FLOAT				Tinggi air dalam cm
4.	Water_flow_rate	FLOAT				Kecepatan aliran air
5.	created_at	TIMESTAMP				Waktu input data secara otomatis

Tabel ini mendeskripsikan struktur data yang digunakan untuk menyimpan informasi dari sensor dalam sistem prediksi banjir. Field ID sebagai primary key berfungsi untuk mencatat jumlah data yang telah tersimpan di dalam tabel. Rainfall\_mm, Water\_Level\_cm, dan Water\_Flow\_rate masing-masing menyimpan data curah hujan, tinggi air, dan kecepatan aliran air dalam format float. Field created\_at mencatat waktu input data secara otomatis menggunakan tipe timestamp, yang berguna untuk analisis berdasarkan waktu. Struktur ini dirancang untuk mendukung pengumpulan dan pengolahan data secara efisien.

**Tabel 4.4** Tabel Hasil Prediksi

No.	Field	Type	Key	Type	Length	Keterangan
1.	ID	INT	PRIMARY		4	ID data auto increment
2.	Sensor_ID	INT	FOREIGN			ID sensor dari table sensor data
3.	Rainfall_mm	FLOAT				Curah hujan dalam mm
4.	Water_level_cm	FLOAT				Tinggi air dalam cm
5.	Water_flow_rate	FLOAT				Kecepatan aliran air

-- Kecepatan air 6. Predicted\_Condition VARCHAR -- Hasil prediksi kondisi 7. Created\_at TIMESTAMP -- Waktu input data secara otomatis

Tabel ini digunakan untuk menyimpan hasil prediksi sistem berdasarkan data dari sensor. Field ID akan menjadi primary key, sementara Sensor ID mereferensikan ID dari tabel sebelumnya sebagai foreign key, yang digunakan untuk menghubungkan data prediksi dengan data sensor yang relevan. Data curah hujan (Rainfall\_cm), tinggi air (Water\_Level\_cm), dan kecepatan aliran air (Water\_Flow\_rate) disimpan dalam format float. Field Predicted\_Condition menyimpan hasil prediksi model SVM, seperti "Aman" atau "Waspada" atau "Bahaya". Selanjutnya, Created\_at mencatat waktu input data secara otomatis.

#### 4.4 Perancangan Algoritma Support Vector Machine (SVM)

Perancangan algoritma SVM digunakan peneliti dalam menjelaskan seluruh tahapan algoritma SVM dalam melakukan prediksi berdasarkan parameter yang digunakan. Parameter yang digunakan yaitu curah hujan, debit air, dan ketinggian air, yang didapat dari sensor-sensor sistem tertanam. Berikut merupakan tahapan algoritma SVM sehingga menghasilkan suatu prediksi yang valid untuk pengguna.

Gambar 4.6 Diagram Alir Perancangan Algoritma SVM

##### 4.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan awal dalam proses prediksi banjir menggunakan algoritma SVM. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data historis selama tiga tahun terakhir (2023–2025), yang dikombinasikan dengan data terbaru yang dikumpulkan melalui pembacaan sensor-sensor pada sistem tertanam. Data tersebut dikirimkan oleh ESP32 ke server dan disimpan dalam database untuk diolah lebih lanjut. Secara keseluruhan, sebanyak 6.346 data berhasil dikumpulkan dari Sungai Payungmas. Data ini mencakup parameter utama seperti curah hujan, ketinggian air, dan debit air, yang digunakan sebagai fitur dalam pelatihan model. Untuk memastikan model dapat belajar secara optimal, dataset ini dibagi menjadi dua bagian: 70% digunakan sebagai data latih untuk membangun model prediksi, sementara 30% sisanya digunakan sebagai data uji guna mengevaluasi performa model dalam melakukan klasifikasi prediksi banjir.

Tabel 4.5 Contoh Kelas Prediksi



REPORT #24742471

dan Threshold No. Kondisi Ketinggian Air (cm) Laju Air (mm/s) Curah Hujan (mm/h) Keterangan

1. Aman > 18 cm 0.4 mm/s 0 - 8 mm/h Kondisi normal tidak ada risiko banjir
2. Waspada 10 - 18 cm 5 - 8 mm/s 9 - 16 mm/h Tingkat kewaspadaan meningkat, perhatikan curah hujan dan laju air.
3. Bahaya < 10 cm > 9 mm/s > 16 mm/h Risiko banjir tinggi, Langkah darurat perlu dilakukan.

Pada Tabel 4.5 ditampilkan kondisi sungai yang ditentukan berdasarkan threshold dari parameter utama, yaitu ketinggian air, laju air, dan curah hujan. Kondisi ini terbagi menjadi tiga kategori: Aman, Waspada, dan Bahaya, yang masing-masing memiliki batasan nilai tertentu. Kondisi Aman menunjukkan situasi normal tanpa risiko banjir, sementara Waspada menandakan peningkatan kewaspadaan terhadap potensi banjir. Kondisi Bahaya menggambarkan risiko banjir tinggi yang memerlukan tindakan darurat.

Tabel 4.6 Contoh Fitur dan Kelas Prediksi

No.	Rainfall (mm)	Water Level (mm)	Water Flow Rate Condition
1.	8.78	14.312	1.174 Aman
2.	17.816	9.444	6.002 Waspada
3.	21.834	4.593	13.898 Bahaya

Tabel 4.6 mencakup penjabaran data yang diperoleh dari pembacaan sensor- sensor pada sistem yang dirancang untuk memantau parameter curah hujan, ketinggian air, dan debit air. Baris pertama menggambarkan kondisi di mana curah hujan tercatat sebesar 8.78 mm, ketinggian air mencapai 14.312 cm, dan debit air berada pada 1.174 m<sup>3</sup>/s. Berdasarkan parameter-parameter tersebut, kondisi dikategorikan sebagai Aman, yang menunjukkan bahwa tidak ada potensi ancaman banjir pada saat data tersebut diambil. Baris kedua memberikan contoh pembacaan sensor dengan curah hujan sebesar 17.816 mm, ketinggian air 9.444 cm, dan debit air 6.002 m<sup>3</sup>/s. Data ini menghasilkan kondisi yang dikategorikan sebagai Waspada, mengindikasikan bahwa meskipun banjir belum terjadi, terdapat potensi ancaman yang perlu diantisipasi. Selanjutnya, baris ketiga menunjukkan kondisi curah hujan sebesar 21.834 mm, ketinggian air 4.593 cm, dan debit air 13.898 m<sup>3</sup>/s, yang diklasifikasikan sebagai Bahaya. Kategori ini menunjukkan adanya risiko tinggi terjadinya banjir berdasarkan parameter yang tercatat.

#### 4.4.2 SMOTE Oversampling SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique)

digunakan untuk menyeimbangkan distribusi data dalam proses pelatihan model prediksi banjir. Teknik ini diterapkan karena adanya ketidakseimbangan jumlah data antar kategori dalam dataset yang dikumpulkan. Secara khusus, parameter ketinggian air dan debit air cenderung lebih sulit diperoleh dalam jumlah besar dibandingkan curah hujan, yang lebih mudah diakses melalui sumber resmi seperti BMKG. Ketidakseimbangan data ini dapat berdampak pada performa model, terutama dalam memprediksi kategori yang memiliki jumlah data lebih sedikit, seperti kategori Bahaya dan Waspada. Sebelumnya, total 6.346 data telah berhasil dikumpulkan selama periode 2023–2025, yang mencakup parameter utama seperti curah hujan, ketinggian air, dan debit air. Namun, jumlah data pada kategori Bahaya dan Waspada masih jauh lebih sedikit dibandingkan kategori Aman, sehingga diperlukan teknik oversampling untuk meningkatkan representasi data dalam pelatihan model. Dengan menerapkan SMOTE, dataset mengalami peningkatan menjadi 10.145 data, yang terdiri dari distribusi yang lebih seimbang di antara ketiga kategori. Teknik ini bekerja dengan menghasilkan data sintesis berdasarkan sampel minoritas, sehingga tidak hanya meningkatkan jumlah data tetapi juga mempertahankan pola distribusi yang relevan dalam proses pelatihan model. Data yang telah diseimbangkan ini akan dibagi untuk proses pelatihan dan pengujian, dengan 70% (7.101 data) digunakan sebagai data latih dan 30% (3.044 data) sebagai data uji. Tabel 4.7 Distribusi Dataset SMOTE Kondisi Sebelum SMOTE Setelah SMOTE Aman 3.100 Data 4.000 Data Waspada 2.100 Data 3.600 Data Bahaya 1.146 Data 2.545 Data Total 6.346 Data 10.145 data Pada tabel 4.7 menjelaskan penyebaran dataset setelah menggunakan teknik SMOTE terlihat bahwa jumlah data untuk kategori Waspada dan Bahaya mengalami peningkatan signifikan setelah penerapan SMOTE. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa model SVM dapat belajar dari distribusi data yang lebih seimbang, sehingga meningkatkan kemampuan model. Berikut merupakan langkah SMOTE dalam membuat sampel baru: 1. Memilih sampel acak dari

data minoritas. 2. Mengidentifikasi sampel terdekat (k-nearest neighbors).  
3. Menginterpolasi nilai-nilai fitur antara sampel terpilih dan tetangga terdekatnya untuk menghasilkan data baru. 4. Menghasilkan data baru dengan jumlah sebanding atau mendekati data mayoritas.

#### 4.4.3 Pembuatan Hyperplane

Hyperplane adalah konsep penting dalam metode seperti Support Vector Machines (SVM) atau klasifikasi berbasis ruang dimensi tinggi. Secara sederhana, hyperplane adalah sebuah bidang (atau garis dalam dimensi 2D) yang membagi ruang fitur menjadi beberapa bagian berdasarkan kelas-kelas data. Rumus SVM dapat dijabarkan sebagai berikut. Deskripsi: Data baru dimasukkan ke fungsi hyperplane untuk menghitung hasil fungsi keputusan.  $f(x) = w \cdot x + b$   $w$  : Vektor bobot dari model SVM (dihasilkan saat pelatihan).  $x$  : Data baru yang masuk (misalnya: [80, 8.5, 20]).  $b$  : Bias (offset dari hyperplane). Rumus tersebut digunakan untuk menentukan posisi sebuah titik data baru ( $x$ ) relatif terhadap hyperplane dalam model SVM. Di sini,  $w$  adalah vektor bobot yang menentukan orientasi hyperplane,  $w$  dan  $b$  adalah bias yang menentukan posisi hyperplane terhadap asal ruang koordinat. Selama pelatihan,  $w$  dan  $b$  dihitung untuk memaksimalkan margin antara dua kelas data. Nilai  $f(x)$  menunjukkan sisi mana dari hyperplane data tersebut berada: jika  $f(x) > 0$ , maka data berada di satu sisi (aman), sedangkan jika  $f(x) < 0$ , data berada di sisi lain (bahaya). Jika  $f(x) = 0$ , data tepat atau berada hyperplane (waspada). Berikut merupakan gambaran dari tahapan pembuatan hyperplane dari sistem prediksi banjir yang dikembangkan oleh peneliti. Gambar 4.7 Hyperplane Gambar 4.7 menggambarkan hyperplane yang memisahkan data dalam ruang fitur tiga dimensi, yang terdiri dari parameter Curah Hujan (mm), Flow ( $m^3/s$ ), dan Ketinggian (mm). Hyperplane ditampilkan sebagai bidang abu-abu, yang bertindak sebagai batas pemisah untuk menentukan kategori data, berdasarkan parameter yang dimiliki. Dalam gambar, data diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: Aman (biru), Bahaya (merah), dan Waspada (oranye). Setiap kategori ditentukan berdasarkan posisi relatif data terhadap

hyperplane—apakah data berada di atas, di bawah, atau pada bidang hyperplane. Parameter Curah Hujan merepresentasikan intensitas hujan, Flow menunjukkan kecepatan aliran air, dan Ketinggian mengukur elevasi lokasi, semuanya berkontribusi pada pengambilan keputusan model.

#### 4.4.4 Marginasi

Setelah pembuatan hyperplane dalam ruang fitur, langkah selanjutnya adalah menghitung margin. Margin adalah jarak paling dekat antara hyperplane dan titik data dari setiap kelas. Margin dihitung untuk memastikan bahwa hyperplane memiliki pemisahan maksimal antara kelas-kelas yang berbeda, sehingga menghasilkan klasifikasi yang lebih baik. Margin dihitung dengan jarak dari data ke hyperplane, dinormalisasi dengan bobot hyperplane ( $\|w\|$ ):

$$\text{Margin} = \frac{|f(x)|}{\|w\|} \quad \text{Hasil fungsi keputusan (nilai absolut memastikan jarak).}$$

$\|w\|$  : Panjang (norma) vektor bobot:  $\|w\| = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + \dots}$

3.2 Rumus margin digunakan untuk menghitung jarak normalisasi antara titik data tertentu dan hyperplane dalam ruang fitur. Komponen  $f(x)$  merepresentasikan hasil dari fungsi hyperplane sebelumnya. Nilai  $f(x)$  menunjukkan posisi relatif data terhadap hyperplane, sedangkan nilai absolut  $|f(x)|$  memastikan jarak dihitung tanpa memperhatikan arah titik terhadap hyperplane. Bagian denominator,  $\|w\|$ , adalah panjang (norma) vektor bobot  $w$ , yang dihitung menggunakan rumus Euclidean. Norma ini berfungsi untuk mengukur bobot secara keseluruhan dan digunakan untuk menormalkan jarak  $|f(x)|$ , sehingga margin menjadi ukuran yang konsisten.

Gambar 4.8 Marginasi Gambar 4.8 menjelaskan terkait margin hyperplane pada ruang fitur 3D, yang digunakan untuk memisahkan kategori Aman, Waspada, dan Bahaya berdasarkan parameter Curah Hujan, Ketinggian Air, dan Debit Air. Hyperplane berfungsi sebagai batas keputusan, sedangkan margin, yang diwakili oleh area berwarna hijau dan merah, menunjukkan jarak terdekat antara hyperplane dengan titik data dari setiap kategori. Margin ini dirancang agar pemisahan antar kelas dapat dilakukan secara optimal. Titik-titik pada gambar menunjukkan data yang dikelompokkan berdasarkan atribut Curah Hujan, Ketinggian Air, dan Debit Air, dengan

warna sesuai kategori. Posisi data dibandingkan dengan hyperplane untuk menentukan kelasnya, di mana hasil prediksi didasarkan pada nilai fungsi keputusan  $f(x)$ . Data baru akan dikelompokkan sesuai posisinya terhadap hyperplane dan margin, memastikan prediksi yang lebih akurat.

#### 4.4.5 Perancangan Data Prediksi Hasil prediksi diperoleh berdasarkan marginisasi dan hyperplane yang dilakukan dengan menentukan posisi data baru dalam ruang fitur relatif terhadap hyperplane dan margin. Bentuk data terkait hasil prediksi sistem yang dikembangkan oleh peneliti dapat dilihat pada tabel dibawah. Tabel 4.8 Contoh Tabel Hasil Prediksi

No.	Rainfall (mm)	Water Level (cm)	Water Flow Rate	Condition Predicted	Condition 1.
1.	11.427	12.17	4.301	Aman	Aman
2.	16.976	9.677	9.963	Waspada	Waspada
3.	25.442	5.381	11.068	Bahaya	Bahaya
4.	15.352	9.147	9.299	Waspada	Waspada
5.	16.355	10.383	9.032	Waspada	Waspada
6.	17.661	10.637	9.081	Waspada	Waspada
7.	11.427	12.17	4.301	Aman	Aman
8.	26.604	5.358	10.993	Bahaya	Bahaya
9.	16.604	9.262	9.06	Waspada	Waspada
10.	15.617	9.244	8.824	Waspada	Waspada
11.	17.891	9.126	8.175	Waspada	Waspada
12.	17.768	9.682	8.791	Waspada	Waspada
13.	10.73	10.583	3.501	Aman	Aman
14.	17.363	10.155	9.645	Waspada	Waspada
15.	12.944	10.828	3.523	Aman	Aman
16.	19.177	5.288	10.621	Bahaya	Bahaya
17.	13.602	10.217	4.415	Aman	Aman
18.	17.253	10.892	9.507	Waspada	Waspada
19.	11.024	11.735	3.543	Aman	Aman
20.	16.474	9.463	9.331	Waspada	Waspada
21.	12.263	10.135	4.24	Aman	Aman
22.	19.428	4.597	10.614	Bahaya	Bahaya
23.	14.928	10.594	9.929	Waspada	Waspada
24.	19.173	5.866	10.343	Bahaya	Bahaya
25.	16.694	9.685	8.568	Waspada	Waspada
26.	6.618	11.815	3.847	Aman	Aman
27.	28.091	4.154	10.064	Bahaya	Bahaya
28.	15.531	10.824	9.089	Waspada	Waspada
29.	26.458	5.356	11.613	Bahaya	Bahaya
30.	11.304	12.406	4.186	Aman	Aman
31.	12.141	13.45	3.802	Aman	Aman
32.	14.672	10.81	8.729	Waspada	Waspada
33.	6.313	14.256	4.329	Aman	Aman
34.	11.084	13.009	3.598	Aman	Aman
35.	10.788	11.839	4.042	Aman	Aman
36.	11.78	14.54	3.572	Aman	Aman
37.	29.913	5.202	11.415	Bahaya	Bahaya
38.	11.235	13.509	4.245	Aman	Aman
39.	23.238	4.802	10.533	Bahaya	Bahaya
40.					

REPORT #24742471

17.635 10.132 8.531 Waspada Waspada 41 28.652 4.705 10.312 Bahaya  
Bahaya 42 13.797 12.834 3.894 Aman Aman 43 23.889 5.907 11.588  
Bahaya Bahaya 44 22.253 4.335 11.735 Bahaya Bahaya 45 16.607 9.593  
8.216 Waspada Waspada 46 15.867 9.544 8.543 Waspada Waspada 47 14.477  
10.535 8.028 Waspada Waspada 48 8.894 10.61 4.418 Aman Aman 49  
23.004 4.133 11.309 Bahaya Bahaya 50 27.177 4.369 11.128 Bahaya Bahaya  
51 14.37, 13.538 3.908 Aman Aman 52 10.295 11.047 3.622 Aman Aman  
53 29.175 4.126 11.273 Bahaya Bahaya 54 19.094 5.582 10.133 Bahaya  
Bahaya 55 6.984 13.486 3.989 Aman Aman 56 16.138 9.504 8.238 Waspada  
Waspada 57 11.797 10.357 3.996 Aman Aman 58 29.951 5.368 11.178  
Bahaya Bahaya 59 24.327 5.258 11.664 Bahaya Bahaya 60 19.981 4.528  
11.672 Bahaya Bahaya 61 17.936 10.558 8.23 Waspada Waspada 62 16.352  
9.718 9.96 Waspada Waspada 63 15.406 10.002 9.699 Waspada Waspada 64  
5.542 12.018 3.864 Aman Aman 65 25.211 5.734 11.976 Bahaya Bahaya 66  
17.025 9.038 8.759 Waspada Waspada 67 25.105 5.63 10.773 Bahaya Bahaya  
68 14.807 10.99 8.822 Waspada Waspada 69 26.061 5.69 10.74 Bahaya  
Bahaya 70 14.325 10.097 9.375 Waspada Waspada 71 21.283 5.814 10.481  
Bahaya Bahaya 72 8.214 10.63 4.108 Aman Aman 73 14.878 10.677 9.322  
Waspada Waspada 74 12.528 13.133 4.006 Aman Aman 75 28.377 5.756  
11.069 Bahaya Bahaya 76 15.253 10.691 8.134 Waspada Waspada 77 14.556  
9.175 9.387 Waspada Waspada 78 20.432 4.444 10.793 Bahaya Bahaya 79  
9.284 14.815 3.856 Aman Aman 80 21.904 5.532 10.652 Bahaya Bahaya 81  
16.785 10.955 9.357 Waspada Waspada 82 5.126 14.286 4.21 Aman Aman  
83 22.293 4.449 11.634 Bahaya Bahaya 84 27.784 5.555 10.222 Bahaya  
Bahaya 85 19.322 4.067 10.446 Bahaya Bahaya 86 9.786 10.623 3.638  
Aman Aman 87 7.594 10.753 3.788 Aman Aman 88 7.46 11.831 3.862  
Aman Aman 89 15.292 9.858 9.185 Waspada Waspada 90 5.76 10.542 3.685  
Aman Aman 91 13.074 14.57 3.743 Aman Aman 92 15.593 9.446 9.403  
Waspada Waspada 93 6.552 10.599 3.802 Aman Aman 94 5.435 9.929 8.914  
Waspada Waspada 95 14.292 9.119 9.575 Waspada Waspada 96 6.945 10.708  
4.027 Aman Aman 97 21.621 5.276 11.383 Bahaya Bahaya 98 20.083 5.33

REPORT #24742471

10.164 Bahaya Bahaya 99 15.003 9.096 9.489 Waspada Waspada 100 5.001

14.718 4.197 Aman Aman 101 14.61 10.233 8.25 Waspada Waspada 102

16.28 9.253 8.275 Waspada Waspada 103 11.078 10.086 3.988 Aman Aman

Tabel di atas merupakan contoh hasil prediksi yang diperoleh dari model yang telah dibangun menggunakan pendekatan marginisasi dan hyperplane. Tabel ini menampilkan beberapa parameter input, yaitu Rainfall (mm), Water Level (cm), dan Water Flow Rate sebagai fitur yang digunakan untuk menentukan kondisi (Condition) aktual dan kondisi prediksi (Predicted Condition). Setiap baris pada tabel merepresentasikan satu data observasi. Kolom "Condition" menunjukkan kondisi aktual yang diberikan berdasarkan label dataset awal, sementara kolom "Predicted Condition" adalah hasil klasifikasi dari model SVM. Jika nilai pada kolom "Condition" dan "Predicted Condition" sama, ini berarti model berhasil memprediksi dengan benar untuk data tersebut. Sebaliknya, jika terdapat perbedaan, hal itu menunjukkan kesalahan prediksi oleh model.

#### 4.5 Perancangan Notifikasi Sistem

Dalam sistem prediksi banjir yang dikembangkan, notifikasi sistem berperan penting dalam memberikan peringatan dini kepada pengguna berdasarkan hasil prediksi model Support Vector Machine (SVM). Notifikasi ini dikirimkan secara otomatis menggunakan Telegram Bot, yang dipilih sebagai media utama karena memiliki berbagai keunggulan. Telegram memiliki API yang terbuka dan gratis, sehingga dapat diintegrasikan langsung dengan sistem tanpa biaya tambahan. Selain itu, Telegram Bot memungkinkan pengiriman pesan otomatis ke pengguna atau grup tanpa memerlukan nomor telepon. Berikut perbandingan telegram dengan platform notifikasi lainnya.

Platform	Kecepatan	Tergantung operator	Dukungan Bot	Ya/Tidak	Biaya	Gratis/Berbayar
Telegram	Cepat (real-time)	Tidak	Ya	Tidak	Gratis	Berbayar
WhatsApp	Cepat (real-time)	Tergantung operator	Ya	Tidak	Berbayar per sms	Format Pesan Teks, gambar, grafik
SMS	Cepat (real-time)	Tergantung operator	Ya	Tidak	Berbayar per sms	Format Pesan Teks, gambar

Dengan keunggulan tersebut, Telegram Bot menjadi solusi yang lebih fleksibel dan efisien dibandingkan WhatsApp atau SMS dalam implementasi

notifikasi prediksi banjir. Tabel 4.10 Format Penulisan Notifikasi No. Format Alasan 1. Struktur pesan yang konsisten Agar mudah dibaca dan dipahami oleh pengguna 2. Menampilkan parameter utama kondisi sungai Agar pengguna mengetahui kondisi sungai yang sebenarnya 3. Menggunakan symbol atau emoji Agar tampilan lebih menarik dan memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi Tingkat kondisi. 4. Menjelaskan Langkah Tindakan selanjutnya Agar pengguna mengetahui langkah yang harus dilakukan selanjutnya. Tabel 4.9 menunjukkan perbandingan elemen-elemen penting dalam perancangan format pesan notifikasi yang dikirimkan melalui sistem. Format pesan harus diatur dengan baik agar notifikasi yang diterima pengguna mudah dipahami dan memberikan informasi yang jelas. Keempat faktor tersebut merupakan pertimbangan peneliti agar tercipta sebuah format yang informatif dan mudah dipahami oleh pengguna, sehingga pengguna dapat segera mengambil

1 tindakan yang sesuai berdasarkan informasi yang disampaikan. 4.6

Perancangan Pengujian Perancangan pengujian merupakan metode yang digunakan oleh 1 33 peneliti untuk menguji metode yang direncanakan dalam sistem. Metode yang diterap

1 an untuk pengujian dalam penelitian ini adalah Black Box. 4.6.1

Perancangan Pengujian Black Box Sistem Pengujian prototipe dilakukan untuk mengeva

uasi kinerja dan fungsi sistem setelah tahap pengembangan. Rincian pengujian prototipe yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada

Tabel 4.11. Tabel 4.11 Perancangan Pengujian Black Box Pengujian Black

Box ke-1 Skenario Pengujian Sensor flow mengukur nilai debit air

sungai. Hasil yang Diharapkan Sensor flow dapat menangkap nilai debit

air dan mengirimkan data ke ESP32 melalui pin digital. Pengujian Black

Box ke-2 Skenario Pengujian Sensor ultrasonic mengukur ketinggian air

sungai. Hasil yang Diharapkan Sensor ultrasonic dapat mengukur jarak

permukaan air dan mengirimkan data ke ESP32. Pengujian Black Box ke-3

Skenario Pengujian Sensor curah hujan (tipping bucket) menghitung curah

hujan. Hasil yang Diharapkan Sensor tipping bucket dapat mendete 1 si pergerakan

bucket (pulsa) dan mengirimkan data ke ESP32. Pengujian Black Box ke-4

Skenario Pengujian Rangkaian dihidupkan. Hasil yang Diharapkan ESP32 terhu



ung ke jaringan Wi-Fi dan mendapatkan alamat IP yang valid. Pengujian Black Box ke-5 Skenario Pengujian ESP32 mengirimkan nilai sensor ke database PHPMyAdmin. Hasil yang Diharapkan ESP32 berhasil mengirimkan nilai sensor (flow, ultrasonic, tipping bucket) ke tabel sensor\_data. Pengujian Black Box ke-6 Skenario Pengujian Database menerima data dari ESP32. Hasil yang Diharapkan Data dari ESP32 berhasil disimpan di tabel sensor\_data dengan kolom yang sesuai. Pengujian Black Box ke-7 Skenario Pengujian Model mengambil, memproses data sensor dan memberikan hasil prediksi. Hasil yang Diharapkan Model menghasilkan prediksi kondisi (Aman, Waspada, Bahaya) berdasarkan data dari tabel data\_sensor. Pengujian Black Box ke-8 Skenario Pengujian Model mengirimkan hasil prediksi ke database PHPMyAdmin. Hasil yang Diharapkan Prediksi disimpan di tabel prediksi\_output dengan kolom: ID, data sensor, hasil prediksi, timestamp. Pengujian Black Box ke-9 Skenario Pengujian Model mengirimkan hasil prediksi ke Telegram. Hasil yang Diharapkan Model mengirim pesan prediksi ke Telegram yang mencakup waktu, hasil prediksi, dan detail data sensor. Pengujian Black Box ke-10 Skenario Pengujian API telegram mengirimkan hasil prediksi ke Telegram. Hasil yang Diharapkan API telegram mengirim pesan prediksi ke Telegram yang mencakup waktu, hasil prediksi, dan detail data sensor. Pengujian Black Box ke-11 Skenario Pengujian Aplikasi Telegram menampilkan hasil prediksi ke user. Hasil yang Diharapkan API telegram berhasil menampilkan pesan prediksi ke user yang mencakup waktu, hasil prediksi, dan detail data sensor.

#### 4.6.2 Perancangan Pengujian Performa Model

Pengujian performa dilakukan untuk mengevaluasi akurasi prediksi model terhadap data aktual yang telah diolah. Peneliti akan melakukan evaluasi performa model menggunakan Confusion Matrix untuk menilai akurasi klasifikasi model dalam membedakan kondisi Aman, Waspada, dan Bahaya. Confusion Matrix membagi hasil prediksi ke dalam True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN), yang digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan dalam prediksi. Setelah mendapatkan Confusion Matrix, beberapa

metrik utama dihitung untuk mengevaluasi performa model. Akurasi menunjukkan persentase prediksi yang tepat, Precision mengevaluasi ketepatan dalam memprediksi kelas positif, Recall mengukur sejauh mana model mampu mengidentifikasi kondisi yang benar-benar terjadi, sedangkan F1-Score merepresentasikan keseimbangan antara Precision dan Recall. Selain itu, model dievaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi. MAE mengukur rata-rata perbedaan absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual, sedangkan RMSE memberikan gambaran lebih sensitif terhadap error besar. Berikut perhitungan dari setiap evaluasi yang dijelaskan dalam tabel 4.12.

**Tabel 4.12 Perancangan Pengujian Performa No. Metode Pengukuran Performa Perhitungan Hasil yang Diharapkan**

1. Confusion Matrix Akurasi, Precision, F1. Berdasarkan TP, TN, FP, FN Acc > 80%
2. Mean Absolute Error Akurasi error.  $(MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|)$  0% - 1%
3. Root Mean Squared Error Rata-rata error kuadrat.  $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$  0% - 1%
4. Akurasi Persentase prediksi yang benar.  $Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} > 80\%$
5. Precision Prediksi positif yang benar.  $Precision = \frac{TP}{TP + FP} > 80\%$
6. Recall Mendeteksi seluruh data positif.  $Recall = \frac{TP}{TP + FN} > 80\%$
7. F1-Score Keseimbangan model.  $F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} > 80\%$

Kriteria keberhasilan model ditentukan berdasarkan akurasi serta tingkat kesalahan prediksi yang dihasilkan. Agar model dikategorikan sebagai optimal, hasil pengujian harus menunjukkan Akurasi, Precision, Recall, dan F1-Score di atas 80%, serta memiliki Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) dalam rentang 0% - 10%. Jika hasil pengujian menunjukkan akurasi di bawah ambang batas tersebut atau MAE/RMSE lebih dari 10%, maka model memerlukan perbaikan lebih lanjut. Apabila model memiliki akurasi yang rendah, peneliti akan melakukan penyesuaian parameter model (hyperparameter tuning).

HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini memuat uraian tentang hasil **1** penelitian yang telah dilakukan. Setiap pencapaian dari komponen-komponen yang mendukung pembuatan sistem ini akan diuraikan secara menyeluruh. Bab ini terdiri dari dua subbab, yaitu hasil dan pembahasan. Penjelasan dari masing-masing subbab dijabarkan sebagai berikut.

### 5.1 Hasil

Pada subbab ini akan diuraikan hasil implementasi sistem prediksi banjir yang telah disusun berdasarkan kebutuhan dan perancangan yang dilakukan oleh peneliti. Hasil implementasi ini terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu pengembangan perangkat keras (sistem tertanam) untuk pengambilan data, hasil prediksi SVM (Support Vector Machine), dan pengembangan perangkat lunak (kode program). Ketiga bagian tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa sistem prediksi banjir dapat berfungsi sesuai dengan prinsip kerja yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Berikut merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan.

#### 5.1.1 Perakitan Tahap

perakitan merupakan proses implementasi seluruh komponen yang mendukung pengembangan Sistem Prediksi Banjir Berbasis IoT. Pada tahap ini, proses perakitan mencakup tiga elemen utama, yaitu pembuatan prototipe lingkungan, integrasi sensor untuk pengumpulan data, dan pengiriman hasil prediksi ke bot Telegram sebagai notifikasi pengguna. Prototipe lingkungan dibuat menggunakan akrilik yang dirancang menyerupai model sungai mini, dilengkapi dengan pompa air untuk menciptakan aliran dinamis yang memungkinkan simulasi kondisi nyata. Struktur akrilik ini mendukung pengukuran parameter seperti tinggi muka air, debit aliran, dan curah hujan dalam berbagai skenario. Setelah prototipe selesai, integrasi sensor dilakukan dengan memasang sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi muka air, sensor flow meter untuk memantau debit aliran air, dan sensor curah hujan tipe tipping bucket untuk mencatat volume curah hujan. Data dari sensor-sensor ini digunakan sebagai input utama dalam sistem prediksi banjir berbasis algoritma Support Vector Machine (SVM). Hasil prediksi sistem kemudian dikirimkan ke bot Telegram untuk memberikan notifikasi kepada pengguna secara real-time, sehingga pengguna dapat memperoleh informasi terkini mengenai

potensi banjir. Uraian lebih detail akan disajikan dalam subbab-subbab berikut.

5.1.1.1 Tampilan Rangkaian Sistem Gambar 5.1 Rangkaian Sistem Gambar 5.1 menunjukkan rangkaian sistem prediksi banjir berbasis IoT yang dirancang untuk mengukur parameter lingkungan secara real-time. Sistem ini meliputi sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi permukaan air serta sensor flow meter untuk mendeteksi kecepatan aliran air, serta mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan terhubung dengan sumber daya listrik untuk operasionalnya. Sebagai komponen utama dalam proses prediksi banjir, sistem ini berperan penting dalam pengambilan data lingkungan yang menjadi dasar untuk menghasilkan prediksi kondisi banjir secara akurat. Agar sistem ini dapat berfungsi dengan baik, seluruh komponen harus selalu dalam kondisi optimal, terutama mikrokontroler dan sensor ultrasonik, yang harus dirancang untuk bertahan terhadap paparan air hujan. Perlindungan tambahan, seperti pelindung tahan air atau penempatan di area yang terlindung, diperlukan untuk memastikan perangkat ini tetap stabil dan operasional dalam kondisi lingkungan yang ekstrem.

5.1.1.2 Tampilan Integrasi Sistem Pada Prototype Lingkungan Gambar 5.2 Integrasi Sistem pada Prototype Lingkungan Gambar 5.2 menjelaskan hasil integrasi sistem dengan prototype lingkungan yang telah dirancang. Pada gambar, sistem telah dipasangkan dengan prototype lingkungan yang menyerupai kondisi aktual. Komponen sensor, seperti sensor ultrasonik, flow, dan curah hujan, telah dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 dan diposisikan di lokasi strategis untuk membaca parameter lingkungan. Aliran air dalam prototype ini dihasilkan menggunakan sebuah pompa yang menyedot suplai air untuk menciptakan simulasi aliran. Hal ini bertujuan untuk memberikan kondisi yang mendekati nyata. Prototype ini juga dilengkapi dengan sebuah lubang pada sisi dinding untuk menjaga ketinggian air tetap dalam kondisi normal. Prototype ini telah dibangun sesuai dengan hasil perancangan sebelumnya, dengan dimensi ketinggian sungai sebesar 25 cm, lebar 20 cm, dan panjang 50 cm, sehingga mampu merepresentasikan kondisi sungai dalam skala kecil dengan

akurasi yang memadai. 5.1.1.3 Tampilan Halaman Telegram Untuk Notifikasi

Gambar 5.3 Hasil Prediksi Telegram Gambar 5.3 memperlihatkan tampilan halaman

Telegram yang digunakan untuk notifikasi hasil prediksi banjir pada sistem

yang dirancang. Dalam gambar tersebut, bot Telegram dengan nama

"Prediksi Banjir Sungai Cipayung Mas" secara otomatis mengirimkan

notifikasi kepada pengguna setiap kali prediksi banjir dilakukan.

Informasi yang disampaikan meliputi jarak (ketinggian air), laju aliran

air, curah hujan, kondisi prediksi (Aman, Waspada, atau Bahaya), serta waktu pred

1 4 dilakukan. Contoh notifikasi menunjukkan bahwa bot dapat mendeteksi

perubahan parameter lingkungan dan memberikan status kondisi terbaru.

5.1.2 Kode Program Kode program merupakan elemen penting dalam pe

1 4 gembangan sebuah sistem, karena kode tersebut berfungsi untuk mengontrol perangkat keras (hardwar

1 4 ) dan sensor-sensor yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan

kode program yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan sistem. Berikut

ini adalah kode program yang digunakan dalam proyek ini, yang mencakup

kontrol perangkat keras dan sensor. Tabel 5.1 Kode Program Sistem

Tertanam Potongan Kode Program ke-1 Gambar Keterangan Pendefinisian

library yang digunakan, konfigurasi pin untuk sensor ultrasonik, flow,

dan curah hujan, serta pengaturan koneksi Wi-Fi untuk pengiriman data

ke server. Potongan Kode Program ke-2 Gambar Keterangan Deklarasi

variabel untuk menyimpan data pulsa dari sensor flow dan curah hujan,

serta variabel waktu untuk pengiriman data secara berkala. Potongan Kode

Program ke-3 Gambar Keterangan Fungsi interrupt untuk menghitung pulsa

dari sensor flow dan curah hujan secara real-time. Potongan Kode

Program ke-4 Gambar Keterangan Inisialisasi pin, setup fungsi interrupt

untuk sensor, konfigurasi koneksi ke jaringan Wi-Fi, serta penyiapan

komunikasi untuk pengiriman data dari sensor ke server. Potongan Kode

Program ke-5 Gambar Keterangan Berfungsi untuk membaca data dari sensor

ultrasonik. Pin TRIGGER\_PIN dikontrol untuk mengirim sinyal pulsa, dan

pin ECHO\_PIN membaca pantulan pulsa tersebut untuk menghitung jarak

dalam satuan sentimeter (cm). Potongan Kode Program ke-6 Gambar

Keterangan Kode ini menghitung laju aliran air dan curah hujan setiap 3 detik menggunakan nilai pulsa dari sensor. Pulsa flow dikonversi ke L/min, sedangkan pulsa hujan dikonversi ke mm. Data hasil perhitungan, termasuk jarak dari sensor ultrasonik, laju aliran air, dan curah hujan, ditampilkan pada Serial Monitor. Potongan Kode Program ke-7 Gambar Keterangan Kode ini memeriksa koneksi WiFi sebelum memulai komunikasi HTTP. Jika terhubung, kode membuat koneksi ke server melalui URL yang ditentukan dan mengatur header konten. Data berupa jarak (distance), laju aliran (flowRate), dan curah hujan (rainfall) dikemas dalam format URL- encoded dan dikirim ke server menggunakan metode HTTP POST. Potongan Kode Program ke-8 Gambar Keterangan Kode ini memeriksa respons dari server setelah pengiriman data. Jika respons berhasil (kode respons > 0), pesan respons ditampilkan di Serial Monitor. Jika gagal, kode mencetak pesan kesalahan dengan kode respons. Koneksi HTTP diakhiri dengan `http.end()`, dan delay singkat diberikan sebelum iterasi berikutnya. Tabel 5.2 Kode Program Pengambilan Data Sensor Potongan Kode Program ke-1 Gambar Keterangan Bagian ini berfungsi untuk mengatur koneksi ke database MySQL. Jika koneksi gagal, program akan berhenti dan menampilkan pesan kesalahan. Potongan Kode Program ke-2 Gambar Keterangan Bagian ini memeriksa apakah parameter distance, flowRate, dan rainfall dikirim melalui metode POST. Jika ada, data diambil dan dibersihkan menggunakan `real_escape_string` untuk mencegah serangan SQL injection. P 28 Potongan Kode Program ke-3 Gambar Keterangan Bagian ini menyimpan data sensor (Distance, Flow\_Rate, dan Rainfall) ke dalam tabel `sensor_data`. Jika proses berhasil, akan ditampilkan pesan Data berhasil disimpan, jika gagal, akan menampilkan pesan kesalahan. Jika data POST tidak ditemukan, sistem menampilkan pesan peringatan agar memastikan parameter dikirim dengan benar. Tabel 5.3 Kode Program Pembuatan Model Prediksi Potongan Kode Program ke-1 Gambar Keterangan Pemanggilan library yang digunakan dalam melakukan pelatihan model. Potongan Kode Program ke-2 Gambar Keterangan Membaca dataset dari file

CSV yang berisi data kondisi banjir, seperti curah hujan, ketinggian air, dan laju aliran air. Mengubah label kondisi (Aman, Waspada, Bahaya) menjadi nilai numerik (0, 1, 2) untuk pemrosesan model. Label encoder disimpan untuk penggunaan di masa depan. Potongan Kode Program ke-3 Gambar Keterangan Melakukan normalisasi pada fitur input agar data memiliki skala yang seragam. Normalizer disimpan untuk memastikan konsistensi saat melakukan prediksi. Potongan Kode Program ke-4 Gambar Keterangan Melakukan oversampling untuk menyeimbangkan dataset, khususnya pada kategori minoritas seperti Waspada dan Aman, dengan menambahkan variasi noise kecil. Potongan Kode Program ke-5 Gambar Keterangan Membagi dataset menjadi data latih dan data uji dengan rasio 70:30, sambil menjaga proporsi label menggunakan metode stratify. Menghitung bobot kelas secara otomatis untuk menangani dataset yang tidak seimbang. Potongan Kode Program ke-6 Gambar Keterangan Melakukan tuning parameter untuk Support Vector Machine (SVM) menggunakan GridSearchCV dan validasi silang 5-fold untuk menemukan kombinasi parameter terbaik. Potongan Kode Program ke-7 Gambar Keterangan Menyimpan model SVM terbaik yang telah dilatih untuk digunakan pada prediksi. Potongan Kode Program ke-8 Gambar Keterangan Mengevaluasi kinerja model pada data uji menggunakan metrik akurasi dan laporan klasifikasi (precision, recall, f1-score). Menampilkan confusion matrix untuk memvisualisasikan distribusi prediksi model, menunjukkan perbandingan antara prediksi benar dan salah untuk setiap kelas. Tabel 5.4 Kode Program Melakukan Proses Prediksi Potongan Kode Program ke-1 Gambar Keterangan Pemanggilan library yang digunakan dalam melakukan proses prediksi. Potongan Kode Program ke-2 Gambar Keterangan Pemanggilan file model yang disimpan, Scaler untuk normalisasi data dan label encoder untuk mengonversi hasil prediksi dari angka menjadi nama kondisi. Potongan Kode Program ke-3 Gambar Keterangan Menyimpan konfigurasi koneksi ke database MySQL. Mendefinisikan endpoint /predict\_and\_save yang menerima HTTP POST Request. Potongan Kode Program ke-4 Gambar Keterangan Query ini mengambil data sensor dari tabel sensor

\_data. Mengabaikan data yang sudah memiliki prediksi di tabel hasil \_prediksi. Potongan Kode Program ke-5 Gambar Keterangan Data sensor diproses agar sesuai dengan urutan input [Rainfall, Distance, Flow\_Rate] untuk model. Data dinormalisasi menggunakan StandardScaler. Potongan Kode Program ke-6 Gambar Keterangan Model memprediksi data sensor yang telah dinormalisasi. Hasil prediksi dikonversi ke label aslinya (Aman, Waspada, Bahaya) menggunakan inverse label mapping. Data hasil prediksi, termasuk Sensor\_ID, Distance, Flow Rate, Rainfall, dan Predicted Condition, disimpan ke tabel hasil\_prediksi. Waktu penyimpanan dicatat menggunakan fungsi NOW(). Potongan Kode Program ke-7 Gambar Keterangan API mengembalikan respon JSON yang menyatakan jumlah data yang diproses dan berhasil disimpan. Tabel 5.5 Kode Program Pengiriman Hasil Prediksi ke Telegram Potongan Kode Program ke-1 Gambar Keterangan Pemanggilan library yang digunakan dalam melakukan proses pengiriman hasil prediksi. Potongan Kode Program ke-2 Gambar Keterangan Fungsi fetch\_latest\_prediction mengambil data prediksi terbaru dari tabel hasil\_prediksi di database. Koneksi ke database dibuat menggunakan konfigurasi db\_config, lalu query SQL dijalankan untuk mendapatkan satu data terbaru berdasarkan waktu (Created\_at) dalam urutan menurun. Data hasil query diformat menjadi dictionary dengan informasi seperti Sensor\_ID, Distance, Flow\_Rate, Rainfall, Predicted\_Condition, dan Created\_at, atau None jika tidak ada data ditemukan. Fungsi ini juga menangani kesalahan dan memastikan koneksi ke database ditutup setelah selesai. Potongan Kode Program ke-3 Gambar Keterangan Fungsi send\_telegram\_message mengirimkan hasil prediksi ke bot Telegram. Data prediksi dari parameter prediction\_data diformat menjadi pesan teks berisi informasi jarak, laju aliran, curah hujan, kondisi prediksi, dan waktu. Pesan ini dikirim melalui API Telegram menggunakan metode POST dengan chat\_id, teks, dan format Markdown. Jika pengiriman berhasil, fungsi mencetak konfirmasi; jika gagal, menampilkan pesan kesalahan. Fungsi ini juga menangani error selama proses pengiriman pesan. Potongan Kode Program ke-4 Gambar Keterangan

Fungsi main adalah program utama yang berjalan secara terus-menerus untuk memantau data prediksi terbaru di database. Fungsi ini memanggil `fetch_latest_prediction` untuk mengambil data terbaru dan memeriksa apakah data tersebut belum pernah dikirim sebelumnya. Jika ada data baru, fungsi akan memanggil `send_telegram_message` untuk mengirim hasil prediksi ke bot Telegram, dan memperbarui timestamp terakhir yang dikirim. Program ini melakukan pengecekan setiap 10 detik, memastikan tidak ada duplikasi pengiriman data.

### 5.2 Pembahasan Sub bab ini

menjelaskan hasil prediksi sistem, di mana setiap nilai parameter input diolah menggunakan rumus algoritma, pengujian sistem dengan metode blackbox, dan performa model dievaluasi berdasarkan hasil pengujian tersebut.

#### 5.2.1 Hasil Perhitungan Prediksi Banjir

Pada tahap ini, peneliti telah berhasil membangun Hyperplane pada model berdasarkan dataset yang digunakan dalam sistem prediksi banjir menggunakan SVM. Hyperplane yang dihasilkan berfungsi sebagai batas keputusan yang memisahkan kategori kondisi sungai berdasarkan tiga parameter utama, yaitu Curah Hujan (mm), Ketinggian Air (cm), dan Debit Air ( $m^3/s$ ). Model ini dilatih untuk membedakan tiga kondisi utama sungai, yaitu Aman (Biru), Waspada (Oranye), dan Bahaya (Merah). Berikut merupakan distribusi data pada hyperplane. Gambar 5.4 Hasil Pembuatan Hyperplane Hyperplane yang ditampilkan dalam bidang abu-abu berfungsi sebagai batas klasifikasi untuk memisahkan setiap kondisi berdasarkan data yang diberikan. Semakin jauh titik data dari hyperplane, semakin kuat kepastian model dalam menentukan kategorinya.

#### 5.2.1.2 Hasil Penerapan Marginasi

Peneliti telah berhasil menerapkan marginisasi pada data hasil pelatihan model SVM untuk prediksi banjir. Proses marginisasi dilakukan dengan tujuan memaksimalkan jarak antar kategori (Aman, Waspada, dan Bahaya) dalam ruang fitur, sehingga model dapat membedakan setiap kategori dengan lebih optimal. Data yang digunakan berasal dari hasil pelatihan sebelum dan setelah marginisasi. Berikut merupakan tabel perbandingan akurasi model sebelum dan sesudah menggunakan proses marginisasi. Tabel 5.6 Performa

Model dengan Marginasi Metrik Sebelum Marginasi Setelah Marginasi Akurasi Model (%) 98.20000% 99.06667% Mean Absolute Error 0.008000 0.009333 Root Mean Squared Error 0.0894 0.0966 Setelah menerapkan marginisasi, akurasi model tetap stabil di atas 99%, dengan hanya sedikit penurunan dari 99.20% menjadi 99.07%, menunjukkan bahwa marginisasi tidak menyebabkan overfitting atau degradasi performa. Meskipun nilai Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) sedikit meningkat, hal ini mencerminkan peningkatan fleksibilitas model dalam menangani variasi data, sehingga prediksi lebih adaptif terhadap distribusi yang lebih seimbang. Selain itu, marginisasi memperlebar jarak antar kategori dalam ruang fitur, memungkinkan model mengklasifikasikan data baru dengan lebih baik dan mengurangi kesalahan prediksi pada data yang berada di sekitar batas keputusan (hyperplane).

### 5.2.1.3 Hasil Prediksi Data Uji Lapangan

Hasil dari percobaan prediksi dapat dilihat pada Tabel 5.7. Tabel 5.7 Data Percobaan Prediksi Banjir No. Curah Hujan Ketinggian Air Debit Air 1 3.36 m/m 27 cm 4.24 m/m 2 14.06 m/m 9.21 cm 10.76 m/m 3 5.32 m/m 14.21 cm 4.54 m/m

Untuk menghitung nilai prediksi dapat dilakukan dengan memasukkan rumus fungsi keputusan yang digunakan dalam model SVM untuk menghitung prediksi.  $f(x) = (-0.5886 \times x_1) + (1.2226 \times x_2) + (-0.7289 \times x_3) + (-1.4692)$  Nilai vektor bobot [-0.5886, 1.2226, -0.7289] dan bias -1.4692 diperoleh melalui proses pelatihan model SVM menggunakan data latih yang telah dikumpulkan. Dalam proses ini, algoritma SVM mengoptimalkan bobot dengan mencari hyperplane terbaik yang dapat memisahkan kategori Aman, Waspada, dan Bahaya berdasarkan parameter curah hujan, ketinggian air, dan debit air. Nilai-nilai tersebut merepresentasikan kontribusi masing-masing fitur dalam menentukan hasil klasifikasi, di mana bobot yang lebih besar menunjukkan pengaruh yang lebih dominan terhadap keputusan prediksi. Hasil perhitungan untuk setiap data uji adalah sebagai berikut:

- Data 1:  $f(x) = (-0.5886 \times 3.36) + (1.2226$

REPORT #24742471

$$\times 27) + (-0.7289 \times 4.24) + (-1.4692) = 26.462$$

→ Kategori Aman (0) • Data 2:  $\text{f}(x) = (-0.5886$

$$\times 14.06) + (1.2226 \times 9.21) + (-0.7289 \times 10$$

.76) + (-1.4692) = -6.326 → Kategori Bahaya (2) • Data

$$3: \text{f}(x) = (-0.5886 \times 5.32) + (1.222$$

$$6 \times 14.21) + (-0.7289 \times 4.54) + (-1.4692) =$$

5.215 → Kategori Waspada (1) Berdasarkan perhitungan data menggunakan fungsi

Keputusan, Data dengan nilai  $f(x)$  yang positif tinggi cenderung

masuk dalam kategori Aman, karena kondisi sungai masih dalam batas

normal dan tidak menunjukkan tanda-tanda peningkatan risiko banjir.

Sementara itu, data dengan  $f(x)$  yang mendekati nol atau sedikit

positif dikategorikan sebagai Waspada, yang menunjukkan adanya potensi

peningkatan risiko banjir meskipun belum mencapai kondisi kritis. Berikut

tampilan data prediksi yang telah diolah menggunakan model. Tabel 5.8

Data Hasil Uji Lapangan Prediksi Banjir No. Curah Hujan Ketinggian Air

Debit Air Hasil Prediksi 1 3.36 m/m 27 cm 4.24 m/m Aman (0)

2 14.06 m/m 9.21 cm 10.76 m/m Bahaya (2) 3 5.32 m/m 14.21

cm 4.54 m/m Waspada (1) 5.2.2 Hasil Pengujian Black Box Sistem

Pengujian sistem ini menggunakan pendekatan black box, dengan berbagai

variasi input yang diuji untuk memastikan setiap fungsi dalam sistem

beroperasi sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan. Hasil yang

diperoleh dari pengujian ini akan dievaluasi dengan membandingkannya

terhadap spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengujian

black box dijelaskan pada tabel berikut. Tabel 5.9 Hasil Pengujian

Black Box Pengujian Black Box ke-1 Skenario Pengujian Sensor flow

mengukur nilai debit air sungai Hasil yang diharapkan Sensor flow

dapat menangkap nilai debit air dan mengirimkan data ke ESP32 melalui

pin digital. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-2 Skenario Pengujian

Sensor ultrasonic mengukur ketinggian air sungai Hasil yang diharapkan

Sensor ultrasonic dapat mengukur jarak permukaan air dan mengirimkan

data ke ESP32. Hasil Pengujian **1** Pengujian Black Box ke-3 Skenario Pengujian

Sensor curah hujan (tipping bucket) menghitung curah hujan Hasil yang diharapkan Sensor tipping bucket dapat mendeteksi pergerakan bucket (p lsa) dan mengirimkan data ke ESP32. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-4 Skenario Pengujian Rangkaian dihidupkan Hasil yang diharapkan ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mendapatkan alamat IP yang valid. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-5 Skenario Pengujian ESP32 mengirimkan nilai sensor ke database PHPMyAdmin Hasil yang diharapkan ESP32 berhasil mengirimkan nilai sensor (flow, ultrasonic, tipping bucket) ke tabel sensor\_data. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-6 Skenario Pengujian Database menerima data dari ESP32 Hasil yang diharapkan Data dari ESP32 berhasil disimpan di tabel sensor\_data dengan kolom yang sesuai. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-7 Skenario Pengujian Model mengambil, memproses data sensor dan memberikan hasil prediksi. Hasil yang diharapkan Model menghasilkan prediksi kondisi (Aman, Waspada, Bahaya) berdasarkan data dari tabel data\_sensor. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-8 Skenario Pengujian Model mengirimkan hasil prediksi ke database PHPMyAdmin Hasil yang diharapkan Prediksi disimpan di tabel prediksi\_output dengan kolom: ID, data sensor, hasil prediksi, timestamp. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-9 Skenario Pengujian API telegram mengirimkan hasil prediksi ke Telegram Hasil yang diharapkan API telegram mengirim pesan prediksi ke Telegram yang mencakup waktu, hasil prediksi, dan detail data sensor. Hasil Pengujian Pengujian Black Box ke-10 Skenario Pengujian Aplikasi Telegram menampilkan hasil prediksi ke user Hasil yang diharapkan Aplikasi telegram berhasil menampilkan pesan prediksi ke user yang mencakup waktu, hasil prediksi, dan detail data sensor dengan **36** format penulisan yang dirancang oleh peneliti. Hasil Pengujian Hasil pengujian blackbox pada tabel menunjukkan bahwa setiap komponen dan proses yang ada dalam sistem telah berjalan selaras dengan skenario yang dirancang. Berikut adalah hasil pengujian blackbox sistem prediksi banjir: 1. Sensor tipping bucket berhasil mendeteksi curah hujan dan mengirimkan data ke ESP32. 2. Sensor

ultrasonic dan aliran air juga berhasil mengukur jarak dan laju aliran air dengan akurasi sesuai. 3. ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mendapatkan alamat IP yang valid. 4. Data dari ESP32 berhasil disimpan di tabel `sensor_data` dengan format kolom yang sesuai. 5. Model berhasil mengambil data dari tabel `sensor_data` dan memprosesnya untuk menghasilkan prediksi kondisi (Aman, Waspada, Bahaya) lalu menyimpan pada tabel `hasil_prediksi`. 6. Aplikasi Telegram berhasil menampilkan hasil prediksi kepada pengguna dalam format pesan yang dibuat. Berdasarkan hasil pengujian blackbox yang telah dilakukan, terdapat beberapa kelemahan yang dapat diidentifikasi dalam sistem prediksi banjir:

1. Ketergantungan pada Koneksi Internet: Sistem bergantung pada koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data dari ESP32 ke server. Jika terjadi gangguan jaringan atau koneksi internet lemah, data dapat mengalami keterlambatan atau bahkan gagal dikirim.
2. Akurasi Sensor dalam Kondisi Ekstrem: Performa sensor dapat dipengaruhi oleh kondisi ekstrem seperti hujan deras terus-menerus, turbulensi air yang tinggi, atau penghalang fisik yang mengganggu pembacaan sensor ultrasonic.
3. Kemungkinan Noise pada Data Sensor: Data yang diterima dari sensor dapat mengalami noise akibat gangguan lingkungan, seperti angin kencang atau perubahan arus yang tiba-tiba pada sensor aliran air.
4. Keterbatasan Penyimpanan Data pada ESP32: ESP32 memiliki keterbatasan dalam kapasitas penyimpanan dan pemrosesan data. Jika data tidak segera dikirim ke server dalam jumlah besar, ada kemungkinan buffer penuh.

### 5.2.3 Hasil Pengujian Performa Model Pengujian blackbox pada tabel 5.9

merupakan hasil pengujian pada model yang digunakan dalam sistem prediksi banjir. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa integrasi antara kode sumber beroperasi sesuai dengan skema yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan pada seluruh aspek yang dibutuhkan oleh model agar bekerja secara optimal. Tabel 5.10 Hasil Pengujian Black Box Model No. Metode Pengukuran Hasil Pengujian 1. Confussion Matrix Data Latih Akurasi Prediksi Model pada data latih 2. Confussion Matrix Data

Uji Akurasi Prediksi Model data uji 3. Confussion Matrix Data Latih  
Classificati on Report Akurasi, Precision, Recall, F1, dan Supoort Data  
Latih 4. Confussion Matrix Data Uji Classificati on Report Akurasi,  
Precision, Recall, F1, dan Supoort Data Uji 5. Mean Absol ute Error  
(MAE) & Root Mean Squared Error (RMSE) data latih Akurasi Error dan  
Akurasi Error Rata- rata Data Latih 6. Mean Absol ute Error (MAE)  
& Root Mean Squared Error (RMSE) Data uji Akurasi Error dan Akurasi  
Error Rata- rata Data Uji Hasil pengujian blackbox pada model prediksi  
menunjukkan bahwa model telah berfungsi dengan baik dalam melakukan  
prediksi kondisi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Berdasarkan  
pengukuran menggunakan data latih sebanyak 7101 data dan data uji  
sebanyak 3.044 data, diperoleh hasil sebagai berikut: 1. Akurasi  
Internal: Model berhasil mencapai akurasi sebesar 99.7% pada data latih,  
dengan nilai error (MAE) yang sangat rendah sebesar 0.0025 dan RMSE  
sebesar 0.0503. Hasil ini menunjukkan bahwa model yang peneliti bangun  
mampu memahami pola data latih dengan sangat baik. 2. Akurasi  
Eksternal: Pada data uji eksternal. model mencatat akurasi sebesar  
99.3%, dengan nilai MAE sebesar 0.0064 dan RMSE sebesar 0.0801. Hasil  
ini mengindikasikan bahwa model dapat mempertahankan kinerja yang sangat  
baik, bahkan saat diuji dengan data baru yang belum pernah digunakan  
sebelumnya. 3. Confusion Matrix dan Classification Report: Hasil confusion  
matrix dan classification report mengindikasikan bahwa model mempunyai  
performa konsisten dalam memprediksi seluruh kategori (Aman, Waspada,  
Bahaya), dengan nilai precision, recall, dan F1-score yang sangat tinggi  
di semua kelas. Berdasarkan hasil pengujian model, diperoleh juga  
beberapa evaluasi terkait kelemahan sistem yan kedepannya perlu  
diperhatikan, diantaranya sebagai berikut: 1. Peningkatan MAE dan RMSE  
Setelah Marginisasi: terdapat sedikit peningkatan dalam nilai error yang  
perlu diperhatikan dalam penggunaan lebih lanjut. 2. Keterbatasan Pada Data Ekstrem: M

9 del mungkin memiliki kesulitan dalam menangani data dengan  
karakteristik yang jauh berbeda dari pola yang telah dipelajari, seperti

anomali curah hujan yang sangat tinggi atau kondisi sungai yang tidak biasa.

BAB VI PENUTUP Bab ini berisi kesimpulan dan saran mengenai pengembangan Sistem Prediksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan SVM yang diterapkan pada Sungai Payung Mas. Penjelasan mencakup seluruh tahapan dalam pengembangan prototipe, mulai dari perancangan hingga pengujian, yang dilaksanakan sejalan dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini diperoleh melalui pengembangan proyek tugas akhir mengenai Sistem Prediksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan SVM yang diterapkan pada Sungai Payung Mas. Mengacu pada rumusan masalah yang telah ditentukan, penelitian ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang dapat memberikan peringatan dini (early warning) kepada pengguna terkait potensi bencana banjir. Sistem ini mampu mengintegrasikan data dari berbagai sensor untuk menghasilkan prediksi yang akurat, yang kemudian dikirimkan melalui platform Telegram untuk memastikan pengguna mendapatkan informasi secara real-time. Dengan memanfaatkan teknologi IoT dan algoritma SVM, sistem ini terbukti efektif dalam mendukung upaya mitigasi bencana banjir, memberikan kemudahan pemantauan, dan meningkatkan kesadaran terhadap kondisi lingkungan. Adapun beberapa pencapaian dari sistem yang telah dikembangkan meliputi:

1. Sistem mampu mengaktifkan dan mengintegrasikan seluruh komponen yang digunakan dalam prediksi banjir.
2. Sensor ultrasonik berfungsi menangkap data ketinggian air secara akurat, memberikan input penting untuk memantau kondisi debit air di sungai.
3. Sensor flow meter mampu mendeteksi kecepatan aliran air, yang digunakan untuk mengukur potensi perubahan volume aliran sungai.
4. Sensor curah hujan tipe tipping bucket mampu mencatat intensitas curah hujan, memberikan gambaran tentang kondisi hujan yang terjadi di sekitar lokasi.
5. Sistem mampu mengolah data sensor dan membuat prediksi banjir berdasarkan model SVM yang telah dilatih.
6. Hasil prediksi dapat dikirimkan melalui Telegram sebagai notifikasi kepada pengguna.
7. Sistem mampu menampilkan hasil prediksi kepada pengguna dalam format yang mudah dipahami, baik melalui

REPORT #24742471

Telegram maupun dashboard lokal. 8. Sistem ini didesain agar beroperasi secara otomatis, sehingga tidak memerlukan intervensi manual dari pengguna. 6.2 Saran Berdasarkan hasil pengembangan dan implementasi Sistem Prediksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan SVM, peneliti menyadari bahwa sistem ini masih memiliki keterbatasan yang dapat menjadi peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Dengan mempertimbangkan berbagai situasi dan kebutuhan yang mungkin muncul dalam penerapan sistem prediksi banjir, berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan di masa mendatang: 1. Disarankan untuk menggunakan sensor dengan akurasi lebih tinggi, seperti sensor tekanan berbasis piezometer, untuk meningkatkan ketelitian dalam pengukuran ketinggian air. 2. Menambahkan sensor kelembapan tanah sebagai parameter tambahan, sehingga model prediksi banjir dapat mempertimbangkan lebih banyak faktor lingkungan dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat. 3. Mengembangkan sistem prediksi agar mampu mendeteksi banjir kiriman dari hulu sungai, sehingga memberikan peringatan dini yang



REPORT #24742471

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>5.77%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9040/17/Lolos%20Plagiasi.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9040/17/Lolos%20Plagiasi.pdf</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
2.	<b>0.84%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9121/9/BAB%20II.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9121/9/BAB%20II.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
3.	<b>0.59%</b> download.garuda.kemdikbud.go.id <a href="http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2915866&amp;val=256...">http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2915866&amp;val=256...</a>	●
INTERNET SOURCE		
4.	<b>0.47%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9200/11/BAB%20V.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9200/11/BAB%20V.pdf</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.4%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6063/11/11.%20BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6063/11/11.%20BAB%20IV.pdf</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.4%</b> scholar.unand.ac.id <a href="http://scholar.unand.ac.id/116160/5/LAPORAN%20Revisi%20Ade%20Indra%20T..">http://scholar.unand.ac.id/116160/5/LAPORAN%20Revisi%20Ade%20Indra%20T..</a>	●
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.26%</b> openjournal.unpam.ac.id <a href="https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JTSI/article/download/41068/20578..">https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JTSI/article/download/41068/20578..</a>	●
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.26%</b> ejournal.itn.ac.id <a href="https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/7350/4407/">https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/7350/4407/</a>	●
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.25%</b> eprints.untirta.ac.id <a href="https://eprints.untirta.ac.id/35102/1/Andreansyah_3332190084_Fulltext.pdf">https://eprints.untirta.ac.id/35102/1/Andreansyah_3332190084_Fulltext.pdf</a>	●



REPORT #24742471

INTERNET SOURCE		
10. 0.24%	<a href="http://eprints.itn.ac.id/12824/2/1818112_BAB%20I.pdf">eprints.itn.ac.id</a> <a href="http://eprints.itn.ac.id/12824/2/1818112_BAB%20I.pdf">http://eprints.itn.ac.id/12824/2/1818112_BAB%20I.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
11. 0.18%	<a href="https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/download/221/137/506">prosiding.konik.id</a> <a href="https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/download/221/137/506">https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/download/221/137/506</a>	●
INTERNET SOURCE		
12. 0.18%	<a href="https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/download/1168/1098/4509">jurnal.kolibi.org</a> <a href="https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/download/1168/1098/4509">https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/download/1168/1098/4509</a>	●
INTERNET SOURCE		
13. 0.17%	<a href="https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/72887/1/AHMAD%2...">repository.uinjkt.ac.id</a> <a href="https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/72887/1/AHMAD%2...">https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/72887/1/AHMAD%2...</a>	●
INTERNET SOURCE		
14. 0.16%	<a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9270/26/BAB%20III.pdf">eprints.upj.ac.id</a> <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9270/26/BAB%20III.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/9270/26/BAB%20III.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
15. 0.15%	<a href="https://learn.microsoft.com/id-id/fabric/data-science/customer-churn">learn.microsoft.com</a> <a href="https://learn.microsoft.com/id-id/fabric/data-science/customer-churn">https://learn.microsoft.com/id-id/fabric/data-science/customer-churn</a>	●
INTERNET SOURCE		
16. 0.15%	<a href="http://repository.mediapenerbitindonesia.com/387/1/T%20107%20Inovasi%20A..">repository.mediapenerbitindonesia.com</a> <a href="http://repository.mediapenerbitindonesia.com/387/1/T%20107%20Inovasi%20A..">http://repository.mediapenerbitindonesia.com/387/1/T%20107%20Inovasi%20A..</a>	●
INTERNET SOURCE		
17. 0.14%	<a href="https://pdfs.semanticscholar.org/024a/d34fc76c4918b80051145b57042d6a5054...">pdfs.semanticscholar.org</a> <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/024a/d34fc76c4918b80051145b57042d6a5054...">https://pdfs.semanticscholar.org/024a/d34fc76c4918b80051145b57042d6a5054...</a>	●
INTERNET SOURCE		
18. 0.14%	<a href="https://rumahcoding.id/blog/sentiment-analysis-menggunakan-deep-learning-b..">rumahcoding.id</a> <a href="https://rumahcoding.id/blog/sentiment-analysis-menggunakan-deep-learning-b..">https://rumahcoding.id/blog/sentiment-analysis-menggunakan-deep-learning-b..</a>	●
INTERNET SOURCE		
19. 0.14%	<a href="https://blog.myskill.id/tips-karir/panduan-lengkap-data-analysis/">blog.myskill.id</a> <a href="https://blog.myskill.id/tips-karir/panduan-lengkap-data-analysis/">https://blog.myskill.id/tips-karir/panduan-lengkap-data-analysis/</a>	●
INTERNET SOURCE		
20. 0.13%	<a href="https://www.academia.edu/98182580/Prediksi_Saham_PT_Aneka_Tambang_Tb..">www.academia.edu</a> <a href="https://www.academia.edu/98182580/Prediksi_Saham_PT_Aneka_Tambang_Tb..">https://www.academia.edu/98182580/Prediksi_Saham_PT_Aneka_Tambang_Tb..</a>	●



REPORT #24742471

INTERNET SOURCE		
21.	0.13% repository.wiraraja.ac.id <a href="https://repository.wiraraja.ac.id/3142/11/RIZAL%20SKRIPSI%202021.pdf">https://repository.wiraraja.ac.id/3142/11/RIZAL%20SKRIPSI%202021.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
22.	0.12% e-journal.uajy.ac.id <a href="https://e-journal.uajy.ac.id/1089/2/1TF05432.pdf">https://e-journal.uajy.ac.id/1089/2/1TF05432.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
23.	0.11% web.unikom.ac.id <a href="https://web.unikom.ac.id/penerapan-decision-tree-untuk-pengambilan-keputu...">https://web.unikom.ac.id/penerapan-decision-tree-untuk-pengambilan-keputu...</a>	●
INTERNET SOURCE		
24.	0.11% repo.darmajaya.ac.id <a href="http://repo.darmajaya.ac.id/15611/8/8%20BAB%20IV.pdf">http://repo.darmajaya.ac.id/15611/8/8%20BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
25.	0.11% simantu.pu.go.id <a href="https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/superman/post/20181128152233___...">https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/superman/post/20181128152233___...</a>	●
INTERNET SOURCE		
26.	0.1% journal.ummat.ac.id <a href="http://journal.ummat.ac.id/index.php/JPL/article/download/23216/pdf">http://journal.ummat.ac.id/index.php/JPL/article/download/23216/pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
27.	0.1% repository.uinsu.ac.id <a href="http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI%20FITRIANA%20NASUTION.pdf">http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI%20FITRIANA%20NASUTION.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
28.	0.1% digilib.politeknik-pratama.ac.id <a href="https://digilib.politeknik-pratama.ac.id/assets/dokumen/ebook/feb_B8-G0dzvX...">https://digilib.politeknik-pratama.ac.id/assets/dokumen/ebook/feb_B8-G0dzvX...</a>	●
INTERNET SOURCE		
29.	0.09% repository.its.ac.id <a href="https://repository.its.ac.id/107999/1/6025201007-Master_Thesis.pdf">https://repository.its.ac.id/107999/1/6025201007-Master_Thesis.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
30.	0.08% elib.pnc.ac.id <a href="https://elib.pnc.ac.id/1049/4/BAB%20IV.pdf">https://elib.pnc.ac.id/1049/4/BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
31.	0.07% medium.com <a href="https://medium.com/sysinfo/support-vector-machine-svm-5d95a7d7a547">https://medium.com/sysinfo/support-vector-machine-svm-5d95a7d7a547</a>	●



REPORT #24742471

INTERNET SOURCE		
32. 0.07%	repository.unama.ac.id <a href="http://repository.unama.ac.id/1305/5/Bab%203.pdf">http://repository.unama.ac.id/1305/5/Bab%203.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
33. 0.07%	jurnal.kharisma.ac.id <a href="https://jurnal.kharisma.ac.id/kharismatech/article/download/292/210/">https://jurnal.kharisma.ac.id/kharismatech/article/download/292/210/</a>	●
INTERNET SOURCE		
34. 0.07%	e-journal.unipma.ac.id <a href="https://e-journal.unipma.ac.id/index.php/electra/article/download/21270/6824/...">https://e-journal.unipma.ac.id/index.php/electra/article/download/21270/6824/...</a>	●
INTERNET SOURCE		
35. 0.06%	jarvisai.id <a href="https://jarvisai.id/mengenal-dataset-dan-model-training-dalam-ai.htm">https://jarvisai.id/mengenal-dataset-dan-model-training-dalam-ai.htm</a>	●
INTERNET SOURCE		
36. 0.06%	ejournal.bsi.ac.id <a href="https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijcit/article/viewFile/1909/1416">https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijcit/article/viewFile/1909/1416</a>	●