



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR
BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DAN LORA
MENGUNAKAN MACHINE LEARNING**

“Pengaplikasian Sistem Klasifikasi Banjir Berbasis *Machine Learning*”

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

M FAUZAN ZAKY RAMADHAN

Nim.2303332070

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR
BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DAN LORA
MENGUNAKAN MACHINE LEARNING**

“Pengaplikasian Sistem Klasifikasi Banjir Berbasis *Machine Learning*”

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

M FAUZAN ZAKY RAMADHAN

Nim.2303332070

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : M Fauzan Zaky Ramadhan

NIM : 2303332070

Tanda Tangan : 

Tanggal : Tanggal 1 Juli 2026





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : M Fauzan Zaky Ramadhan

NIM : 2303332070

Program Studi : Teknik Telekomunikasi

Judul Tugas Akhir : Pengaplikasian Sistem Klasifikasi Banjir Berbasis
Machine Learning

Telah Diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 08 Juli 2026
dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1 : Ainnur Rahayu Pratiwi, S.S.T., M.T.

NIP. 19950707205062010

Pembimbing 2 : Irwan Prasetya S.Sos., M.Pd.

NIP. 19940408202231010

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 29 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ainnur Rahayu Pratiwi, S.S.T., M.T.dan Irwan Prasetya S.Sos., M.Pd.selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
3. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 31 Juli 2026

M.Fauzan Zaky R.



ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia sehingga diperlukan sistem yang mampu memberikan informasi kondisi sungai secara real-time dan peringatan dini. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring serta klasifikasi banjir berbasis Internet of Things (IoT) dan Machine Learning menggunakan algoritma Random Forest. Sistem menggunakan sensor ultrasonik, sensor YF-S201, dan sensor curah hujan yang terhubung dengan ESP32. Data sensor dikirim ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan pada aplikasi berbasis Laravel. Selanjutnya, data diproses menggunakan algoritma Random Forest untuk mengklasifikasikan kondisi banjir menjadi Aman, Waspada, Siaga, dan Bahaya. Pengujian dilakukan melalui pengujian fungsional, evaluasi model, dan Quality of Service (QoS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan dengan baik berdasarkan pengujian fungsional. Model klasifikasi Random Forest menghasilkan akurasi keseluruhan sebesar 83,50%, dengan nilai precision, recall, dan F1-Score terbaik diperoleh pada kategori Bahaya, yaitu masing-masing 0,99, 0,94, dan 0,96. Pengujian QoS menghasilkan nilai rata-rata throughput 4,812 Kbps, packet loss 0,179%, dan delay 14,752 ms. Berdasarkan standar TIPHON, nilai packet loss dan delay termasuk kategori Sangat Baik, sedangkan throughput berada pada kategori Buruk karena ukuran data yang dikirim relatif kecil. Secara keseluruhan, sistem mampu melakukan monitoring dan klasifikasi banjir secara real-time serta memberikan informasi peringatan dini kepada pengguna.

Kata kunci: *Internet of Things, Machine Learning, Random Forest, Monitoring Banjir, Klasifikasi Banjir.*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Floods are one of the most common natural disasters in Indonesia, making real-time monitoring and early warning systems essential. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT) and Machine Learning-based flood monitoring and prediction system using the Random Forest algorithm. The system employs an ultrasonic sensor, a YF-S201 water flow sensor, and a rainfall sensor connected to an ESP32 microcontroller. Sensor data are transmitted to Firebase Realtime Database and displayed on a Laravel-based application. The Random Forest algorithm classifies flood conditions into Safe, Alert, Standby, and Danger. System evaluation includes functional testing, model evaluation, and Quality of Service (QoS) testing. The results indicate that all system functions operate properly based on functional testing. The Random Forest classification model achieved an overall accuracy of 83.50%, with the best precision, recall, and F1-score obtained for the Danger category, at 0.99, 0.94, and 0.96, respectively. QoS testing produced an average throughput of 4.812 Kbps, packet loss of 0.179%, and delay of 14.752 ms. Based on the TIPHON standard, packet loss and delay are categorized as Very Good, while throughput is categorized as Poor due to the small size of the transmitted sensor data. Overall, the system is capable of providing real-time flood monitoring, prediction, and early warning information.

Keywords: *Internet of Things, Machine Learning, Random Forest, Flood Monitoring, Flood Prediction.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Banjir	4
2.2 Parameter	4
2.2.1 Sensor Ultrasonik.....	4
2.2.2 Sensor Debit Air YF-S201.....	6
2.2.3 Sensor Curah Hujan (tipping rain guage)	7
2.2.4 Firebase Realtime database.....	8
2.3 Machine Learning	9
2.4 Sistem Klasifikasi Berbasis Aplikasi	9
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	11
3.1. Rancang Bangun Alat	11
3.1.1 Deskripsi Program Aplikasi.....	11
3.1.2 Diagram Blok.....	11
3.1.3 Ilustrasi Sistem.....	14
3.1.4 Cara kerja sistem.....	14
3.2. Perancangan Aplikasi Android	17
3.2.1 Flowchart Aplikasi.....	18
3.2.2 Rancangan Antarmuka Aplikasi	19
3.3 Perancangan Machine Learning Random Forest	31
3.3.1 Variabel dan dataset.....	32
3.3.2 Preprocessing Data.....	33
3.3.3 Proses Pelatihan Model.....	34
3.3.4 Metrik evaluasi model.....	36
BAB IV PEMBAHASAN.....	37
4.1. Pengujian Fungsional Pengaplikasian Android	38
4.1.1 Deskripsi Pengujian	38
4.1.2 Deskripsi Pengujian	38
4.1.3 Data hasil pengujian.....	39
4.1.4 Analisa data pengujian fungsional	48
4.2 Pengujian I – Perbandingan Performa Model Machine Learning.....	49
4.2.1 Deskripsi Pengujian Model Machine Learning	49



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Alat dan Bahan Pengujian.....	49
4.2.3 Prosedur Pengujian	49
4.2.4 Dataset yang Digunakan	51
4.2.5 Hasil pelatihan Model di Google Colab.....	52
4.2.6 Evaluasi Performa model di Google Colab	53
4.3 Pengujian Quality of Service (QoS)	53
4.3.1 Deskripsi pengujian	53
4.3.2 Prosedur Pengujian	53
4.3.3 Data Hasil Pengujian QoS	54
4.3.4 Analisa data QoS.....	61
BAB V PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	66





DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Parameter.....	32
Tabel 4.1	Login.....	39
Tabel 4.2	Dashboard.....	40
Tabel 4.4	Pengujian Realtime.....	43
Tabel 4.5	Pengujian Prediksi Machine Learning.....	44
Tabel 4.6	Pengujian Notifikasi.....	45
Tabel 4.7	Pengujian Riwayat Data.....	46
Tabel 4.8	Pengujian Logout.....	46
Tabel 4.9	Pengujian Secara Keseluruhan.....	47
Tabel 4.11	Evaluasi Performa Model.....	52
Tabel 4.12	Rumus Perhitungan Throughput.....	54
Tabel 4.13	Rumus dan Perhitungan Packet Loss.....	55
Tabel 4.14	Rumus Perhitungan Delay.....	55
Tabel 4.14	Nilai Throughput.....	57
Tabel 4.15	Nilai Packet Loss.....	58
Tabel 4.16	Nilai Delay.....	59
Tabel 4.17	Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar TIPHON.....	60

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Gambar Ilustrasi	12
Gambar 3. 2 Diagram Blok	13
Gambar 3. 3 Flowchart	19
Gambar 3. 4 Halaman Login.....	22
Gambar 3. 5 Halaman Dashboard Monitoring.....	24
Gambar 3. 6 Halaman Riwayat Data Sensor.....	26
Gambar 3. 7 Halaman Klasifikasi Banjir.....	28
Gambar 3. 8 Halaman Grafik Monitoring.....	29





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Struktur Aplikasi	77
Lampiran 2 Dashboard Controller	77
Lampiran 3 Prediction Controller	94
Lampiran 4 Data Curah Hujan	97
Lampiran 5 Data Debit Air	98
Lampiran 6 Data Ketinggian Air	99
Lampiran 7 Data Penduduk	99
Lampiran 8 User	100
Lampiran 9 Warning Notification.....	101





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia dan memberikan dampak signifikan terhadap kehidupan masyarakat, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun infrastruktur. Sungai menjadi salah satu tempat untuk menampung air dan mengalirkan air dari hulu ke hilir, namun apabila volume air yang datang melebihi kapasitas tampung dan resapan yang tersedia, kondisi tersebut dapat memicu terjadinya banjir. Intensitas curah hujan yang tinggi menjadi salah satu penyebab utama terjadinya banjir, sementara wilayah dengan intensitas hujan rendah justru berisiko mengalami kekeringan. (Pitaloka et al., 2024)

Banjir yang kerap terjadi ini menimbulkan dampak negatif di berbagai aspek kehidupan. Ditinjau dari aspek sosial, banjir dapat menyebabkan kelaparan hingga korban jiwa di wilayah terdampak akibat kurangnya bahan makanan maupun minimnya bantuan dari pemerintah. Dari aspek ekonomi, banjir menyebabkan gagal panen hingga kehilangan materiil, sedangkan dari aspek kesehatan, banjir dapat memicu munculnya penyakit menular seperti diare. (Simanjuntak et al., 2022)

Mendeteksi bencana banjir sejak dini menjadi hal yang penting karena informasi yang diperoleh sangat membantu untuk meminimalisir dampak kerugian yang dialami korban. *Machine learning* adalah bagaimana mengenali secara otomatis pola kompleks dan membuat keputusan cerdas berdasarkan data. *Machine learning* dapat mempelajari pola data historis yang ada untuk memprediksi curah hujan dan banjir selama beberapa hari ke depan (Faiza & Andriani, 2022). Dengan memanfaatkan algoritma tertentu, sistem dapat mempelajari pola kejadian banjir di masa lalu dan menggunakannya untuk memprediksi kemungkinan banjir di masa mendatang.

Pengaplikasian sistem klasifikasi banjir berbasis *Machine Learning* diharapkan dapat meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini, sehingga melakukan langkah antisipasi lebih cepat. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan risiko



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bencana. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan sistem ini menjadi sangat penting sebagai bagian dari solusi dalam menghadapi permasalahan banjir yang semakin kompleks.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembangunan sistem klasifikasi banjir berbasis machine learning yang mampu mengolah data parameter lingkungan berupa ketinggian air, debit air, dan curah hujan secara real-time untuk menghasilkan klasifikasi status banjir.
2. Implementasi sistem pengumpulan data dari sensor ultrasonik (ketinggian air), sensor debit air YF-S201, dan sensor curah hujan (tipping rain gauge) yang dikirim melalui LoRa dan disimpan pada Firebase Realtime Database sebagai dataset machine learning.
3. Evaluasi tingkat akurasi model machine learning Random Forest dalam mengklasifikasikan kondisi banjir ke dalam empat kategori, yaitu Aman, Waspada, Siaga, dan Bahaya berdasarkan parameter ketinggian air, debit air, dan curah hujan.

1.3. Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem klasifikasi banjir berbasis machine learning menggunakan algoritma Random Forest dengan tiga parameter input, yaitu ketinggian air, debit air, dan curah hujan.
2. Mengimplementasikan sistem pengumpulan dan penyimpanan data sensor ketinggian air, debit air, dan curah hujan melalui LoRa dan Firebase Realtime Database sebagai sumber data klasifikasi.
3. Menganalisis performa model machine learning Random Forest dalam mengklasifikasikan status banjir berdasarkan data parameter ketinggian debit air, dan curah hujan yang diperoleh secara real-time.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4. Luaran

Luaran yang dihasilkan dari Tugas akhir ini adalah:

1. Sistem klasifikasi banjir berbasis machine learning.
2. Laporan tugas akhir.
3. Artikel ilmiah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi banjir berbasis machine learning telah berhasil dirancang dan dibangun menggunakan tiga parameter input utama, yaitu ketinggian air yang diukur menggunakan sensor ultrasonik, debit air yang diukur menggunakan sensor YF-S201, dan curah hujan yang diukur menggunakan sensor tipping rain gauge. Sistem mampu mengolah ketiga parameter tersebut secara real-time dan menghasilkan klasifikasi status banjir ke dalam empat kategori, yaitu Aman, Waspada, Siaga, dan Bahaya.
2. Sistem pengumpulan dan penyimpanan data sensor ketinggian air, debit air, dan curah hujan telah berhasil diimplementasikan melalui komunikasi LoRa dan Firebase Realtime Database sebagai sumber data klasifikasi. Data dari ketiga sensor dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 melalui LoRa ke Firebase secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian fungsional, seluruh fitur aplikasi meliputi login, monitoring data sensor, sinkronisasi data real-time, klasifikasi banjir, notifikasi peringatan dini, riwayat data, dan logout telah berfungsi dengan baik sesuai rancangan.
3. Performa model machine learning Random Forest dalam mengklasifikasikan status banjir berdasarkan data parameter ketinggian air, debit air, dan curah hujan menunjukkan hasil yang baik. Model mampu mengklasifikasikan kondisi banjir ke dalam empat kategori (Aman, Waspada, Siaga, dan Bahaya) dengan tingkat akurasi yang memadai. Hasil pengujian Quality of Service (QoS) menunjukkan nilai rata-rata throughput sebesar 4,812 Kbps, packet loss sebesar 0,179% (kategori Sangat Baik berdasarkan standar TIPHON), dan delay sebesar 14,752 ms (kategori Sangat Baik berdasarkan standar TIPHON). Meskipun nilai throughput masih berada pada kategori Buruk, hal tersebut tidak memengaruhi kinerja sistem secara signifikan karena ukuran data yang dikirimkan relatif kecil.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya.

Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan lebih banyak parameter yang memengaruhi terjadinya banjir, seperti kelembapan tanah, kecepatan aliran air, suhu, maupun data cuaca dari API BMKG agar hasil prediksi menjadi lebih akurat.

Model *Machine Learning* dapat dikembangkan dengan membandingkan algoritma Random Forest dengan algoritma lain, seperti XGBoost, Gradient Boosting, atau Neural Network, sehingga dapat diperoleh model dengan performa prediksi yang lebih baik.

Jumlah dataset yang digunakan untuk proses pelatihan model sebaiknya diperbanyak dan berasal dari data pengukuran lapangan dalam jangka waktu yang lebih panjang agar model mampu mengenali berbagai pola kondisi banjir dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Sistem komunikasi data juga dapat dikembangkan dengan mengoptimalkan jaringan yang digunakan sehingga nilai throughput dapat ditingkatkan tanpa mengurangi kualitas pengiriman data. Selain itu, pengujian QoS dapat dilakukan pada berbagai kondisi jaringan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Aplikasi monitoring dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur visualisasi peta lokasi titik sensor, grafik historis yang lebih interaktif, serta notifikasi melalui berbagai platform seperti Telegram, email, atau SMS sehingga informasi peringatan dini dapat diterima pengguna dengan lebih cepat dan mudah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Banten, P., & Menggunakan, D. (2022). *Analisis pola aliran banjir pada sungai cimadur, provinsi banten dengan menggunakan hec-ras 1. 03(01)*, 19–30.
- Faiza, I. M., & Andriani, W. (2022). *Tinjauan Pustaka Sistematis : Penerapan Metode Machine Learning untuk Deteksi Bencana Banjir. 11(September)*, 59–63.
- Hermawan, E., Panjaitan, S. D., & Ripanti, E. F. (2024). *Sistem Klasifikasi Banjir Rob Kota Pontianak Berbasis Machine Learning Menggunakan Framework Streamlit. 10(3)*, 351–361.
- Pitaloka, E., Bagus, T., Hartanto, A., Sandiwarno, S., Komputer, F. I., Informasi, S., & Buana, U. M. (2024). *Penerapan Machine Learning untuk Prediksi Bencana Banjir. 01*.
<https://doi.org/10.21456/vol14iss1pp62-76>
- Simanjuntak, P. P., Kallolangi, R., & Jatinendra, N. B. (n.d.). *Sistem Klasifikasi dan Penanggulangan Banjir Terintegrasi Polder Berbasis Machine Learning dan Internet of Things. 23–34*.
- Alamin, M. M., & Firmansyah, A. R. (2025). *Nusantara Computer and Design Review Pengukuran Performa Jaringan Internet Menggunakan Quality of Service dengan. 9–14*.
- Bagas, M., Darmawan, A., Dewanta, F., & Astuti, S. (n.d.). Analisis Perbandingan Algoritma Decision Tree , Random Forest , dan Naïve Bayes untuk Prediksi Banjir di Desa Dayeuhkolot Comparative Analysis of Decision Tree , Random Forest , and Naïve Bayes Algorithm for Flood Prediction at Dayeuhkolot Village. 9(1), 52–61.
- Rahajoeningoem, T., & Saputra, I. H. (n.d.). Sistem Monitoring Cuaca dan Deteksi Banjir pada Android Berbasis Internet of Things (IoT) Weather Monitoring System and Flooding Detection on Android Based Internet of Things (IoT).
- Wahid, A. (2024). Pengembangan Prototype Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Android. 7(2), 44–49.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Data Pribadi	
Nama Lengkap	: M Fauzan Zaky Ramadhan
Nama Panggilan	: Fauzan
NIM	: 2303332070
Alamat	: Puri Nusaphala Blok R No 6 Rt 002 Rw 019 jl.Citra Asih 1
No. HP	: 082220042928
Agama	: Islam
Jenis Kelamin	: Laki-laki
E-mail	: fauzanjenek12@gmail.com



Riwayat Pendidikan	
Pendidikan	Tahun Lulus
SD	2017
SMP	2020
SMA	2023

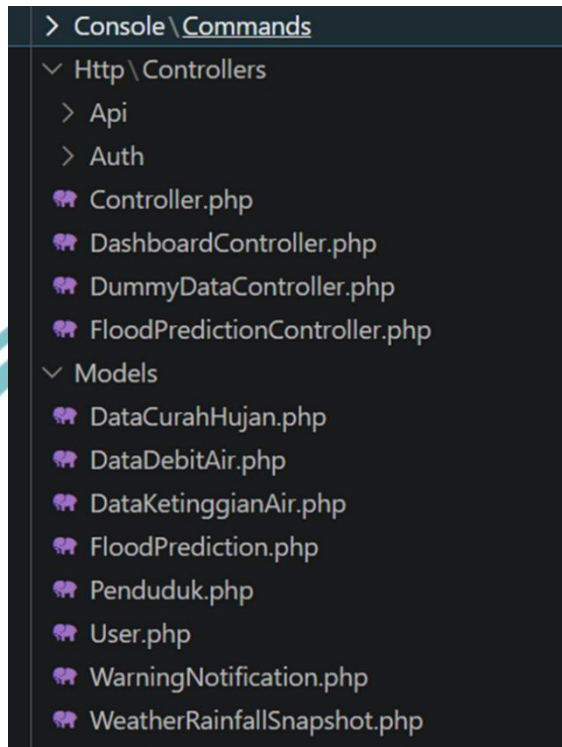
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Struktur Aplikasi



Lampiran 2 Dashboard Controller

```
<?php

namespace App\Http\Controllers;

use App\Models\DataCurahHujan;
use App\Models\DataDebitAir;
use App\Models\DataKetinggianAir;
use App\Services\FirebaseSyncService;
use App\Services\FloodPredictionService;
use App\Services\FloodStatusService;
use App\Services/OpenMeteoWeatherService;
use Carbon\Carbon;
use Carbon\CarbonInterface;
use Illuminate\Database\Eloquent\Model;
use Illuminate\Database\Eloquent\Builder;
use Illuminate\Http\Request;
use Illuminate\Support\Collection;
use Symfony\Component\HttpFoundation\Response;
use Illuminate\View\View;
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
class DashboardController extends Controller
{
    private const SENSOR_INTERVAL_SECONDS = 600;

    public function index(
        FloodStatusService $floodStatusService,
        FloodPredictionService $predictionService,
        OpenMeteoWeatherService $weatherService,
        FirebaseSyncService $firebaseSyncService,
    ): View
    {
        $firebaseSyncService->syncConfiguredUrl();
        $dashboardData = $this->buildDashboardData($floodStatusService, $predictionService,
        $weatherService);

        return view('welcome', [
            'currentStatus' =>
            $dashboardData['currentStatus'],
            'currentStatusDescription' =>
            $dashboardData['currentStatusDescription'],
            'statusTransition' =>
            $dashboardData['statusTransition'],
            'statusTransitionTone' =>
            $dashboardData['statusTransitionTone'],
            'statusTransitionIcon' =>
            $dashboardData['statusTransitionIcon'],
            'cards' => [
                [
                    'label' => 'Ketinggian Air',
                    'value' =>
                    number_format($dashboardData['currentKetinggian'], 2),
                    'unit' => 'cm',
                    'icon' => 'bi bi-water',
                ],
                [
                    'label' => 'Debit Air',
                    'value' =>
                    number_format($dashboardData['currentDebit'], 2),
                    'unit' => 'meter kubik',
                    'icon' => 'bi bi-speedometer2',
                ],
                [
                    'label' => 'Curah Hujan',
                    'value' =>
                    number_format($dashboardData['currentCurah'], 2),
                    'unit' => 'mm/jam',
                ]
            ]
        ]
    )
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        'icon' => 'bi bi-cloud-rain-heavy',
    ],
    'latestPrediction' =>
$dashboardData['latestPrediction'],
    'weatherRainfall' =>
$dashboardData['weatherRainfall'],
    'weatherUpdatedAt' =>
$dashboardData['weatherUpdatedAt'],
    'hasNoRainSnapshot' =>
$dashboardData['hasNoRainSnapshot'],
    'deviceHealth' =>
$dashboardData['deviceHealth'],
    'hourlyCharts' => [
        $this->buildHourlyChart(
            DataKetinggianAir::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->limit(7200)->get(),
            'Grafik Ketinggian Air',
            'cm',
            '#2e5283',
            true,
            $floodStatusService
        ),
        $this->buildHourlyChart(
            DataDebitAir::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->limit(7200)->get(),
            'Grafik Debit Air',
            'meter kubik',
            '#0d6efd'
        ),
        $this->buildHourlyChart(
            DataCurahHujan::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->limit(7200)->get(),
            'Grafik Curah Hujan',
            'mm/jam',
            '#20c997'
        ),
    ],
    ],
    ]);
}

public function ketinggianAir(
    Request $request,
    FloodStatusService $floodStatusService,
    FloodPredictionService $predictionService,
    OpenMeteoWeatherService $weatherService,
    FirebaseSyncService $firebaseSyncService,

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

): View
{
    $firebaseSyncService->syncConfiguredUrl();

    return $this->analysisPage(
        $request,
        $floodStatusService,
        $predictionService,
        $weatherService,
        DataKetinggianAir::class,
        'Analisis Ketinggian Air',
        'cm',
        true,
        route('analysis.ketinggian-air.export')
    );
}

public function debitAir(
    Request $request,
    FloodStatusService $floodStatusService,
    FloodPredictionService $predictionService,
    OpenMeteoWeatherService $weatherService,
    FirebaseSyncService $firebaseSyncService,
): View
{
    $firebaseSyncService->syncConfiguredUrl();

    return $this->analysisPage(
        $request,
        $floodStatusService,
        $predictionService,
        $weatherService,
        DataDebitAir::class,
        'Analisis Debit Air',
        'meter kubik',
        false,
        route('analysis.debit-air.export')
    );
}

public function curahHujan(
    Request $request,
    FloodStatusService $floodStatusService,
    FloodPredictionService $predictionService,
    OpenMeteoWeatherService $weatherService,
    FirebaseSyncService $firebaseSyncService,
): View

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
{
    $firebaseSyncService->syncConfiguredUrl();

    return $this->analysisPage(
        $request,
        $floodStatusService,
        $predictionService,
        $weatherService,
        DataCurahHujan::class,
        'Analisis Curah Hujan',
        'mm/jam',
        false,
        route('analysis.curah-hujan.export')
    );
}

public function exportKetinggianAir(Request $request,
FloodStatusService $floodStatusService): Response
{
    return $this->exportAnalysis(
        $request,
        $floodStatusService,
        DataKetinggianAir::class,
        'analisis-ketinggian-air',
        'Analisis Ketinggian Air',
        'cm',
        true
    );
}

public function exportDebitAir(Request $request,
FloodStatusService $floodStatusService): Response
{
    return $this->exportAnalysis(
        $request,
        $floodStatusService,
        DataDebitAir::class,
        'analisis-debit-air',
        'Analisis Debit Air',
        'meter kubik',
        false
    );
}

public function exportCurahHujan(Request $request,
FloodStatusService $floodStatusService): Response
{

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

return $this->exportAnalysis(
    $request,
    $floodStatusService,
    DataCurahHujan::class,
    'analisis-curah-hujan',
    'Analisis Curah Hujan',
    'mm/jam',
    false
);
}

private function analysisPage(
    Request $request,
    FloodStatusService $floodStatusService,
    FloodPredictionService $predictionService,
    OpenMeteoWeatherService $weatherService,
    string $modelClass,
    string $title,
    string $unit,
    bool $showStatus,
    string $exportRoute
): View {
    $dashboardData = $this->buildDashboardData($floodStatusService, $predictionService,
    $weatherService);
    $filters = $this->validatedAnalysisFilters($request,
    $showStatus);
    $perPage = (int) $request->integer('per_page', 10);
    $allowedPerPage = [10, 25, 50, 100];

    if (! in_array($perPage, $allowedPerPage, true)) {
        $perPage = 10;
    }

    $rows = $this->resolveAnalysisQuery($request,
    $modelClass, $showStatus, $filters)
        ->paginate($perPage)
        ->withQueryString();

    $rows->setCollection(
        $rows->getCollection()->map(
            fn (Model $record) => $this->formatAnalysisRow($record, $showStatus, $showStatus ?
    $floodStatusService : null)
        )
    );
}

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

return view('analysis.index', [
    'pageTitle' => $title,
    'unit' => $unit,
    'currentStatus' =>
$dashboardData['currentStatus'],
    'statusTransition' =>
$dashboardData['statusTransition'],
    'statusTransitionTone' =>
$dashboardData['statusTransitionTone'],
    'statusTransitionIcon' =>
$dashboardData['statusTransitionIcon'],
    'latestPrediction' =>
$dashboardData['latestPrediction'],
    'weatherRainfall' =>
$dashboardData['weatherRainfall'],
    'activeAnalysisMenu' => $title,
    'perPage' => $perPage,
    'perPageOptions' => $allowedPerPage,
    'filters' => $filters,
    'yearOptions' => $this->yearOptions($modelClass),
    'exportRoute' => $exportRoute,
    'showStatus' => $showStatus,
    'rows' => $rows,
]);

private function exportAnalysis(
    Request $request,
    FloodStatusService $floodStatusService,
    string $modelClass,
    string $filenamePrefix,
    string $title,
    string $unit,
    bool $showStatus
): Response {
    $filters = $this->validatedAnalysisFilters($request,
$showStatus);
    $rows = $this->resolveAnalysisQuery($request,
$modelClass, $showStatus, $filters)
->get()
->map(fn (Model $record) => $this->formatAnalysisRow($record, $showStatus, $showStatus ?
$floodStatusService : null));
    $filename = $filenamePrefix . '-' . now()->format('Ymd-His') . '.xls';

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

$html = view('analysis.export', [
    'title' => $title,
    'unit' => $unit,
    'showStatus' => $showStatus,
    'rows' => $rows,
    'filters' => $filters,
])->render();

return response($html, 200, [
    'Content-Type' => 'application/vnd.ms-excel;
charset=UTF-8',
    'Content-Disposition' => 'attachment;
filename="' . $filename . '"',
    'Pragma' => 'no-cache',
    'Expires' => '0',
]);
}

private function resolveAnalysisQuery(Request $request,
string $modelClass, bool $showStatus, array $filters):
Builder
{
    /** @var Model $modelClass */
    $query = $modelClass::query()
        ->orderByDesc('recorded_at')
        ->orderByDesc('id');

    $this->applyDateFilters($query, $filters);
    $this->applyStatusFilterToQuery($query,
$filters['status'] ?? '', $showStatus);

    return $query;
}

private function applyStatusFilterToQuery(Builder
$query, string $status, bool $showStatus): void
{
    $status = trim($status);

    if (! $showStatus || $status === '') {
        return;
    }

    switch (mb_strtolower($status)) {
        case 'aman':
            $query->where('value', '<', 60);
            break;

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        case 'waspada':
            $query->where('value', '>=', 60)-
>where('value', '<', 90);
            break;
        case 'siaga':
            $query->where('value', '>=', 90)-
>where('value', '<', 120);
            break;
        case 'bahaya':
            $query->where('value', '>=', 120)-
>where('value', '<=', 150);
            break;
    }
}

private function formatAnalysisRow(
    Model $record,
    bool $showStatus,
    ?FloodStatusService $floodStatusService = null
): array {
    $value = (float) ($record->value ?? 0);
    $row = [
        'recorded_at' => $record->recorded_at?-
>format('d M Y H:i:s') ?? '-',
        'value' => $value,
    ];

    if ($showStatus && $floodStatusService !== null) {
        $row['status'] = $floodStatusService-
>resolve($value);
    }

    return $row;
}

private function buildHourlyChart(
    Collection $records,
    string $title,
    string $unit,
    string $color,
    bool $includeStatus = false,
    ?FloodStatusService $floodStatusService = null
): array {
    $points = $records
        ->filter(fn ($record) => $record->recorded_at
        !== null)
        ->groupBy(fn ($record) => $record->recorded_at-

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
>copy()->minute(0)->second(0)->format('Y-m-d H:00:00'))
      ->map(function (Collection $bucket, string
$bucketStart) use ($includeStatus, $floodStatusService) {
          $values = $bucket->pluck('value')->map(fn
($value) => (float) $value);
          $average = round((float) ($values->avg() ??
0), 2);

          $start = Carbon::parse($bucketStart);

          return [
              'label' => $start->format('d M H:i'),
              'average' => $average,
              'minimum' => round((float) ($values->
min() ?? 0), 2),
              'maximum' => round((float) ($values->
max() ?? 0), 2),
              'samples' => $values->count(),
              'status' => $includeStatus &&
$floodStatusService !== null
                  ? $floodStatusService-
>resolve($average)
                  : null,
          ];
      })
      ->sortKeys()
      ->take(-24)
      ->values();

return [
    'title' => $title,
    'unit' => $unit,
    'color' => $color,
    'labels' => $points->pluck('label')->all(),
    'series' => $points->pluck('average')->all(),
    'points' => $points->all(),
];

}

private function applyDateFilters(Builder $query, array
$filters): void
{
    $date = $filters['date'] ?? '';
    $dateFrom = $filters['date_from'] ?? '';
    $dateTo = $filters['date_to'] ?? '';
    $month = $filters['month'] ?? '';
    $year = $filters['year'] ?? '';
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
if ($date) {
    $query->whereDate('recorded_at', $date);

    return;
}

if ($dateFrom || $dateTo) {
    if ($dateFrom) {
        $query->where('recorded_at', '>=',
Carbon::parse($dateFrom)->startOfDay());
    }

    if ($dateTo) {
        $query->where('recorded_at', '<=',
Carbon::parse($dateTo)->endOfDay());
    }

    return;
}

if ($month) {
    $query->whereMonth('recorded_at', (int) $month);
}

if ($year) {
    $query->whereYear('recorded_at', (int) $year);
}
}

private function validatedAnalysisFilters(Request
$request, bool $showStatus): array
{
    $validated = $request->validate([
        'date' => ['nullable', 'date'],
        'date_from' => ['nullable', 'date'],
        'date_to' => ['nullable', 'date'],
        'after_or_equal:date_from',
        'month' => ['nullable', 'integer',
'between:1,12'],
        'year' => ['nullable', 'integer', 'digits:4'],
        'status' => $showStatus
            ? ['nullable',
'in:Aman,Waspada,Siaga,Bahaya']
            : ['nullable'],
        'per_page' => ['nullable', 'integer',
'in:10,25,50,100'],
        'page' => ['nullable', 'integer', 'min:1'],
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

]);

$filters = [
    'date' => (string) ($validated['date'] ?? ''),
    'date_from' => (string) ($validated['date_from']
?? ''),
    'date_to' => (string) ($validated['date_to'] ??
    ''),
    'month' => isset($validated['month']) ? (string)
$validated['month'] : '',
    'year' => isset($validated['year']) ? (string)
$validated['year'] : '',
    'status' => (string) ($validated['status'] ??
    ''),
];

return $this->normalizeAnalysisFilters($filters);
}

private function normalizeAnalysisFilters(array
$filters): array
{
    $hasRange = ($filters['date_from'] ?? '') !== '' ||
($filters['date_to'] ?? '') !== '';
    $hasNonRangeDateFilter = ($filters['date'] ?? '')
!== ''
        || ($filters['month'] ?? '') !== ''
        || ($filters['year'] ?? '') !== '';

    if ($hasRange) {
        $filters['date'] = '';
        $filters['month'] = '';
        $filters['year'] = '';

        return $filters;
    }

    if ($hasNonRangeDateFilter) {
        $filters['date_from'] = '';
        $filters['date_to'] = '';
    }

    return $filters;
}

private function yearOptions(string $modelClass): array
{

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

/** @var Model $modelClass */
$connection = $modelClass::query()->getModel()-
>getConnection();
$driver = $connection->getDriverName();
$yearExpression = match ($driver) {
    'sqlite' => "strftime('%Y', recorded_at)",
    'mysql', 'mariadb' => 'YEAR(recorded_at)',
    default => 'EXTRACT(YEAR FROM recorded_at)',
};

return $modelClass::query()
->selectRaw($yearExpression . ' as year')
->whereNotNull('recorded_at')
->distinct()
->orderByDesc('year')
->pluck('year')
->map(fn ($year) => (string) (int) $year)
->filter()
->values()
->all();
}

private function buildHealthStatus(string $label, mixed
$recordedAt, int $thresholdSeconds): array
{
    if (! $recordedAt instanceof CarbonInterface) {
        return [
            'label' => $label,
            'state' => 'Tidak Aktif',
            'badge_class' => 'danger',
            'description' => 'Belum ada data yang
diterima dari perangkat.',
            'last_seen' => '-',
        ];
    }

    $secondsAgo = abs((int) now()-
>diffInSeconds($recordedAt, false));

    if ($secondsAgo <= $thresholdSeconds) {
        return [
            'label' => $label,
            'state' => 'Aktif',
            'badge_class' => 'success',
            'description' => 'Perangkat mengirim data
normal.',
            'last_seen' => $recordedAt->format('d M Y

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
H:i:s'),
    ];
}

if ($secondsAgo <= ($thresholdSeconds * 3)) {
    return [
        'label' => $label,
        'state' => 'Terlambat',
        'badge_class' => 'warning',
        'description' => 'Data masuk lebih lambat
dari interval normal.',
        'last_seen' => $recordedAt->format('d M Y
H:i:s'),
    ];
}

return [
    'label' => $label,
    'state' => 'Tidak Aktif',
    'badge_class' => 'danger',
    'description' => 'Perangkat tidak aktif atau
tidak ada koneksi dalam interval yang diharapkan.',
    'last_seen' => $recordedAt->format('d M Y
H:i:s'),
];
}

private function latestRecordedAt(mixed ...$records):
?CarbonInterface
{
    $timestamps = collect($records)
        ->map(fn ($record) => $record?->recorded_at)
        ->filter(fn ($timestamp) => $timestamp
instanceof CarbonInterface)
        ->sortDesc();

    return $timestamps->first();
}

private function buildDashboardData(
    FloodStatusService $floodStatusService,
    FloodPredictionService $predictionService,
    OpenMeteoWeatherService $weatherService
): array
{
    $ketinggian = DataKetinggianAir::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->first();
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        $previousKetinggian = DataKetinggianAir::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->skip(1)->first();
        $debit = DataDebitAir::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->first();
        $curah = DataCurahHujan::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->first();
        $latestPredictionModel = $predictionService-
>latest();
        $latestPrediction = $predictionService-
>formatForOutput($latestPredictionModel);
        $predictionTrendMeta = $predictionService-
>resolveTrendMeta($latestPredictionModel);
        $weatherRainfall = $weatherService-
>rainfallSnapshot();

        if ($weatherRainfall === null ||
empty($weatherRainfall['areas'])) {
            $weatherRainfall = $weatherService-
>refreshRainfallSnapshot() ?? $weatherService-
>latestStoredSnapshot();
        }
        $currentKetinggian = (float) ($ketinggian?->value ??
0);
        $currentDebit = (float) ($debit?->value ?? 0);
        $currentCurah = (float) ($curah?->value ?? 0);
        $currentStatus = $floodStatusService-
>resolve($currentKetinggian);
        $previousStatusLabel = $previousKetinggian !== null
        ? $floodStatusService->resolve((float)
$previousKetinggian->value)['label']
        : null;

        return [
            'currentKetinggian' => $currentKetinggian,
            'currentDebit' => $currentDebit,
            'currentCurah' => $currentCurah,
            'currentStatus' => $currentStatus,
            'currentStatusDescription' => $this-
>resolveCurrentStatusDescription(
                $currentStatus,
                $latestPredictionModel !== null
                ? $predictionTrendMeta['tone']
                : $this-
>resolveStatusTransitionTone($previousKetinggian?->value,
                $currentKetinggian, $currentStatus['label']),
                $latestPredictionModel?->trend,
            ),

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
'latestPrediction' => $latestPrediction,
'weatherRainfall' => $weatherRainfall,
'weatherUpdatedAt' => !
empty($weatherRainfall['fetched_at'])
?
Carbon::parse($weatherRainfall['fetched_at'])->format('d M Y
H:i')
: '-',
'hasNoRainSnapshot' => !
empty($weatherRainfall['areas'])
&& collect($weatherRainfall['areas'])-
>every(fn (array $area) => (float) ($area['current_rain'] ??
0) <= 0),
'statusTransition' => $latestPredictionModel !==
null
? $predictionTrendMeta['label']
: $this->buildStatusTransitionLabel(
    $previousStatusLabel,
    $currentStatus['label'],
    $previousKetinggian?->value,
    $currentKetinggian,
),
'statusTransitionTone' => $latestPredictionModel
!== null
? $predictionTrendMeta['tone']
: $this-
>resolveStatusTransitionTone($previousKetinggian?->value,
$currentKetinggian, $currentStatus['label']),
'statusTransitionIcon' => $latestPredictionModel
!== null
? $predictionTrendMeta['icon']
: $this-
>resolveStatusTransitionIcon($previousKetinggian?->value,
$currentKetinggian, $currentStatus['label']),
'deviceHealth' => [
    $this->buildHealthStatus('ESP32 Controller',
    $this->latestRecordedAt($ketinggian, $debit, $curah),
    self::SENSOR_INTERVAL_SECONDS),
    $this->buildHealthStatus('Sensor Ketinggian
    Air', $ketinggian?->recorded_at,
    self::SENSOR_INTERVAL_SECONDS),
    $this->buildHealthStatus('Sensor Debit Air',
    $debit?->recorded_at, self::SENSOR_INTERVAL_SECONDS),
    $this->buildHealthStatus('Sensor Curah
    Hujan', $curah?->recorded_at,
    self::SENSOR_INTERVAL_SECONDS),
],
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    };
}

private function resolveStatusTransitionTone(?float
$previousValue, float $currentValue, string $currentStatus):
string
{
    if ($currentStatus === 'Aman') {
        return 'safe';
    }

    if ($previousValue === null) {
        return 'steady';
    }

    if ($currentValue > $previousValue) {
        return 'up';
    }

    if ($currentValue < $previousValue) {
        return 'down';
    }

    return 'steady';
}

private function resolveStatusTransitionIcon(?float
$previousValue, float $currentValue, string $currentStatus):
string
{
    return match ($this->resolveStatusTransitionTone($previousValue, $currentValue,
$currentStatus)) {
        'up' => 'bi-arrow-up',
        'down' => 'bi-arrow-down',
        'safe' => 'bi-check-lg',
        default => 'bi-arrow-left-right',
    };
}

private function buildStatusTransitionLabel(
    ?string $previousStatus,
    string $currentStatus,
    mixed $previousValue,
    float $currentValue,
): string {
    if ($previousStatus === null || $previousValue ===

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

null) {
    return 'Awal -> ' . $currentStatus;
}

if ($currentValue > (float) $previousValue) {
    return 'Kenaikan: ' . $previousStatus . ' -> ' .
$currentStatus;
}

if ($currentValue < (float) $previousValue) {
    return 'Penurunan: ' . $previousStatus . ' -> '
. $currentStatus;
}

return 'Stabil: ' . $currentStatus;
}

private function resolveCurrentStatusDescription(
    array $currentStatus,
    ?string $transitionTone,
    ?string $predictionTrend,
): string
{
    if ($predictionTrend === 'down' || $transitionTone
=== 'down') {
        return 'Ketinggian air menunjukkan tren
penurunan. Tetap lakukan pemantauan hingga kondisi benar-
benar stabil.';
    }

    if ($predictionTrend === 'safe' || $transitionTone
=== 'safe') {
        return 'Ketinggian air kembali aman. Tetap
lakukan pemantauan berkala untuk memastikan kondisi
terkendali.';
    }

    return $currentStatus['description'];
}
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
<?php

namespace App\Http\Controllers;

use App\Models\FloodPrediction;
use App\Models\DataCurahHujan;
use App\Models\DataDebitAir;
use App\Models\DataKetinggianAir;
use App\Services\FloodPredictionService;
use App\Services\FloodStatusService;
use App\Services\OpenMeteoWeatherService;
use Carbon\Carbon;
use Illuminate\View\View;

class FloodPredictionController extends Controller
{
    public function index(
        FloodPredictionService $predictionService,
        FloodStatusService $floodStatusService,
        OpenMeteoWeatherService $weatherService
    ): View
    {
        $latestPrediction = $predictionService-
>latestOrGenerate();
        $latestWaterLevel = (float) ($latestPrediction?-
>water_level ?? 0);
        $currentStatus = $floodStatusService-
>resolve($latestWaterLevel);
        $previousPrediction = FloodPrediction::query()-
>orderByDesc('recorded_at')->skip(1)->first();

        $weatherRainfall = $weatherService-
>rainfallSnapshot();

        if ($weatherRainfall === null ||
empty($weatherRainfall['areas'])) {
            $weatherRainfall = $weatherService-
>refreshRainfallSnapshot() ?? $weatherService-
>latestStoredSnapshot();
        }

        $weatherUpdatedAt = !
empty($weatherRainfall['fetched_at'])
?
Carbon::parse($weatherRainfall['fetched_at'])->format('d M
Y H:i')
: '-';
        $hasNoRainSnapshot = !
empty($weatherRainfall['areas'])
        && collect($weatherRainfall['areas'])-
>every(fn (array $area) => (float) ($area['current_rain']
?? 0) <= 0);
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    $latestMetrics = [
        'ketinggian_air' => number_format((float)
(DataKetinggianAir::query()->orderByDesc('recorded_at')-
>value('value') ?? 0), 2),
        'debit_air' => number_format((float)
(DataDebitAir::query()->orderByDesc('recorded_at')-
>value('value') ?? 0), 2),
        'curah_hujan' => number_format((float)
(DataCurahHujan::query()->orderByDesc('recorded_at')-
>value('value') ?? 0), 2),
    ];

    return view('predictions.index', [
        'currentStatus' => $currentStatus,
        'statusTransition' => $this-
>buildPredictionTransitionLabel($previousPrediction?-
>predicted_level, $latestPrediction?->predicted_level),
        'statusTransitionTone' => $this-
>resolveTransitionTone($latestPrediction?->trend),
        'statusTransitionIcon' => $this-
>resolveTransitionIcon($latestPrediction?->trend),
        'latestPrediction' => $predictionService-
>formatForOutput($latestPrediction),
        'weatherRainfall' => $weatherRainfall,
        'weatherUpdatedAt' => $weatherUpdatedAt,
        'hasNoRainSnapshot' => $hasNoRainSnapshot,
        'latestMetrics' => $latestMetrics,
        'predictionHistory' => $predictionService-
>recent()->map(fn (FloodPrediction $prediction) => [
            'recorded_at' => $prediction-
>recorded_at?->format('d M Y H:i:s'),
            'current_level' => $prediction-
>current_level,
            'predicted_level' => $prediction-
>predicted_level,
            'trend' => $prediction->trend,
            'rainfall_status' => $prediction-
>rainfall_status,
            'risk_score' => number_format((float)
$prediction->risk_score, 2),
            'estimated_time_to_flood' => $prediction-
>estimated_time_to_flood,
        ]),
    ]);

    private function resolveTransitionTone(?string
$trend): string
    {
        return match ($trend) {
            'up' => 'up',
            'down' => 'down',
            'safe' => 'safe',
        };
    }

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        default => 'steady',
    };
}

private function resolveTransitionIcon(?string
$trend): string
{
    return match ($trend) {
        'up' => 'bi-arrow-up',
        'down' => 'bi-arrow-down',
        'safe' => 'bi-check-lg',
        default => 'bi-arrow-left-right',
    };
}

private function
buildPredictionTransitionLabel(?string $previousLevel,
?string $currentLevel): string
{
    if ($currentLevel === null) {
        return 'Belum ada prediksi';
    }

    if ($previousLevel === null) {
        return 'Prediksi awal -> ' . $currentLevel;
    }

    if ($previousLevel === $currentLevel) {
        return 'Prediksi stabil: ' . $currentLevel;
    }

    return 'Prediksi: ' . $previousLevel . ' -> ' .
    $currentLevel;
}
}

```

Lampiran 4 Data Curah Hujan

```

<?php

namespace App\Models;

use Illuminate\Database\Eloquent\Model;

class DataCurahHujan extends Model
{
    public const UPDATED_AT = null;
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
protected $table = 'data_curah_hujan';

protected $fillable = [
    'value',
    'recorded_at',
    'created_at',
];

protected function casts(): array
{
    return [
        'value' => 'decimal:2',
        'recorded_at' => 'datetime',
        'created_at' => 'datetime',
    ];
}
```

Lampiran 5 Data Debit Air

```
<?php
namespace App\Models;

use Illuminate\Database\Eloquent\Model;

class DataDebitAir extends Model
{
    public const UPDATED_AT = null;

    protected $table = 'data_debit_air';

    protected $fillable = [
        'value',
        'recorded_at',
        'created_at',
    ];

    protected function casts(): array
    {
        return [
            'value' => 'decimal:2',
            'recorded_at' => 'datetime',
            'created_at' => 'datetime',
        ];
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Data Ketinggian Air

```
<?php
namespace App\Models;

use Illuminate\Database\Eloquent\Model;

class DataKetinggianAir extends Model
{
    public const UPDATED_AT = null;

    protected $table = 'data_ketinggian_air';

    protected $fillable = [
        'value',
        'recorded_at',
        'created_at',
    ];

    protected function casts(): array
    {
        return [
            'value' => 'decimal:2',
            'recorded_at' => 'datetime',
            'created_at' => 'datetime',
        ];
    }
}
```

Lampiran 7 Data Penduduk

```
<?php
namespace App\Models;

use Illuminate\Database\Eloquent\Model;

class Penduduk extends Model
{
    public const UPDATED_AT = null;

    protected $table = 'penduduk';

    protected $primaryKey = 'id_penduduk';

    protected $fillable = [
        'nama_penduduk',
        'alamat',
        'no_telp',
        'created_at',
    ];
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
protected function casts(): array
{
    return [
        'created_at' => 'datetime',
    ];
}
```

Lampiran 8 User

```
<?php

namespace App\Models;

// use Illuminate\Contracts\Auth\MustVerifyEmail;
use Illuminate\Database\Eloquent\Factories\HasFactory;
use Illuminate\Foundation\Auth\User as Authenticatable;
use Illuminate\Notifications\Notifiable;

class User extends Authenticatable
{
    /** @use HasFactory<\Database\Factories\UserFactory> */
    use HasFactory, Notifiable;

    protected $primaryKey = 'id_user';

    public const UPDATED_AT = null;

    /**
     * The attributes that are mass assignable.
     *
     * @var list<string>
     */
    protected $fillable = [
        'username',
        'email',
        'password',
    ];

    /**
     * The attributes that should be hidden for
    serialization.
     *
     * @var list<string>
     */
    protected $hidden = [
        'password',
        'remember_token',
    ];

    /**
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
* Get the attributes that should be cast.
*
* @return array<string, string>
*/
protected function casts(): array
{
    return [
        'password' => 'hashed',
    ];
}
```

Lampiran 9 Warning Notification

```
<?php
namespace App\Models;

use Illuminate\Database\Eloquent\Model;

class WarningNotification extends Model
{
    public const UPDATED_AT = null;

    protected $table = 'warning_notifications';

    protected $fillable = [
        'id_penduduk',
        'nama_penduduk',
        'no_telp',
        'status',
        'message',
        'api_provider',
        'delivery_status',
        'is_sent',
        'error_message',
        'response_body',
        'sent_at',
        'created_at',
    ];

    protected function casts(): array
    {
        return [
            'id_penduduk' => 'integer',
            'is_sent' => 'boolean',
            'sent_at' => 'datetime',
            'created_at' => 'datetime',
        ];
    }
}
```