

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan peristiwa bencana alam yang disebabkan oleh luapan air dalam volume besar yang merendam daratan, sehingga mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan gangguan pada aktivitas manusia (Dino, 2023). Skala masalah ini tercermin dalam data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), yang menunjukkan terjadinya 8.970 kejadian banjir dalam kurun waktu 2020–2025, dengan puncak tertinggi pada tahun 2021 sebanyak 1.800 kejadian. Meskipun pada tahun 2023 jumlahnya menurun, banjir tetap menjadi bencana dengan frekuensi tertinggi dan dampak merusak yang signifikan, baik dari sisi korban jiwa maupun kerugian material secara nasional (Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia, 2025). Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu wilayah yang paling terdampak oleh bencana banjir di Indonesia. Berdasarkan data Geoportal Data Bencana Indonesia BNPB, pada periode Januari hingga Maret 2025, Jawa Timur mencatat 46 kejadian banjir, menempatkannya sebagai provinsi ketiga dengan kejadian banjir terbanyak setelah Jawa Tengah dan Jawa Barat yang masing-masing mencatatkan 47 kejadian. Kondisi ini menunjukkan bahwa Jawa Timur secara konsisten menjadi "langganan banjir" yang memerlukan perhatian serius dalam upaya mitigasi dan penanggulangan bencana (Wafa, 2025).

Salah satu wilayah di Provinsi Jawa Timur yang secara konsisten merasakan dampak serius dari fenomena ini adalah Kabupaten Jember. Secara geografis, wilayah ini dialiri oleh beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) besar yang berhulu di kawasan pegunungan, seperti DAS Bedadung dan DAS Mayang, yang menjadikannya sangat rawan terhadap banjir luapan maupun banjir bandang (Wicaksono dkk., 2023). Frekuensi banjir yang tinggi di Kabupaten Jember dipicu oleh kombinasi faktor alam seperti curah hujan ekstrem dengan faktor manusia, termasuk alih fungsi lahan dan buruknya sistem drainase (Umamy dkk., 2024). Dampak dari kombinasi faktor ini terlihat jelas pada sungai-sungai utama, salah satunya adalah Sungai Kalijompo. Sebagai bukti nyata, pada akhir Desember 2023,

hujan deras yang berlangsung lama mengakibatkan aliran Sungai Kalijompo tidak mampu menampung debit air hingga meluap ke pemukiman warga dengan ketinggian mencapai 75-100cm (BPBD Jember, 2022). Kejadian ini menegaskan bahwa daerah di sepanjang aliran sungai menjadi zona yang sangat rentan, di mana sistem mitigasi dan peringatan dini yang efektif menjadi sebuah kebutuhan yang mendesak.

Upaya mitigasi banjir di Kabupaten Jember telah dilakukan melalui berbagai pendekatan, seperti pemasangan 10 perangkat *early warning system* (EWS) di empat aliran sungai besar yang dirancang untuk memberikan peringatan ketika debit air sungai menyentuh ambang batas tertentu, sehingga masyarakat dapat segera melakukan evakuasi (Solichah, 2022). Selain itu, pola komunikasi peringatan dini berbasis komunitas melalui pos pantau dan grup *WhatsApp* oleh F-PRB Kali Jompo juga dijalankan untuk mempercepat penyebaran informasi pada warga. Sebagai solusi teknis, pembangunan kolam penampungan (retensi) di kawasan rawan genangan seperti Perumahan Istana Tegal Besar telah diusulkan untuk menambah kapasitas tampung air hujan dan mengurangi limpasan ke permukiman (Umamy dkk., 2024). Upaya lain seperti edukasi masyarakat dan penanaman vegetasi seperti rumput vetiver di bantaran sungai juga terus dilakukan guna memperkuat mitigasi banjir (Solichah, 2022).

Kendati demikian, efektivitas solusi tersebut masih memiliki sejumlah kekurangan. Alat pemantau ketinggian air yang telah diterapkan di Kalijompo baru berfungsi sebagai sistem monitoring, belum membentuk sistem prediksi banjir yang komprehensif sehingga kesiapsiagaan warga masih sebatas respons terhadap alarm, bukan antisipasi berbasis prediksi (Chaidir dkk., 2023). Pola komunikasi peringatan dini oleh F-PRB Kali Jompo masih belum terstruktur secara menyeluruh dan belum menjangkau seluruh masyarakat yang tinggal di bantaran sungai. Selain itu, pos pantau yang digunakan masih bersifat sementara dan belum dilengkapi deteksi otomatis di setiap titik. Ketersediaan perangkat EWS yang terpasang juga masih terbatas dan belum mencakup seluruh titik rawan banjir di Jember. Bersamaan dengan itu, pembangunan kolam penampungan baru diterapkan di area tertentu,

sehingga belum mampu menahan debit air secara optimal di wilayah yang lebih luas (Umamy dkk., 2024).

Penelitian ini menawarkan solusi prediksi banjir di Jember dengan mengimplementasikan metode *Prophet time series forecasting* untuk memprediksi ketinggian air sungai secara lebih akurat dan adaptif. Metode *Prophet* memiliki keunggulan dalam menangani data deret waktu dengan pola musiman dan tren yang kompleks, serta mampu melakukan prediksi jangka pendek maupun panjang secara otomatis dan intuitif. Berbeda dari metode konvensional seperti ARIMA atau *exponential smoothing*, *Prophet* lebih fleksibel dalam mengakomodasi perubahan tren, mudah dalam tuning parameter, dan dapat diintegrasikan ke *dashboard* berbasis *web* yang memudahkan visualisasi hasil prediksi secara *real-time*. Penelitian terdahulu menunjukkan *Prophet* mampu menghasilkan nilai *error* yang rendah, seperti *Theil's U* sebesar 0,18 untuk prediksi tinggi air sungai, serta *MAE* dan *MAPE* yang sangat kompetitif dalam prediksi kualitas air dan udara di berbagai wilayah di Indonesia. Mempertimbangkan hal tersebut, penerapan metode *Prophet* dinilai mampu memberikan peringatan dini yang lebih efektif dan berbasis data historis yang kuat untuk mendukung pengambilan keputusan mitigasi banjir di Jember (Achmad Raihan dan Asep Suhendi, 2023; Oktavia dan Witanti, 2024).

Berdasarkan uraian referensi acuan diatas, maka metode *Prophet* diharapkan meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi potensi banjir di Jember dibandingkan sistem *monitoring* konvensional yang hanya mengandalkan alarm saat debit air melewati ambang batas. Melalui kemampuannya dalam menangkap tren, musiman, dan anomali pada data historis, *Prophet* diperkirakan akan memberikan peringatan dini dengan *lead time* yang lebih panjang dan tingkat kesalahan prediksi yang lebih rendah. Hal ini diyakini dapat memperkuat sistem peringatan dini banjir, memperluas cakupan kesiapsiagaan, dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif oleh BPBD maupun masyarakat setempat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan kondisi di Kabupaten Jember, rumusan masalah penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana membangun sistem prediksi ketinggian air sungai untuk deteksi dini banjir menggunakan *Prophet Forecasting*?
- b. Bagaimana performa metode *Prophet* dalam memprediksi ketinggian air sungai untuk deteksi dini banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

- a. Membangun sistem prediksi ketinggian air sungai berbasis menggunakan metode *Prophet Forecasting*.
- b. Mengevaluasi metode *Prophet* dalam memprediksi ketinggian air sungai dengan mengukur tingkat akurasi model dalam mendeteksi potensi banjir secara dini.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh melalui penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem prediksi banjir dan EWS berbasis *machine learning* dan data lokal di Indonesia, khususnya di Jember.
- b. Menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam mitigasi dan penanggulangan bencana banjir melalui sistem peringatan dini yang lebih akurat dan responsif.
- c. Meningkatkan kesiapsiagaan dan kewaspadaan masyarakat Jember terhadap potensi banjir melalui akses informasi peringatan dini yang cepat dan mudah dipahami.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap terarah dan sesuai dengan ruang lingkup yang ditentukan, batasan penelitian ini meliputi:

- a. Data pengamatan ketinggian air yang digunakan selama 109 hari, terhitung mulai tanggal 8 Januari 2026 hingga 25 April 2026.
- b. Data yang digunakan pada waktu pengambilan pukul 07.00 hingga 17.00 setiap hari.
- c. Sistem hanya mengukur dan memprediksi ketinggian permukaan air berdasarkan sensor CCTV.