

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan tingkat terjadinya bencana alam yang tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi geografis, topografi, serta iklim tropis yang dimilikinya (Mosavi dkk., 2018). Salah satu bencana yang paling sering terjadi adalah banjir. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BRIN, 2023), tercatat bahwa terdapat 5.400 kejadian bencana di Indonesia pada tahun 2023. Data tersebut meningkat secara signifikan apabila dibandingkan tahun 2014 yang hanya sekitar 1.961 kejadian. Peningkatan tersebut terjadi karena adanya perubahan iklim dan intensitas cuaca ekstrem selama beberapa tahun terakhir (Tabari, 2020).

Bencana banjir tidak hanya berdampak pada kerusakan infrastruktur, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi yang besar serta mengganggu stabilitas sosial masyarakat. Selain itu, banjir juga berpotensi menyebabkan korban jiwa serta kerusakan lingkungan jangka panjang (Esfandiari dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi yang efektif dan berkelanjutan untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui penerapan sistem peringatan dini berbasis teknologi yang mampu memprediksi potensi terjadinya banjir sebelum kejadian (Liao dkk., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis data (*data-drive approach*) menjadi solusi yang banyak digunakan dalam sistem prediksi bencana. Data meteorologi seperti curah hujan, suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan parameter lainnya dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi pola yang berkaitan dengan kejadian banjir. Namun, data tersebut memiliki karakteristik yang kompleks, diantaranya bersifat non-linear, memiliki fluktuasi yang tinggi, serta memiliki ketergantungan temporal (Yang dkk., 2020). Hal ini menyebabkan proses analisis menjadi lebih menantang jika menggunakan metode konvensional.

Selain kompleksitas data, permasalahan lain yang sering muncul adalah ketidakseimbangan data (*imbalace data*), yang mana jumlah data kejadian banjir

(*flood*) jauh lebih sedikit apabila dibandingkan dengan data yang tidak banjir (*non-flood*). Kondisi tersebut menyebabkan model gagal dalam mendeteksi banjir, terutama *false negative*. Hal ini akan berdampak fatal karena sistem gagal memberikan peringatan dini ketika banjir benar terjadi (Mosavi dkk., 2018).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan *machine learning* yang mampu menangani data kompleks dan tidak seimbang. Algoritma pada model *Random Forest* dikenal memiliki keunggulan dalam mengolah data tabular dan mampu menangani hubungan non-linear antar variabel dengan baik (Breiman, 2001). Di sisi lain, algoritma pada model *Long Short-Term Memory* (LSTM) merupakan salah satu metode *deep learning* yang dirancang khusus untuk memproses data sekuensial dan mampu menangkap pola jangka panjang pada data *time-series* (Hochreiter & Schmidhuber, 1997). Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat menghasilkan model prediksi yang lebih akurat dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing algoritma (Jailani & Nurmawati, 2025).

Di sisi implementasi, sistem mitigasi bencana saat ini masih cenderung belum terintegrasi dalam satu platform yang komprehensif. Informasi terkait prediksi, pelaporan bencana, serta visualisasi data sering kali tersebar di berbagai sistem yang berbeda sehingga kurang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan secara cepat (Ganjirad & Delavar, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi yang terintegrasi yang mampu menggabungkan berbagai fitur mitigasi dalam satu sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi bernama *Smart Mitigation* yang merupakan sistem mitigasi bencana berbasis AI. Model prediksi dibangun menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Random Forest* dengan pendekatan teknik *preprocessing*, *feature engineering*, serta *data augmentation* untuk meningkatkan kualitas dan performa model. Dengan adanya *website Smart Mitigation* yang dilengkapi dengan sistem prediksi banjir berbasis *machine learning*, diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada masyarakat dan pihak terkait. Hal ini

diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana, serta mengurangi risiko dan dampak yang ditimbulkan oleh banjir.

1.2 State Of The Art

Berikut membahas beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan menjadi dasar dari pengembangan penelitian ini:

No	Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Isi Penelitian	Pola Pembeda
1	(Esfandiari dkk., 2020)	<i>Flood Hazard Risk Mapping Using a Pseudo Supervised Random Forest</i>	Penelitian ini menggunakan <i>Random Forest</i> untuk pemetaan risiko banjir berbasis data geospasial dan hidrologi. Model digunakan untuk meningkatkan akurasi pemetaan daerah rawan banjir.	Fokus pada pemetaan risiko, belum mengintegrasikan sistem prediksi berbasis <i>web</i> .
2	(Yang dkk., 2020)	<i>Research on Intelligent Prediction and Zonation of Basin-Scale Flood Risk Based on LSTM</i>	Menggunakan LSTM untuk memprediksi risiko banjir berbasis data <i>time-series</i> seperti curah hujan dan faktor hidrologi lainnya.	Hanya menggunakan LSTM tanpa kombinasi model lain.
3	(Ganjirad & Delavar, 2023)	<i>Flood Risk Mapping Using Random Forest and SVM</i>	Penelitian ini memanfaatkan <i>Random Forest</i> dan SVM untuk menghasilkan peta risiko banjir berbasis <i>Google Earth Engine</i> .	Tidak ada integrasi dengan sistem aplikasi atau fitur <i>real-time</i> .
4	(Liao dkk., 2023)	<i>A Framework on Fast Mapping of Urban Flood Based on Multi-Objective Random Forest</i>	Mengembangkan <i>framework</i> prediksi banjir perkotaan berbasis <i>Random Forest</i> dengan pendekatan <i>multi-objective</i> dan simulasi hidrologi.	Fokus pada model dan simulasi, belum ada implementasi sistem terintegrasi.

No	Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Isi Penelitian	Pola Pembeda
5	(Jailani & Nurmawati, 2025)	<i>Hybrid Machine Learning Predicts Flooding Using LSTM and Random Forests</i>	Menggabungkan LSTM dan <i>Random Forest</i> untuk prediksi banjir berbasis data temporal dan geospasial.	Belum dikembangkan dalam bentuk aplikasi web interaktif berbasis GIS.

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan web *Smart Mitigation* sebagai sistem pendukung mitigasi bencana berbasis teknologi.
2. Membangun model prediksi daerah rawan banjir menggunakan metode LSTM dan *Random Forest*.
3. Mengolah data meteorologi melalui *preprocessing*, *feature engineering*, dan *data augmentation* untuk meningkatkan kualitas model.
4. Mengintegrasikan model prediksi ke dalam aplikasi sebagai fitur utama dalam sistem mitigasi.
5. Mengevaluasi performa model dalam memprediksi potensi banjir.

1.4 Manfaat

1. Manfaat teoritis: Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *machine learning*, khususnya dalam penerapan metode LSTM dan *Random Forest* untuk prediksi bencana banjir.
2. Manfaat praktis: Membantu masyarakat dalam memperoleh informasi potensi banjir secara lebih akurat, mendukung pemerintah atau instansi terkait dalam pengambilan keputusan mitigasi bencana, dan menjadi sistem peringatan dini berbasis aplikasi yang dapat digunakan secara *real-time*.