

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, evaluasi, dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sistem pendukung keputusan prediksi cuaca ekstrem menggunakan metode *Extreme Gradient Boosting (XGBoost)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model XGBoost memiliki superioritas pada data tidak seimbang; Deep Learning (LSTM) tidak cukup andal untuk menangani dataset cuaca tabular di Stasiun Citeko. XGBoost memiliki akurasi 81,54% dan sensitivitas deteksi bencana (Recall) 48,89% dengan dukungan teknik penyeimbang data (SMOTE) dan penerapan ambang batas keputusan (threshold) independen sebesar 0,35. Ini menunjukkan bahwa algoritma Ensemble Tree lebih stabil dan efisien dibandingkan LSTM, yang membutuhkan volume data yang besar untuk mencapai konvergensi.
2. Variabel lagged (jeda waktu), terutama Kelembapan (RH_AVG) dan Curah Hujan (RR) pada hari sebelumnya, adalah indikator fisik paling penting untuk memprediksi hujan besar, menurut Analisis Faktor Penting Cuaca. Hasilnya mendukung hipotesis bahwa memori atmosfer jangka pendek (atau memori atmosfer jangka pendek) memainkan peran penting dalam menciptakan cuaca ekstrem lokal.
3. Penelitian ini mengembangkan sistem dashboard peringatan dini berbasis web yang menggabungkan XGBoost sebagai mesin prediksi utama. Menurut evaluasi operasional, sistem memiliki profil "Kewaspadaan Terukur", yang memungkinkannya memberikan peringatan dini yang akurat terhadap potensi bahaya tanpa menghasilkan banyak alarm palsu (*False Alarm*). Oleh karena itu, profil ini memungkinkan sistem untuk digunakan sebagai alat bantu mitigasi bencana.

5.2 Saran

Menyadari bahwa penelitian ini merupakan langkah awal dalam pengembangan sistem mitigasi bencana cerdas, terdapat beberapa rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Hasil evaluasi untuk Peningkatan Resolusi dan Volume Data menunjukkan bahwa model Deep Learning (LSTM) belum bekerja dengan baik dibandingkan XGBoost. Ini disebabkan oleh jumlah sampel data harian yang terbatas (3.285 baris). Penelitian lebih lanjut harus menggunakan data per jam (hourly data) atau memperpanjang periode data lebih dari dua puluh tahun. Algoritma Deep Learning dapat mencapai konvergensi yang lebih baik dan mungkin mengungguli model konvensional dengan volume data yang lebih besar.
2. Integrasi Data Spasial dan Citra Satelit, Sistem saat ini hanya mengandalkan data titik tunggal (Single Station) di Citeko. Untuk meningkatkan akurasi prediksi cuaca lokal yang sangat dinamis, disarankan untuk mengembangkan model Spatio-Temporal dengan menggabungkan data dari pos hujan sekitar (seperti Pos Gadog dan Gunung Mas) serta menambahkan fitur Citra Satelit (Himawari-9) untuk memantau pergerakan awan secara real-time.
3. Validasi Operasional Sistem: Sistem dashboard yang telah dikembangkan perlu melalui tahap uji validasi lapangan (User Acceptance Testing) dengan melibatkan praktisi kebencanaan (seperti BPBD atau Forecaster BMKG). Hal ini bertujuan untuk mengukur efektivitas antarmuka sistem dalam mendukung pengambilan keputusan mitigasi bencana di kondisi sebenarnya.