

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Model GA-LSTM berhasil diimplementasikan sebagai sistem prediksi curah hujan harian di Kabupaten Sidoarjo. Model ini dikembangkan menggunakan data historis dari BMKG, melalui tahapan preprocessing, pelatihan, dan evaluasi berbasis metrik performa. Implementasi ini memungkinkan pemerintah atau pemangku kepentingan untuk mengantisipasi potensi banjir secara dini, terutama dengan mengintegrasikan hasil prediksi ke dalam sistem estimasi risiko banjir berbasis Risk Matrix. Prediksi jangka pendek selama 14 hari menunjukkan curah hujan berada pada level sedang dan tidak melampaui ambang kritis, sehingga kondisi selama periode tersebut relatif aman.

Model GA-LSTM menunjukkan performa yang cukup baik dalam memprediksi curah hujan. Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh nilai MSE sebesar 0.0060, RMSE sebesar 11.86, dan MAE sebesar 7.91. Nilai-nilai ini menandakan bahwa kesalahan prediksi model tergolong rendah. Visualisasi prediksi menunjukkan bahwa tren model cukup sesuai dengan pola aktual, meskipun terdapat sedikit deviasi pada titik-titik ekstrem. Secara keseluruhan, model ini dinilai stabil dan akurat dalam menangkap pola musiman curah hujan.

Sistem prediksi dikembangkan dalam bentuk Graphical User Interface (GUI) berbasis Python untuk memudahkan pengguna non-teknis. Antarmuka mencakup fitur unggah data, preprocessing otomatis (normalisasi, pembagian data latih-uji), pelatihan model, visualisasi hasil prediksi, dan integrasi dengan modul estimasi risiko banjir. GUI ini dirancang sederhana dan intuitif agar dapat langsung digunakan oleh instansi pemerintah atau lembaga penanggulangan bencana tanpa memerlukan pemahaman mendalam terhadap proses komputasi di baliknya.

Berdasarkan hasil prediksi curah hujan selama 14 hari, seluruh nilai intensitas curah hujan berada pada kategori “Very Low”, dengan estimasi ketinggian genangan 0 cm dan jumlah bangunan terdampak 0–9 unit. Skor risiko tahunan yang dihitung dengan mengalikan probabilitas kejadian dan jumlah bangunan terdampak juga menunjukkan nilai 0, yang berarti tidak ada risiko signifikan selama periode

tersebut. Visualisasi Risk Matrix mendukung interpretasi bahwa dampak banjir sangat kecil atau tidak ada, sehingga tidak diperlukan intervensi darurat dalam jangka pendek. Ini menunjukkan bahwa integrasi model prediksi dengan Risk Matrix mampu memberikan dasar kuantitatif dalam pengambilan keputusan mitigasi banjir yang berbasis data.

## **5.2. Saran**

Untuk mendukung keberlanjutan dan peningkatan efektivitas penelitian ini, terdapat beberapa arah pengembangan yang dapat dilakukan di masa mendatang. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi model, memperluas cakupan aplikasi, serta memperkuat pemanfaatan hasil prediksi dalam upaya mitigasi banjir yang lebih adaptif dan berbasis data. Beberapa rekomendasi pengembangan lanjutan yang disarankan antara lain sebagai berikut: Penambahan Variabel Hidrometeorologis Penelitian dapat dikembangkan dengan memasukkan variabel tambahan seperti kelembapan udara, suhu permukaan, dan kecepatan angin untuk meningkatkan akurasi prediksi curah hujan.

### **Perluasan Cakupan Geografis**

Model sebaiknya diuji di wilayah lain di luar Kabupaten Sidoarjo agar hasilnya lebih general dan dapat diterapkan di berbagai kondisi geografis.

### **Integrasi dengan Data Geospasial Real-Time**

Penggabungan data *real-time* seperti peta elevasi, jaringan drainase, dan kepadatan penduduk akan meningkatkan presisi estimasi risiko banjir menggunakan *risk matrix*.

### **Pengembangan Antarmuka Pengguna (GUI)**

GUI berbasis web dapat dikembangkan dengan fitur visual interaktif agar pengguna dapat memanipulasi parameter prediksi dan menyimulasikan skenario banjir sesuai kebutuhan.

### **Validasi dengan Data Banjir Aktual**

Untuk meningkatkan keandalan model, hasil prediksi perlu divalidasi dengan data kejadian banjir sebenarnya di lapangan.

Studi Komparatif dengan Model Lain Perbandingan dengan algoritma *deep learning* terkini atau model hybrid lainnya diperlukan untuk menilai keunggulan relatif GA-LSTM dalam konteks data cuaca tropis.

### **Penyusunan Strategi Mitigasi Adaptif**

Model ini dapat digunakan sebagai dasar penyusunan kebijakan mitigasi banjir berbasis tingkat risiko yang lebih kontekstual dan responsif terhadap kondisi lokal.

### **Sosialisasi dan Edukasi Berbasis Data**

Hasil prediksi dapat digunakan untuk membangun sistem peringatan dini dan pelatihan kesiapsiagaan masyarakat melalui aplikasi atau media lain yang mudah diakses.