

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cuaca merupakan salah satu aspek yang menentukan kondisi iklim. Dimana, salah satu faktor yang berpengaruh langsung terhadap perbedaan tipe atau variasi iklim adalah curah hujan. Curah hujan dengan intensitas tinggi semakin sering terjadi di banyak wilayah di Indonesia. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan berbagai bencana hidrometeorologi, terutama banjir dan tanah longsor. Selama tahun 2016, berdasarkan data rekapitulasi kejadian dan dampak bencana BNPB, terdapat 2.342 kejadian bencana di Indonesia. Dimana 92% dari jumlah tersebut adalah bencana hidrometeorologi yang didominasi oleh banjir, longsor dan puting beliung. Tercatat bahwa pada tahun ini terdapat 766 bencana banjir, 612 longsor, dan 74 kombinasi banjir dan longsor. Dimana penyebab utama banjir dan tanah longsor tersebut tidak lain adalah tingginya curah hujan pada wilayah tersebut [1].

Berdasarkan data dari Buletin Cuaca dan Iklim BMKG Provinsi Kepulauan Riau (2024), curah hujan di Kota Tanjungpinang pada puncak musim hujan dapat mencapai lebih dari 300 mm per bulan. Data ini menunjukkan variabilitas curah hujan yang tinggi, yang berpengaruh terhadap risiko banjir di wilayah pesisir. Dari hasil analisis diagram windrose angin pada bulan Juli 2024 di wilayah Tanjungpinang diperoleh bahwa arah angin dominan berasal dari Tenggara, hal ini secara langsung dipengaruhi oleh Monsun Australia yang aktif, sehingga berdampak langsung untuk wilayah Tanjungpinang, Bintan, dan sekitarnya. Rata-rata kecepatan angin berada di kisaran 03 knots. Kecepatan angin maksimum tercatat sebesar 21 knots (39 km/jam), dengan angin calm (< 1 knots) sebesar 6 % [2].

Berdasarkan karakteristik iklim, Kota Tanjungpinang dikategorikan sebagai wilayah Non-Zona Musim (Non-ZOM) dengan pola hujan ekuatorial yang ditandai oleh dua puncak musim hujan tertinggi, yaitu pada bulan April dan November, serta aktivitas konvektif yang giat pada periode November hingga Januari yang memicu peningkatan curah hujan dan menjadikan wilayah ini rentan terhadap kejadian hujan ekstrem [3]. Kejadian curah hujan tinggi tersebut berpotensi menyebabkan

kelebihan air yang berujung pada bencana banjir dan longsor. Di sisi lain, perubahan iklim sebagai pendorong fenomena ini juga dapat memicu kekeringan. Dampak yang ditimbulkan termasuk percepatan erosi dan peningkatan aliran air di permukaan menegaskan bahwa upaya-upaya pengurangan risiko dan pencegahan perlu dilakukan [4]

Curah hujan merupakan total presipitasi di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu (harian hingga tahunan) dan merupakan komponen penting iklim, yang dipengaruhi oleh faktor seperti suhu, tekanan, kelembaban, dan angin. Di Indonesia, curah hujan sangat beragam dan berdampak besar bagi kehidupan, terutama terkait bencana seperti banjir dan longsor [5].

Pada umumnya prediksi curah hujan dapat dilakukan namun belum akurat 100% dengan menggunakan data masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu untuk memprediksi curah hujan yang akan datang. Curah hujan mempunyai kecenderungan pola yang berulang dari masa ke masa. Data masa lampau dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis. Hasil analisis tersebut akan menyatakan sesuatu yang terjadi di masa yang akan datang [6].

Long Short-Term Memory networks atau *LSTM* adalah salah satu jenis arsitektur RNN yang dikenalkan pertama kali oleh Hochreiter & Schmidhuber pada tahun 1997. Penggunaan *LSTM* diharapkan memiliki hasil yang lebih baik disbanding metode yang lain, karena *LSTM* memiliki kemampuan mengingat hal-hal yang penting dan melupakan yang tidak penting sehingga prediksi yang dihasilkan telah dipertimbangkan dari data di masa lalu [7].

Gated Recurrent Unit atau *GRU* adalah variasi dari model *neural network Long Short-Term Memory (LSTM)* yang diciptakan oleh Kyunghyun Cho pada tahun 2014 sebagai modifikasi dari struktur sel *LSTM* dengan menggabungkan tiga gating unit *LSTM* menjadi dua gating unit, yakni *update gate* (z_t) dan *reset gate* (r_t). Struktur ini membuat *GRU* memiliki parameter lebih sedikit, mengurangi kebutuhan komputasi, dan mampu menangani *long-term dependencies* dengan baik. Arsitektur *GRU* memungkinkan *update* dan *reset hidden state* secara selektif sehingga efektif mengatasi masalah *vanishing gradient* saat *backpropagation*. *Reset gate* menghilangkan informasi yang tidak relevan, sedangkan *update gate* menentukan seberapa banyak informasi masa lalu yang akan dipertahankan [8].

Penerapan metode yang handal untuk menghasilkan prediksi curah hujan yang akurat sangat dibutuhkan guna mendukung sistem peringatan dini bencana. Hal ini selaras dengan amanat Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, dimana pemerintah diwajibkan untuk melakukan upaya mitigasi guna meminimalkan dampak bencana, termasuk pengelolaan informasi cuaca dan iklim yang efektif. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah memanfaatkan teknologi untuk memprediksi cuaca, terutama curah hujan, dengan lebih akurat. Selain itu, Undang-Undang No. 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi menekankan pentingnya penerapan teknologi terkini dalam sektor meteorologi dan klimatologi. Penggunaan algoritma seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dalam memprediksi curah hujan sejalan dengan perkembangan teknologi yang diatur dalam undang-undang ini, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan mendukung upaya mitigasi bencana.

Prediksi curah hujan yang tepat sangat penting untuk memitigasi dampak perubahan iklim dan cuaca ekstrem, yang berdampak langsung terhadap kehidupan sehari-hari, terutama di kota-kota pesisir seperti Tanjungpinang.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti ingin meneliti tentang ***“Prediksi Curah Hujan di Kota Tanjungpinang Menggunakan Algoritma LSTM Dan GRU”***.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana penerapan algoritma *LSTM-GRU* dalam melakukan prediksi curah hujan di Kota Tanjungpinang, serta bagaimana kinerja model tersebut dievaluasi menggunakan metrik *RMSE* dan *MAE*.”

C. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini terfokus dan tidak menyimpang dari tujuan utama, maka batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada prediksi curah hujan di wilayah Kota Tanjungpinang.

- b. Data yang digunakan merupakan data meteorologi dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)* produk *ERA5*. Data tersebut mencakup variabel curah hujan dan variabel cuaca pendukung pada titik koordinat wilayah Tanjungpinang dengan periode pengamatan mulai 1 Januari 2000 hingga 30 Desember 2024.
- c. Metode yang digunakan adalah model tunggal dan *Hybrid* dari algoritma *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Gated Recurrent Unit (GRU)*.
- d. Parameter evaluasi model difokuskan pada akurasi prediksi, misalnya menggunakan *RMSE* dan *MAE*.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah “Untuk membangun dan menerapkan model *LSTM-GRU* dalam memprediksi curah hujan di Kota Tanjungpinang berdasarkan data historis, serta mengevaluasi kinerjanya dengan membandingkan hasil prediksi terhadap model *LSTM* dan *GRU*.”

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yang signifikan, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

- a. Secara Teoritis
 - 1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pemodelan data *time series* menggunakan pendekatan *deep learning*.
 - 2. Menjadi referensi akademik dalam penerapan *Hybrid* model *LSTM-GRU* untuk prediksi iklim, khususnya curah hujan.
- b. Secara Praktis
 - 1. Memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah daerah atau masyarakat Kota Tanjungpinang dalam upaya mitigasi bencana berbasis prediksi cuaca.
 - 2. Menjadi alternatif solusi dalam pengolahan data klimatologi menggunakan metode modern yang lebih adaptif terhadap data kompleks dan nonlinier.