

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan kota yang begitu pesat serta perubahan iklim yang sangat tidak menentu dan dinamis sudah menjadi keharusan hal itu akan terjadi, banjir menjadi salah satu bencana alam yang paling sering terjadi serta juga membawa kerugian serius baik bagi kehidupan maupun harta benda penduduk (Yu dkk, 2021). Sungai Ciliwung di Pulau Jawa adalah salah satu sungai yang rutin mengalami banjir tahunan karena luapan air di wilayah hilirnya. Sungai Ciliwung memiliki beberapa pintu air yang tersebar sepanjang sungai Ciliwung seperti pintu Mangarai, Flusing Ancol, Istiqlal, Jembatan Merah dan yang lainnya. Kegiatan pengembangan teknik seperti navigasi, konstruksi pantai, dan perlindungan banjir sangat bergantung pada prediksi akurasi ketinggian muara sungai yang dapat menjadi vital untuk keselamatan dan keberlanjutan pembangunan ekonomi di masyarakat (Yongping dkk, 2020). Fluktuasi muka air terutama diperairan laut dan pantai, dihasilkan oleh pasang surut *astronomis* dan dapat diprediksi dari model *Classical Harmonic Analysis* (CHA) seperti model T_TIDE dengan akurasi yang relatif tinggi.

Ketinggian air sangat besar efeknya untuk pertimbangan banyak hal seperti pembangunan, kehidupan sosial, ekonomi bahkan terhadap kesehatan, infrastruktur dan hal-hal lain (Venkata dkk, 2022). Tinggi atau rendahnya ketinggian permukaan air juga menjadi pertimbangan dalam membuat keputusan terkait berbagai hal yang akan diambil dan dilakukan oleh penanggung jawab kebijakan. Memprediksi ketinggian air merupakan cara yang sangat efektif dalam menjawab masalah tersebut dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan informasi yang ada. Seiring dengan perkembangan teknologi komputasi, banyak penelitian mencoba membuat prediksi dengan menggunakan kecerdasan buatan komputasional seperti *Fuzzy*, *Neural Network*, *Self-organizing Maps* (SOM) dan metode-metode lainnya (Mislán dkk, 2018).

Metode prediksi telah banyak dikembangkan hingga saat ini dengan berbagai pendekatan yang dikembangkan, meliputi pendekatan stokastik dan deterministik (Arief dkk, 2015). Model prediksi sebagian besar menggunakan pendekatan deterministik, yaitu kondisi saat t atau t_{-1} dan t_{+1} dengan periode waktu atau harian. Metode yang banyak digunakan untuk meramalkan data *non-linear* diantaranya yaitu *Threshold Autoregressive* (TAR), *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH), *Artificial Neural Networks* (ANN) dan *Support Vector Regression* (SVR) dan berbagai macam metode yang lainnya. Estimasi ketinggian air biasanya dilakukan dengan menggunakan model berbasis proses. Model-model ini harus dipilih dengan cermat untuk memprediksi perubahan ketinggian air yang sebenarnya (Changhyun dkk, 2020). Sejumlah besar parameter, seperti faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi muka air, memerlukan waktu yang lama untuk kalibrasi sehingga dapat menjamin keakuratan prediksi model (Yu dkk, 2021).

Metode *Machine Learning* (ML) telah berkembang dari waktu ke waktu, berfokus pada pembelajaran dari data dan pengalaman saat ini untuk meningkatkan pemahaman pada masalah berikutnya dimasa depan (Hossein dkk. 2020). Pendekatan seperti itu secara khusus berguna ketika (a) model saat ini tidak sepenuhnya mampu menerjemahkan bahasa-bahasa fisika dalam bentuk istilah matematika, (b) biaya komputasi tidak praktis dan tidak sedikit, atau (c) pengetahuan yang tersedia tentang masalah cukup terbatas (Wei dkk. 2019). *Machine Learning* telah dibuat menjadi pendekatan sebagai alat yang cukup ampuh untuk menilai berbagai aspek rekayasa sumber daya air, namun tidak terbatas pada jaringan distribusi air, analisis kualitas air, hubungan tahap-debit, transportasi sedimen, estimasi curah hujan dan pemetaan kerentanan makanan (Hossein dkk, 2020). Metodologi berbasis proses membutuhkan waktu terlalu lama untuk dimodelkan (Qi dan Song, 2020), oleh karena itu studi terbaru telah memprediksi ketinggian air menggunakan model ML berbasis data, seperti *Artificial Neural Network* (ANN).

Recurrent Neural Network (RNN) adalah salah satu model jenis ANN yang mencakup lapisan berulang. Perbedaan antara lapisan rekuren dan lapisan

tersembunyi yang terhubung penuh dengan bias adalah bahwa *neuron* didalam lapisan *rekuren* dapat terhubung satu sama lain (Tsumugu dkk, 2022), namun keterbatasan metode RNN adalah ketidakmampuannya untuk mempelajari dan memproses tugas yang bersifat ketergantungan jangka panjang dengan secara otomatis yang mengakibatkan penurunan akurasi prediksi. *Long short-term memory* (LSTM) memecahkan masalah tersebut dengan memiliki masa pakai memori jangka pendek yang lebih lama melalui input, sehingga membuka jalan untuk pelatihan lebih efisien dan intensif dengan kumpulan data deret waktu atau rentan waktu yang panjang. Tingkat kesalahan lebih rendah ditemukan dengan jaringan LSTM dibandingkan dengan RNN dan *gated recurrent units* (GRUs) yang menggunakan ketergantungan *long-short* lebih sederhana daripada jaringan LSTM (Mingyang dkk, 2020).

Model LSTM telah berhasil digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan mengukur ketinggian air, contohnya seperti analisis evaluasi dan perubahan permukaan air (Tsumugu dkk, 2022) mempertimbangkan curah hujan (Chorong dan Chung-Soo, 2021) bahkan dengan mempertimbangkan sedimen untuk mengukur ketinggian air dari suatu wilayah atau daerah (Gang dkk, 2020). LSTM telah menunjukkan kinerja yang lebih baik bila dibandingkan dengan RNN yang terjaga keamanannya dan *Wavelet Neural Networks* (WNN) untuk prediksi deret waktu *multi-step* aliran limbah keluar (Jin dkk, 2020). LSTM dapat menangkap ketergantungan jangka panjang antara *input* dan *output* untuk memprediksi limpasan curah hujan (Vinayaka dkk, 2020). LSTM membuktikan bahwa dapat memprediksi ketinggian air lebih akurat daripada model hidrologi berbasis fisika yang saat ini digunakan seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) atau USGS (Vinayaka dkk, 2020).

Penelitian ini fokus dalam melakukan prediksi ketinggian permukaan air sungai dengan data *time-series* menggunakan algoritma LSTM, didalam penelitian ini mempertimbangkan penelitian sebelumnya (Mingyang dkk, 2020) dan (Kalyan dan Susmita, 2020) menggunakan data histori ketinggian air dirasa cukup untuk menjadi data utama dalam melakukan prediksi ketinggian permukaan air di sungai Ciliwung DKI Jakarta. Data yang dikelola bersumber dari situs yang

menyediakan dataset DKI Jakarta dengan rentan waktu dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2020 yaitu 36 bulan dengan bentuk tipe data rentan waktu atau *time-series*.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan peramalan ketinggian permukaan air sungai menggunakan data *time-series* berupa histori ketinggian air sungai Ciliwung Provinsi DKI Jakarta selama 24 jam penuh dengan menggunakan model *Long Short-Term Memory* (LSTM).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah berupa kontribusi ilmu pengetahuan dalam pemanfaatan algoritma LSTM yang merupakan salah satu metode *deep neural network learning* untuk menghasilkan model prediksi dengan studi kasus sungai Ciliwung Jakarta. Manfaat lainnya hasil prediksi bisa digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan pemerintah dalam hal mengantisipasi atau menanggulangi efek-efek dari meluapnya permukaan air di sungai yang juga berpotensi menyebabkan terjadinya banjir terhadap pemukiman penduduk sekitar sungai Ciliwung.