

BAB I

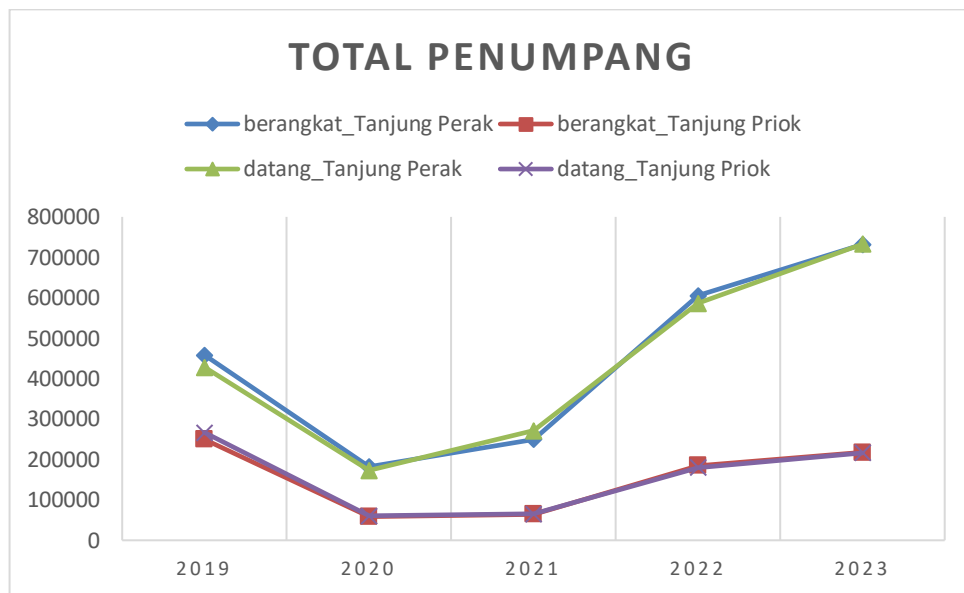
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia tercatat memiliki lebih dari tiga per empat wilayahnya yang merupakan lautan[1][2][3]. Luasnya wilayah lautan menjadikan Indonesia berpotensi diberbagai sektor, mulai dari sumber daya, pariwisata, industri, transportasi dan lain sebagainya[3][4]. Berdasarkan potensi laut tersebut, transportasi menjadi salah satu sektor yang sangat penting dalam menghubungkan pulau-pulau di Indonesia dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Transportasi laut memainkan peran kunci dalam memfasilitasi perdagangan antar-pulau, pengangkutan barang dan orang, serta pariwisata laut. Diketahui sarana transportasi yang ekonomis dan terjangkau di Indonesia salah satunya ialah pelabuhan.

Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran mendefinisikan bahwa pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi[5]. Di hampir seluruh pulau di Indonesia, terdapat pelabuhan sebagai infrastruktur penting dalam mendukung aktivitas transportasi laut. Terdapat 3.227 pelabuhan yang tercatat pada tahun 2021, berdasarkan data dari kementerian perhubungan[6]. Namun, ada 5 pelabuhan utama yang tersebar di beberapa daerah yaitu pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, pelabuhan Belawan di Medan, pelabuhan Soekarno-Hatta di Makassar dan pelabuhan Sorong di Papua.

Pelabuhan terbesar dan tersibuk nomor dua di Indonesia setelah pelabuhan Tanjung Priok Jakarta ialah Pelabuhan Tanjung Perak. Hal ini disebabkan perannya sebagai gerbang penghubung bagi Indonesia wilayah timur, serta pertumbuhan ekonomi di wilayah Propinsi Jawa Timur yang meningkat[7]. Secara administratif, pelabuhan Tanjung Perak termasuk ke dalam Kelurahan Perak Utara, Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya. Terletak pada posisi 112° 43'22" garis Bujur Timur dan 07° 11'54" Lintang Selatan. Tepatnya di Selat Madura sebelah Utara Kota Surabaya yang meliputi daerah perairan seluas 1.574,3 Ha dan daerah daratan seluas 574,7 Ha. Pelabuhan Tanjung Perak mempunyai enam terminal, ada satu terminal yang terbagi menjadi empat yaitu terminal Jamrud sehingga total keseluruhan menjadi Sembilan terminal. Diantara ke Sembilan terminal tersebut, ada dua yang menjadi terminal untuk penumpang yaitu Dermaga Jamrud Utara dengan kode meter 0-400 dan terminal kalimas[8].



Gambar 1.1 Diagram Jumlah Penumpang 2019 hingga 2023

Berdasarkan publikasi BPS tahun 2018 menunjukkan bahwa Pelabuhan Tanjung Perak cenderung mendominasi jumlah penumpang angkutan laut dari tahun 2006 hingga tahun 2017 dibandingkan dengan Pelabuhan Tanjung priok[9]. Begitu pula dengan data publikasi tahun 2024 terlihat seperti pada gambar 1.1

diatas. Disajikan data penumpang 5 tahun terakhir dari tahun 2019 hingga tahun 2023, fenomena serupa terlihat dimana Pelabuhan Tanjung Perak mencatatkan jumlah keberangkatan dan kedatangan penumpang yang lebih tinggi daripada Tanjung Priok, meskipun Tanjung Priok dikenal sebagai pelabuhan paling sibuk di Indonesia. Namun, ketika menyangkut jumlah penumpang yang berangkat dan datang, Pelabuhan Tanjung Perak mengungguli Tanjung Priok. Berdasarkan data tersebut arus penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak cenderung fluktuatif dan tidak menentu.

Data yang cenderung fluktuatif dan tidak menentu berdasarkan waktu tersebut membuat kondisi yang tidak pasti sehingga kesulitan dalam keputusan kebijakan. Terkadang penumpang terlantar ketika terjadinya lonjakan jumlah penumpang karena tidak tersedianya infrastruktur atau sumber daya yang memadai untuk menangani peningkatan tersebut. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan akan keadaan arus penumpang di masa depan, agar pengembangan yang dilakukan tepat dan berguna. Dengan adanya Peraturan Menteri Perhubungan No. 119 Tahun 2015 tentang standar pelayanan penumpang angkutan laut yang meliputi pelayanan keamanan, ketertiban, keteraturan, kemudahan dan kesetaraan yang wajib disediakan dan dilaksanakan terminal penumpang[10]. Maka pemerintah dan industri memerlukan proyeksi yang akurat dari volume penumpang yang tiba dan berangkat untuk mengantisipasi peningkatan penumpang kapal. Untuk membantu hal tersebut data dapat dianalisis dengan metode peramalan, metode peramalan dapat memberikan informasi tambahan kepada pihak-pihak terkait agar mampu menghindari resiko penumpang terlantar saat terjadi peningkatan jumlah penumpang dengan begitu pelayanan penumpang menjadi lebih efisien dan meningkatkan tingkat kepuasan penumpang.

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat sejumlah penelitian mengenai prediksi jumlah penumpang transportasi, khususnya kapal di pelabuhan. Penelitian yang dilakukan oleh Dewani dkk. Dengan menggunakan metode *Hybrid* ARIMAX dan *Deep Learning Neural Networks* untuk prediksi Jumlah Penumpang dan Barang. Metode yang digunakan menghasilkan performa yang baik dalam memodelkan dan

menghasilkan akurasi yang besar pada data training, berbanding terbalik dengan data testing performansi model tersebut tidak selalu baik[11]. Berikutnya yang dilakukan oleh putri dkk. yaitu meramalkan jumlah keberangkatan penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan metode ARIMA dan SARIMA. Penelitian tersebut menyatakan bahwa metode terbaik antara kedua metode tersebut ialah ARIMA[12]. Metode yang sama digunakan oleh Khoiriyah dkk. untuk prediksi jumlah penumpang dan menyatakan metode terbaik adalah SARIMA[13].

Pada era digital dan teknologi informasi seperti sekarang, metode peramalan tradisional seperti regresi linier atau metode statistik lainnya yang dibahas sebelumnya seringkali tidak mampu menangkap pola-pola kompleks dalam data historis jumlah penumpang, yang sering kali berbentuk deret waktu. Sehubungan dengan itu, analisis dan prediksi data deret waktu sangat penting dan telah menjadi fokus banyak penelitian dalam beberapa dekade terakhir. Secara umum, sebuah deret waktu merepresentasikan catatan observasi dari sebuah sistem dinamis pada interval waktu tertentu. Oleh karena itu, prediksi deret waktu melibatkan penentuan evolusi masa depan dari sebuah sistem dinamis[14]. Prediksi deret waktu memerlukan integrasi pengetahuan yang cermat dalam urutan temporal. Pendekatan teknik pembelajaran mesin (ML) baru-baru ini menjadi pendekatan utama yang digunakan untuk perkiraan *time series*[15][16]. Dengan begitu penting untuk memilih arsitektur jaringan saraf dan algoritma pelatihan yang tepat.

Dalam jaringan saraf (NN), setiap lapisan terdiri dari satu atau lebih neuron. Tiap neuron, kecuali yang berada di lapisan input, diaktifkan oleh fungsi aktivasi, biasanya merupakan fungsi nonlinier. Karena penggunaan fungsi aktivasi nonlinier ini, NN termasuk dalam kategori pemodelan nonlinier[17]. Ada banyak jenis NN yang dikembangkan untuk berbagai masalah, dan salah satunya adalah *Recurrent Neural Network* (RNN). *Recurrent Neural Network* (RNN) adalah arsitektur utama yang digunakan untuk menganalisis data sekuensial karena kemampuannya dalam menginterpretasikan ketergantungan temporal dalam deret waktu[15]. Arsitektur RNN terdiri atas satu lapisan input, setidaknya satu lapisan tersembunyi, lapisan *recurrent*, dan satu lapisan *output*[17].

Namun, Salah satu masalah utama yang dihadapi oleh RNN adalah masalah *vanishing* gradien, yang terjadi ketika model kehilangan informasi tentang ketergantungan temporal yang jauh dalam sekuensi data[18]. Ini terjadi karena gradien yang dihasilkan oleh fungsi aktivasi pada lapisan tersembunyi cenderung menjadi sangat kecil saat mundur ke lapisan-lapisan sebelumnya, menyebabkan pembelajaran yang lambat atau bahkan terhenti. Untuk mengatasi masalah tersebut, *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) diusulkan sebagai variasi dari RNN. Kedua metode tersebut dapat merumuskan hubungan non-linier dan ketergantungan jarak jauh di antara data deret waktu dengan lebih baik. Selain itu, GRU memiliki struktur yang lebih sederhana dan kinerja yang sebanding dengan LSTM. Oleh karena itu, GRU lebih cocok untuk perangkat terbatas sumber daya[19]. GRU telah menyederhanakan LSTM dan mensintesis struktur dua pintunya menjadi satu pintu, sehingga memiliki lebih sedikit parameter pelatihan, kecepatan konvergensi yang lebih cepat, dan kinerja prediksi yang baik[20]. GRU adalah salah satu jenis *unit recurrent* yang dikembangkan untuk membantu RNN mengatasi masalah *vanishing* gradien. Salah satu keunggulan GRU adalah kemampuannya untuk memperbarui dan mengatur informasi yang disimpan dalam memori jangka panjangnya dengan menggunakan *gate* (pintu) yang dibuat khusus.

Dari uraian diatas maka dilakukan penelitian jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan metode GRU dengan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah penumpang periode berikutnya, sehingga mengurangi kesalahan pengambilan kebijakan yang disebabkan data yang fluktuatif, serta seberapa efektif metode GRU dalam penelitian jumlah penumpang. Dengan adanya peramalan ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan industri transportasi laut dalam menyiapkan sarana prasarana dan fasilitas yang memadai untuk penumpang kapal di Pelabuhan Tanjung Perak.

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Permasalahan

Mangacu pada konteks yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa permasalahan yang terjadi ialah data jumlah penumpang yang cenderung fluktuatif dan tidak menentu setiap tahunnya membuat kondisi yang tidak pasti sehingga kesulitan dalam keputusan kebijakan. Terkadang penumpang terlantar ketika terjadinya lonjakan jumlah penumpang karena tidak tersedianya infrastruktur atau sumber daya yang memadai untuk menangani peningkatan tersebut. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan akan keadaan arus penumpang di masa depan, agar pengembangan yang dilakukan tepat dan berguna sehingga dapat melakukan penyesuaian dengan Peraturan Menteri Perhubungan RI.

1.2.2 Metode Usulan

Sesuai permasalahan diatas, penelitian ini mengusulkan untuk meramalkan jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak dengan menggunakan metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, maka dihasilkan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pemodelan *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk peramalan jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak?
2. Bagaiman hasil peramalan jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak pada periode selanjutnya berdasarkan nilai *error* terkecil dari metode *Gated Recurrent Unit* (GRU)?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pemodelan data jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak berdasarkan pendekatan metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).
2. Mengetahui hasil peramalan jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak pada periode berikutnya berdasarkan nilai *error* terkecil dari metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Bagi Peneliti

1. Mengetahui implementasi *Gated Recurrent Unit* (GRU) untuk meramalkan data jumlah penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak.
2. Menambah dan memperkaya pengetahuan mengenai metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) serta penerapannya pada peramalan data *time series*.

b) Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan mengenai metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).
2. Memberikan rekomendasi algoritma alternatif untuk melakukan peramalan yakni menggunakan metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).

c) Bagi Perusahaan

1. Meningkatkan efisiensi dengan penjadwalan dan pengelolaan sumber daya berdasarkan prediksi jumlah penumpang.
2. Mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan layanan, sehingga memperbaiki pengalaman pelanggan.
3. Memanfaatkan prediksi untuk ekspansi layanan dan investasi yang lebih tepat.

d) Bagi Pemerintahan

1. Data peramalan membantu dalam pengembangan infrastruktur yang efisien dan efektif.
2. Membantu dalam penyesuaian kebijakan untuk mendukung efisiensi transportasi dan keselamatan.
3. Memperbaiki alokasi sumber daya keamanan berdasarkan volume penumpang yang diperkirakan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) berupa data jumlah keberangkatan dan kedatangan penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak mulai dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2023.

1.5 Sistematika Penulisan Skripsi

Secara umum, struktur skripsi ini terbagi menjadi beberapa bab. Tujuan dari pengaturan ini adalah untuk menyajikan skripsi ini dengan cara yang terorganisir sehingga memfasilitasi pembaca dalam memahami isi skripsi dengan lebih baik. Berikut adalah susunan sistematis dari skripsi ini.

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang permasalahan, permasalahan, metode usulan, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan yang digunakan serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan dasar teori dan metode yang digunakan sebagai dasar dan alat untuk memecahkan masalah. Teori yang digunakan adalah teori yang membahas tentang peramalan, sedangkan metode yang digunakan adalah metode *Gated Recurrent Unit* (GRU).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang alur penelitian, metode yang akan mengolah data dengan berisi langkah-langkahnya, perhitungan manual model, implementasi sistem, serta skenario pengujian penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini merupakan pembahasan tentang penerapan metode *Gated Recurrent Unit* serta analisa terhadap data yang telah diperoleh menjadikan suatu hasil yang akan dibahas apakah penelitian dapat dikatakan berhasil atau tidak. Bab ini juga berisi penjelasan mengenai hasil implementasi pembuatan sistem peramalan, analisis skenario pengujian, serta hasil peramalan beberapa waktu kedepan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis dari hasil penelitian ini serta rekomendasi saran-saran yang perlu bagi objek penelitian atau perusahaan.