

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi didefinisikan sebagai perpindahan orang atau benda dari satu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan sebuah kendaraan yang dioperasikan oleh manusia atau mesin dan digunakan untuk membantu manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lebih mudah. Transportasi membentuk hubungan yang sangat kuat antara gaya hidup masyarakat, tempat, dan kegiatan produktif, serta barang dan jasa yang tersedia untuk dikonsumsi [1]. Transportasi adalah perpindahan orang atau benda dari satu lokasi ke lokasi lain yang terjadi akibat adanya aktivitas sosial. Ada beberapa faktor yang berkontribusi dalam transportasi, antara lain orang yang membutuhkan transportasi, benda yang membutuhkan transportasi, kendaraan sebagai sarana transportasi, jalan sebagai prasarana transportasi, dan organisasi sebagai pengelola transportasi [2]. Sebagai pusat aktivitas ekonomi, dan mobilitas masyarakat menghadapi masalah mobilitas yang semakin kompleks [3]. Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap masalah ini adalah jumlah kendaraan pribadi yang semakin tinggi dan kondisi infrastruktur transportasi secara umum. Saat ini, pemerintah sangat menyadari dampak dari polusi udara dan kemacetan lalu lintas. Secara umum, transportasi hemat energi menjadi fokus utama untuk mengatasi masalah ini [4].

Salah satu permasalahan dalam layanan transportasi publik adalah ketidakpastian dalam estimasi ketersediaan jadwal kedatangan armada yang berdampak langsung terhadap kepuasan dan kenyamanan penumpang [5]. Pada layanan bus Trans Jatim, keluhan mengenai keterlambatan keberangkatan dan kedatangan sering muncul, khususnya pada jam-jam sibuk. Kondisi ini menyebabkan penumpang harus menunggu lebih lama dari waktu yang dijadwalkan, sehingga menimbulkan persepsi negatif terhadap reliabilitas layanan [6]. Penumpang yang mayoritas berasal dari kalangan pekerja swasta mengalami kerugian waktu yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja bahkan pendapatan mereka. Situasi ini juga banyak diangkat melalui media sosial maupun aplikasi ulasan transportasi, menunjukkan bahwa ketidakpastian jadwal telah menjadi isu

krusial yang perlu mendapatkan perhatian. Oleh karena itu, keberadaan sistem prediksi yang akurat terhadap jumlah penumpang maupun ketepatan jadwal operasional bus menjadi penting untuk meningkatkan kualitas layanan, mengurangi ketidakpastian, serta mendorong kepercayaan masyarakat terhadap penggunaan transportasi publik.

Salah satu transportasi yang masih menjadi andalan di Kota Surabaya adalah bus. Bus merupakan transportasi umum yang memiliki kapasitas penumpang yang banyak di Surabaya transportasi bus masih menjadi pilihan utama masyarakat di Kota Surabaya. Karena bus merupakan salah satu sarana transportasi yang murah dan efisien. Bus memiliki tempat pemberhentian khusus yang disebut halte sehingga bus kota tidak dapat mengangkut orang di sembarang tempat sehingga dapat mempersingkat waktu tempuh [7]. Keberadaan transportasi umum memiliki peran penting, khususnya di kawasan Surabaya Raya. Untuk mengurangi kemacetan Pemerintah Kota Surabaya saat ini berusaha meningkatkan kualitas pelayanan transportasi umum berbasis bus [8]. Dari permasalahan tersebut Pemerintah Provinsi Jawa Timur meluncurkan Bus Trans Jatim [9].

Bus Trans Jatim merupakan bentuk angkutan aglomerasi yang menggabungkan berbagai pusat kegiatan seperti kawasan industri, permukiman, dan perdagangan dalam satu lokasi atau kawasan tertentu. Tujuan dari layanan ini adalah untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat di Jawa Timur [9]. Trans Jatim resmi beroperasi sejak 19 Agustus 2022, dan hingga saat ini telah memiliki tiga koridor. Bus Trans Jatim Koridor I beroperasi pada 20 Agustus 2022 melewati Sidoarjo, Surabaya, dan Gresik. Koridor II dioperasikan 21 Agustus 2023 melewati Surabaya dan Mojokerto. Serta, Koridor III melalui wilayah Mojokerto dan Balongpanggang Gresik yang mulai beroperasi 18 Oktober 2023 [10]. Pemerintah Provinsi Jawa Timur berharap keberadaan Bus Trans Jatim dapat meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas masyarakat dengan lebih mudah, terjangkau, dan efisien.

Permasalahan keterlambatan jadwal dan ketidakpastian jumlah penumpang pada Bus Trans Jatim menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memiliki sistem yang mampu melakukan prediksi jumlah penumpang secara akurat [6].

Prediksi ini penting sebagai dasar dalam perencanaan operasional, pengaturan jadwal keberangkatan, serta manajemen kapasitas armada, sehingga pelayanan dapat berjalan lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tanpa adanya prediksi yang tepat, operator transportasi akan kesulitan dalam menyesuaikan layanan dengan pola permintaan yang dinamis.

Dalam upaya mendukung perencanaan dan evaluasi transportasi, metode peramalan sering digunakan untuk memprediksi kebutuhan maupun jumlah penumpang di masa mendatang. Salah satu metode deret waktu yang banyak digunakan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1970-an, sehingga dikenal juga dengan sebutan metode Box–Jenkins. Metode ARIMA dinilai cukup baik untuk peramalan jangka pendek karena hanya menggunakan data historis dari variabel yang diteliti. Selain itu, ARIMA dikenal memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta fleksibilitas dalam menangani berbagai pola data, termasuk tren dan musiman, sehingga metode ini telah banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti ekonomi, keuangan, dan bisnis [11].

Multi-layer perceptron, juga dikenal sebagai perceptron berlapis-lapis adalah jenis perceptron yang dibangun dengan meningkatkan jumlah lapisan dan neuron di setiap lapisan. MLP diturunkan dari data pelatihan melalui proses yang dikenal sebagai *backpropagation*. Proses ini dapat digambarkan sebagai cara untuk memperbaiki situasi dengan cepat dan progresif setelah deteksi. Metode ini dapat mengidentifikasi tren dan pola dalam jumlah penumpang yang akan datang, sehingga Bus Trans Jatim dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi lonjakan penumpang atau kekurangan kapasitas penumpang [12].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode hibrida ARIMA-MLP dalam melakukan peramalan Nilai Tukar Petani. Dalam pendekatan ini, ARIMA digunakan untuk menangkap pola linier pada data deret waktu, sedangkan Multilayer Perceptron (MLP) dimanfaatkan untuk memodelkan pola nonlinier yang tidak dapat ditangani secara optimal oleh ARIMA. Dengan mengombinasikan kedua metode tersebut, diharapkan model hibrida ARIMA-MLP mampu meningkatkan akurasi peramalan dibandingkan penggunaan metode ARIMA secara individual. Selain itu, evaluasi terhadap kinerja model dilakukan untuk

menilai keunggulan pendekatan hibrida dalam merepresentasikan dinamika perubahan NTP, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengenai perkembangan kesejahteraan petani [13].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dalam melakukan prediksi bilangan sunspot matahari. Metode ARIMA digunakan untuk memodelkan data deret waktu dengan mempertimbangkan komponen *autoregressive*, *differencing*, dan *moving average*. Dalam proses pemodelan, analisis plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dilakukan untuk menentukan parameter model yang paling sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa alternatif model ARIMA yang dapat digunakan, dan berdasarkan evaluasi kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC), model ARIMA (2,1,2) dipilih sebagai model terbaik karena memiliki nilai AIC terendah. Dengan demikian, metode ARIMA terbukti efektif dalam memberikan prediksi bilangan sunspot secara akurat [11].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Multilayer Perceptron* (MLP) dalam melakukan prediksi jumlah penumpang di Bandara Udara Halu Oleo Kendari. Metode MLP digunakan karena merupakan salah satu jenis *neural network* yang memiliki kemampuan prediksi tinggi terhadap data yang bersifat kompleks dan nonlinier. Dalam penelitian ini, data dibagi menjadi data *training* dan *testing* untuk mengevaluasi kinerja model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model MLP mampu memberikan performa prediksi yang sangat baik, ditunjukkan oleh nilai *training score* sebesar 60% dan *testing score* sebesar 96%. Selain itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang diperoleh sebesar 0,152% mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat kesalahan yang rendah, sehingga metode MLP dinilai efektif dan andal dalam memprediksi jumlah penumpang bandara [14].

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, Penelitian ini berfokus pada implementasi metode *hybrid* ARIMA-MLP dengan adaptasi yang lebih terintegrasi, yaitu dengan menyatukan metode linier (ARIMA) dan nonlinier (MLP) untuk memaksimalkan jumlah langkah dalam mengatasi kompleksitas data runtun waktu. Penggabungan kedua metode ini dapat bekerja secara optimal karena dapat mengurangi kesalahan prediksi secara keseluruhan. ARIMA menangani bagian

linier dari data, sementara MLP memperbaiki sisa kesalahan dari model ARIMA [13]

Jumlah penumpang di berbagai koridor Bus Trans Jatim, seperti Koridor 1, Koridor 2, dan Koridor 3, berfluktuasi setiap jamnya dan dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti cuaca, acara khusus, dan perubahan ekonomi. Untuk menentukan jumlah responden dengan lebih akurat, diperlukan metode yang dapat mengidentifikasi titik-titik data linier dan non-linier secara akurat. Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan salah satu teknik statistik yang paling efektif untuk memodelkan variabel linier. *Multi-Layer Perceptron* (MLP), sebuah komponen dari jaringan saraf tiruan, dapat menganalisis pola *non-linier* yang kompleks, tetapi tidak merusak karakteristik linier.

Berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang, informasi ini dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk mengetahui pola permintaan, tetapi juga untuk menyesuaikan frekuensi keberangkatan bus. Misalnya, apabila prediksi menunjukkan jumlah penumpang relatif rendah pada hari tertentu, maka frekuensi keberangkatan dapat dikurangi sehingga jarak antar bus lebih panjang. Sebaliknya, jika jumlah penumpang diprediksi meningkat, maka frekuensi bus dapat diperbanyak dengan memperpendek jarak antar keberangkatan. Penyesuaian ini penting agar layanan bus tetap efisien, mengurangi biaya operasional yang tidak perlu, sekaligus meningkatkan kepuasan penumpang karena waktu tunggu yang sesuai dengan tingkat permintaan.

Graphical User Interface adalah tampilan visual yang menghubungkan sistem dengan pengguna. Sistem ini bisa berupa *website*, aplikasi atau lainnya. Analisis pengguna yang akurat dan konsisten sangat penting untuk menyediakan antarmuka pengguna (UI) sesuai dengan kebutuhan pengguna, analisis ini perlu dioptimalkan agar *user interface* yang dihasilkan jelas memenuhi kebutuhan pengguna aplikasi [15]. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan pengembangan UI yang dapat memberikan akses yang mudah digunakan dan informasi yang jelas sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sehingga pengguna dapat memanfaatkan aplikasi tanpa harus memodifikasi tindakan atau melakukan tugas tambahan saat menggunakannya.

Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan antarmuka pengguna untuk aplikasi prediksi bus Trans Jatim dengan menggunakan metode ARIMA dan *Multi-*

Layer Perceptron (MLP). Pengembangan ini dioptimalkan dengan fokus utama pada kebutuhan pengguna akhir sehingga aplikasi dapat memberikan pengalaman pengguna yang responsif dan intuitif serta memudahkan dalam mengakses informasi prediksi secara *real-time*.

1.2. Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan gabungan ARIMA dan model MLP untuk prediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim?
2. Bagaimana tingkat akurasi dan hasil prediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim yang dihasilkan oleh model *Hybrid ARIMA-MLP*?
3. Bagaimana merancang *User Interface* (UI) yang efektif untuk menampilkan hasil prediksi jumlah penumpang bus?

1.3. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menetapkan cakupan pembahasan, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data historis harian jumlah penumpang Bus Trans Jatim Koridor 1 dari 1 Januari 2023 sampai 31 Desember 2024.
2. Penelitian ini memprediksi jumlah penumpang, tidak termasuk variabel lain seperti pendapatan atau biaya operasional.
3. Penelitian ini terbatas pada jaringan Bus Trans Jatim yang beroperasi di wilayah tertentu.
4. Prediksi dilakukan pada jangka waktu 1 Januari 2025 hingga 5 Januari 2025.
5. Pengukuran evaluasi model menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk mencapai sasaran sebagai berikut:

1. Menyusun dan menerapkan model MLP dan ARIMA untuk memprediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim.
2. Menganalisis tingkat akurasi dan menyajikan hasil prediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim yang dihasilkan oleh model MLP dan ARIMA
3. Merancang desain *User Interface* (UI) yang interaktif dan efektif untuk menampilkan hasil prediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan, baik dari sisi akademik, penerapan praktis, maupun pengembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait, sebagaimana uraian berikut:

1. Mengetahui hasil prediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim saat menggunakan model *hybrid* ARIMA-MLP.
2. Menilai performa model *hybrid* ARIMA-MLP dalam memprediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim.
3. Menyediakan alat prediksi yang interaktif dan mudah digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang Bus Trans Jatim.

Halaman ini sengaja dikosongkan