

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi utama di Indonesia yang menghubungkan berbagai daerah, khususnya di Pulau Jawa dan Sumatera. Menurut Rodrigue et al., kereta api tidak hanya berfungsi sebagai alat transportasi tetapi juga berperan vital dalam mendukung pertumbuhan ekonomi daerah melalui mobilitas penumpang dan barang secara massal [1]. Dalam konteks mobilitas masyarakat, kereta api menawarkan beberapa keunggulan signifikan dibandingkan moda transportasi lainnya. Kuzairi et al. dalam penelitiannya mengidentifikasi kapasitas angkut yang besar sebagai keunggulan utama, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Surabaya [2]. Studi yang dilakukan oleh Finansia menunjukkan bahwa kereta api merupakan moda transportasi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan pribadi, dengan tingkat emisi yang lebih rendah [3].

Daerah Operasional 8, yang terletak di wilayah Surabaya Raya dengan wilayah operasi di Jawa Timur, Indonesia, termasuk wilayah strategis dengan volume penumpang yang tinggi. Daerah ini mencakup Stasiun Surabaya Gubeng, Stasiun Pasar Turi, Stasiun Mojokerto Kota, Stasiun Sidoarjo, dan Stasiun Malang, stasiun kereta api besar yang berfungsi sebagai pusat ekonomi dan mobilitas. Data statistik menunjukkan tren peningkatan jumlah penumpang yang signifikan. Berdasarkan laporan ANTARA News, PT KAI mencatat kenaikan 32% jumlah penumpang pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya, mencapai total 5.482.292 penumpang. Tren positif ini berlanjut ke tahun 2024, dengan peningkatan 12,9% pada periode pertama tahun 2024, mencapai total 2.896.332 penumpang [4]. Peningkatan ini menunjukkan kepercayaan masyarakat terhadap layanan kereta api sebagai moda transportasi utama.

Namun, operasional kereta api menghadapi tantangan signifikan dalam hal prediksi jumlah penumpang. Suraharta et al. mengidentifikasi adanya fluktuasi penumpang yang dipengaruhi berbagai faktor, seperti musim liburan, cuaca, dan kondisi ekonomi [5]. Penelitian mereka menunjukkan pola musiman yang signifikan, terutama pada periode libur Lebaran dan akhir tahun. Pandemi COVID-19 juga memberikan dampak dramatis terhadap jumlah penumpang, menyebabkan penurunan tajam akibat pembatasan sosial dan kekhawatiran masyarakat terhadap kesehatan. Data historis menunjukkan bahwa selama

pandemi, PT KAI mengalami penurunan jumlah penumpang yang signifikan, menunjukkan betapa rentannya sektor transportasi publik terhadap perubahan situasi eksternal [5].

Pentingnya peramalan yang akurat tidak dapat diabaikan dalam konteks ini. Peramalan yang tepat memungkinkan PT KAI untuk merencanakan operasional secara efisien, termasuk alokasi kereta, penjadwalan, dan pengelolaan sumber daya [6]. Susilowati telah melakukan penelitian tentang penjadwalan kereta api di DAOP 8 menggunakan metode Aljabar *Max Plus*, namun penelitian tersebut belum mempertimbangkan aspek peramalan jumlah penumpang sebagai variabel penting dalam optimasi jadwal [6].

Perkembangan metode peramalan deret waktu, mulai dari model klasik seperti ARIMA hingga pendekatan modern seperti *Prophet*, menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam meningkatkan akurasi peramalan [5]. model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables (SARIMAX)* telah terbukti efektif dalam menangani data musiman dan mempertimbangkan pengaruh variabel eksternal. Model ini mampu menangkap pola musiman yang kompleks dan mengintegrasikan faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi jumlah penumpang [7]. Di sisi lain, Facebook *Prophet* merupakan model yang dikembangkan khusus untuk menangani data deret waktu dengan kelebihan dalam mengidentifikasi tren jangka panjang, pola musiman, dan efek liburan. *Prophet* juga dikenal dengan kemampuannya dalam menangani data yang memiliki nilai yang hilang dan nilai data yang menyimpang [8].

Penggabungan kekuatan kedua model tersebut melalui pendekatan hibrida *SARIMAX-Prophet* berpotensi menghasilkan peramalan yang lebih akurat. Model hibrida ini dapat menggabungkan kemampuan *SARIMAX* dalam menangani pola musiman dan pengaruh variabel eksternal dengan keunggulan *Prophet* dalam mengidentifikasi tren jangka panjang dan efek liburan. Namun, penelitian tentang penerapan model hibrida *SARIMAX-Prophet* untuk kasus transportasi kereta api di Indonesia masih terbatas [5].

Secara keseluruhan, peran transportasi kereta api dalam mobilitas masyarakat di DAOP 8 sangatlah penting, mengingat posisinya sebagai salah satu wilayah operasional tersibuk di Jawa Timur. Namun tantangan dalam peramalan jumlah penumpang harus diatasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas layanan. Dengan memanfaatkan metode peramalan yang tepat dan mengadaptasi terhadap perubahan situasi, PT KAI dapat terus berkontribusi pada mobilitas masyarakat dan mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan model hibrida *SARIMAX-Prophet* untuk peramalan jumlah penumpang kereta api di DAOP 8. Dengan memanfaatkan kombinasi kekuatan dari kedua model, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan metode peramalan yang lebih akurat dan adaptif, sehingga dapat membantu PT KAI dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan kepada masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks dan latar belakang yang sudah diuraikan, berikut ini adalah identifikasi masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini:

1. Bagaimana kinerja model *Prophet* dalam meramal jumlah penumpang kereta api di DAOP 8 dengan mempertimbangkan efek musiman dan kejadian khusus seperti libur nasional, cuti bersama, dan pandemi COVID-19?
2. Bagaimana performa model *SARIMAX* dalam menangkap pola deret waktu jumlah penumpang dan pengaruh variabel eksternal berupa libur nasional dan cuti bersama di DAOP 8?
3. Seberapa efektif model hibrida *SARIMAX-Prophet* dalam meningkatkan akurasi peramalan jumlah penumpang di DAOP 8 dibandingkan dengan model individual?
4. Bagaimana perbandingan performa *Prophet*, *SARIMAX*, dan model hibrida dalam hal akurasi, kompleksitas implementasi, dan kemampuan menangkap pola musiman?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengimplementasikan dan menganalisis performa model *SARIMAX* dalam meramal jumlah penumpang yang menggunakan transportasi kereta api pada wilayah PT KAI Daerah Operasional 8 dengan mempertimbangkan efek musiman dan kejadian khusus, seperti libur nasional, cuti bersama, dan pandemi COVID-19.
2. Mengimplementasikan dan menganalisis performa model *Prophet* dalam meramal jumlah penumpang yang menggunakan transportasi kereta api pada wilayah PT KAI Daerah Operasional 8 dengan mempertimbangkan efek musiman dan kejadian khusus, seperti libur nasional dan cuti.

3. Merancang dan mengukur efektivitas model hibrida yang menggabungkan kekuatan *Prophet* dan *SARIMAX* untuk meningkatkan akurasi peramalan jumlah penumpang kereta api dibandingkan model individual.
4. Menganalisis dan membandingkan performa *Prophet*, *SARIMAX*, dan model hibrida dari segi akurasi peramalan, kemampuan menangkap pola musiman, kompleksitas implementasi dan interpretasi, serta efisiensi waktu dalam proses perhitungan.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diproyeksikan dapat memberikan kontribusi positif kepada tiga kelompok pemangku kepentingan utama:

1. Bagi Peneliti:
 - a. Memperluas wawasan tentang penerapan model hibrida *SARIMAX-Prophet* dalam peramalan deret waktu, khususnya di sektor transportasi.
 - b. Memberikan pengalaman praktis dalam analisis dan pemodelan data deret waktu, termasuk pengintegrasian variabel eksternal seperti hari libur dan promosi ke dalam model peramalan.
 - c. Mendorong eksplorasi dan pengembangan metode peramalan baru berbasis kombinasi model untuk diterapkan di sektor lain yang membutuhkan peramalan akurat.
2. Bagi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur:
 - a. Memperkaya referensi akademik di bidang peramalan deret waktu, khususnya dalam penerapan model hibrida di sektor transportasi.
 - b. Menyediakan studi kasus yang relevan mengenai pengaruh variabel eksternal dalam model hibrida sebagai referensi penelitian dan pembelajaran mahasiswa maupun akademisi.
 - c. Meningkatkan reputasi akademik universitas melalui kontribusi penelitian inovatif yang relevan dengan kebutuhan dan tantangan sektor transportasi publik di Indonesia.
3. Bagi Perusahaan (PT Kereta Api Indonesia):
 - a. Menyediakan informasi yang lebih akurat tentang peramalan jumlah penumpang untuk mendukung perencanaan operasional dan kapasitas yang efisien.

- b. Mengurangi risiko kepadatan penumpang dan keterlambatan dengan meramal lonjakan permintaan selama periode puncak seperti hari libur nasional dan akhir pekan.
- c. Meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya, mengoptimalkan jadwal perjalanan, dan meminimalkan keluhan pelanggan, terutama selama musim sibuk.
- d. Memberikan dasar ilmiah untuk pengambilan keputusan strategis berbasis data, membantu dalam merumuskan kebijakan operasional yang adaptif dan proaktif.

1.5. Batasan Masalah

Dalam rangka mempertajam tujuan penelitian dan mengoptimalkan pengerjaan, peneliti menetapkan parameter pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada data jumlah penumpang kereta api di wilayah Daerah Operasional (DAOP) 8 PT Kereta Api Indonesia. Data yang digunakan adalah data historis jumlah penumpang selama delapan tahun terakhir (2016–2023) untuk mencakup pola musiman, tren, dan pengaruh kejadian khusus seperti pandemi COVID-19 dan libur nasional.
2. Penelitian ini menggunakan model *SARIMAX*, *Prophet*, dan hibrida *SARIMAX-Prophet* untuk peramalan jumlah penumpang. Ada model hibrida, hasil peramalan dari *SARIMAX* dan *Prophet* diasumsikan saling melengkapi untuk meningkatkan akurasi peramalan. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan berbagai metrik, seperti *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).