

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesawat udara merupakan moda transportasi yang paling efektif dan efisien karena dapat mengangkut barang dan manusia dengan waktu yang singkat, aman, dan biaya yang relatif terjangkau. Sejak awal terciptanya hingga saat ini pesawat udara masih menjadi primadona untuk sebuah moda transportasi yang sangat dibutuhkan dan diandalkan, dikarenakan pesawat udara memiliki sejumlah kelebihan di antaranya kemampuan jarak jelajah yang jauh, aman, cepat, dan daya angkut besar. Akibatnya kenaikan jumlah penumpang pesawat setiap tahun dipengaruhi oleh kelebihan tersebut [31].

Berdasarkan data dari website Badan Pusat Statistik yaitu *bps.go.id*, jumlah penumpang pesawat setiap tahun selalu mengalami kenaikan salah satunya di bandara Soekarno-Hatta [4]. Lonjakan atau kenaikan jumlah penumpang pesawat tersebut dipengaruhi ketika hari libur seperti libur akhir tahun. Hal ini tentu seringkali menjadi permasalahan dan kendala yang dihadapi oleh PT. Angkasa Pura II (Persero), dikarenakan keterbatasan kapasitas angkut yang tidak seimbang atau dengan kata lain jumlah penumpang jauh lebih banyak dibandingkan kapasitas tempat duduk serta maskapai yang disediakan. Dengan adanya indikasi kenaikan jumlah penumpang, maka perlu dilakukan pembentukan model dalam menentukan jumlah penumpang.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memodelkan data jumlah penumpang pesawat ini, salah satunya yaitu analisis *time series* (runtun waktu). Analisis *time series* memiliki beberapa macam metode pemodelan secara univariat pada data runtun waktu. Data runtun waktu yaitu serangkaian data yang diperoleh dari pengamatan suatu kejadian pada urutan waktu terjadi. Data jumlah penumpang pesawat merupakan data runtun waktu yang menunjukkan pola musiman. Ketika data runtun waktu menunjukkan pola musiman, maka model yang cocok digunakan dalam melakukan pemodelan yaitu model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) [19].

Selain pada libur akhir tahun, libur hari raya Idul Fitri juga mempengaruhi kenaikan jumlah penumpang pesawat. Kenaikan tersebut dipicu oleh adanya arus mudik dan arus balik penumpang yang biasanya terjadi pada bulan sebelum, saat, dan sesudah hari raya. Akan tetapi kenaikan pada libur hari raya Idul Fitri selalu bergeser setiap tahun dikarenakan mengikuti kalender Hijriah. Oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi model SARIMA dengan memperhatikan efek eksogen yang dinamakan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) [19]. Hal ini harus dimasukkan ke dalam model perkiraan dengan tujuan untuk meningkatkan keakuratan dari model tersebut. Model SARIMAX ini merupakan perluasan dari model SARIMA dengan menambahkan variabel eksogen yaitu variasi kalender.

Pada tahun 2017, Mulya dkk melakukan penelitian yaitu tentang “Penerapan Metode *Holt Winter* dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) Pada Peramalan Perkembangan Wisata Mancanegara yang Datang ke Indonesia”, dimana pada penelitian tersebut diperoleh metode SARIMA memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi di bandingkan metode Holt Winter dengan nilai MAPE, MAD, MSD yang lebih kecil [18]. Lalu pada tahun 2019, Rizkiana dkk juga melakukan peramalan banyak penumpang Bandara Adi Soemarmo dengan efek variasi kalender dan musiman dengan pendekatan model SARIMAX [22]. Pada tahun yang sama, McHugh dkk melakukan peramalan harga listrik sehari-hari menggunakan model SARIMAX dengan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang cukup rendah, sehingga dapat memprediksi harga listrik secara akurat [16]. Selanjutnya pada tahun 2020, Au dkk melakukan prediksi konsumsi daya di Pennsylvania selama pandemi COVID-19, dengan menganalisis model SARIMA dan SARIMAX [3]. Pada tahun yang sama, Nontapa dkk meramalkan rangkaian waktu baru menggunakan metode dekomposisi pada model SARIMA dan SARIMAX, dengan hasil yang diperoleh yaitu metode dekomposisi dengan model SARIMAX memiliki rata-rata MAPE terendah untuk peramalan 12 bulan ke depan [19]. Kemudian di tahun 2021, Nontapa menemukan bahwa gabungan (*hybrid*) dari model SARIMAX dengan ANN menggunakan metode dekomposisi memiliki rata-rata MAPE terendah untuk peramalan 12 bulan ke depan dibandingkan gabungan SARIMA dengan ANN [20].

Selain *time series* klasik, salah satu metode pemodelan baru yang telah dikembangkan adalah metode *Fuzzy Time Series* (FTS). FTS merupakan penerapan matematika *fuzzy* di bidang *time series*. Metode ini dapat menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan (menggambarkan) ke masa yang akan datang, dan juga dapat digunakan secara luas pada sembarang data *time series* seperti data harga emas, nilai tukar mata uang (kurs), jumlah penumpang pesawat dan lain sebagainya. FTS pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1991. Lalu di tahun 1993 dan 1994, Song dan Chissom kembali mengembangkan dasar dari FTS dengan menggunakan metode *Time-Invariant* dan dua *Time-Variant* untuk meramalkan jumlah pendaftar di suatu Universitas Amerika Serikat ([26], [27]). Sejak saat itu, banyak metode FTS yang diusulkan antara lain model Cheng, dan Markov *Chain*.

Model Cheng merupakan sebuah logika dari metode FTS yang dikenal dengan metode *Fuzzy Time Series Cheng* (FTS-Cheng) diusulkan oleh Cheng pada tahun 2008. Pada penelitian tersebut Cheng menggunakan pembobotan pada metode FTS dan penambahan peramalan adaptif untuk meramalkan Indeks saham Tertimbang Kapitalisasi Taiwan (TAIEX) [8]. Model Markov *Chain* atau *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) merupakan suatu konsep yang pertamakali diusulkan oleh Tsaur pada tahun 2012, disini Tsaur menggabungkan metode FTS dengan rantai markov untuk menganalisis tingkat keakuratan dari prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dan dolar US [29]. Model FTS Cheng dan FTSMC ini dapat diaplikasikan untuk berbagai

pola data *time series*. Hal ini dikarenakan model FTSMC dan FTS Cheng tidak mensyaratkan asumsi-asumsi dan pengujian yang harus dipenuhi seperti yang ada pada model SARIMA dan SARIMAX serta memiliki tingkat keakuratan model yang baik, sehingga model FTSMC dan FTS Cheng cocok digabungkan dengan model *time series* seperti model SARIMA dan SARIMAX.

Pada tahun 2022, Devianto dkk menemukan bahwa gabungan dari model *Autoregressive Integrated Fractionally Moving Average* (ARFIMA) dengan FTSMC memiliki rata-rata MAPE lebih rendah dibandingkan gabungan dari model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan FTSMC [10]. Di Tahun 2023, Sri menggabungkan model ARIMA dengan FTS Cheng untuk meramalkan produksi kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara II [28]. Pada tahun yang sama, Rizky juga menggabungkan model ARIMA dengan model FTS Chen dalam memodelkan data saham *Jakarta Islamic Indeks* (JII) [23].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan melakukan perbandingan antara model *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS Cheng, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS Cheng dalam memodelkan jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno-Hatta. Kemudian performa dari masing-masing model diukur dengan metode MAD, RMSE dan MAPE untuk mendapatkan model yang terbaik dalam memodelkan data jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno-Hatta.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya maka yang menjadi masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana memodelkan jumlah penumpang pesawat dengan menggunakan model *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS Cheng, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS Cheng?
2. Bagaimana perbandingan tingkat keakuratan dari model *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS Cheng, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS Cheng agar diperoleh model yang paling tepat untuk memodelkan jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno-Hatta?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka akan ditentukan batasan masalah pada penelitian ini yaitu: data yang digunakan hanya dari bulan Januari 2010 hingga Mei 2023, dan variabel eksogen yang digunakan yaitu bulan sebelum terjadinya hari raya ( $Y_{1,t}$ ), bulan saat terjadinya hari raya ( $Y_{2,t}$ ), dan bulan setelah terjadinya hari raya idul fitri ( $Y_{3,t}$ ), sedangkan metode yang digunakan untuk membandingkan tingkat keakuratan dari keempat model yaitu metode MAD, RMSE, dan MAPE.

## 1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memodelkan jumlah penumpang pesawat dengan menggunakan model *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS Cheng, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS Cheng;
2. Menentukan model terbaik diantara model *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS Cheng, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS Cheng untuk memodelkan jumlah penumpang pesawat di bandara Soekarno-Hatta.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini akan dibagi menjadi 3 bab, yaitu Bab I Pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Untuk Bab II berisi Landasan Teori, menjelaskan teori-teori sebagai dasar acuan yang terkait dalam pembahasan dan mendukung masalah yang dibahas. Terakhir Bab III Metode Penelitian, pada bab ini akan memaparkan tentang langkah-langkah menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan. BAB IV Pembahasan, pada bab ini membahas tentang proses pemodelan jumlah penumpang pesawat *hybrid* SARIMA-FTSMC, SARIMA-FTS CHENG, SARIMAX-FTSMC, dan SARIMAX-FTS CHENG dengan bantuan *software RStudio* dan *Microsoft Excel*. BAB V Penutup, pada bab terakhir ini berisi kesimpulan dan saran.