

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA
INTERNASIONAL NGURAH RAI DENGAN MODEL *SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH
EXOGENOUS* (SARIMAX)**

(Skripsi)

Oleh

Rohana Fitri Ariyanti



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

FORECASTING THE NUMBER OF AIRPLANE PASSENGERS AT NGURAH RAI INTERNATIONAL AIRPORT USING THE SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS VARIABLES (SARIMAX) MODEL

By

Rohana Fitri Ariyanti

Time series analysis is used to forecast future data based on historical patterns. One effective method is SARIMAX, which can capture seasonal trends and incorporate exogenous variables. This study aims to forecast the number of passengers at Ngurah Rai International Airport, Bali, which experienced a decline due to the Covid-19 pandemic but has shown an increasing trend in the post-pandemic period. Seasonal patterns related to holiday periods are an important consideration in the modeling process. Referring to the successful application of the SARIMAX method in previous studies, this research adopts the same approach to produce more accurate forecasts as a basis for airport decision-making and operational planning.

Keywords: SARIMAX, Time Series, Passenger Volume, Ngurah Rai Airport, Seasonal Patterns.

ABSTRAK

PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA INTERNASIONAL NGURAH RAI DENGAN MODEL *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH EXOGENOUS* (SARIMAX)

Oleh

Rohana Fitri Ariyanti

Analisis deret waktu digunakan untuk memprediksi data masa depan berdasarkan pola historis. Salah satu metode yang efektif adalah SARIMAX, yang mampu menangkap pola musiman dan mempertimbangkan variabel eksogen. Studi ini bertujuan meramalkan jumlah penumpang di Bandara Internasional Ngurah Rai, Bali, yang sempat mengalami penurunan akibat pandemi Covid-19 namun menunjukkan tren peningkatan pasca pandemi. Pola musiman yang berkaitan dengan periode liburan menjadi pertimbangan penting dalam pemodelan. Mengacu pada keberhasilan metode SARIMAX dalam berbagai studi sebelumnya, penelitian ini menggunakan pendekatan tersebut guna menghasilkan prediksi yang lebih akurat sebagai dasar pengambilan keputusan dan perencanaan operasional bandara.

Kata kunci: SARIMAX, Deret Waktu, Jumlah Penumpang, Bandara Ngurah Rai, Pola Musiman.

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT DI BANDARA
INTERNASIONAL NGURAH RAI DENGAN MODEL *SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH
EXOGENOUS* (SARIMAX)**

Oleh

Rohana Fitri Ariyanti

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

**: PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG
PESAWAT DI BANDARA INTERNASIONAL
NGURAH RAI DENGAN MODEL *SEASONAL
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING
AVERAGE WITH EXOGENOUS* (SARIMAX)**

Nama Mahasiswa

: Rohana Fitri Ariyanti

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2117031046

Jurusan

: Matematika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Drs. Nusyirwan, M.Si.

NIP 19661010 199203 1 028

Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.

NIP 19931106 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.

NIP 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Drs. Nusyirwan, M.Si.**



Sekretaris

: **Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Widiarti, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Maret 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rohana Fitri Ariyanti
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117031046
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Internasional Ngurah Rai Dengan Model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous* (Sarimax)

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 April 2025

Penulis,



Rohana Fitri Ariyanti
NPM 2117031046

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Rohana Fitri Ariyanti yang lahir di Bandar Lampung pada tanggal 26 November 2003. Penulis merupakan putri tunggal dari Bapak Urip Wibowo Riyanto dan Ibu Soleka.

Penulis mengawali pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Negara Ratu pada tahun 2009-2015. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Wiyata Karya Natar pada tahun 2015-2018 dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Natar pada tahun 2018-2021.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu di Jurusan Matematika FMIPA Unila melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi. Pada tahun 2022 penulis menjadi anggota Biro Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA). Pada tahun 2024 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung, dan pada tahun yang sama penulis juga melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Lehan, Kecamatan Bumi Agung, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya aku akan menambah (nikmat) kepadamu”

(QS. Ibrahim : 7)

“Dan tidaklah seseorang memperoleh selain dari apa yang telah diusahakannya”

(QS. An-Najm : 39)

“Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaran serta tetaplah bersiap siaga, dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung”

(QS. Ali ‘Imran : 200)

“ Barang siapa tidak mau merasakan pahitnya belajar, maka ia akan menanggung hinanya kebodohan”

(Imam Syafi’i)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas nikmatnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku untuk:

Kedua Orang Tuaku

Terimakasih kepada Bapak dan Ibu telah menjadi motivasi terbesarku dalam menempuh pendidikan ini.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang telah membantu, memberikan motivasi, memberikan kritik dan saran serta ilmu yang sangat amat berharga.

Keluarga Besar dan Sahabat Terbaik

Terimakasih untuk seluruh keluarga besar yang sudah memberikan dukungan, dan terimakasih juga untuk semua sahabat-sahabat ku yang selalu memberikan saran serta dukungan kepadaku.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Internasional Ngurah Rai Dengan Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous (SARIMAX)”. Shalawat beserta salam senantiasa tercurah kepada baginda nabi Muhammad SAW, suri tauladan untuk kita semua, semoga dikemudian hari mendapat syafaat dari beliau.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, bantuan, motivasi dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini
2. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan serta saran yang membantu kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Kepada kedua orang tua yang telah memberikan cinta dan kasih sayang serta perhatian demi kesuksesan penulis.
9. Seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan arahan selama proses perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan saran serta dukungan untuk penulis.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, saran dan masukan serta kritik yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat digunakan untuk bahan perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat berguna serta memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 21 April 2025
Penulis,

Rohana Fitri Ariyanti
NPM. 2117031046

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	4
2.2. Peramalan	5
2.3. Stasioneritas.....	6
2.4. Model <i>Autoregressive</i> (AR)	9
2.5. Model <i>Moving Average</i> (MA)	9
2.6. Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	10
2.7. Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	11
2.8. Model <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i>	12
2.9. Model <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous</i> (SARIMAX)	13
2.10. Pendugaan Parameter dengan Metode <i>Ordinary Least Square</i>	14
2.11. Pemilihan Model Terbaik.....	15
2.12. Jumlah Penumpang Pesawat	16

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Data Penelitian	17
3.3. Metode Penelitian.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1. Visualiasi Data Jumlah Penumpang Pesawat	20
4.2. <i>Splitting</i> Data Jumlah Penumpang Pesawat	21
4.3. Uji Kestasioneran Data Jumlah Penumpang Pesawat	22
4.4. Identifikasi model ARIMA dan model SARIMA Data Jumlah Penumpang Pesawat	34
4.5. Pemilihan Model Terbaik Data Jumlah Penumpang Pesawat.....	38
4.6. Estimasi <i>Dummy</i> Data Jumlah Penumpang Pesawat.....	42
4.7. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model SARIMAX	42
4.8. Evaluasi Model Data Jumlah Penumpang Pesawat.....	45
4.9. Perbandingan Data Aktual Jumlah Penumpang Pesawat dengan Data Prediksi	47
4.10. Peramalan Data Jumlah Penumpang Pesawat.....	51
V. KESIMPULAN	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Jenis-jenis pola data	5
Gambar 2. <i>Flowchart</i> penelitian	19
Gambar 3. <i>Plot</i> data jumlah penumpang pesawat	21
Gambar 4. <i>Plot</i> data jumlah penumpang pesawat skema 90% data <i>train</i>	22
Gambar 5. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 90% data <i>train</i>	24
Gambar 6. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> musiman skema 90% data <i>train</i>	25
Gambar 7. <i>Plot</i> data jumlah penumpang pesawat skema 80% data <i>train</i>	26
Gambar 8. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 80% data <i>train</i>	27
Gambar 9. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> musiman skema 80% data <i>train</i>	29
Gambar 10. <i>Plot</i> data jumlah penumpang pesawat skema 70% data <i>train</i>	30
Gambar 11. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 70% data <i>train</i>	31
Gambar 12. <i>Plot</i> data <i>diffrencing</i> musiman skema 70% data <i>train</i>	32
Gambar 13. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 90%.	34
Gambar 14. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> musiman skema 90%.....	35
Gambar 15. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 80%	35
Gambar 16. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> musiman skema 80%.....	36
Gambar 17. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 70%	37
Gambar 18. <i>Plot</i> ACF & PACF <i>diffrencing</i> musiman skema 70%.....	37
Gambar 19. Peramalan skema 90% dan 10%	50
Gambar 20. Peramalan skema 80% dan 20%	50
Gambar 21. Peramalan skema 70% dan 30%	51
Gambar 22. <i>Plot</i> hasil peramalan menggunakan metode SARIMAX	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil <i>splitting</i> data	22
Tabel 2. Hasil Uji ADF skema 90%	23
Tabel 3. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 90%	24
Tabel 4. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> musiman skema 90%	26
Tabel 5. Hasil Uji ADF skema 80%	27
Tabel 6. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 80%	28
Tabel 7. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> musiman skema 80%	29
Tabel 8. Hasil Uji ADF skema 70%.....	31
Tabel 9. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> nonmusiman skema 70%.	32
Tabel 10. Hasil Uji ADF <i>diffrencing</i> musiman skema 70%.	33
Tabel 11. Signifikansi model skema 90% dan 10%.....	39
Tabel 12. Signifikansi model skema 80% dan 20%.....	40
Tabel 13. Signifikansi model skema 70% dan 30%.....	41
Tabel 14. Uji signifikansi variabel <i>dummy</i>	42
Tabel 15. Evaluasi model.....	45
Tabel 16. Nilai <i>p-value</i> uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	46
Tabel 17. Hasil perbandingan data aktual dan data prediksi skema 90%.	47
Tabel 18. Hasil perbandingan data aktual dan data prediksi skema 80%.	48
Tabel 19. Hasil perbandingan data aktual dan data prediksi skema 70%.	49
Tabel 20. Hasil peramalan jumlah penumpang pesawat.	52

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Analisis deret waktu (*time series*) merupakan pendekatan yang digunakan dalam menganalisis data dengan mempertimbangkan aspek temporal (Box *et al.*, 2015). Data analisis ini dikumpulkan dalam interval tertentu sesuai urutan waktu, misalnya setiap jam, harian, mingguan, bulanan, kuartalan, atau tahunan (Box *et al.*, 2015). Analisis data bertujuan untuk mengenali pola perubahan data di masa lalu guna memprediksi nilai di masa mendatang serta mendukung proses pengambilan keputusan dan perencanaan operasional (Winarno, 2007). Manfaat dari analisis deret waktu adalah memberikan wawasan bagi pengambil keputusan dalam menyusun rencana masa depan dengan membandingkan pola data historis dengan prediksi hasil berdasarkan data historis (Winarno, 2007). Beberapa teknik yang umum diterapkan dalam peramalan data meliputi *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), dengan SARIMA sebagai pengembangan lebih lanjut dari ARIMA.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai yang terdaftar mencapai 4.721.260 orang, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya, yang mencatat 3.878.209 orang pada 2022. Sebaliknya, pada tahun 2020 dan 2021 mengalami penurunan dengan angka 1.775.528 orang pada 2020 dan sedikit meningkat menjadi 1.825.064 orang pada 2021. Pada 2019 jumlah penumpang yang terdata mencapai 4.955.830 orang, sedangkan pada 2018 angkanya mencapai 5.577.535 orang. Jumlah penumpang

mengalami penurunan drastis sejak akhir 2019 hingga 2021 akibat pandemi Covid-19, yang memberikan dampak signifikan terhadap mobilitas penumpang di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai, Bali. Seperti diketahui, Bali merupakan salah satu destinasi wisata favorit baik bagi wisatawan domestik maupun mancanegara. Selain menekan jumlah penumpang pesawat di bandara tersebut, pandemi Covid-19 juga menyebabkan berkurangnya jumlah wisatawan yang datang ke Bali. Salah satu metode yang bisa diterapkan untuk memprediksi tren jumlah penumpang di masa mendatang adalah teknik peramalan berbasis deret waktu (BPS, 2024).

Penelitian terdahulu yang menerapkan metode SARIMAX dengan memperhitungkan faktor variasi kalender salah satunya dilakukan oleh Hayati dkk., (2021). Penelitian ini meneliti pengaruh Hari Raya Idulfitri terhadap jumlah penumpang kereta api di Indonesia dan menunjukkan bahwa model SARIMAX mampu menghasilkan peramalan yang akurat dan mendekati data aktual. Penelitian yang dilakukan oleh Ari & Harmita (2024) menerapkan metode SARIMAX guna meramalkan curah hujan jangka pendek di wilayah Tasikmalaya. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa model SARIMAX memiliki AIC yang lebih kecil dibandingkan dengan ARIMAX, membuatnya lebih efisien dalam peramalan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Abdullah & Faris (2023) berfokus pada permodelan harga cabai di Indonesia menggunakan pendekatan Seasonal ARIMAX. Temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa pendekatan SARIMAX merupakan metode yang paling optimal dalam memprediksi harga cabai, dengan variabel eksogen yang turut memengaruhi hasil perkiraan. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nur & Iman (2022) mengenai peramalan curah hujan di Makassar dengan metode SARIMAX menemukan bahwa model ini memiliki akurasi prediksi yang tinggi, sehingga menjadi pilihan terbaik untuk peramalan. Penelitian yang dilakukan oleh Bayu & Edy (2021) membandingkan metode SARIMA dengan *Extreme Learning Machine* (ELM) dalam memprediksi jumlah wisatawan yang berkunjung ke Bali. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode SARIMA memiliki nilai AIC lebih rendah dibandingkan dengan ELM, sehingga dapat disimpulkan bahwa SARIMA lebih efisien dalam memprediksi jumlah wisatawan.

Data bulanan terkait jumlah penumpang pesawat di Bandara Internasional Ngurah Rai mengindikasikan adanya pola musiman yang dipengaruhi oleh periode liburan di awal serta akhir tahun. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang di masa mendatang dengan menggunakan metode SARIMAX atau *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous*.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan/memprediksi banyaknya jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai.
2. Meramalkan/memprediksi banyaknya jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai di masa yang akan datang dengan menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous*.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan/memprediksi banyaknya jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai.
2. Mendapatkan hasil peramalan banyaknya jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai di masa yang akan datang dengan menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Time series adalah kumpulan observasi terhadap suatu variabel yang dikumpulkan secara berurutan dalam interval waktu tertentu (Wei, 2006). Pengumpulan data dalam *time series* dapat dilakukan pada berbagai interval, seperti tahunan, bulanan, harian, jam, atau menit, tergantung pada objek yang diteliti. Analisis *time series* adalah metode statistik yang digunakan untuk memperkirakan pola probabilistik suatu kejadian di masa depan guna mendukung pengambilan keputusan (Aswi & Sukarna, 2017).

Dalam menentukan metode peramalan deret waktu yang sesuai, penting untuk mempertimbangkan pola data yang ada agar dapat memilih teknik yang paling efektif untuk melakukan prediksi. Makridakis (1999) mengklasifikasikan pola data ke dalam empat kategori utama, yaitu pola horizontal, pola musiman, pola siklis, dan pola tren.

1. Pola Horizontal

Pola horizontal adalah pola yang terjadi ketika data deret waktu berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.

2. Pola Musiman

Pola musiman adalah pola yang terjadi ketika data dipengaruhi oleh faktor musiman sehingga pola data menjadi berulang pada waktu tertentu.

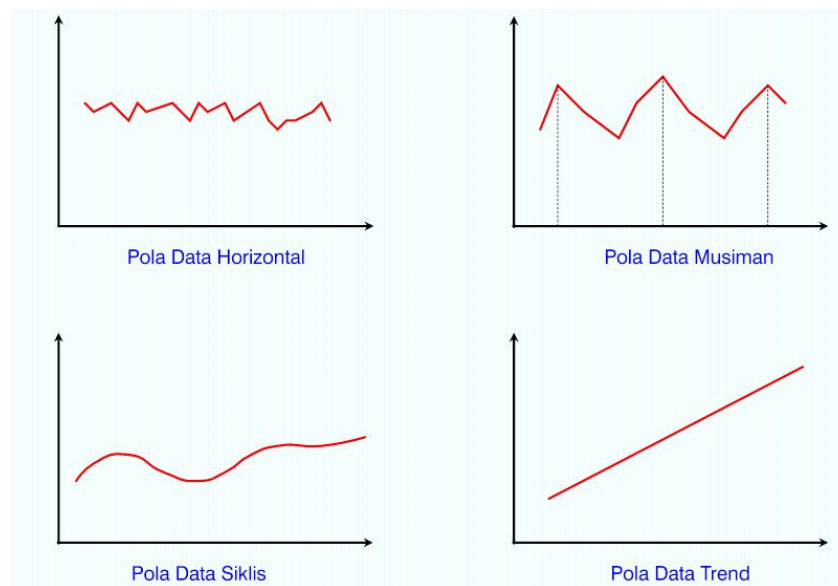
3. Pola Siklis

Pola siklis adalah pola yang terjadi ketika deret waktu dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.

4. Pola *Trend*

Pola *trend* adalah pola yang terjadi ketika terdapat kenaikan atau penurunan pada data dalam jangka panjang.

Berikut merupakan representasi dari jenis-jenis pola data:



Gambar 1. Jenis-jenis pola data

2.2. Peramalan

Peramalan merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan atau memprediksi kejadian di masa depan dengan memanfaatkan data historis dari berbagai periode waktu yang cukup panjang (Box *et al.*, 2015). Secara umum, peramalan dapat didefinisikan sebagai suatu proses prediksi yang didasarkan pada pola kejadian yang telah terjadi sebelumnya (Montgomery *et al.*, 2008). Dalam praktiknya, peramalan dilakukan dengan menganalisis data historis untuk memproyeksikan kondisi masa depan dengan menerapkan model matematis tertentu (Heizer & Render, 2011).

2.3. Stasioneritas

Stasioneritas mengacu pada kondisi di mana fluktuasi data tetap berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang stabil, tidak mengalami perubahan signifikan seiring waktu, serta memiliki ragam yang konstan selama periode pengamatan (Makridakis, 1999). Jika data yang digunakan tidak bersifat stasioner, maka diperlukan transformasi untuk menstabilkannya melalui teknik *differencing* (Kitagawa, 2010). Teknik *differencing* ini dilakukan dengan mengurangi nilai data saat ini dengan data dari periode sebelumnya hingga data mencapai kondisi stasioner (Wei, 2006).

Stasioneritas dibagi menjadi dua yaitu:

1. Stasioner terhadap rata-rata

Menurut Wei (2006), stasioner dalam hal rata-rata berarti bahwa perubahan data tetap berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang stabil, tanpa dipengaruhi oleh waktu, dan memiliki varian yang konstan. Untuk mengetahui apakah suatu data bersifat stasioner, dapat dilakukan pengamatan melalui *plot* data. Salah satu metode pengujian yang sering digunakan untuk menentukan apakah suatu deret waktu stasioner adalah uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF).

Pemeriksaan stasioneritas berdasarkan rata-rata juga dapat dianalisis melalui *plot* ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*). Rumusan untuk uji ADF serta ACF dan PACF adalah sebagai berikut:

- Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

Hipotesis :

H_0 : Data tidak stasioner.

H_1 : Data stasioner.

Dengan statistik uji sebagai berikut:

$$ADF_{\text{test}} = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})} \quad (2.1)$$

Dengan SE merupakan galat baku. Hipotesis nol ditolak jika nilai p -value kurang dari taraf nyata $\alpha = (0,05)$ (Fuller, 1996).

- ACF (*Autocorrelation Function*)

Dalam analisis *Autocorrelation Function* (ACF) pada data deret waktu (*time series*), γ_k dikenal sebagai fungsi autokovarian, sedangkan ρ_k adalah fungsi autokorelasi yang mengukur tingkat hubungan antara Z_t dan Z_{t-k} dalam suatu proses yang sama tetapi dipisahkan oleh selang waktu k . Karena dalam banyak kasus tidak memungkinkan untuk menghitung fungsi autokorelasi langsung dari populasi, maka penghitungan dilakukan berdasarkan data sampel dan dirumuskan sebagai berikut (Wei, 2006):

Jika $\{Z_t\}$ merupakan suatu proses stasioner dengan

$$\begin{aligned} E(Z_t) &= \mu \\ \text{Var}(Z_t) &= E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2 \end{aligned} \quad (2.2)$$

fungsi autokorelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} \quad (2.3)$$

dengan:

ρ_k = autokorelasi pada lag ke $-k$

$k = 1, 2, 3, \dots$

Pada data deret waktu yang bersifat stasioner, autokorelasi parsial pada lag tertentu digunakan untuk mengukur sejauh mana hubungan antara Z_t dan Z_{t-k} tanpa memperhitungkan pengaruh dari nilai sebelumnya seperti Z_{t-1} , Z_{t-2} dan seterusnya.

- PACF (*Partial Autocorrelation Function*)

Fungsi PACF digunakan untuk menentukan tingkat hubungan antara Z_t dan Z_{t-k} dengan menghilangkan pengaruh dari pengamatan sebelumnya, seperti Z_{t-1} , Z_{t-2} dan seterusnya. Fungsi ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Wei, 2006):

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k} | Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \quad (2.4)$$

dengan ϕ_{kk} merupakan koefisien korelasi dalam distribusi bivariat antara Z_t dan Z_{t+k} dengan syarat bahwa nilai Z_{t+1} , Z_{t+2} , ..., Z_{t+k-1} tetap dipertimbangkan (Wei, 2006). Jika Z_t mengikuti distribusi normal, maka fungsi autokorelasi parsial (PACF) antara Z_t dan Z_{t+k} akan sama dengan autokorelasi antara selisih $(Z_t - \hat{Z}_t)$ dan $(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})$, yang dinotasikan sebagai ρ_k (Wei, 2006).

$$\rho_k = \frac{\text{cov}[(Z_t - \hat{Z}_t)(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)} \sqrt{\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \quad (2.5)$$

2. Stasioner terhadap variansi

Menurut Wei (2006), suatu data dikatakan stasioner dalam hal variansi apabila pola perubahan data terhadap waktu menunjukkan fluktuasi yang konsisten dan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Secara visual, kondisi ini dapat dianalisis melalui plot *time series*, yaitu dengan mengamati pola perubahan data dari waktu ke waktu. Untuk menentukan apakah suatu data bersifat stasioner dalam variansi, metode transformasi *Box-Cox* dapat digunakan dengan menganalisis nilai λ . Jika nilai λ mendekati 1, maka data dianggap memiliki variansi yang stasioner. Sebaliknya, jika nilai λ lebih besar atau lebih kecil dari 1, maka data dianggap tidak stasioner dan perlu dilakukan transformasi *Box-Cox*. Transformasi ini dijelaskan oleh Wei (2006) sebagai berikut:

$$X'_t = \frac{x_t^{\lambda-1}}{\lambda} \quad (2.6)$$

λ adalah bilangan real, jika nilai $\lambda = 1$ maka data sudah dapat dikatakan stasioner dalam variansi.

2.4. Model Autoregressive (AR)

Model AR adalah kumpulan linear data yang diperoleh dari masa lampau berdasarkan kejadian yang tidak diperkirakan sebelumnya. Secara umum untuk model *Autoregressive* dengan orde p atau model AR dapat dinyatakan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \cdots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

φ_0 = konstanta rata-rata.

φ_p = parameter *autoregressive* ke- p .

ε_t = nilai *error*.

Untuk model *Autoregressive* dengan komponen nonmusiman dan musiman, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \cdots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \dots (\text{nonmusiman}) \quad (2.8)$$

$$\varphi_0 + \varphi_{1s} Y_{t-s} + \cdots + \varphi_{ps} Y_{t-ps} + \varepsilon_t \dots (\text{musiman}) \quad (2.9)$$

2.5. Model Moving Average (MA)

Model *Moving Average* (MA) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis pola fluktuasi dalam rentang waktu tertentu dengan merepresentasikan kombinasi linear dari sekumpulan *error*. Model MA dengan orde q dapat dirumuskan dalam bentuk $MA(q)$ sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.10)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

θ_0 = konstanta rata-rata.

θ_q = parameter *moving average* ke- p .

ε_t = nilai *error*.

Untuk model *Moving Average* dengan komponen nonmusiman dan musiman, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \text{ (nonmusiman)} \quad (2.11)$$

$$\theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1s} - \dots - \theta_{qs} \varepsilon_{t-qs} \text{ (musiman)} \quad (2.12)$$

2.6. Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan kombinasi antara model *Autoregressive* (AR) dan model *Moving Average* (MA). Jika suatu model memiliki orde (p, q) , maka bentuk umum dari model ARMA dapat dinyatakan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.13)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

φ_0 = konstanta rata-rata.

φ_p = parameter *autoregressive* ke- p .

θ_q = parameter *moving average* ke- p .

ε_t = nilai *error*.

2.7. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan bentuk umum yang menggabungkan model *Autoregressive* (AR) dengan orde p , proses *integrated* atau *differencing* dengan orde d , serta model *Moving Average* (MA) dengan orde q . Ketiga komponen ini membentuk model ARIMA (p, d, q) , yang pada dasarnya adalah model untuk menangani data yang awalnya tidak stasioner dan telah melalui proses stasionerisasi (Ekananda, 2014).

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) digunakan untuk data yang belum stasioner, sehingga diperlukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner. Bentuk umum model ARIMA (p, d, q) dapat dinyatakan sebagai berikut (Pankratz, 1991):

$$\varphi_p(B)Y_t = \varphi_0 + \theta_q(B)\varepsilon_t \quad (2.14)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

φ_0 = konstanta rata-rata.

φ_p = parameter *autoregressive* ke- p .

θ_q = parameter *moving average* ke- q .

ε_t = nilai *error*.

2.8. Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average

Model SARIMA adalah metode statistik yang digunakan untuk memprediksi nilai masa depan berdasarkan hubungan linear dengan data historis. Model ini merupakan pengembangan dari ARIMA, yang dirancang khusus untuk menganalisis data runtun waktu yang memiliki pola musiman (Pankratz, 1991). Secara umum, model ini dapat diformulasikan sebagai berikut (Pankratz, 1991):

$$\varphi_p(B)\Phi_P(B^S)Y_t = \varphi_0 + \varepsilon_t + \theta_q(B)\Theta_q(B^S)\varepsilon_t \quad (2.15)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

φ_0 = konstanta rata-rata.

φ_P = parameter *autoregressive* nonmusiman ke- p .

φ_{ps} = parameter *autoregressive* musiman ke- p .

θ_q = parameter *moving average* nonmusiman ke- p .

θ_{qs} = parameter *moving average* musiman ke- p .

ε_t = nilai *error*.

2.9. Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous (SARIMAX)

Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous (SARIMAX) merupakan salah satu bentuk pengembangan dari model SARIMA. Model ini mencakup SARIMA yang dilengkapi dengan variabel *independent* atau yang dikenal sebagai variabel eksogen. Dengan adanya tambahan variabel ini, model SARIMAX dapat menangkap pengaruh faktor eksternal terhadap data deret waktu yang dianalisis (Cools *et al.*, 2009). Secara umum, model SARIMAX dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut (Box *et al.*, 2015):

$$\varphi_p(B)\Phi_P(B^S)Y_t = \varphi_0 + \beta X_t + \varepsilon_t + \theta_q(B)\Theta_q(B^S)\varepsilon_t \quad (2.16)$$

dengan:

Y_t = nilai pada waktu ke- t .

φ_0 = konstanta rata-rata.

φ_P = parameter *autoregressive* nonmusiman ke- p .

φ_{ps} = parameter *autoregressive* musiman ke- p .

θ_q = parameter *moving average* nonmusiman ke- p .

θ_{qs} = parameter *moving average* musiman ke- p .

ε_t = nilai *error*.

βX_t = variabel eksogen.

2.10. Pendugaan Parameter dengan Metode *Ordinary Least Square*

Metode *Ordinary Least Square* (OLS) digunakan untuk menentukan nilai parameter yang belum diketahui dengan cara meminimalkan jumlah kuadrat dari kesalahan yang terjadi (Gujarati, 2004). Dalam penelitian ini, metode yang dipakai untuk mengestimasi parameter dalam model SARIMAX adalah *Ordinary Least Square* (OLS), yang sering diterapkan dalam analisis estimasi parameter. Hal ini dikarenakan hasil estimasi yang diperoleh dari metode ini bersifat tidak bias (Sembiring, 1995). Proses estimasi parameter pada model SARIMAX dapat dilakukan melalui persamaan berikut (Box *et al.*, 2015):

Misalkan diberi sebuah persamaan sebagai berikut:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2.17)$$

Menurut Aziz (2010) jika terdapat sejumlah n data observasi maka model di atas dapat ditulis dalam bentuk matriks berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix}$$

Sehingga model linear dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= Y - X\beta \end{aligned} \quad (2.18)$$

Untuk mengestimasi parameter nilai $\hat{\beta}$ dengan metode OLS yakni dengan meminimumkan kuadrat *error* sebagai berikut (Aziz, 2010):

$$\begin{aligned} s(\beta) &= \sum_{n=1} \varepsilon_i^2 = \varepsilon' \cdot \varepsilon \\ &= (Y - X\beta)'(Y - X\beta) \\ &= Y'Y - Y'X\beta - \beta'X'Y + \beta'X'X\beta \\ &= Y'Y - 2\beta'X'Y + \beta'X'X\beta \\ \frac{\partial s}{\partial \beta} \bigg|_{\beta} &= -2X'Y + 2X'X\beta = 0 \\ (X'X)\beta &= X'Y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (X'X)^{-1}(X'X)\beta &= (X'X)^{-1}(X'Y) \\ \hat{\beta} &= (X'X)^{-1}(X'Y) \end{aligned} \quad (2.19)$$

dengan:

Y = vektor variabel dependen.

X = matriks variabel independen.

β = vektor parameter/koeffisien regresi yang akan diestimasi.

ε = vektor residual(galat).

$X'X$ = matriks kovarians variabel independen.

Sehingga didapat estimasi parameternya adalah $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}(X'Y)$.

2.11. Pemilihan Model Terbaik

Ketepatan metode peramalan memiliki peran penting dalam mengevaluasi keakuratan hasil prediksi yang telah dilakukan. Setiap metode peramalan pasti memiliki tingkat kesalahan tertentu. Semakin kecil kesalahan tersebut, semakin tinggi akurasi prediksi yang dihasilkan. Jika terdapat model yang paling sesuai untuk digunakan dalam peramalan, maka model tersebut dapat dianggap sebagai model terbaik selama mempertimbangkan tingkat kesalahannya. Namun, jika tidak ditemukan model yang secara spesifik paling cocok, maka model dengan tingkat kesalahan terkecil dapat dipilih sebagai yang terbaik.

Salah satu kriteria yang digunakan dalam pemilihan model terbaik adalah dengan mencari nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) yang paling rendah (Yafee, 2000). *Akaike Information Criterion* (AIC) dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC = 2K - 2 \log (\mathcal{L}(\hat{\theta}|y))$$

dengan K merupakan jumlah parameter, sedangkan $\log(\mathcal{L}(\hat{\theta}|y))$ menunjukkan nilai *log-likelihood* pada titik maksimum model yang diuji (Akaike, 1978). Menurut Akaike (1978), model terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC terendah. Selain itu, kriteria lain yang dapat digunakan untuk menilai kualitas model adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang semakin kecil nilainya, semakin baik modelnya (Wei, 2006). MAPE digunakan untuk mengukur sejauh mana kesesuaian suatu model terhadap data sebenarnya dan didefinisikan sebagai berikut (Makridakis, 1999):

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - F_t}{Z_t} \right| \times 100\%$$

dengan:

n = banyak data.

Z_t = nilai aktual pada waktu ke- t .

F_t = nilai ramalan pada waktu ke- t .

Semakin kecil nilai MAPE maka tingkat kesesuaian model semakin tinggi, artinya nilai peramalan mendekati nilai aktual (Makridakis, 1999).

2.12. Jumlah Penumpang Pesawat

Pesawat terbang merupakan salah satu moda transportasi udara yang banyak digunakan untuk perjalanan, baik dalam lingkup domestik maupun internasional. Transportasi ini menjadi pilihan utama masyarakat untuk mendukung berbagai aktivitas, baik yang berkaitan dengan pekerjaan maupun keperluan wisata (Mutjaba dkk., 2021). Di Indonesia, bandar udara dengan jumlah penumpang terbanyak adalah Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, yang mencatatkan jumlah penumpang tertinggi, yaitu 10,6 juta orang, atau sekitar 29,07 persen dari total penumpang domestik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025 bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

3.2. Data Penelitian

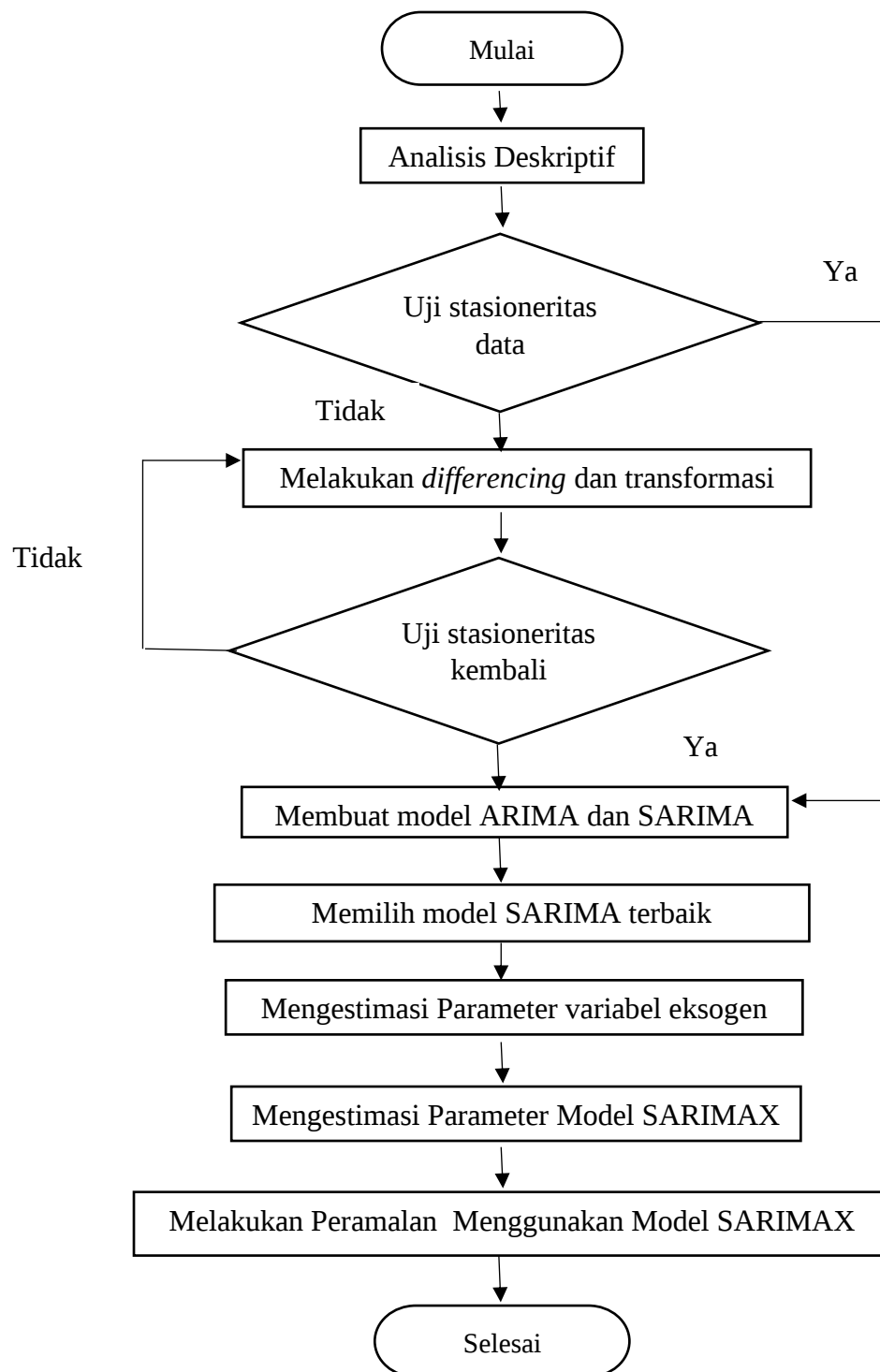
Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Republik Indonesia tentang jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai pada bulan Januari 2020-November 2024 yang dapat diakses pada web berikut ini <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjYjMg==/jumlah-penumpang-pesawat-di-bandara-utama.html>. Data ini digunakan untuk penelitian karena jumlah data tersebut dapat digunakan untuk melihat fluktuasi data sehingga dapat disimpulkan bahwa data stasioner atau tidak. Tetapi bila jumlah data yang digunakan kurang dari empat tahun maka tidak terlalu jelas fluktuasi yang terlihat.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi literatur yang disusun secara sistematis berdasarkan sumber dari buku maupun media lainnya. Proses penelitian ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif.
2. *Splitting* data menjadi 3 skema, yaitu 90% data *train*, 80% data *train* dan 70% data *train*.
3. Menguji kestasioneran data 3 skema dengan *plot* data.
4. Melakukan perbedaan atau *differencing* apabila data tidak stasioner.
5. Data hasil *differencing* diuji kestasionerannya dengan *plot* data dan mengidentifikasi hasil uji *Augmented Dickey Fuller*.
6. Menentukan orde model ARIMA dari hasil *differencing* nonmusiman dari masing-masing skema.
7. Melakukan *differencing* musiman pada *lag* ke 12.
8. Membuat model SARIMA dari *plot* hasil *differencing* musiman dari masing-masing skema.
9. Memilih model terbaik berdasarkan nilai AIC yang terkecil dan juga signifikansi model.
10. Menambahkan variabel eksogen ke model SARIMA yang telah terpilih menjadi model terbaik.
11. Menguji signifikansi atau mengestimasi variabel eksogen.
12. Estimasi parameter model terbaik dari masing-masing skema.
13. Evaluasi model dari masing-masing skema.
14. Membandingkan data aktual dengan data prediksi dari masing-masing skema.
15. Melakukan peramalan atau *forecasting* dari skema terbaik yang terpilih.

Berikut adalah diagram alur pada penelitian ini:



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tentang hasil peramalan untuk data jumlah penumpang pesawat di Bandara Internasional Ngurah Rai Bali dengan menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous* (SARIMAX) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model SARIMAX terbaik yang layak digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Internasional Ngurah Rai Bali dengan bantuan *software* SAS menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous* (SARIMAX) adalah model $(1,1,1) (1,1,1)^{12}$ dengan 70% data *train* dengan model berikut:

$$Y_t = -0.99996_{t-1} - 0.56131_{t-12} - 1256.7X_t + \varepsilon_t - 0.71489\varepsilon_{t-1} \\ - 0.77900\varepsilon_{t-12}$$

2. Hasil dari peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandara Internasional Ngurah Rai Bali menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous* (SARIMAX) untuk periode November 2024 sampai dengan Oktober 2025. Dengan jumlah penumpang sebanyak 328144.30 untuk bulan November 2024, 304475.19 orang untuk bulan Desember 2024, 282864.83 orang untuk bulan Januari 2025, 237729.25 orang untuk bulan Februari 2025, 296720.09 orang untuk bulan Maret 2025, 322124.00 orang untuk bulan April 2025, 318990.87 orang untuk bulan Mei 2025, 382504.57 orang untuk bulan Juni 2025, 365096.42 orang untuk bulan Juli 2025, 337103.04 orang untuk bulan Agustus 2025, 307772.76 orang untuk bulan September 2025 dan 265529.89 orang untuk bulan Oktober 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. D. & Faris, N. 2023. Pemodelan Harga Cabai Indonesia Dengan Metode SARIMAX. *Jurnal Statistika*, **7(1)**.
- Akaike H. 1978. Bayesian Analysis Of The Minimum AIC Procedure. *Analysis Of The Institute Of Statistical Mathematics*, **30(1)**, 9-14.
- Ari, A. & Harnita, R. 2024. Implementasi SARIMAX untuk prediksi curah hujan jangka pendek . Indonesia: *Jurnal Sumber Daya Air*, **7(3)**.
- Aswi & Sukarna. 2017. *Analisis Deret Waktu*. Indonesia: Andira Publisher.
- Aziz, A. 2010. *Ekonometrika: Teori dan Praktik Eksperimen dengan MATLAB*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim
- Badan Pusat Statistik . Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Utama. (diakses pada September 2024), <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjYjMg==/jumlah-penumpang-pesawat-di-bandara-utama.html>.
- Bayu, G.P., & Edy, W. 2021. Perbandingan Metode SARIMA dan *Extreme Learning Machine* Pada Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Ke Bali: *Jurnal Statistika*, **15(4)**, 639-650.

Box, G.E., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., & Ljung, G.M. 2015. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Cools, M., Moon, E., & Wets, W. 2009. *Investigating The Variability in Daily Traffic Counts Using ARIMAX and SARIMAX*. *Journal Of Husselt University: Transportation Research Institute*.

Ekananda, M. 2014. *Analisis Data Time Series Untuk Penelitian Ekonomi Dan Akuntansi*. Indonesia: Universitas Indonesia.

Fuller W.A. 1996. *Introduction to Statistical Time Series*. New York: J Wiley.

Gujarati, D. N. 2004. *Basic Econometrics*. United States: McGraw-Hill Companies.

Hayati, Naomi & Shantika. 2021. Prediksi data jumlah penumpang kereta dengan efek variasi kalender pada model sarimax. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, **10 (4)**, 379-388.

Heizer, J., & Render, B. 2011. *Operations Management*. New York: Pearson Education, Inc.

Kitagawa, G. 2010. *Introduction to Time Series Modelling*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

Kuncoro, M. 2003. *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc

Makridakis. 1999. *Metode & Aplikasi Peramalan Edisi ke-2*, Jakarta: Erlangga. Publication.

Mutjaba, W. F., Srinadi, I. G. A., & Sumarjaya, I. W. 2021. Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandara I Gusti Ngurah Rai Menggunakan Exponential Smoothing Dan Ruey-Chyn Tsaur. *Jurnal Matematika*, **10(4)**, 222-228.

Nur, H. L. & Iman, S. 2022. Peramalan Curah Hujan di Kota Makassar Dengan Menggunakan Metode SARIMAX. *Jurnal Statistika*, **22(1)**, 55-63.

Pankratz. 1991. *Forecasting With Dynamic Regression Models*. Canada: Willey Intersciens Publication.

Sembiring, R.K. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung : ITB.

Sugiyono, 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Dan R&D*. Bandung : alfabeta.

Wei, W. S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. Canada: Pearson Education.

Winarno. 2007. *Analisis Ekonometrika dan Statistika Dengan Eviews*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.

Yafee. 2000. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting with Application of SAS and SPSS*. New York: Academic Press.