

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT PT.ANGKASA PURA
BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU MENGGUNAKAN
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya



**OLEH
RIZKY IVAN MAULANA
16037044/2016**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

PERSETUJUAN UJIAN TUGAS AKHIR

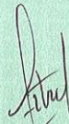
**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT PT. ANGKASA PURA
BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU MENGGUNAKAN
*AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE***

Nama : Rizky Ivan Maulana
NIM/Tahun Masuk : 16037044/ 2016
Program Studi : DIII Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Agustus 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing Akademik



Fitri Mudia Sari, M.Si.

NIP. 19881026 201504 2 004

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN AKHIR

Nama : Rizky Ivan Maulana
TM/Nim : 16037044 / 2016
Program Studi : DIII Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT PT. ANGKASA
PURA BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU
MENGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE***

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi DIII Statistika Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang**

Padang, 26 Agustus 2020

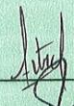
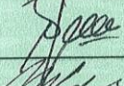
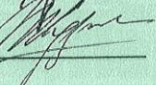
Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Fitri Mudia Sari, M.Si.

2. Anggota : Dr. Dony Permana, M.Si.

3. Anggota : Dra. Minora Longgom Nasution, M.Pd.

1. 
2. 
3. 

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

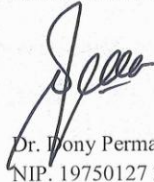
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Ivan Maulana
NIM/TM : 16037044/2016
Program Studi : DIII Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : MIPA UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **“Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura Bandara Internasional Minangkabau Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Statistika,


Dr. Dony Permana, M.Si.
NIP. 19750127 200604 1 001

Saya yang menyatakan,



Rizky Ivan Maulana
NIM. 16037044

ABSTRAK

Rizky Ivan Maulana: Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura Bandara Internasional Minangkabau Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average

Pada era globalisasi, transportasi udara merupakan salah satu alternative penunjang dalam berpergian baik dalam hal bisnis maupun pariwisata. Salah satu faktor yang berperan dalam transportasi udara adalah bandara. Bandara internasional Minangkabau merupakan bandara utama yang bertaraf internasional di provinsi Sumatera Barat yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura II. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui model peramalan dan hasil ramalan jumlah penumpang pesawat PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau.

Penelitian ini menggunakan metode ARIMA. Asumsi yang harus dipenuhi dalam metode ini adalah data bersifat stasioner, variabel yang digunakan merupakan variabel tunggal (univariat), dan nilai sisaan masa sekarang tidak sama dengan masa sebelumnya. Analisis untuk peramalan dilakukan atas 4 tahap yaitu, tahap identifikasi model, tahap penaksiran dan pengujian parameter, tahap pemeriksaan diagnostik dan tahap peramalan.

Setelah melalui analisis data dengan 4 tahap diperoleh model ARIMA (1,1,0)(0,1,0)¹² dan sebagai model untuk meramalkan jumlah penumpang pesawat PT. Angkasa Pura II bandara Internasional Minangkabau dengan bentuk model

$Y_t = 2,8796 + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t$. Berdasarkan model yang didapat hasil ramalan untuk November 2019 sampai Oktober 2020 berturut turut adalah 230.698, 245.143, 194.963, 154.189, 169715, 146656, 118.467, 201.460, 190.530, 187.314, 158.294, 169.427.

Kata kunci: jumlah penumpang pesawat, peramalan, *Autoregressive Integrated Moving Average*

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada peneliti, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT.Angkasa Pura Bandara Internasional Minangkabau Menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average***”.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada program studi D₃ Statistika Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, peneliti banyak mendapat sumbangan pemikiran, bimbingan, serta saran dan petunjuk dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Fitri Mudia sari, S.Si, M.Si., Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Penasehat Akademik sekaligus Ketua Program Studi D₃ Statistika Jurusan Statistika FMIPA UNP yang telah banyak memberikan bimbingan, saran serta arahan demi selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Dony Permana, M.Si., sebagai penguji Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Statistika FMIPA UNP.
3. Ibu Dra Minora Longgom, M.Pd., sebagai penguji Tugas Akhir.

4. Bapak dan Ibu dosen, Staf Pengajar dan Staf Administrasi Jurusan Statistika FMIPA UNP yang telah membimbing dan berbagi ilmu pengetahuan kepada peneliti selama duduk di bangku perkuliahan.
5. PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau yang telah bersedia memberikan penulis data penelitian.
6. Orang Tua yang telah memberikan semangat, nasehat, materi, dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Rekan-rekan dan segenap Civitas Akademik FMIPA UNP yang telah memberikan bantuan moril dan ikatan persahabatan yang terjalin selama ini.

Semoga semua bimbingan, bantuan dan kerja samanya dapat dibalas oleh Allah SWT sebagai amal ibadah. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, peneliti telah berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan yang terbaik, namun peneliti menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang peneliti miliki. Untuk itu kritik dan saran sangat peneliti harapkan demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir berikutnya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pembaca umumnya. Aamiin.

Padang, Agustus 2020

Peneliti

Rizky Ivan Maulana
16037044

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Perusahaan Penerbangan	9
B. Penumpang	9
C. Peramalan	10
D. Pola Data.....	12
E. Metode ARIMA	14
F. Klasifikasi Model ARIMA	19
G. Overfitting Model.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Jenis Penelitian.....	28
B. Jenis dan Sumber Data	28
C. Teknik Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Deskripsi Data.....	30
B. Hasil Analisis	30

BAB V PENUTUP	55
A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.Data Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.	3
Tabel 2. Nilai-Nilai λ dengan Transformasinya	15
Tabel 3. Pola ACF dan PACF	19
Tabel 4. Kombinasi Model ARIMA Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	43
Tabel 5. Kriteria Nilai MAPE.....	49
Tabel 6. Nilai MSE Model Terpilih Pada Tahap Penaksiran dan Pengujian Parameter	49
Tabel 7.Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura Menggunakan Model ARIMA (1,1,0)(0,1,0) ₁₂ untuk bulan November 2019 sampai Oktober 2020	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Plot Data Deret Waktu Jumlah Penumpang PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau Bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	4
Gambar 2. Pola Data Horisontal.....	12
Gambar 3. Pola Data Musiman	13
Gambar 4. Pola Data Siklis	13
Gambar 5. Pola Data Trend.....	13
Gambar 6.Box-Cox Data Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	32
Gambar 7. Plot Time Series Data Transformasi Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	33
Gambar 8. Plot ACF Data Transformasi Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.....	35
Gambar 9. Plot ACF Data Differencing 12 Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.....	37
Gambar 10. Plot Time Series Data Differencing 12 Jumlah Penumpang PesawatPT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	38
Gambar 11.Plot ACF Data Differencing 1 (a) dan Differencing 1 (b) Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.....	40

Gambar 12. Plot PACF Data Differencing 1 (a) dan Differencing 12 (b) Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019	41
Gambar 13. Plot Pengujian Sisa Berdistribusi Normal Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura Bulan November 2019 sampai Bulan Desember 2020	48
Gambar 14. Plot RACF Data Differencing 12 Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan November 2019 sampai Oktober 2020.....	50
Gambar 15. Plot RPACF Data Differencing 12 Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura bulan November 2019 sampai Oktober 2020	51
Gambar 16. Plot Data Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura dari Bulan November 2019 sampai Oktober 2020.....	54

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara keempat yang memiliki penduduk terbanyak di dunia setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Berdasarkan data *Worldometers*, perkiraan jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2015 sebanyak 269 juta jiwa atau 3.49 % dari total populasi dunia. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 261,1 juta jiwa, pada tahun 2017 jumlah penduduk Indonesia bertambah menjadi 263,9 juta jiwa dan pada tahun 2018 penduduk Indonesia mencapai 266,7 juta jiwa.

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia dapat mempengaruhi segala aspek salah satu diantaranya yaitu bidang transportasi. Mobilitas penduduk yang tinggi menyebabkan kebutuhan akan alat transportasi menjadi sarana penting bagi seseorang untuk melakukan aktivitas. Salah satu transportasi yang cukup diminati di era globalisasi ini adalah transportasi udara. Transportasi udara merupakan salah satu sarana alternatif penunjang dalam berpergian untuk kepentingan bisnis, perdagangan, politik, dan pariwisata dengan jarak tempuh waktu yang relatif singkat. Selain menggunakan transportasi udara yang memakan waktu lebih singkat, menggunakan transportasi udara menjadi pilihan yang rasional.

Salah satu faktor yang berperan dalam transportasi udara adalah Bandar udara. Bandara berfungsi sebagai simpul pergerakan penumpang atau barang dari transportasi udara ke transportasi darat atau sebaliknya. Pengelolaan bandara di

Indonesia yang ditangani oleh PT. Angkasa Pura. PT. Angkasa Pura II (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam bidang usaha pelayanan jasa bandara dan pelayanan jasa terkait bandara yang menitik beratkan pelayanan pada kawasan Indonesia Bagian Barat. Kini, Angkasa Pura II mengelola 13 bandara utama yang tersebar di Indonesia. Salah satunya adalah Bandara Internasional Minangkabau.

Bandara Internasional Minangkabau merupakan bandara utama yang bertaraf internasional di Provinsi Sumatera Barat yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura II. Bandara Internasional Minangkabau mulai dibangun pada tahun 2002 dan dioperasikan secara penuh pada tanggal 22 Juli 2005 menggantikan Bandar Udara Tabing. Bandara ini berjarak sekitar 23 km dari pusat Kota Padang dan terletak di wilayah Ketaping, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman. Bandara Internasional Minangkabau merupakan satu satunya bandara di dunia yang memakai nama etnis.

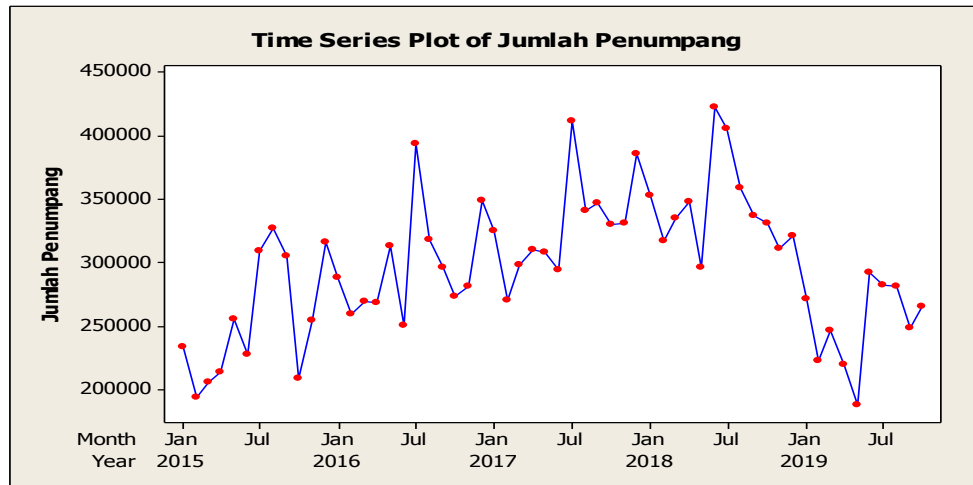
Menurut Humas PT Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau (Fendrick Sondra, 2019), pada bulan April 2019 jumlah penumpang sebanyak 220.118 orang sedangkan pada bulan Mei 2019 jumlah penumpang mengalami penurunan menjadi 31.907 orang. Pada bulan Juni 2019 jumlah penumpang mengalami peningkatan penumpang sebanyak 292.728 orang. Hal ini disebabkan oleh kenaikan harga tiket pesawat dan kebijakan bagasi yang berbayar yang diterapkan sebagian maskapai. Yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Data Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.

Bulan	Tahun				
	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	233.741	288.729	325.74	353.007	271.674
Februari	194.278	259.348	270.265	317.473	223.203
Maret	206.254	269.79	298.323	335.325	246.256
April	214.291	268.639	309.963	347.765	220.118
Mei	255.850	313.775	308.668	296.455	188.211
Juni	227.833	250.918	294.247	423.239	292.728
Juli	309.581	394.479	412.374	406.152	282.774
Agustus	327.462	318.291	340.800	359.179	281.786
September	305.924	296.781	347.166	336.907	248.844
Oktober	209.276	273.238	330.295	331.612	265.677
November	254.268	281.967	331.519	310.961	
Desember	316.534	349.183	385.748	321.653	

Sumber: PT.Angkasa Pura II

Pada tabel di atas warna merah menunjukkan jumlah penumpang yang terendah setiap periodenya dan warna kuning pada tabel menunjukkan jumlah penumpang tertinggi pada periodenya. Berikut plot data jumlah penumpang PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau Bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019.



Gambar 1. Plot Data Deret Waktu Jumlah Penumpang PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau Bulan Januari 2015 sampai Oktober 2019

Gambar 1 memperlihatkan bahwa jumlah penumpang PT. Angkasa Pura II mengalami peningkatan dan penurunan dalam waktu tertentu. Peningkatan dan penurunan terjadi secara tidak menentu. Namun, pada bulan Juli 2018 hingga Mei 2019 mengalami penurunan penumpang. Oleh karena itu, peramalan jumlah penumpang pesawat menjadi hal penting bagi perusahaan penerbangan dalam mengambil kebijakan. Salah satu ilmu statistik yang dapat digunakan untuk memperkirakan masalah ini adalah metode peramalan.

Metode peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Menurut Aswi & Sukarna(2006:2) peramalan terbagi dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif merupakan Metode peramalan yang digunakan untuk ramalan jangka pendek, atau pengambilan keputusan lebih mempercayai pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat, dan

pengetahuan serta pengalaman dari penyusunannya dari pada rumus matematik. Sedangkan metode kuantitatif merupakan metode peramalan yang memperkirakan atau memprediksi masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu yang di kuantitatifkan dalam bentuk data numerik. Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif.

Metode kuantitatif menurut Makridakis (1999:8) terdiri atas model kausal dan deret waktu (*time series*). Model kausal mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas dan menggunakannya untuk meramalkan nilai mendatang dari variabel tidak bebas. Sedangkan model deret waktu berupaya untuk meramalkan kondisi masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Penelitian ini menggunakan metode deret waktu karena data yang dianalisis dipengaruhi oleh perubahan waktu serta sesuai tujuan, yaitu menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan (Makridakis, 1999:9).

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam menentukan model deret waktu adalah metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Metode ARIMA menggunakan pendekatan *iterative* dalam mengidentifikasi suatu model yang paling tepat dari semua kemungkinan model yang ada. Kelebihan dari metode ini sifatnya umum, yaitu dapat menangani hampir semua data pada deret waktu seperti data yang bersifat stasioner, non stasioner, musiman dan tidak musiman.

Metode ARIMA diperkirakan dapat meramalkan jumlah penumpang pesawat di

BIM karena data yang digunakan dalam masalah ini memperlihatkan kenaikan kecenderungan (trend). Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa data belum stasioner yaitu data tidak berfluktuasi pada rata-rata. Selanjutnya dilakukan transformasi untuk melihat kestasioneran data, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Penelitian yang terkait peramalan jumlah penumpang pesawat juga pernah dilakukan Arif Budiman pada tahun 2015 yaitu Analisis *Time Series* jumlah keberangkatan penumpang penerbangan domestik di bandara Internasional Soekarno Hatta dengan menggunakan Metode ARIMA dengan model terbaik yang didapatkan $(0,1,1)(1,0,0)$ dan MAPE yang diperoleh 10,2133, pada peneliti ini data jumlah penumpang yang digunakan dari tahun Januari 2006 sampai Desember 2014. selain itu Juniar Iqbalullah melakukan penelitian Peramalan jumlah penumpang pesawat terbang di pintu kedatangan Bandara Internasional Lombok dengan metode ARIMA Box-jenkins dengan data yang digunakan dari Januari 2003 hingga Desember 2013, Model terbaik yang diperoleh $(1,1,1)(1,0,1)$ dan nilai MAPE yang didapatkan 0,043989529. Dari peramalan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya bahwa metode ARIMA baik digunakan untuk meramalkan jumlah penumpang pesawat. Berdasarkan penelitian diatas peneliti akan meramalkan jumlah penumpang pesawat dengan menggabungkan data keberangkatan dan kedatangan di Bandara Internasional Minangkabau dengan data yang digunakan dari Januari 2015 hingga Oktober 2019, maka penelitian ini berjudul **“Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau Menggunakan Metode**

ARIMA”.

B. Batasan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini difokuskan pada peramalan jumlah penumpang pesawat di PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau dari Januari 2015 sampai Oktober 2019.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model peramalan jumlah penumpang pesawat di PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau menggunakan metode ARIMA?
2. Bagaimana hasil ramalan jumlah penumpang pesawat di PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau mulai dari bulan November 2019 samapai oktober 2020 menggunakan metode ARIMA?

D. Tujuan Penelitian

Berkaitan dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model peramalan jumlah penumpang pesawat di PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau menggunakan metode ARIMA.
2. Mengetahui hasil ramalan jumlah penumpangpesawatdi PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau menggunakan metode ARIMA.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Peneliti, yaitu menambah pengetahuan, wawasan, dan pemahaman materi serta penerapan ilmu dan teori yang telah didapat dan dipelajari selama proses perkuliahan.
2. Bagi PT. Angkasa Pura II Bandara Internasional Minangkabau dalam mengambil kebijak untuk mengatasi peningkatan jumlah penumpang.
3. Bagi peneliti selanjutnya, sebagai bahan referensi dalam mengembangkan dan memperluas hasil penelitian.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Perusahaan Penerbangan

Menurut Darmadjati (2001), perusahaan penerbangan adalah perusahaan milik swasta atau pemerintah yang khusus menyelenggarakan pelayanan angkutan udara untuk penumpang umum, baik yang berjadwal maupun yang tidak berjadwal. Penerbangan berjadwal menempuh kota-kota persinggahan yang tetap. Sedangkan penerbangan tidak berjadwal sebaliknya, dengan waktu, rute maupun kota-kota tujuan dan persinggahan bergantung kepada kebutuhan dan permintaan pihak penyewa.

B. Penumpang

Penumpang adalah setiap orang yang diangkat ataupun yang harus diangkat di dalam pesawat udara ataupun alat pengangkutan lainnya, atas dasar persetujuan dari perusahaan ataupun badan yang menyelenggarakan angkutan tersebut. Penumpang umum adalah penumpang yang ikut dalam perjalanan dalam suatu wahana dengan membayar, wahana bisa berupa taxi, bus, kereta api, kapal ataupun pesawat terbang. Pengertian penumpang adalah seseorang yang hanya menumpang, baik pesawat, kereta api, bus, maupun jenis transportasi lainnya, tetapi tidak termasuk awak mengoperasikan dan melayani wahana tersebut. Pengertian penumpang sangatlah luas maka dapat dikatakan bahwa seseorang (individu) dan satu perusahaan (kelompok yang menggunakan jasa angkutan untuk suatu perjalanan tertentu dengan mengeluarkan sejumlah uang sebagai imbalan bagi pengangkut dengan kata lain dapat didefinisikan orang telah membeli tiket, berarti orang yang melakukan perjalanan dengan

menggunkanan alat transportasi yang disediakan oleh pihak pengangkutan atau perusahaan.

C. Peramalan

Peramalan adalah kegiatan mengestimasi apa yang akan terjadi pada masa akan datang. Peramalan adalah usaha untuk melihat dan kondisi pada masa yang akan datang dengan memperkirakan hasil masa lampau dan pengaruh situasi secara kondisi terhadap perkembangan di masa yang akan datang. Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu Metode Pemulusan Eksponensial, Metode Box Jenkins, dan Metode Regresi. Menurut Makridakis (1999:3) “Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien”. Menurut Supranto (1981:14) dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun peramalan dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu:

1. Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang jangka waktunya kurang dari 3 bulan. Contohnya peramalan yang berkaitan dengan perencanaan pembelian material.
2. Peramalan jangka menengah, yaitu permalan yang jangka waktunya 3 sampai 18 bulan. Contohnya peramalan merencanakan penjualan.
3. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang jangka waktunya lebih panjang dari 18 bulan.

Berdasarkan sifatnya metode peramalan terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

1. Metode Peramalan Kualitatif

Peramalan kualitatif yaitu hasil peramalan yang ada sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Hasil ini penting karena peramalan tersebut sangat ditentukan oleh pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat, dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunannya. Metode kualitatif terdiri atas metode eksplanatoris dan metode normatif.

2. Metode Peramalan Kuantitatif

Peramalan yang menggunakan satu atau lebih model matematis dengan data masa lalu dan variabel sebab akibat untuk meramalkan permintaan. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan tersebut. Dengan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda. Metode yang baik adalah metode yang memberikan nilai-nilai perbedaan atau penyimpangan sekecil mungkin antara hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi.

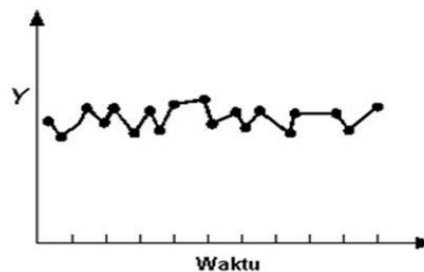
Penggunaan metode peramalan yang tepat sangat mempengaruhi keberhasilan dalam suatu peramalan. Banyak metode peramalan yang dapat digunakan untuk meramal suatu data keadaan tertentu. Oleh karena itu, informasi mengenai perilaku metode tersebut sangat penting. Metode peramalan kuantitatif menurut Makridakis (1999:8) terdiri atas metode regresi (*causal*) dan deret waktu (*time series*).

Metode regresi adalah metode peramalan yang mengasumsikan adanya hubungan sebab akibat antara satu atau lebih variabel bebas lainnya. Maksud metode ini adalah menemukan bentuk hubungan tersebut dan menggunakannya untuk meramalkan nilai mendatang dari variabel yang tidak bebas. Sedangkan metode deret waktu merupakan metode peramalan yang memperkirakan keadaan di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Tujuan metode ini adalah menemukan pola dalam deret data masa lalu dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Metode deret waktu merupakan alat statistika yang dapat digunakan untuk memperkirakan gerak perubahan atau perkembangan suatu variabel dari waktu ke waktu.

D. Pola Data

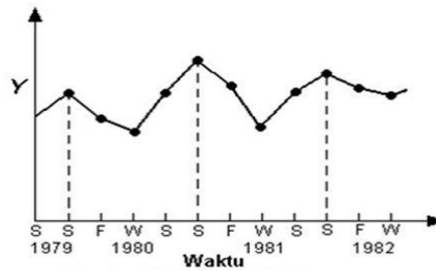
Menurut Makridarkis (1999:10), langkah penting dalam memilih suatu metode deret waktu yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat yaitu:

1. Pola Horizontal (H), terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan atau stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



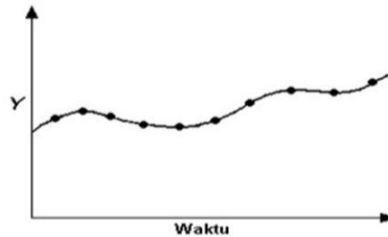
Gambar 2. Pola Data Horizontal

2. Pola Musiman (S), terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Pola tersebut dapat dilihat seperti Gambar 3.



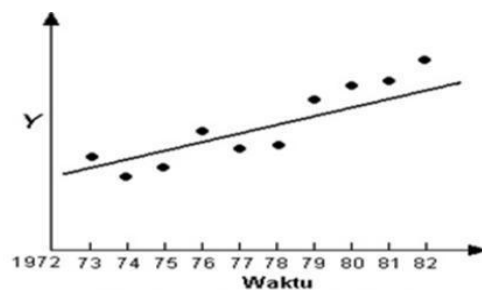
Gambar 3. Pola Data Musiman

3. Pola Siklis (C), terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola tersebut dapat dilihat seperti Gambar 4.



Gambar 4. Pola Data Siklis

4. Pola Trend (T), terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Pola tersebut dapat dilihat seperti Gambar 5.



Gambar 5. Pola Data Trend

E. Metode ARIMA

Autoregressive Integrated moving Average (ARIMA) adalah suatu metode peramalan yang diperoleh melalui gabungan antara *autoregressive*(AR) dan *moving average*(MA). ARIMA dikembangkan oleh Georege Box dan Gwilyn Jenkins pada tahun 1976, sehingga proses ARIMA sering disebut dengan nama ARIMA Box-Jenkins (Makridakis, 1999:381).

Menurut Aswi dan Sukarna(2006:131-210) metode ARIMA dapat menangani beberapa kemungkinan model diantaranya yaitu, non-musiman stasioner, non-musiman non-stasioner, musiman stasioner, musiman non-stasioner, musiman non-stasioner dalam rata-rata non-musiman, musiman non stasioner dalam rata-rata musiman, non-stasioner dalam rata-rata non musiman dan rata-rata musiman. Adapun tahap-tahap dalam membuat model ARIMA adalah identifikasi model, penaksiran dan pengujian parameter, pemeriksaan diagnostik dan tahap peramalan:

1. Identifikasi Model ARIMA

a. Kestasioneran Data Deret Waktu

Analisis deret waktu merupakan salah satu teknik analisis yang berkaitan dengan variabel waktu. Data yang dianggap sebagai fungsi dari waktu dinamakan data deret waktu. Deret waktu dikatakan stationer jika ada perubahan kecendrungan dalam rata-rata dan perubahan variansi. Deret waktu yang stationer adalah relatif tidak terjadi kenaikan atau pun penurunan nilai secara tajam pada data (fluktuasi data berada pada sekitar nilai rata-rata yang

konstan). Menurut Walpole (1992:24) nilai rata-rata dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} \quad (1)$$

Dimana ; $\bar{Y}$: nilai rata-rata

Y_t : nilai sebenarnya pada periode ke-t

n : banyak pengamatan

Menurut Aswi & Sukarna (2006:7) kondisi stationer terdiri atas dua hal yaitu ;

1) Stasioner dalam varians

Jika data tidak stasioner pada varians, maka harus dilakukan transformasi. Box-Cox (1964) memperkenalkan transformasi pangkat (*power transformations*) dalam menangani data yang tidak stasioner dalam varians (Aswi & Sukarna, 2006:91). Beberapa penggunaan nilai serta kaitannya dengan transformasinya di tampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Nilai-Nilai λ dengan Transformasinya

Nilai λ	Transformasi
-1	$\frac{1}{Z_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0	$\ln Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t

2) Stationer dalam rata-rata

Menurut Makridakis (1999:383) jika data yang diperoleh non stasioner, maka perlu distasionerkan terlebih dahulu. Hal ini dapat dicapai secara rutin melalui penggunaan proses pembedaan terhadap data. Proses ini membagi data yang memiliki trend dengan rata-rata bergerak untuk memperoleh deret data tanpa trend. Pembedaan untuk menghitung perubahan atau selisih nilai pengamatan. Proses pembedaan pertama terhadap data asli dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Y'_t = Y_t - Y_{t-1} \text{ untuk } t = 2, 3, 4, \dots, n \quad (2)$$

Dimana ; Y'_t : pembedaan orde pertama pada periode ke-t
 Y_t : nilai sebenarnya pada periode ke-t
 Y_{t-1} : nilai sebenarnya pada periode ke t-1

Jika dengan pembedaan pertama data masih belum juga stasioner maka dilakukan pembedaan kedua terhadap data pembedaan pertama dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y''_t = Y'_t - Y'_{t-1} \text{ untuk } t = 3, 4, \dots, n \quad (3)$$

Dimana ; Y''_t : Pembedaan orde kedua pada periode ke-t
 Y'_t : Data pembedaan pertama pada periode t
 Y'_{t-1} : Data pembedaan pertama pada periode ke t-1

b. Menetapkan Model ARIMA Sementara

Menetapkan model ARIMA sementara dapat dilakukan dengan nilai *autocorrelation function* (ACF) dan *partialautocorrelation function* (PACF).

1) *Autocorrelation Function (ACF)*

Autokorelasi (ACF) merupakan korelasi deret waktu dengan deret waktu itu sendiri yang menyatakan hubungan antara pengamatan deret waktu yang sama pada periode yang berbeda. Koefisien autokorelasi adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antar pengamatan pada waktu ke t dengan pengamatan sebelumnya. Untuk mengetahui ada atau tidaknya gejala autokorelasi dilakukan plot *autocorrelation*. Menurut Makridakis (1999:339) autokorelasi untuk time lag $1, 2, \dots, k$ dinotasikan dengan r_k dan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

Dimana : Y_t : Nilai sebenarnya pada periode ke- t
 Y_{t+k} : Nilai sebenarnya pada periode ke $t+k$
 $\bar{Y}$: Nilai tengah
 n : banyak pengamatan
 k : waktu ketertinggalan (time lag)

Jumlah maksimum dugaan autokorelasi kira-kira $n/4$, dimana adalah jumlah observasi data. Fungsi autokorelasi digunakan untuk melihat kestasioneran data dan menentukan orde q dari proses *moving average* (Makridakis, 1999:351).

Menurut Aswi & Sukarna (2006:12) untuk mengetahui apakah koefisien autokorelasi signifikan atau tidak, perlu dilakukan uji. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji :

$$t_{rk} = \frac{r_k}{se_{r_k}} \text{ dengan } se_{r_k} = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{j=1}^{k-1} r_{\tau_j}^2}{n}} \quad (5)$$

Dimana ; n : Banyak pengamatan

r_k : Koefisien autokorelasi dengan time lag k

se_{r_k} : Kesalahan baku (standar error) dari r_k

Suatu koefisien autokorelasi disimpulkan tidak berbeda secara signifikan dari nol apabila nilainya terletak di antara rentang nilai tersebut.

2) Partial Autocorrelation Function (PACF)

Autokorelasi parsial (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan (*association*) hubungan antar variabel Y_t dan Y_{t-k} setelah pengaruh dari variabel-variabel $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k+1}$ dihilangkan. Menurut Aswi & Sukarna (2006:16) autokorelasi parsial untuk *time lag* 1,2,...,k dinotasikan dengan ϕ_{kk} dan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (k = 2, 3, 4, \dots) \quad (6)$$

Dimana ; ϕ_{kj} : $\phi_{k-1,j} - \phi_{kk} \phi_{k-1,k-j}$ ($k = 3, 4, \dots$) ($j = 1, 2, \dots, k-1$)

ϕ_{kk} : koefisien autokorelasi parsial

Menurut Aswi & Sukarna (2006:16) untuk menguji signifikansi atau tidak suatu koefisien autokorelasi parsial perlu dilakukan statistik uji :

$$t_{\phi_{kk}} = \frac{\phi_{kk}}{se_{\phi_{kk}}} \text{ dengan } se_{\phi_{kk}} = \sqrt{\frac{1}{n}} \quad (7)$$

dimana ; n : banyak pengamatan

ϕ_{kk} : koefisien autokorelasi parsial dengan time lag k

$se_{\phi_{kk}}$: kesalahan baku (*standard error*) dari ϕ_{kk}

Suatu koefisien autokorelasi parsial disimpulkan tidak berbeda secara signifikan dari nol apabila terletak di antara rentang nilai nol dan batas signifikan. Fungsi autokorelasi parsial digunakan untuk menentukan orde p dari proses *autoregressive* (AR). Apabila ada p autokorelasi parsial yang signifikan, maka autokorelasi parsial dapat diuji untuk menetapkan orde $AR(p)$ dimana orde $AR(p)$ adalah sama dengan jumlah autokorelasi parsial yang signifikan (Makridakis, 1999:348). Penentuan orde $AR(p)$ dan $MA(q)$ berdasarkan pola ACF dan PACF dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Pola ACF dan PACF

Type Model	Pola Tipikal ACF	Pola Tipikal PACF
AR(p)	Menurun secara eksponensial menuju nol	Terpotong setelah lag p (1,2,...,p yang signifikan berbeda dengan 0)
MA(q)	Terpotong setelah lag q (1,2,...,q yang signifikan berbeda dengan 0)	Menurun secara eksponensial menuju nol
ARMA(p,q)	Menurun secara eksponensial menuju nol (sampai lag p masih berbeda dari nol)	Menurun secara eksponensial menuju nol (sampai lag q masih berbeda dari nol)

(Aswi & Sukarna, 2006:79)

F. Klasifikasi Model ARIMA

Model untuk deret waktu yang stasioner terdiri atas tiga kelas umum yaitu model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan model campuran AR dan MA (ARMA). Sedangkan model untuk deret waktu yang nonstasioner adalah model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).

1. Model Autoregressive (AR)

Proses *autoregressive* (AR) menyatakan ketergantungan nilai pengamatan suatu deret waktu sekarang dengan deret waktu sebelumnya. Model *autoregressive* berorde p dilambangkan dengan AR(p) atau ARIMA (p,0,0). Menurut Makridakis (1999:385) bentuk umum proses *autoregressive* p, AR(p) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (8)$$

Dimana ; Y_t : nilai ramalan pada waktu ke-t
 μ' : konstanta nilai tengah model
 ϕ_p : parameter model AR
 e_t : nilai galat pada saat ke-t

2. Model Moving Average (MA)

Model *moving average* orde q disingkat MA(q) atau ARIMA (0,0,q) menyatakan bahwa data untuk suatu deret waktu Y_t dipengaruhi oleh q buah galat sebelumnya. Menurut Makridakis (1999:388) bentuk umum dari MA(q) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (9)$$

Dimana ; Y_t : nilai ramalan pada waktu ke-t
 μ : konstanta nilai tengah model
 θ_q : parameter model MA
 e_t : nilai galat pada saat ke-t

3. Model Campuran AR dan MA (ARMA)

Proses campuran AR dan MA merupakan perluasan dari kedua model tersebut yang dilambangkan ARMA (p,q) dimana p dan q masing-masing adalah orde untuk proses *autoregressive* dan *moving average*.

Bentuk umum dari proses ARMA (p,q) sebagai berikut:

$$Y_t = \bar{\mu}' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (10)$$

Dimana ; Y_t : nilai ramalan pada waktu ke-t

ϕ_p : parameter model AR

$\bar{\mu}'$: konstanta nilai tengah model

θ_q : parameter model MA

e_t : nilai galat pada saat ke-t

4. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA memiliki kelebihan dibandingkan dengan model AR (*Autoregressive*), MA (*Moving Average*), dan campuran (ARMA) yang hanya digunakan untuk data stasioner. Model ARIMA dapat digunakan untuk data non-stasioner dengan memberikan derajat pembedaan (d) pada deret datanya.

Model ARIMA dengan orde (p,d,q) dengan p,d,q masing-masing adalah orde untuk proses *autoregressive*, pembedaan (*differencing*), dan *moving average*. Model ARIMA (p,d,q) dengan pembedaan satu kali dapat ditulis dalam bentuk:

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)Y_t = \bar{\mu}' + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)e_t \quad (11)$$

$$(1 - B)(Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \dots - \phi_p Y_{t-p}) = \bar{\mu}' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \dots - \phi_p Y_{t-p} - Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p-1} = \bar{\mu}' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} - \phi_1 Y_{t-2} - \dots - \phi_p Y_{t-p-1} + \bar{\mu}' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

Menurut Makridakis (1999:394) secara umum untuk tingkatan pembedaan yang lebih tinggi, persamaan ARIMA (p,d,q) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(1 - B)^d (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)Y_t = \bar{\mu}' + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)e_t \quad (12)$$

Dimana ; $(1 - B)^d$: proses pembedaan ke-d=1,2,..(biasanya 1 dan 2)

ϕ_p : parameter model AR

$\bar{\mu}'$: konstanta nilai tengah model

θ_q : parameter model MA

e_t : nilai galat pada saat ke-t

Pada metode ARIMA digunakan operator shift mundur (*backshift operator*) yang dinotasikan dengan B yang berpengaruh menggeser data satu periode ke belakang.

1. Penaksiran dan Pengujian Parameter

a. Penaksiran Parameter

1. Taksiran Parameter Model AR

$$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \dots + \emptyset_p Z_{t-p} + a_t \quad (13)$$

Dimana ; Z_t : data periode ke-t
 $\emptyset_p$: parameter *autoregressive* ke-p
 $Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$: Variabel bebas
 a_t : nilai kesalahan pada saat t

Apabila kedua sisi persamaan diatas dikalikan Z_{t-k} , dimana $k = 1, 2,$

$3, \dots, p$ hasilnya adalah

$$Z_{t-k} Z_t = \emptyset_1 Z_{t-k} Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-k} Z_{t-2} + \dots + \emptyset_p Z_{t-k} Z_{t-p} + Z_{t-k} a_t \quad (14)$$

Dengan mengambil nilai harapan pada persamaan diatas akan menghasilkan

$$\gamma_k = \emptyset_1 \gamma_{k-1} + \emptyset_2 \gamma_{k-2} + \dots + \emptyset_p \gamma_{k-p} \quad (15)$$

Kemudian, kedua sisi persamaan dibagi dengan γ_0 dengan definisi $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$

persamaan ini akan menjadi : $\rho_k = \emptyset_1 \rho_{k-1} + \emptyset_2 \rho_{k-2} + \dots + \emptyset_p \rho_{k-p}$ Apabila

$k = 1, 2, 3, \dots, p$, maka sistem persamaan berikut yang dikenal dengan sebagai

persamaan *Yule Walker* akan didapat :

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \emptyset_1 + \emptyset_2 \rho_1 + \dots + \emptyset_p \rho_{p-1} \\ \rho_2 &= \emptyset_1 \rho_1 + \emptyset_2 + \dots + \emptyset_p \rho_{p-2} \\ &\vdots \\ \rho_p &= \emptyset_1 \rho_{p-1} + \emptyset_2 \rho_{p-2} + \dots + \emptyset_p \end{aligned} \quad (16)$$

Karena persamaan diatas dipakai untuk mencari nilai-nilai $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_p$ yang digunakan sebagai penduga nilai-nilai autokorelasi parsial p lag. Bila $\tilde{n}_1$ diganti dengan r_1 , akan diperoleh nilai taksiran parameter $\emptyset_1$ sebagai berikut :

$$\emptyset_1 = r_1$$

Kemudian diperoleh nilai taksiran $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_p$ sebagai berikut ;

$$\emptyset_1 = \frac{r_1(1 - r_2)}{1 - r_1^2} \quad (17)$$

$$\emptyset_2 = \frac{r_2(1 - r_1^2)}{1 - r_1^2}$$

2. Taksiran Parameter Model MA

Model umum proses MA adalah

$$Z_t = a_t - \theta_1 B_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (18)$$

Dimana ;
 Z_t : data periode ke-t
 θ_q : parameter MA ke-q
 $a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$: variabel bebas
 a_t : nilai kesalahan pada saat t

Jika persamaan ini dihitung nilai harapan akan menghasilkan

$$\gamma_k = E[(a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q})x(a_{t-k} - \theta_1 a_{t-k-1} - \theta_2 a_{t-k-2} - \dots - \theta_q a_{t-k-q})] \quad (19)$$

Nilai harapan persaman akan bergantung pada nilai k . jika $k = 0$ maka persamaan di atas menjadi

$$\begin{aligned}
\gamma_0 &= \sigma_a^2 + \theta_1^2 \sigma_a^2 + \theta_2^2 \sigma_a^2 + \dots + \theta_q^2 \sigma_a^2 \\
&= (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_a^2
\end{aligned} \tag{20}$$

Persamaan diatas adalah variansi dari proses MA(q), bila $k = 1$, menjadi

$$\begin{aligned}
\gamma_1 &= -\theta_1 E(a_{t-1} a_t) + \theta_1 \theta_2 E(a_{t-2} a_t) + \dots + \theta_{q-1} \theta_q E(a_{t-q} a_t) \\
&= -\theta_1 \sigma_a^2 + \theta_1 \theta_2 \sigma_a^2 + \dots + \theta_{q-1} \theta_q \sigma_a^2
\end{aligned} \tag{21}$$

Proses parameter model MA(1) dimana $q = 1$

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2} \tag{22}$$

$$\rho_1 + \rho_1 \theta_1^2 + \theta_1$$

Nilai taksiran model MA(1) diperoleh menyelesaikan persamaan diatas yaitu

$$\hat{\theta}_1 = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4\rho_1^2}}{2\rho_1} \tag{23}$$

3. Taksiran Parameter model ARMA

Untuk mendapatkan nilai taksiran parameter model ARMA, berikut model ARMA (p,q)

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \tag{24}$$

Apabila kedua sisi persamaan dikalikan dengan Z_{t-k} lalu dihitung nilai harapannya, menghasilkan sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
E(Z_{t-k} Z_t) &= \phi_1 E(Z_{t-k} Z_{t-1}) + \phi_2 E(Z_{t-k} Z_{t-2}) + \dots + \phi_p E(Z_{t-k} Z_{t-p}) + \\
&E(Z_{t-k} a_t) - \theta_1 E(Z_{t-k} a_{t-1}) - \theta_2 E(Z_{t-k} a_{t-2}) - \dots - \theta_q E(Z_{t-k} a_{t-q})
\end{aligned} \tag{25}$$

Apabila $k > q$, maka $E(a_t Z_{t-k}) = 0$, sehingga

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \dots + \phi_p \gamma_{k-p} \quad (26)$$

Apabila $k < q$, glat sebelumnya dan Z_{t-k} akan berkorelasi dan autokovariansi akan dipengaruhi oleh bagian dari proses rata-rata bergerak yang perlu diikuti sertakan. Variansi dan autokovariansi dari proses ARMA(1,1) diperoleh sebagai berikut ;

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (27)$$

Dengan mengalikan kedua sisi dan memasukkan nilai harapannya, maka akan diperoleh $\tilde{\alpha}_0$ dan $\tilde{\alpha}_1$ sebagai berikut;

$$\gamma_0 = \frac{(1+\theta_1^2-2\phi_1\theta_1)\sigma_a^2}{1-\phi_1^2} \quad (28)$$

$$\gamma_1 = \frac{[(1-\phi_1\theta_1)(\phi_1-\theta_1)]\sigma_a^2}{1-\phi_1^2} \quad (29)$$

$$\text{Fungsi autokorelasi untuk lag 1 adalah } \rho_1 = \frac{[(1-\phi_1\theta_1)(\phi_1-\theta_1)]}{(1+\theta_1^2-2\phi_1\theta_1)} \quad (30)$$

$$\text{Fungsi autokorelasi untuk lag 2 adalah } \rho_2 = \phi_1 \rho_1 \text{ atau } \phi_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (31)$$

b. Pengujian Parameter

Setelah menaksir parameter, maka dilakukan pengujian parameter dimana pengujian parameter model menunjukkan bahwa penaksiran parameter model signifikan berbeda dengan nol. Hipotesis yang digunakan untuk koefisien AR dan MA adalah:

$$H_0: \phi_i = 0 \quad H_0: \theta_i = 0$$

$$H_1: \phi_i \neq 0 \quad H_1: \theta_i \neq 0$$

Dimana ; H_0 : parameter sama dengan nol atau tidak signifikan

H_1 : parameter sama dengan nol atau tidak signifikan

Denagan statistik ujinya $t = \frac{\hat{\theta}}{SE_{\hat{\theta}}}$ Kriteria pengujian yaitu tolak H_0 , jika

diperoleh $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2}$ atau p-value $< \alpha$ dengan α adalah tingkat toleransi

sebesar 0,05, maka koefisien tersebut sudah dapat digunakan untuk model peramalan (Aswi & Sukarna, 2006:124).

4. Pemeriksaan Diagnostik

Setelah menaksir nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan diagnostik untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai (Makridakis, 1999:411). Tahap diagnostik ini dilakukan dengan cara melihat plot residual fungsi autokorelasi (RACF) dan residual fungsi autokorelasi parsial (RPACF), dengan tidak adanya nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial dari kesalahan ramalan yang berbeda nyata dari nol (Makridakis, 1999:411).

Selanjutnya untuk menentukan model yang terbaik dari beberapa model yang ada dapat digunakan kriteria *Mean Square Error* (MSE). MSE adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa peramalan. Menurut Arsyad (1999:58) rumus perhitungan MSE sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{N} \quad (32)$$

Dimana ; MSE : rata-rata kesalahan kuadrat
 N : Banyaknya sisa
 Y_t : nilai sebenarnya pada periode ke-t
 $\hat{Y}_t$: nilai ramalan pada periode ke-t

MSE merupakan ragam dari kesalahan ramalan, dimana MSE dapat menggambarkan bagaimana berpencarnya kesalahan ramalan. Jadi, semakin kecil nilai MSE maka pencarian atau rentang kesalahan ramalan juga semakin kecil. Model ARIMA yang baik adalah menghasilkan ramalan yang optimal dengan MSE minimum.

5. Tahap Peramalan

Pada metode ARIMA model peramalan yang digunakan untuk peramalan adalah model yang lolos pada tahap identifikasi, tahap penaksiran dan pengujian serta tahap diagnostik dimana model yang diperoleh tersebut merupakan model terbaik untuk peramalan.

G. Overfitting Model

Membandingkan model dengan model lainnya yang berbeda satu ordo dibawahnya. Hail yang dibandingkan pada *overfitting* adalah signifikasi parameter, pemenuhan asumsi sisaan dan *Akaike's Information Criterion* (AIC). Jika dalam proses *overfitting* didapatkan model yang relevan dengan data, maka langkah terakhir adalah proses peramalan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Model ARIMA yang diperoleh dari analisis terhadap jumlah penumpang pesawat

PT.Angkasa Pura adalah model ARIMA (1,1,0)(0,1,0)¹² sebagai berikut:

$$\phi_p \phi_P(B)^S (1-B)^d (1-B^S)^D Y_t = \nabla' + \theta_q(B) \Theta_Q(B^S) e_t$$

$$(1 - \phi_1)(1 - B)^1(1 - B^{12})^1 Y_t = \nabla' + e_t$$

$$(1 - \phi_1)(1 - B)(1 - B^{12}) Y_t = \nabla' + e_t$$

$$(1 - \phi_1)(1 - B^{12} - B + B^{13}) Y_t = \nabla' + e_t$$

$$(1 - \phi_1 - 2 - B + B^{13} - \phi_1 + \phi_1 B^{12} + \phi_1 B - \phi_1 B^{13}) Y_t = \nabla' + e_t$$

$$(Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-1} + Y_{t-13} - \phi_1 Y_t + \phi_1 Y_{t-12} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13}) = \nabla' + e_t$$

$$(1 - \phi_1) Y_t + (\phi_1 - 1) Y_{t-1} + (\phi_1 - 1) Y_{t-12} + (1 - \phi_1) Y_{t-13} = \nabla' + e_t$$

$$(1,5832) Y_t - (1,5832) Y_{t-1} - (1,5832) Y_{t-12} + (1,5832) Y_{t-13} = -4,559 + e_t$$

$$(1,5832) Y_t = 4,559 + (1,5832) Y_{t-1} + (1,5832) Y_{t-12} - (1,5832) Y_{t-13} + e_t$$

$$Y_t = \frac{4,559 + (1,5832) Y_{t-1} + (1,5832) Y_{t-12} - (1,5832) Y_{t-13} + e_t}{1,5832}$$

$$Y_t = 2,8796 + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t$$

Dimana: Y_t = Nilai ramalan waktu ke-t

e_t = Nilai galat waktu ke-t

2. Hasil peramalan jumlah penumpang pesawat PT. Angkasa Pura untuk bulan

November 2019 sampai Oktober 2020 adalah:

Periode	Bulan	Hasil Ramalan
59	November	230.698
60	Desember	245.143
61	Januari	194.963
62	Februari	154.189
63	Maret	169.715
64	April	146.656
65	Mei	118.467
66	Juni	201.460
67	Juli	190.530
68	Agustus	187.314
69	September	158.294
70	Oktober	169.427

B. Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan pertimbangan bagi PT. Angkasa Pura agar kedepannya dapat menyiapkan penerbangan ekstra, menyiapkan ruang tunggu yang lebih nyaman

dan memperluas landasan pacu guna mengantisipasi lonjakan penumpang di masa yang akan datang.

2. Peneliti selanjutnya, masalah peramalan penumpang pesawat PT. Angkasa Pura ini dapat diteliti dan dianalisis menggunakan metode lain sehingga hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswi & Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makasar: Andira Publisher.
- Budiman Arif. 2015. “Analisis *Time Series* jumlah keberangkatan penumpang penerbangan domestic di Bandara Internasional Soekarno Hatta”. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Darmadjati, R. S. 2001. *Istilah-istilah Dunia Pariwisata*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Iqbalullah Juniar. 2014. “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA BOX-Jenkins”. Jurnal. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Makridakis, Spyros, Steven C. Wheelwright, dan Victor E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi II. Jakarta: Erlangga.
- Maryati, Kun. 2003. *Sosiologi*. Jilid III. Jakarta: ESIS.
- Sondra Fendrick. 2019. *Jumlah penumpang di Bandara Internasional Minangkabau*. Diambil dari: <http://sumbar-antaranews-com.cdn.ampproject.org/> (diakses tanggal 23 Maret 2020).
- Supranto, J. 1981. *Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka.
- Maryati, Kun. 2003. *Sosiologi*. Jilid III. Jakarta: ESIS.