

# Peramalan Jumlah Penumpang Domestik Pada Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Dengan Menggunakan Metode Winter's Exponential Smoothing

Muhammad Nu<sup>1</sup>, Eis Nur Rizki<sup>2</sup>, Abdul Alimul Karim<sup>3</sup>, Resy Kumala Sari<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

Email: [muhammad.nur@uin-suska.ac.id](mailto:muhammad.nur@uin-suska.ac.id), [eisnurrizki03@gmail.com](mailto:eisnurrizki03@gmail.com), [alim@lecturer.itk.ac.id](mailto:alim@lecturer.itk.ac.id),  
[resy\\_kumalasari@universitaspahlawan.ac.id](mailto:resy_kumalasari@universitaspahlawan.ac.id)

## ABSTRAK

PT. Angkasa Pura II adalah sebuah perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang fokus pada penyediaan layanan jasa di sektor penerbangan dan bandara. Selama periode kerja praktek dari tahun 2020 hingga 2021, terjadi penurunan signifikan dalam jumlah penumpang. Namun, setelah pandemi COVID-19 pada tahun 2022, jumlah penumpang mengalami peningkatan. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang serta mengukur tingkat kesalahan prediksi menggunakan metrik seperti Mean Squared Deviation (MSD), Mean Absolute Deviation (MAD), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metode yang digunakan untuk peramalan adalah winter's exponential smoothing. Dengan memperkirakan jumlah penumpang di masa depan, perusahaan dapat mempersiapkan fasilitas yang diperlukan untuk mengakomodasi kenaikan tersebut, seperti menyediakan penerbangan tambahan, ruang tunggu yang lebih nyaman, dan area parkir yang lebih luas.

**Kata kunci:** MAD, MAPE, MSD, Peramalan, *Winter's Exponential Smoothing*

## ABSTRACT

*PT. Angkasa Pura II is a State-Owned Enterprise (BUMN) company that focuses on providing services in the aviation and airport sectors. During the practical work period from 2020 to 2021, there was a significant decrease in the number of passengers. However, after the COVID-19 pandemic in 2022, the number of passengers has increased. This research aims to predict the number of passenger arrivals and departures and measure the level of prediction error using metrics such as Mean Squared Deviation (MSD), Mean Absolute Deviation (MAD), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The method used for forecasting is winter's exponential smoothing. By estimating the number of passengers in the future, companies can prepare the necessary facilities to accommodate this increase, such as providing additional flights, more comfortable waiting rooms, and larger parking areas.*

**Keywords:** Forecasting, MAD, MAPE, MSD, *Winter's Exponential Smoothing*

## Pendahuluan

PT. Angkasa Pura II kantor cabang bandar udara Sultan Syarif Kasim II merupakan perusahaan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang usaha pelayanan jasa kebandarudaraan dan pelayanan jasa terkait bandar udara [1]. Pada saat covid-19 terjadi, yang mulanya di 2019 jumlah penumpang sebanyak 3.146.684 penumpang, kemudian mulai dari tahun 2020 sampai dengan 2021 terjadi penurunan jumlah penumpang yang signifikan. Dimana jumlah total penumpang pada tahun 2020 yaitu sebanyak 1.427.154 penumpang dan pada tahun 2021 yaitu sebanyak 1.206.538 penumpang dan pada 2022 jumlah penumpang kembali naik dan mulai normal. Dari data jumlah penumpang tersebut dapat dilakukannya perkiraan jumlah penumpang yang akan datang, sehingga perusahaan dapat mengambil kebijakan-kebijakan dalam menyikapi perkiraan jumlah penumpang yang ada.

Transportasi adalah suatu hal yang memudahkan manusia dalam beraktivitas [2]. Banyaknya penumpang akan berpengaruh pada tingkat pelayanan di bandara, sehingga ketika terjadi lonjakan penumpang diperlukan adanya antisipasi agar pelayanan yang diberikan tetap berjalan dengan baik dan memberikan kenyamanan bagi penumpang ditengah kepadatan yang terjadi di bandara. Selain itu, perhitungan potensi pertumbuhan diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak peningkatan jumlah penumpang pada waktu-waktu tertentu. Dampak dari

peningkatan jumlah penumpang di bandara yaitu terjadinya panjangnya antrian *check-in* penumpang, terjadinya penumpukan para penumpang yang menunggu diluar ruang tunggu (ditempat yang tidak seharusnya), penuhnya parkir mobil dikarenakan banyaknya penumpang yang datang.

Data jumlah penumpang merupakan data runtun waktu (*time series*) yang dikumpulkan setiap tahun untuk mengetahui peningkatan jumlah penumpang di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II. Sebagaimana diketahui, data *time series* adalah data yang dikumpulkan, dicatat, atau diamati berdasarkan urutan waktu. Data *time series* tersebut dapat digunakan untuk membuat peramalan dan nantinya hasil peramalan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan perusahaan.

Pada salah satu penelitian sebelumnya Azizah dan Kariyam [3] membahas metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* yang menunjukkan bahwa model *additive* merupakan metode terbaik dengan kemampuan peramalan sangat baik. Data jumlah penumpang kereta api PT. KAI cenderung mengandung pola tren dan musiman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai “Metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa”. Dari penelitian ini dapat diperoleh bahwa peramalan yang dilakukan mengandung pola tren dan musiman akan menghasilkan peramalan yang sangat baik jika menggunakan metode ini.

Berdasarkan data yang diperoleh, jumlah penumpang pesawat terbang di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II menunjukkan pola trend yang dipengaruhi pola musiman sehingga metode *Winter's Exponential Smoothing* dapat digunakan untuk meramalkan jumlah penumpang di masa yang akan datang. Sebenarnya terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dengan pola data ini, pemilihan metode *Winter's Exponential Smoothing* dikarenakan metode ini sederhana dan mudah dimasukkan ke dalam praktek dan kompetitif terhadap model peramalan yang lebih rumit, sehingga peneliti memilih menggunakan metode ini. Seperti diketahui bahwa dalam metode peramalan ini akan ada keterbatasan berupa hasil peramalan tidak akan dengan tepat meramalkan keadaan data di masa yang akan datang. Oleh karena itu, setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Sehingga akan dilakukan perhitungan kesalahan prediksi dengan *Mean Squared Deviation* (MSD), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

## Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan jumlah penumpang dan peningkatannya. Terdapat dua tahap dalam mengumpulkan data penelitian, yaitu:

### 1. Wawancara

Pengumpulan data melalui wawancara adalah dengan berkomunikasi kepada karyawan yang bekerja di perusahaan untuk mengetahui bagaimana dampak dari peningkatan jumlah penumpang yang terjadi di bandara udara dan meminta data jumlah penumpang kepada kepala bagian unit *safety and risk management*.

### 2. Observasi dan Dokumentasi

Melakukan observasi dan dokumentasi terhadap jumlah penumpang yang ada di bandara udara untuk mengetahui bagaimana dampaknya terhadap lingkungan dan fasilitas di bandara udara

## Bandar Udara

Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya [4]. Jasa transportasi udara membuat perjalanan sangat cepat dan efisien terutama untuk perjalanan yang sangat jauh [5].

## Peramalan

Peramalan adalah memperkirakan besar atau jumlah dari sesuatu pada masa mendatang menggunakan data yang sudah ada pada masa sebelumnya kemudian dianalisis dengan cara alamiah dan cara khusus menggunakan metode *statistic*. Tujuan dilakukan peramalan adalah untuk mengurangi sesuatu yang tidak pasti pada masa yang mendatang. Metode peramalan terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif [6].

## Tujuan Peramalan

Tujuan peramalan menurut Subagyo (2002, dikutip dalam Fahrudi, 2015) ialah mendapatkan peramalan untuk masa yang akan datang sehingga dapat meminimalkan kesalahan meramal (*forecasting error*) yang dapat diukur dengan berbagai metode. Di sisi lain Gaspersz (2005) mengemukakan bahwa tujuan dari peramalan ialah untuk meramalkan permintaan yang mungkin akan tercipta di masa yang akan datang dari item-item independent demand [7].

Dilihat Dari Waktu [8]:

1. Jangka Pendek (*Short Term*) Menentukan kuantitas dan waktu dari item dijadikan produksi. Biasanya bersifat harian ataupun mingguan dan ditentukan oleh *Low Management*.
2. Jangka Menengah (*Medium Term*) Menentukan kuantitas dan waktu dari kapasitas produksi. Biasanya bersifat bulanan ataupun kuartal dan ditentukan oleh *Middle Management*.
3. Jangka Panjang (*Long Term*) Merencanakan kuantitas dan waktu dari fasilitas produksi. Biasanya bersifat tahunan, 5 tahun, 10 tahun, ataupun 20 tahun dan ditentukan oleh *Top Management*.

### Jenis Peramalan

Berdasarkan sifat peramalan dibedakan atas 2 jenis yaitu [9]:

1. Peramalan kualitatif  
Metode peramalan yang didasarkan atas data kualitatif masa lalu. Hasil peramalan yang ada tergantung pada orang yang menyusunnya, karena peramalan tersebut sangat ditentukan oleh pemikiran yang bersifat intuisi, *judgement* (pendapat) dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya [10].
2. Peramalan Kuantitatif  
Macam-macam model peramalan kuantitatif antara lain [10]:
  - a. Model Deret Berkala (*Time Series*). Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu.
  - b. Model Kausal. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel lain yang mempengaruhinya, yang bukan waktu yang disebut metode korelasi atau sebab akibat. Model kausal terdiri dari: - Metode regresi dan korelasi - Metode ekonometri - Metode input dan output.

Berdasarkan sifat penyusunannya, peramalan dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu [11]:

- a. Peramalan yang subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil ramalan tersebut.
- b. Peramalan yang objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, dengan menggunakan teknik dan metode dalam penganalisaan data tersebut.

### Analisa Deret Berkala

Deret berkala adalah suatu rangkaian variabel yang diamati pada interval waktu ruang yang sama. Menurut Ishak (2010), analisis deret berkala adalah metode yang digunakan untuk menganalisis serangkaian data dari fungsi time series dengan asumsi bahwa kombinasi pola selalu berulang di masa depan, dan pola dasarnya dapat diidentifikasi berdasarkan data historis dari series tersebut [12]

### Tahap-Tahap Peramalan

Tahap-tahap dalam ramalan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sebagai berikut [13].

1. Penentuan Tujuan Langkah pertama terdiri atas penentuan macam estimasi yang diinginkan. Sebaliknya tujuan tergantung pada kebutuhan informasi para manajer. Analisa membicarakan dengan cara pembuat keputusan untuk mengetahui apa kebutuhan-kebutuhan mereka dan menentukan:
  - a. Variabel-variabel apa yang akan diestimasi.
  - b. Siapa yang akan menggunakan hasil peramalan.
  - c. Untuk tujuan-tujuan apa hasil peramalan akan digunakan.
  - d. Estimasi jangka panjang atau jangka pendek yang diinginkan.
  - e. Derajat ketetapan estimasi diinginkan.
  - f. Kapan estimasi dibutuhkan.
  - g. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan.
2. Pengembangan Model Setelah tujuan ditetapkan, langkah berikutnya adalah mengembangkan suatu model yang merupakan penyajian secara lebih sederhana dari *system* yang dipelajari.
3. Pengujian Model Sebelum di terapkan, model biasanya diuji untuk menentukan tingkat akurasi, validitas dan realitas yang diharapkan.
4. Penerapan Model Setelah pengujian, analisis menerapkan model dalam tahap ini, data historis dimasukkan dalam model untuk menghasilkan suatu ramalan.
5. Revisi dan Evaluasi Ramalan-ramalan yang telah dibuat harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali. Perbaikan mungkin diperlukan karena adanya perubahan-perubahan dalam perusahaan atau lingkungannya.

### Seri Waktu (*Time Series*)

Metode perkiraan deret waktu dalam peramalannya menggunakan permintaan historis untuk membuat peramalan. Hal ini mengacu pada asumsi bahwa sejarah perkiraan sebelumnya adalah sebuah indikator yang baik dari perkiraan masa yang akan datang. Metode-metode ini paling sesuai ketika pola perkiraan dasar tidak memiliki variasi secara kuat dari tahun pertama ke tahun berikutnya [14]. Pengamatan deret waktu sering kali dipengaruhi oleh beberapa peristiwa yang tidak terduga [15]. Tidak semua metode mampu digunakan dalam semua situasi

khususnya yang berkaitan dengan data time series [16]. Jenis data time series dan metode *time series forecasting* yaitu data stasioner, data trend, data siklus, dan data musiman [17].

### Klasifikasi Metode Pemulusan

Metode pemulusan dikelompokkan menjadi dua kelompok yang berbeda. Kelompok pertama yang disebut metode perataan yaitu nilai-nilai observasi diberikan pembobotan yang sama. Kelompok metode yang kedua dikenal sebagai metode pemulusan eksponensial. Hal ini dikarenakan pada metode kedua dilakukan pembobotan dengan menggunakan bobot berbeda untuk data masa lalu, pembobotannya berciri menurun secara eksponensial dari titik data yang terakhir sampai dengan data pertama. Semua metode dalam kelompok kedua memerlukan adanya penentuan parameter tertentu. Beberapa metode yang termasuk dalam kelompok kedua ini adalah *Single Exponential Smoothing*, *Holt Exponential Smoothing*, dan *Holt Winter's Exponential Smoothing*. *Holt Winter's Exponential Smoothing* menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi dua yaitu *Holt Winter's Additive* dan *Holt Winter's Multiplicative* [18]

### Metode *Exponential Smoothing*

Metode *exponential smoothing* merupakan metode peramalan dengan menggunakan nilai sebagai konstanta *smoothing* (penghalus). Konstanta *smoothing* (penghalus) berkisar antara 0 sampai dengan 1 [19]. Metode *Exponential Smoothing* merupakan salah satu teknik peramalan yang populer digunakan dalam analisis *time series* karena kemudahan dan kepraktisan dalam prosedurnya [20]. metode *exponential smoothing* dapat dibagi menjadi beberapa macam, yakni metode *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) [21]. Algoritma ini sering digunakan karena dapat menghasilkan nilai *error* yang kecil [22].

### Metode *Winter's Exponential Smoothing*

Metode *Winter* merupakan satu-satunya pendekatan pemulusan yang banyak digunakan untuk deret data musiman. Sama halnya dengan *exponential smoothing* lainnya, dibutuhkan nilai awal komponen untuk memulai perhitungan pada *winter's exponential smoothing*[23]. Metode ini digunakan ketika data menunjukkan tren dan perilaku musiman [24]. Ada dua tipe dari metode *Holt-Winters*, yaitu aditif dan multiplikatif [22].

Model *Winter Exponential Smoothing Multiplicative* menggunakan tiga parameter untuk mencapai nilai peramalan yaitu  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\mu$ . Langkah untuk melakukan peramalan terdiri dari 3 bagian yaitu proses pemulusan ( $A_t$ ), proses estimasi trend ( $T_t$ ), dan proses estimasi musiman ( $Y_{t+p}$ ). Rumus yang digunakan untuk menghitung pemulusan adalah sebagai berikut [24]:

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$T_t = \beta (A_t + A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2)$$

$$S_t = \mu \frac{Y_t}{A} + (1 - \mu) S_{t-L} \quad (3)$$

Nilai  $A_1$  dapat diasumsikan sama dengan nilai data aktual yang pertama yaitu  $Y_1$ . Sedangkan nilai  $T_1$  dapat diasumsikan bernilai 0 (karena nilai trend yang diperoleh dari periode yang lalu tidak ada). Dan nilai estimasi musiman awal ( $S_1$ ) diasumsikan dengan nilai 1 (menghilangkan pengaruh musiman pada data aktual). Rumus untuk menentukan nilai ramalannya adalah sebagai berikut [24]:

$$\hat{Y}_{t-p} = (A_t + T_t p) S_{t-L+tp} \quad (4)$$

Dengan ketentuan:

$\mu$ = Parameter pemulusan untuk estimasi musiman ( $0 \leq \mu \leq 1$ )

$S_t$ = Estimasi musiman ke- t

L= Panjangnya musim

### Ketepatan Metode Peramalan

Secara umum tingkat kesalahan dalam hasil peramalan adalah hasil dari selisih perbedaan antara nilai data aktual dengan nilai hasil peramalan [23]. Pengukuran ketepatan suatu metode peramalan yaitu dengan perhitungan kesalahan peramalan. Perhitungan kesalahan peramalan digunakan pada dua jenis keputusan. Keputusan pertama adalah untuk membandingkan akurasi metode peramalan. Metode yang dapat digunakan antara lain yaitu *mean absolute deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE). Keputusan kedua adalah untuk mengevaluasi dan mengukur realibilitas suatu metode peramalan. Metode yang dapat digunakan adalah *tracking signal* [25].

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \tag{5}$$

Dimana:

At = Permintaan Aktual pada periode-t

Ft = Peramalan Permintaan pada periode-t

n = Jumlah Periode Permintaan yang terlibat

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \tag{6}$$

Dimana:

At = Permintaan Aktual pada Periode-t

Ft = Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode-t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

$$MAPE = \left( \frac{100}{n} \right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \tag{7}$$

Dimana :

At = Permintaan aktual pada periode-t

Ft = Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode-t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Hasil peramalan dikatakan baik jika nilai MAPE yang diperoleh semakin kecil. Adapun kriteria dari nilai MAPE adalah sebagai berikut[26]:

**Tabel 1.** Kriteria nilai MAPE

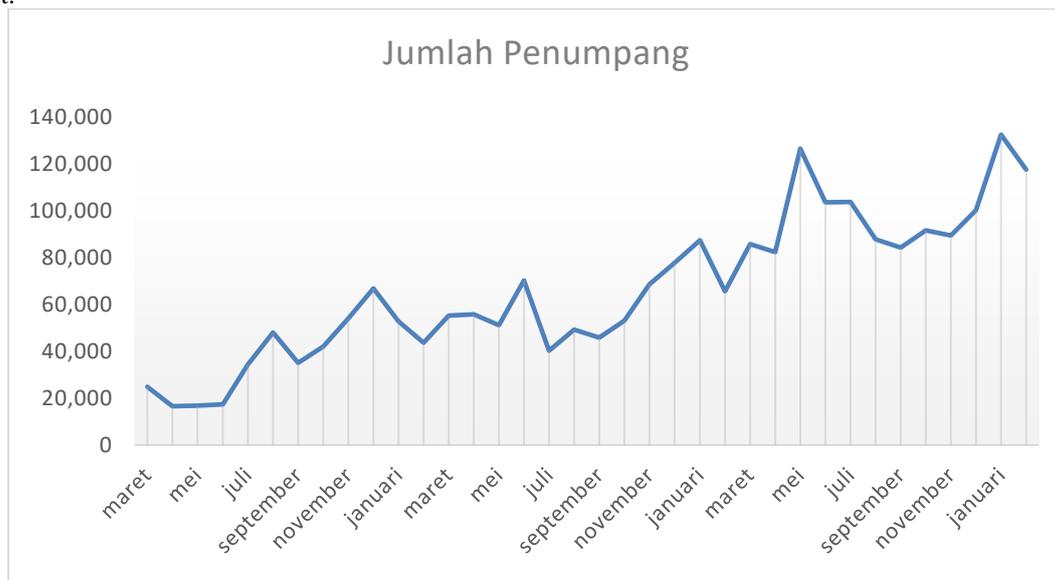
Nilai MAPE	Kriteria
$X < 10\%$	Kemampuan peramalan sangat baik
$10\% \leq x < 20\%$	Kemampuan peramalan baik
$20\% \leq x < 50\%$	Kemampuan peramalan cukup baik
$X \geq 50\%$	Kemampuan peramalan buruk

Pada tabel menunjukkan bahwa kriteria dari nilai *MAPE* ada 4 bagian yaitu kemampuan peramalan sangat baik (akurat), kemampuan peramalan baik, kemampuan peramalan cukup baik dan kemampuan peramalan buruk (tidak akurat) [24].

## Hasil Dan Pembahasan

### Plot Grafik Data Jumlah Penumpang

Plot grafik data jumlah penumpang bulan Maret 2020 sampai dengan Februari 2023 adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.** grafik data jumlah penumpang

Dimana dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pola data yang terbentuk merupakan pola data trend Dimana grafik terus meningkat dan dipengaruhi pola musiman dimana pada setiap pertengahan tahun dan akhir tahun jumlah penumpang meningkat tiap tahunnya.

**Metode Winter's Exponential Smoothing**

Data yang telah dikumpulkan sebelumnya akan dilakukan pengolahan data. Perhitungan metode *Winter's Exponential Smoothing* dimulai dari penentuan nilai parameter alpha ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ), dan gamma ( $\gamma$ ) didapatkan dari nilai MAPE paling kecil dengan *trial and error* yang mana nilai  $1 < \alpha, \beta, \gamma \geq 0$ .

**Metode Winter's Exponential Smoothing dengan  $\alpha, \beta, \gamma$  (0,1 - 0,9)**

Adapun perhitungan manual dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perhitungan manual
  - a. Perhitungan dengan  $\alpha=0,1, \beta=0,1, \gamma=0,1$ 

$$A_t = 0,1 \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (0,9) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0,1 (A_t + A_{t-1}) + (0,9) T_{t-1}$$

$$S_t = 0,1 \frac{Y_t}{A} + (1-\mu) S_{t-L}$$

$$\hat{Y}_{t-p} = (A_t + T_{t-p}) S_{t-L+p}$$
  - b. Menghitung nilai akurasi dengan  $\alpha=0,1, \beta=0,1, \gamma=0,1$ 
    - 1) MAD  $= \frac{\sum |Error|}{n}$   
 $= \frac{1069767}{24}$   
 $= 44573,64$
    - 2) MSE  $= \frac{\sum |Error|^2}{n}$   
 $= \frac{62787033418}{24}$   
 $= 2616126392$
    - 3) MAPE  $= \frac{\sum |Pct Error|}{n}$   
 $= \frac{1390\%}{24}$   
 $= 57,92\%$

Setelah dilakukan perhitungan  $\alpha, \beta, \gamma$  (0,1 - 0,9), nilai MAPE yang paling kecil adalah dengan nilai  $\alpha=0,9, \beta=0,1, \gamma=0,9$  dengan hasil perhitungan 39,63%.

Nilai MAPE terbesar pada Metode *Winter Exponential Smoothing* dengan  $\alpha=0,9, \beta=0,1, \gamma=0,9$  yang menjadi sorotan terdapat pada bulan Juli 2021 dan bulan agustus 2022, pada bulan juli 2021 pihak pemerintah menerapkan PPKM level 4 sehingga mengalami penurunan yang drastis pada jumlah keberangkatan pesawat, sedangkan pada Agustus 2022 pemerintah menerapkan peraturan bagi PPDN (Pelaku Perjalanan Dalam Negeri) yang berusia 18 tahun ke atas wajib mendapatkan vaksin ketiga atau PPDN yang telah mendapatkan vaksin dosis pertama dan kedua wajib menunjukkan hasil negatif tes RT-PCR yang sampelnya diambil dalam kurun waktu 3x24 jam sehingga PPDN memilih perjalan melalui jalur darat yang tingkat keketatan lebih rendah dibandingkan jalur udara. Selanjutnya menghitung nilai *forecast* menggunakan nilai  $\alpha=0,9, \beta=0,1, \gamma=0,9$ .

**Metode Winter's Exponential Smoothing dengan  $\alpha=0,9, \beta=0,1, \gamma=0,9$**

Adapun perhitungan peramalan yang dilakukan didapatkan hasil dalam tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Rekapitulasi Metode Winter's Exponential Smoothing dengan  $\alpha=0,9, \beta=0,1, \gamma=0,9$

Bulan	Berangkat	Level	Trend	Seasonal	Forecast	Error	Absolout Error( Error )	Error /2	% Error
Maret	24.952			0,66					
April	16.591			0,44					
Mei	16.864			0,45					
Juni	17.320			0,46					
Juli	34.396			0,91					
Agustus	48.031			1,27					
September	35.063			0,93					

**Tabel 3.** Rekapitulasi Metode Winter’s Exponential Smoothing dengan  $\alpha = 0,9$  ,  $\beta = 0,1$  ,  $\gamma=0,9$  (Lanjutan)

Bulan	Berangkat	Level	Trend	Seasional	Forecast	Error	Absolout Error( Error )	Error  <sup>2</sup>	% Error
Oktober	42.106			1,12					
November	54.082			1,43					
Desember	66.916			1,77					
Januari	52.895			1,40					
Februari	43.647	37.739	1445,95	1,16					
Maret	55.366	79282,79	5455,77	0,69	25908,03427	29.458	29458	867771745	53%
April	55.851	122810,8	9262,998	0,45	37253,58687	18.597	18597	345863775	33%
Mei	51.243	116412,7	7696,889	0,44	59018,96571	-7.776	7776	60465643	15%
Juni	70.372	150411,3	10327,06	0,47	56959,68799	13.412	13412	179890113	19%
Juli	40.326	55894,21	-157,354	0,74	146501,4197	-106.175	106175	11273219750	263%
Agustus	49.338	40462,64	-1684,77	1,22	70937,9234	-21.600	21600	466556691	44%
September	45.865	48306,16	-731,945	0,95	36028,60329	9.836	9836	96754700	21%
Oktober	53.170	47646,9	-724,677	1,12	53079,89286	90	90	8119	0%
November	68.634	47795,93	-637,306	1,44	67242,79263	1.391	1391	1935458	2%
Desember	77.792	44200,95	-933,074	1,76	83619,11022	-5.827	5827	33955213	7%
Januari	87.488	60504,23	790,5617	1,44	60644,94024	26.843	26843	720549857	31%
Februari	65.635	57204,58	381,54	1,15	70891,2089	-5.256	5256	27627732	8%
Maret	85.859	117003,7	6323,302	0,73	40000,47307	45.859	45859	2103004493	53%
April	82.514	176174,3	11608,03	0,47	55899,02583	26.615	26615	708356850	32%
Mei	126.669	277373,2	20567,12	0,46	82784,21077	43.885	43885	1925874726	35%
Juni	103.742	229737	13746,79	0,45	139129,8347	-35.388	35388	1252298844	34%
Juli	103.939	150681,1	4466,519	0,69	180291,4556	-76.352	76352	5829697481	73%
Agustus	87.880	80096,26	-3038,62	1,11	190007,0274	-102.127	102127	10429929730	116%
September	84.381	87862,63	-1958,12	0,96	73006,60885	11.374	11374	129376774	13%
Oktober	91.692	82542,35	-2294,34	1,11	95860,69772	-4.169	4169	17378041	5%
November	89.493	64125,89	-3906,55	1,40	115211,1692	-25.718	25718	661424225	29%

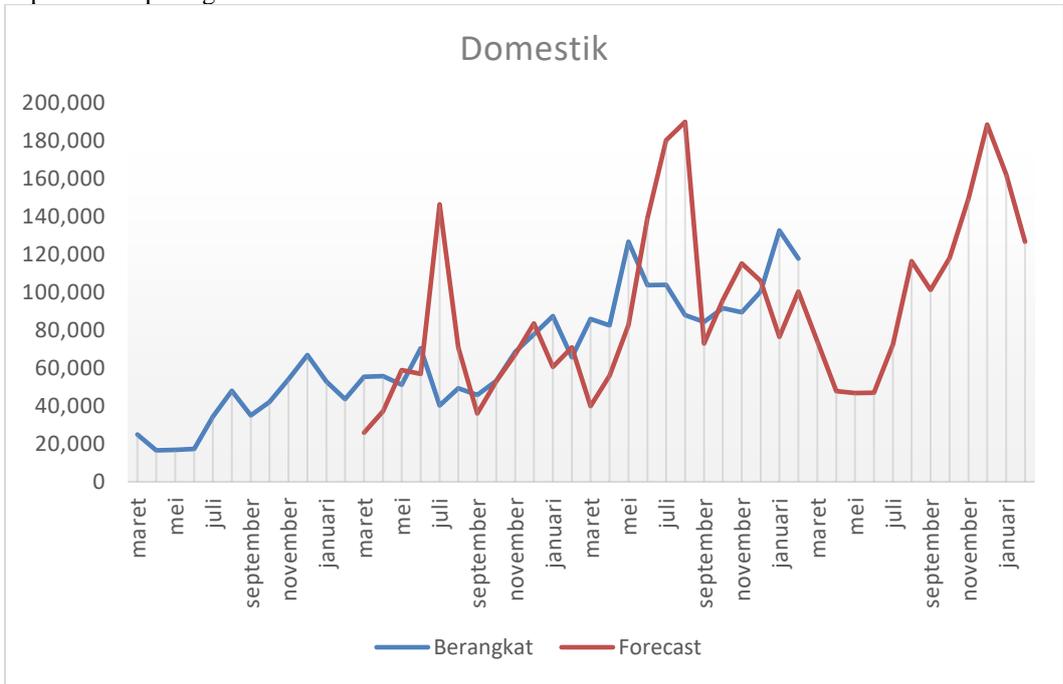
Desember	100.395	57322,96	-4196,19	1,75	106063,1486	-5.668	5668	32127908	6%
Januari	132.650	88130,07	-695,858	1,50	76584,62817	56.065	56065	3143325918	42%
Februari	117.726	101013,8	662,1054	1,16	100400,0179	17.326	17326	300189657	15%

Sehingga didapatkan nilai *forecast* dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* untuk periode 1-12 dapat dilihat pada tabel:

**Tabel 4.** Hasil Forecasting

Periode	Tahun	Bulan	Forecast
1	2023	Maret	74.213 Orang
2		April	47.778 Orang
3		Mei	46.875 Orang
4		Juni	46.971 Orang
5		Juli	72.491 Orang
6		Agustus	116.528 Orang
7		September	101.326 Orang
8		Oktober	118.149 Orang
9		November	149.719 Orang
10		Desember	188.618 Orang
11	2024	Januari	162.316 Orang
12		Februari	126.799 Orang

Berikut ini menunjukkan hasil peramalan jumlah penumpang domestik pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II dapat dilihat pada gambar:



**Gambar 2.** hasil peramalan jumlah penumpang domestik

Pada perhitungan nilai *forecast* tertinggi dengan metode *Winter Exponential Smoothing* dengan  $\alpha = 0,9$ ,  $\beta = 0,1$ ,  $\gamma=0,9$  untuk 12 bulan kedepan terdapat pada bulan Desember dan Januari yang disebabkan faktor libur berdasarkan pada musim sebelumnya yang mengalami kenaikan jumlah keberangkatan pesawat yang disebabkan oleh faktor libur pula.

Dari hasil peramalan yang telah dilakukan dapat digunakan perusahaan untuk keputusan strategis dalam manajemen perusahaan yaitu untuk pengoptimalan utilitas bandar udara menyangkut tata letak fasilitas berupa perluasan ruang tunggu

penumpang, perluasan tempat parkir bandara, serta perluasan terminal bandara, kapasitas pelayanan jasa berupa kuota jumlah maskapai yang pada saat ini berjumlah 5 maskapai domestik maka dengan hasil peramalan yang telah dilakukan dapat diusulkan penambahan maskapai untuk penumpang domestik.

### Simpulan

Pada peramalan dengan metode *winter exponential smoothing*, didapatkan perhitungan dengan nilai akurasi terbaik yaitu  $\alpha = 0,9$ ,  $\beta = 0,1$ ,  $\gamma = 0,9$ . Dengan hasil perhitungan nilai MAD sebesar 29033,73. Kemudian nilai hasil perhitungan MSE sebesar 1691982644 dan nilai hasil perhitungan MAPE sebesar 36,63%

Dari perhitungan peramalan dengan metode *winter exponential smoothing* yang memiliki nilai MAPE terkecil yaitu dengan  $\alpha = 0,9$ ,  $\beta = 0,1$ ,  $\gamma = 0,9$ , Sehingga nilai *forecast* yang didapatkan untuk periode 1-12 dapat dilihat pada tabel 3.

### Daftar Pustaka

- [1] Kifni Yudianto. (2019). Penerapan Total Quality Management (TQM) terhadap kualitas Pelayanan Penumpang. Jurnal Manajemen Dirgantara. Vol 12(2). 95-98
- [2] Zulfauzi,R & Setyawan,Y. (2022). Peramalan Menggunakan Metode *Double Exponensial Smoothing* Dan *Fuzzy Time Series Cheng* (Study Kasus: Jumlah Penumpang Angkutan Udara Domestik Kota Kendari). Jurnal Statistika Industri dan Komputasi. Vol 7 No 1:34-45
- [3] Febriyanti & Azizah., (2022). Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa. Jurnal Statistik. Vol. 2 No. 2 , Hal: 152-158
- [4] Rumayar,dkk., (2020). Analisis Kapasitas Dan Optimalisasi Apron Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik. Vol 8 No 2.
- [5] Malik.A & Ardan.M. (2019). Analisis Runway di bandara Senubung Gayo Lues Aceh. JCEBT. Vol 3 No 1: 11-18
- [6] Yuniar,Dkk., (2021). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandar Udara Internasional Juanda Menggunakan Metode *Exponential Smoothing Event-Based*. Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan. Vol 15 No 4: 709-718
- [7] Hermawan.F., Stephani.D., & Hapsari.Y., (2021). Analisa peramalan penjualan produk retailer pada pt.abc menggunakan laporan penjualan 2018 dan 2019. Jurnal Manajemen. Vol 13 No 1
- [8] Yuniarti Rizki., (2020). Analisa Metode Single Exponential Smoothing Sebagai Peramalan Penjualan Terhadap Penyalur Makanan (Studi Kasus : Lokatara Dimsum). Jurnal Manajemen dan Bisnis aliamsi. 29-33
- [9] Surya Alamsyah Putra. (2019). Analisa Peramalan Penjualan Dan Promosi Penjualan Terhadap Peningkatan Volume Penjualan Pada Pt. Cakra Anugerah Arta Alumindo Medan. Jurnal Manajemen dan Akuntansi. Vol 1 No 3
- [10] Anggoro, K., Dkk. (2020). Analisa Kebutuhan Produk General Lighting Di Pt X (Distributor Lampu Led) Dengan Metode Peramalan. Industri Inovatif Jurnal Teknik Industri. Vol 10 No 2: 98-104
- [12] Sofiana,Dkk., (2020). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Internasional Ahmad Yani Dengan Metode Holt Winter's Exponential Smoothing Dan Metode Exponential Smoothing Event Based. Jurnal Gaussian. Vol 9 (4), 535-545)
- [12] Syuhada,G.,& Setyawan H. (2023). Analisis Komparasi Metode Prophet Dan Metode Exponential Smoothing Dalam Peramalan Jumlah Pengangguran Di Jawa Barat: Systematic Literature Review. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika. Vol 7 No 2: 1369-1377
- [13] Girsang,A.,dkk. (2021). Analisa Metode Peramalan dan Perancangan Program Perencanaan Produksi Berbasis VBA Macro Excel pada PT. MC. Jurnal Instrumensi dan Teknologi Informasi. Vol 3 No 1
- [14] Andriani,N.,dkk. (2021). Aplikasi Double Exponential Smoothing Holt dan Triple Exponential Smoothing Holt-Winter dengan Optimasi Golden Section untuk Meramalkan Nilai Ekspor Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi. Vol 18 No 3: 475-483
- [15] Vimala,J & Nugroho.A. (2022). Forecasting Penjualan Obat Menggunakan Metode Single, Double, Dantriple Exponential Smoothing ( Studi Kasus : Apotek Mandiri Medika). Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Vol 1 No 2: 90--99
- [16] Asynari,E, Wahyudi.D & Aeni.Q. (2020). Analisis Peramalan Permintaan Pada Geprek Benua Menggunakan Metode Time Series. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi. Vol. 6 No. 3: 215 – 220
- [17] Waldira.A., Abdul.H & Ispriyanti.D. (2020). Prediksi Jumlah Keberangkatan Penumpang Pesawat Terbang Menggunakan Model Variasi Kalender Dan Deteksi Outlier (Studi Kasus Di Bandara Soekarno-Hatta). Jurnal Gaussian. Vol. 9 No. 3: 336-345

- [18] Syaharuddin,dkk. (2020). Implementasi metode winter untuk forecasting pertumbuhan jumlah penduduk: studi kasus wilayah provinsi NTB . Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan Matematika. Vol. 3 No. 1: 51-61
- [19] Masyofa,L,dkk. (2023). Implementasi forecasting pada penjualan inaura hair care dengan metode single exponential smoothing. Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi. Vol. 1 No. 2: 82-91
- [20] Tampi,A, Matuankotta, & Frediksz,G. (2023). Ramalan Produksi Kursi Sofa Pada Mebel Erlan Hative Besar Di Kota Ambon. Jurnal Administrasi Terapan. Vol 2(1), 68-76
- [21] Aryati, A., Dkk. (2020). Peramalan Dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara Yang Berkunjung Ke Indonesia). Jurnal EKSPONENSIAL. Vol 11(1), 99-106
- [22] Pongdatu, Dkk. (2020). Peramalan Transaksi Penjualan Dengan Metode *Holt-Winter's Exponential Smoothing*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan. Vol 6(3), 228-233
- [23] Anandianto.D., Wasino, & Sutrisno.T. (2023). Visualisasi dan Prediksi Kedatangan Penumpang Nurah Rai Menggunakan Metode Holt-Winters. Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi. Vol 11(1), 1-7
- [24] Ginantra,N & Anandhita,I. (2019). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penjualan Barang. Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI). Vol 3(2), 433-441
- [25] Pahala, F. (2019). Prediksi Lalu-lintas Penumpang Bandar Udara Soekarno-hatta Dengan Teknik Time-series Trend Forecasting. *Jurnal Penelitian*, 4(3), 1–10.
- [26] Harini, D & Wahyuniar,L. (2021). Estimasi Jumlah Murid Baru Menggunakan Metode *Forecasting*.*Journal of Instructional Mathematics*.Vol 2(2), 64-70