

Forecasting the Number of Foreign Tourist Visits to Indonesia Used Intervention Analysis with Step Function

Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Indonesia Menggunakan Analisis Intervensi Fungsi *Step*

Adelia Ramadhani¹, Sri Wahyuningsih², Meiliyani Siringoringo³

^{1,2,3}*Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*
Email Address: ramadhaniadelia24@gmail.com¹, swahyuningsih@fmipa.unmul.ac.id², meilianisiringoringo@fmipa.unmul.ac.id³

Abstract

Intervention analysis is a method for processing time series data that can be used to explain the effect of an intervention that is influenced by external and internal factors. One application of this method is the data on the number of foreign tourist visits. Since the emergence of COVID-19 in Indonesia, especially in March 2020, Indonesia has begun to implement a lockdown policy and restrict foreign tourists from entering Indonesia. Lockdown policy caused the number of foreign tourist arrivals to decreased drastically. The purpose of this study was obtained a model and forecast results for the number of foreign tourist arrivals for the period November 2021 to November 2022 used a step function intervention analysis. The results of the analysis was shown that the ARIMA intervention model (0,1,1) with a step function with an intervention orde of $b=0$, $s=0$, and $r=0$ was the best model. The results of forecasting the number of foreign tourist visits to Indonesia will increase slowly from November 2021 to November 2022 with a MAPE value 9.91%.

Keywords: ARIMA, Foreign Tourists, Intervention Analysis, Step Function

Abstrak

Analisis intervensi merupakan metode analisis data runtun waktu yang dapat digunakan untuk menjelaskan efek dari suatu intervensi akibat faktor eksternal maupun internal. Salah satu penerapan metode ini adalah pada data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara. Semenjak munculnya COVID-19 di Indonesia pada bulan Maret 2020, Indonesia mulai menerapkan kebijakan *lockdown* dan membatasi wisatawan mancanegara untuk masuk ke Indonesia. Hal ini menyebabkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara menurun drastis. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh model dan hasil ramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara periode November 2021 sampai November 2022 menggunakan analisis intervensi fungsi *step*. Hasil analisis menunjukkan bahwa model intervensi ARIMA (0,1,1) dengan fungsi *step* yang mempunyai orde intervensi $b=0$, $s=0$, dan $r=0$ merupakan model terbaik. Hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia akan mengalami peningkatan secara perlahan dari November 2021 sampai November 2022 dengan nilai MAPE sebesar 9,91%.



JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

Kata Kunci: Analisis Intervensi, ARIMA, Fungsi *Step*, Wisatawan Mancanegara

1. PENDAHULUAN

Sektor pariwisata merupakan salah satu sektor yang menjadi prioritas dalam pembangunan perekonomian Indonesia [2]. Namun, semenjak munculnya virus COVID-19 di dunia khususnya Indonesia, jumlah kunjungan wisatawan mancanegara pada tahun 2020 menurun hingga hampir 75% dari tahun 2019. Hal ini membuat sejumlah negara termasuk Indonesia mengeluarkan beberapa kebijakan pembatasan perlintasan bagi orang asing untuk masuk ke Indonesia. Puncaknya adalah pada saat munculnya kasus COVID-19 di Indonesia pada Maret 2020 yang menyebabkan Indonesia harus menerapkan *lockdown* dan beberapa tempat wisata di Indonesia harus dibatasi dalam upaya menekan penyebaran virus COVID-19. Maka dari itu, diperlukan adanya peramalan dalam jangka tertentu untuk melakukan rencana serta evaluasi pada sektor pariwisata. Salah satu metode statistika yang tepat dengan pola runtun waktu yang sesuai adalah analisis intervensi dengan fungsi *step*.

Analisis runtun waktu merupakan salah satu analisis statistika yang digunakan untuk menentukan pola data di masa lalu yang kemudian akan digunakan untuk melakukan peramalan. Peramalan merupakan suatu kejadian memprediksi sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang.

Model umum yang sering digunakan dalam pemodelan runtun waktu adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang dikembangkan oleh Box, Jenkins, dan Reissel pada tahun 1970. Model ARIMA dapat dipergunakan untuk meramalkan data historis dengan sangat akurat untuk peramalan dalam jangka pendek [10].

Pendekatan menggunakan model ARIMA cukup efisien dalam peramalan runtun waktu. Namun, pendekatan semacam ini masih menunjukkan kekurangan apabila terjadi gangguan (*noise*) atau terdapat data yang berfluktuasi secara ekstrim karena dapat mengindikasikan adanya suatu intervensi maupun *outlier* [11].

Analisis intervensi merupakan metode untuk mengolah data runtun waktu yang dapat digunakan untuk menjelaskan efek dari suatu intervensi yang dipengaruhi oleh faktor eksternal maupun internal. Secara umum, terdapat dua macam analisis intervensi, yaitu analisis intervensi fungsi *step* dan analisis intervensi fungsi *pulse*. Analisis intervensi fungsi *step* digunakan pada intervensi yang bersifat jangka panjang seperti kebijakan pemerintah, kebijakan perusahaan, pergantian presiden, dan *travel warning*. Analisis intervensi fungsi *pulse* digunakan pada intervensi yang bersifat sementara seperti, bencana alam, bom, perang, promo potongan harga, dan demonstrasi [12].

Terdapat penelitian sebelumnya yang juga melakukan penelitian menggunakan analisis intervensi fungsi *step* yaitu melakukan penelitian untuk meramalkan kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL) terhadap besarnya pemakaian listrik menggunakan analisis intervensi fungsi *step* dan didapatkan hasil model intervensi yang didapatkan menunjukkan besarnya pemakaian bulan Mei 2014 sampai April 2015 mengalami penurunan ketika dampak intervensi terjadi pada waktu intervensi [3].

Penelitian sebelumnya terkait peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara akibat COVID-19 juga dilakukan di hongkong untuk mengevaluasi dampak ekonomi dari COVID-19 terhadap industri pariwisata di hongkong [5]. Selain itu, dengan menggunakan metode dekomposisi dan rekonstruksi model juga dilakukan oleh peneliti terdahulu untuk meramalkan wisatawan mancanegara [6]. Terdapat peneliti terdahulu yang juga melakukan peramalan wisatawan mancanegara dalam rangka pemulihan pariwisata di tengah Covid-19 [13].

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk memperoleh model intervensi fungsi *step* yang terbaik untuk data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Januari 2014-Oktober 2021 dan memperoleh hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia menggunakan

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

model intervensi fungsi *step* yang terbaik periode November 2021- November 2022.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara bulanan ke Indonesia periode Januari 2014 sampai Oktober 2021 yang diperoleh dari *website* resmi BPS Indonesia, <https://www.bps.go.id/>.

2.2 Periodogram

Periodogram dapat diartikan sebagai fungsi spektrum kuasa atas frekuensinya. Sedangkan untuk memperoleh perioditas data dilakukan terhadap frekuensi yang berpasangan dengan titik-titik puncak garis spektrumnya [4].

Langkah-langkah dalam analisis periodogram dapat diuraikan sebagai berikut[12]:

1. Mencari nilai frekuensi ke- x (β_x) dan koefisien *Fourier* a_x dan b_x
2. Mencari nilai periodogram dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$I(\beta_x) = \frac{n(a_x^2 + b_x^2)}{2} \quad (2.1)$$

3. Menentukan periode musiman dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$W^* = \frac{2\pi}{\beta_x} \quad (2.2)$$

2.3 Model Runtun Waktu Box-Jenkins

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) sering juga disebut sebagai metode runtun waktu Box-Jenkins. Ketepatan ARIMA sangat baik untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Hasil peramalan yang cukup panjang dengan model ARIMA biasanya cenderung *flat* (mendatar atau konstan) [12].

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) pertama kali diperkenalkan oleh Box dan Jenkins (1970). Model ini biasanya dapat diterapkan dengan baik untuk runtun waktu yang mempunyai rata-rata dan variansi yang tidak konstan. Sifat ini disebut dengan proses yang tidak stasioner. Proses *random* stasioner tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh model AR atau MA saja, karena itu gabungan kedua model yaitu model ARIMA lebih efektif dalam menjelaskan proses tersebut.

Model umum untuk ARIMA (p,d,q) adalah

$$Z_t = \frac{(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)}{(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d} e_t \quad (2.3)$$

Adapun langkah-langkah dari peramalan dengan model ARIMA adalah sebagai berikut.

1. Pemeriksaan Stasioneritas Data

Pemeriksaan stasioneritas data dilakukan terhadap variansi dan rata-rata. Apabila kondisi stasioner dalam *variansi* tidak terpenuhi maka digunakan transformasi pangkat (*power transformation*). Pemeriksaan stasioneritas data dalam rata-rata dimulai dengan melihat statistika deskriptif dari data yaitu grafik runtun waktu dan grafik FOK. Apabila masih ada keraguan dengan statistika deskriptif, pemeriksaan stasioneritas data dapat dilakukan dengan menggunakan uji statistik yaitu uji ADF. Data yang tidak stasioner dalam rata-rata perlu dilakukan *differencing*.

2. Pembentukan FOK dan FOKP

Apabila kondisi stasioner baik dalam rata-rata maupun dalam variansi sudah terpenuhi, tahapan selanjutnya adalah membuat grafik fungsi otokorelasi atau Fungsi Otokorelasi (FOK), di mana grafik FOK juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kestasioneran data. Tahapan selanjutnya

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

dalam tahap identifikasi adalah grafik fungsi otokorelasi parsial (FOKP). Tujuan perhitungan FOKP adalah membantu menetapkan model ARIMA yang paling tepat untuk peramalan. Melalui perhitungan FOK dan FOKP maka dapat ditentukan model AR atau model MA orde ke berapa data yang sedang dianalisis [1].

3. Pembentukan Model Sementara
Pembentukan Model Sementara dilakukan dengan melihat grafik FOK dan FOKP.
4. Penaksiran Parameter Model *Autoregressive Integrated Moving Average*
Penaksiran parameter model ARIMA pada penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *maximum likelihood*. Metode *maximum likelihood* telah banyak digunakan untuk mengpenaksiran parameter. Untuk dapat menerapkan teknik penaksiran *maximum likelihood*, maka akan dibuat asumsi tentang bentuk fungsi probabilitas dari data yang teramati, dengan demikian untuk memaksimumkan *likelihood* hanya perlu meminimumkan fungsi jumlah kuadrat untuk seluruh nilai parameter-parameter itu. [12].
5. Pengujian Signifikansi Parameter
Model ARIMA yang baik dalam menggambarkan suatu kejadian adalah model yang salah satunya menunjukkan bahwa penaksiran parameternya signifikan berbeda dengan nol [1].
Misalkan τ adalah suatu parameter model ARIMA atau SARIMA $\hat{\tau}$ adalah nilai penaksiran dari parameter tersebut, serta $SE(\hat{\tau})$ adalah *standar error* dari nilai penaksiran τ , statistik uji dari uji signifikansi parameter adalah sebagai berikut [9].

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\tau}}{SE(\hat{\tau})} \quad (2.4)$$

Dengan kriteria penolakan yaitu H_0 ditolak jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, ab}$ atau $p - value < \alpha$ dengan kesimpulan parameter cukup signifikan.

6. Pemeriksaan Diagnostik Model
Pemeriksaan diagnostik model terbagi menjadi dua, antara lain pengujian residual berdistribusi normal dan pengujian independensi residual.
 - a. Uji Residual Berdistribusi Normal
Uji asumsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah data residual telah memenuhi asumsi kenormalan atau belum. Salah satu uji kenormalan adalah dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*[1].
 - b. Uji Independensi Residual
Pengujian terhadap residual dapat dilakukan secara individu ataupun bersama-sama. Pengujian secara bersama dapat menggunakan uji *Ljung-Box* [9].

2.4 Ukuran Akurasi Peramalan

Pada model data runtun waktu, ada kemungkinan terdapat beberapa model yang sesuai yaitu semua parameter signifikan dan residual memenuhi asumsi *white noise*. Penentuan model terbaik dari beberapa model yang telah memenuhi syarat tersebut, dibutuhkan kriteria terbaik dan akurat. Ukuran akurasi peramalan yang akan digunakan untuk pemilihan model ARIMA yang terbaik pada penelitian ini adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) [1].

Adapun rumus MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{Z_t} \times 100\% = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t|}{Z_t} \times 100\% \quad (2.5)$$

dimana nilai f_t merupakan nilai prediksi peramalan. Semakin kecil nilai MAPE, semakin

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

mendekati nilai sebenarnya dengan nilai taksiran atau metode yang dipilih merupakan metode terbaik [7].

2.5 Model Intervensi

Suatu data runtun waktu dapat dipengaruhi oleh kejadian luar yang dapat menyebabkan perubahan pola data runtun waktu. Kejadian luar yang disebut intervensi misalnya bencana alam, kebijakan pemerintah, promosi, perang, hari libur, dan sebagainya. Guna memodelkan data runtun waktu dan mendeskripsikan pola respon dari intervensi yang ada, diperlukan suatu metode. Metode yang dapat digunakan adalah analisis intervensi. Analisis intervensi ini merupakan hasil pengembangan model ARIMA [3].

Bentuk umum dari model intervensi adalah sebagai berikut [10].

$$Z_t = f(\beta, I_t) + Y_t, \quad (2.6)$$

Respon dari suatu intervensi secara umum ditulis sebagai berikut:

$$Z_t^Y = f(\beta, I_t) = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} B^b I_t, \quad (2.7)$$

Terdapat dua macam variabel intervensi, yaitu fungsi *step* dan fungsi *pulse*. Fungsi *step* adalah suatu bentuk intervensi yang terjadi dalam kurun waktu yang panjang [9]. Jika kejadian intervensi adalah fungsi *step*, maka dampak intervensi akan menyebabkan perubahan yang permanen (berlangsung lama) pada data pengamatan [8]. Intervensi fungsi *step* ($S_t^{(T)}$) dapat dituliskan sebagai berikut [9].

$$I_t^{(T)} = S_t^{(T)} = \begin{cases} 0, & t < T \\ 1, & t \geq T \end{cases}, \quad (2.8)$$

dengan T adalah waktu mulainya terjadi intervensi.

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dengan menggunakan analisis intervensi adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pembagian data berdasarkan waktu terjadinya intervensi, yaitu sebagai berikut:
 - a. Kelompok 1, yaitu data sebelum terjadinya intervensi.
 - b. Kelompok 2, yaitu data setelah terjadinya intervensi hingga data terakhir
2. Melakukan pembentukan model sebelum intervensi
 Adapun tahapan yang dilakukan untuk menentukan model sebelum intervensi adalah menggunakan tahapan pembentukan model ARIMA yang telah dijelaskan sebelumnya.
3. Melakukan pembentukan model intervensi
 Adapun tahapan yang dilakukan untuk menentukan model setelah intervensi adalah sebagai berikut.
 - a. Melakukan perhitungan residual
 Pada tahap ini, dilakukan perhitungan residual yang merupakan selisih antara data asli setelah intervensi dengan hasil peramalan menggunakan model yang sesuai sebelum intervensi.
 - b. Membuat grafik residual
 Pada tahap ini, dilakukan pembuatan grafik dari nilai residual untuk menentukan orde model intervensi.
 - c. Mengidentifikasi orde intervensi
 Identifikasi orde intervensi yaitu b , s , dan r dilakukan dengan melihat pola grafik dari nilai residual yang telah didapatkan sebelumnya
 - d. Mengidentifikasi model setelah intervensi
 Identifikasi model setelah intervensi ditentukan menggunakan orde intervensi yang telah didapatkan sebelumnya.
 - e. Melakukan penaksiran parameter model intervensi
 Penaksiran parameter model setelah intervensi dilakukan menggunakan metode *conditional maximum likelihood estimation*

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

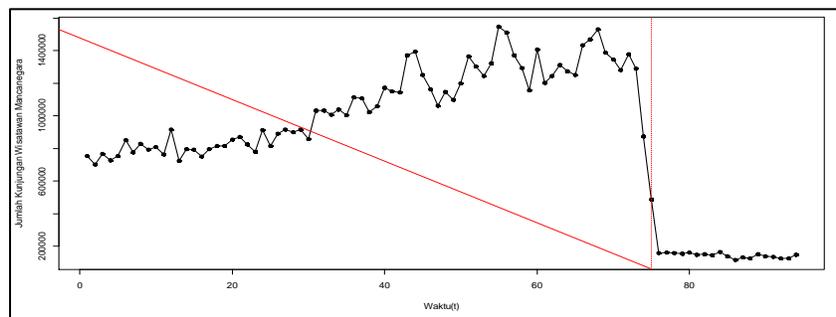
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

- f. Melakukan pengujian signifikansi parameter intervensi
Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui apakah model yang didapatkan telah signifikan atau tidak.
- g. Melakukan pengujian kesesuaian model intervensi
Pengujian kesesuaian model terbagi atas dua yaitu uji residual berdistribusi normal dan uji independensi residual. Adapun pengujian residual berdistribusi normal dan pengujian independensi residual.
- h. Melakukan peramalan menggunakan model yang sesuai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Langkah pertama dalam hasil dan pembahasan adalah melakukan analisis statistika deskriptif pada data yaitu dengan melihat pola data. Untuk melihat pola data dari jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia, dibuat grafik runtun waktu yang ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik runtun waktu jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Januari 2014 sampai Oktober 2021

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia mulai Januari 2014 sampai Januari 2020 mengalami fluktuasi meskipun cenderung naik. Mulai Februari 2020 terdapat penurunan drastis dan terus menurun sampai Maret 2020 ($T=75$). Sedangkan, setelah Maret 2020, pola data runtun waktu jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia mendekati stasioner di sekitar nilai 150.000 jiwa. Hal ini disebabkan pada periode Maret 2020, wabah COVID-19 mulai masuk ke Indonesia yang menyebabkan beberapa pintu masuk serta tempat wisata di Indonesia dibatasi untuk mencegah penyebaran wabah COVID-19. Hal ini menyebabkan grafik runtun waktu mengalami pola yang tidak stasioner karena pola data tidak berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata.

3.2 Periodogram

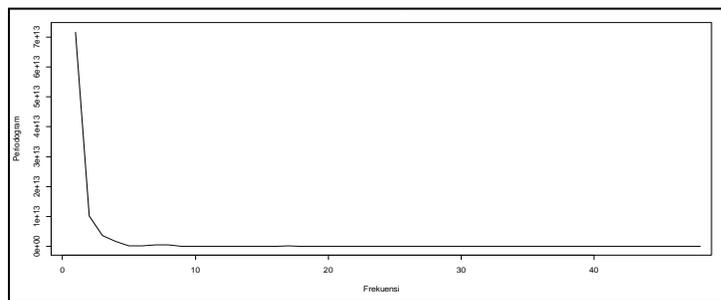
JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

Periodogram digunakan untuk mengetahui pola atau unsur musiman pada data pengamatan. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa frekuensi ke-0 menunjukkan nilai periodogram tertinggi yaitu $I(\beta_0) = 7,1577 \times 10^{13}$ dengan frekuensi *Fourier* $\beta_0 = 0,0000$, sehingga diperoleh periode musiman sebagai berikut:

$$W^* = \frac{2\pi}{\beta_0} = \frac{2 \times \left(\frac{22}{7}\right)}{0,000} = \infty$$

Berdasarkan nilai w^* diperoleh bahwa periode musiman tidak terdefinisi, sehingga data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara tidak mengandung pola musiman. Hal ini juga dibuktikan dari grafik periodogram menggunakan *software R* yang ditampilkan pada Gambar 3.2.

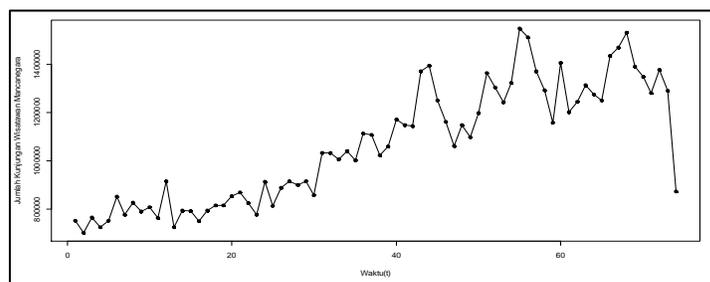


Gambar 3.2 Grafik periodogram data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Januari 2014 sampai Oktober 2021

Pada Gambar 3.2, dapat dilihat bahwa pada grafik periodogram titik puncak berada pada frekuensi ke-0 atau awal periode, hal ini menyebabkan nilai periode dari periodogram tidak terdefinisi. Dapat disimpulkan data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Januari 2014 sampai Oktober 2021 tidak mempunyai pola musiman.

3.3. Pemodelan Sebelum Intervensi

3.3.1 Pemeriksaan Stasioneritas



Gambar 3.3 Grafik runtun waktu data sebelum intervensi

Berdasarkan Gambar 3.3, diduga bahwa data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia tidak stasioner baik dalam rata-rata maupun dalam variansi. Hal ini dapat dilihat karena fluktuasi data cenderung tidak stabil dari waktu ke waktu dan mengandung pola tren. Selain itu, juga terdapat penurunan yang cukup ekstrim dari periode Januari 2020 ke Februari 2020. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan stasioneritas data baik dalam rata-rata maupun variansi.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

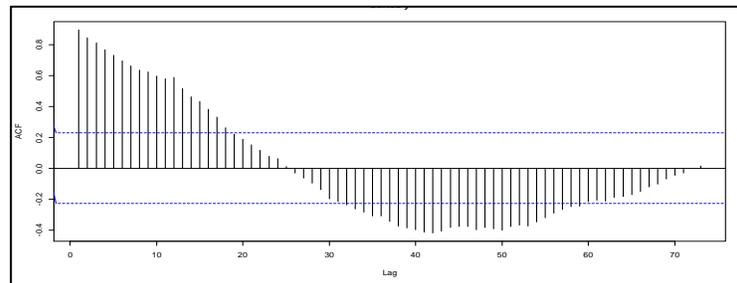
1) Pemeriksaan Stasioneritas Dalam Variansi

Berdasarkan pemeriksaan menggunakan grafik runtun waktu yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa data belum stasioner dalam variansi. Maka dari itu, dilakukan transformasi Box-Cox. Transformasi ini dilakukan dengan mentransformasi data dari penaksiran parameter λ yang diperoleh. Penaksiran nilai λ yang didapatkan adalah sebesar 0,0276.

Nilai λ yang didapatkan belum mendekati 1, hal ini menunjukkan bahwa data sebelum intervensi belum stasioner dalam variansi. Dengan demikian, perlu dilakukan transformasi pada data tersebut. Setelah dilakukan transformasi, diketahui bahwa penaksiran nilai λ yang didapatkan adalah sebesar 1, sehingga dapat diketahui bahwa data sudah stasioner dalam variansi.

2) Pemeriksaan Stasioneritas Dalam Rata-Rata

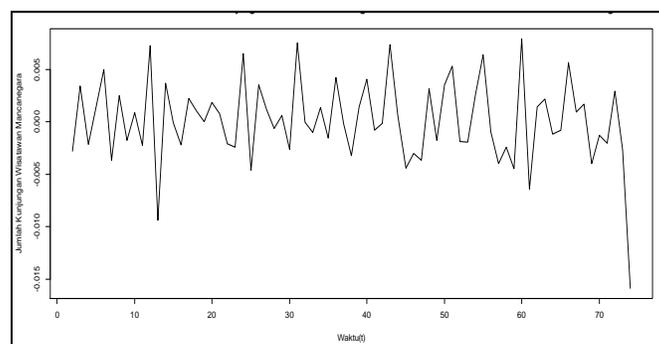
Pada tahap sebelumnya, telah diketahui bahwa data z_{1t}^* sudah stasioner dalam variansi. Pada Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa data z_{1t}^* belum stasioner dalam rata-rata, hal ini disebabkan grafik runtun waktu z_{1t}^* masih mengandung pola tren. Maka dari itu, perlu dilakukan pemeriksaan stasioneritas dalam rata-rata menggunakan grafik FOK dan uji ADF. Adapun grafik FOK data z_{1t}^* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Grafik FOK z_{1t}^*

Berdasarkan Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa pada nilai FOK lag-lag cenderung turun lambat, sehingga dapat diindikasikan bahwa data z_{1t}^* tidak stasioner dalam rata-rata. Untuk meyakinkan dan memeriksa stasioneritas dalam rata-rata dapat juga digunakan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Pada pengujian ADF didapatkan $p_{value} = 0,7598 > \alpha = 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan Data z_{1t}^* tidak stasioner dalam rata-rata.

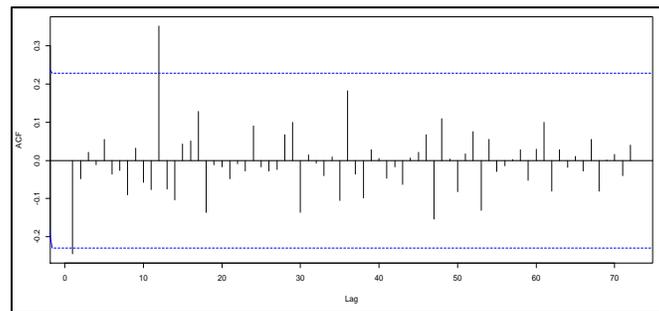
Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia sebelum intervensi belum stasioner dalam rata-rata, sehingga perlu dilakukan *differencing* orde 1. Setelah diperoleh data hasil *differencing* orde 1 (Δz_{1t}^*), kemudian dilakukan pemeriksaan kembali pada grafik runtun waktu data Δz_{1t}^* yang dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut:



JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

Gambar 3.5 Grafik runtun waktu ΔZ_{1t}^*

Berdasarkan Gambar 3.5, dapat diketahui bahwa data ΔZ_{1t}^* telah stasioner dalam rata-rata, hal ini dikarenakan data cenderung berada disekitar nilai rata-rata yang konstan dari waktu ke waktu. Pemeriksaan stasioneritas dalam rata-rata dapat dilakukan juga dengan melihat grafik FOK data ΔZ_{1t}^* yang dapat dilihat pada Gambar 3.6.

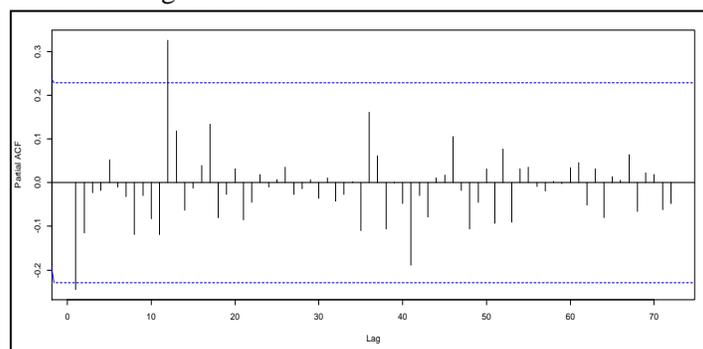


Gambar 3.6 Grafik FOK ΔZ_{1t}^*

Berdasarkan Gambar 3.6 dapat dilihat bahwa pada grafik FOK terjadi *cut off* setelah *lag* 1 atau mengalami penurunan secara cepat setelah *lag* 1, sehingga dapat diindikasikan bahwa data ΔZ_{1t}^* stasioner dalam rata-rata. Untuk meyakinkan dan memeriksa stasioneritas dalam rata-rata dapat juga digunakan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF).

3.3.2 Identifikasi Model Sementara

Identifikasi model ARIMA sementara dilakukan dengan melihat grafik FOK pada Gambar 2.6 dan grafik FOKP pada Gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Grafik FOKP ΔZ_{1t}^*

Berdasarkan Gambar 3.6 dapat diketahui bahwa nilai FOK *cut off* setelah lag 1 dan berdasarkan Gambar 3.7, diketahui nilai FOKP *cut off* setelah lag 1, sehingga diperoleh kombinasi model sementara ARIMA sebanyak 3 model sementara. Model sementara ARIMA sementara yang didapatkan adalah ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1).

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

Adapun masing-masing model ARIMA sementara dapat dituliskan sebagai berikut:

1. ARIMA(0,1,1)

$$Z_t = Z_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

2. ARIMA(1,1,0)

$$Z_t = (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + e_t$$

3. ARIMA(1,1,1)

$$Z_t = (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

3.3.3 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter

Hasil penaksiran dan pengujian signifikansi parameter model ARIMA dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA

ARIMA	Parameter	Penaksiran Parameter	t_{hitung}	p_{value}
*(0,1,1)	θ_1	0,4109	-3,0657	0,0022
*(1,1,0)	ϕ_1	-0,3089	-2,4385	0,0148
(1,1,1)	θ_1	0,1447	0,4034	0,6866
	ϕ_1	-0,5355	-1,6690	0,0951

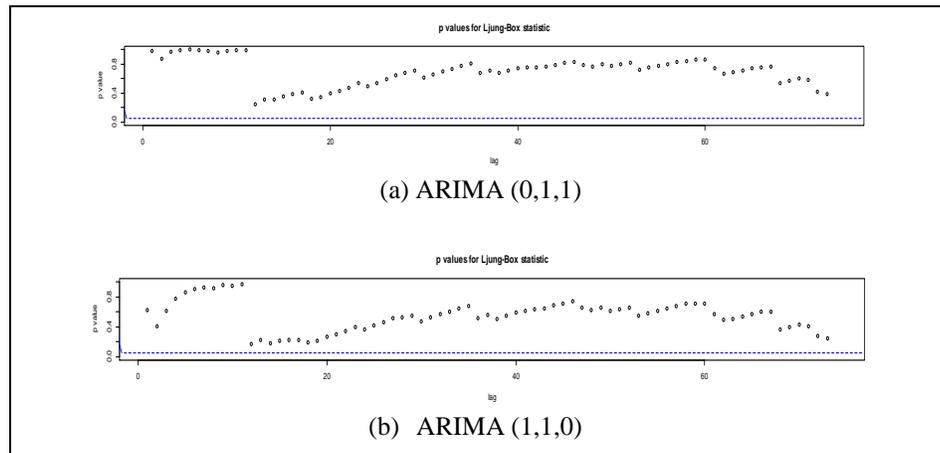
Keterangan: (*) Model ARIMA dengan parameter yang signifikan pada $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter pada Tabel 3.1 diperoleh model ARIMA sementara yang memenuhi adalah model ARIMA (0,1,1) dan model ARIMA (1,1,0). Selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik untuk kedua model tersebut.

3.3.4 Pemeriksaan Diagnostik

1) Pengujian Independensi Residual

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo



Gambar 3.8 Grafik p_{value} pengujian *Ljung-Box*

Berdasarkan Gambar 3.8 dapat diketahui model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0) memiliki nilai p_{value} lebih besar dari 0,05 hal ini dibuktikan dari seluruh nilai p_{value} berada di atas garis taraf signifikansi. Diperoleh kesimpulan bahwa model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0) tidak terdapat korelasi antar *lag*.

2) Pengujian Normalitas Residual

Hasil pengujian normalitas residual menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kenormalan Residual

Model	D_{hitung}	$D_{0,05;72}$	p_{value}
ARIMA (0,1,1)	0,0807	0,1569	0,6902
ARIMA (1,1,0)	0,0824	0,1569	0,6657

Berdasarkan pengujian kenormalan residual pada Tabel 3.2, dapat disimpulkan bahwa Model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0) memiliki residual yang berdistribusi normal.

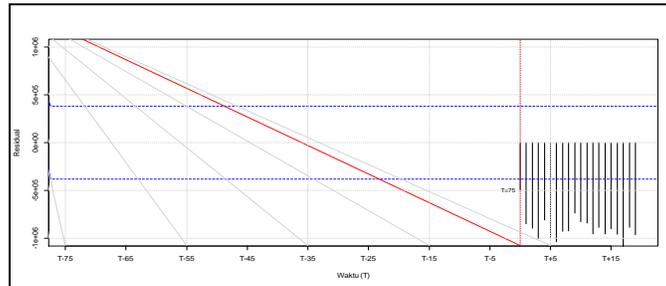
Berdasarkan seluruh tahapan pengujian signifikansi parameter dan pemeriksaan diagnostik pada model ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0), diperoleh bahwa kedua model ini memenuhi pengujian signifikansi parameter dan pemeriksaan diagnostik. Selanjutnya kedua model ini digunakan dalam pembentukan model ARIMA sebelum intervensi.

3.4 Pemodelan Intervensi ARIMA (0,1,1)

3.4.1 Identifikasi Orde Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

Identifikasi orde model intervensi dilakukan dengan melihat grafik residual. Grafik residual diperoleh dari selisih antara hasil peramalan dari model sebelum intervensi dengan data aktual jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Maret 2020-Oktober 2021. Adapun grafik residual dapat dilihat pada Gambar 3.9.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo



Gambar 3.9 Grafik residual jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia ARIMA (0,1,1)

Berdasarkan Gambar 3.9 diketahui bahwa pada saat terjadinya waktu intervensi pada bulan Maret 2020 yaitu $T = 75$ nilai residual telah berada di luar batas signifikansi sebesar $\pm 380.069,9$ yang diperoleh dari nilai RMSE residual data. Hal ini menunjukkan bahwa dampak intervensi dapat langsung dirasakan saat waktu intervensi terjadi, sehingga intervensi memiliki nilai orde $b = 0$. Residual tidak kembali stabil sampai akhir periode penelitian, sehingga diperoleh orde $s = 0$ terhitung dari waktu awal dampak intervensi. Orde $s = 0$ ini juga diperoleh karena tidak ada waktu *delay* agar data kembali stabil dari waktu terjadinya intervensi. Grafik residual data tidak menunjukkan adanya pola proses kenaikan atau penurunan secara eksponensial, sehingga dipilih orde $r = 0$.

Fungsi dari dampak intervensi untuk data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia adalah sebagai berikut:

$$Z_t^y = \omega_0 S_t^{(75)} \quad (2.1)$$

Model intervensi dapat dibentuk sebagai berikut

$$\hat{Z}_{2,t} = \hat{Z}_{2,t-1} - 633.068,3 \hat{S}_t^{(75)} + 633.068,3 \hat{S}_{t-1}^{(75)} + 0,3217 \hat{e}_{t-1} + \hat{e}_t \quad (2.2)$$

dengan

$$S_t^{(75)} = \begin{cases} 0, & t < 75 \\ 1, & t \geq 75 \end{cases}$$

3.4.2 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

Tabel 3.3 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

Parameter	Penaksiran Parameter	t_{hitung}	$t_{(0,025;94)}$	p_{value}
θ_1	-0,3217	-2,193	1,9860	0,0307
ω_0	-633.068,3	4,286	1,9860	0,000044

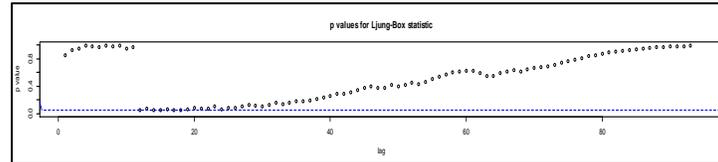
Berdasarkan Tabel 3.3 dapat diketahui bahwa seluruh parameter memiliki nilai $p_{value} > \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa seluruh nilai parameter signifikan dalam model dan model intervensi ARIMA (0,1,1) dapat digunakan untuk model intervensi.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

3.4.3 Pemeriksaan Diagnostik Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

1) Pengujian Independensi Residual



Gambar 3.10 Grafik p_{value} pengujian *Ljung-Box* model intervensi ARIMA (0,1,1)

Berdasarkan hasil pengujian independensi residual, dapat diketahui bahwa seluruh lag memenuhi asumsi independensi residual. Diperoleh kesimpulan bahwa tidak terdapat korelasi antar *lag* pada model intervensi ARIMA (0,1,1).

2) Pengujian Normalitas Residual

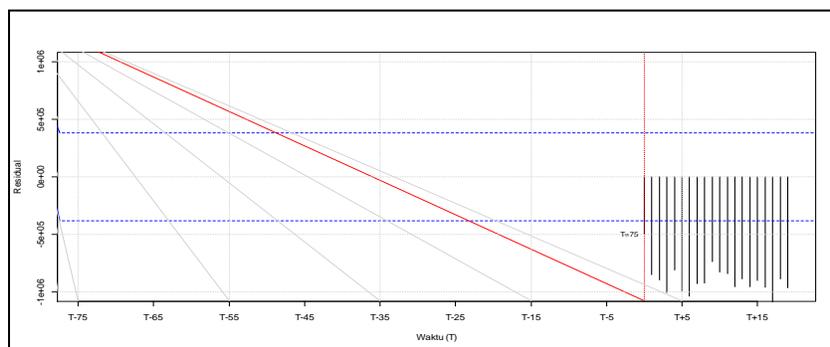
Pada pengujian normalitas residual menggunakan Kolmogorov Smirnov, didapatkan $D_{hitung} = 0,1124 < D_{0,05;94} = 0,1380$ dan $p_{value} = 0,172$ dimana lebih dari $\alpha = 0,05$ maka diputuskan H_0 gagal ditolak. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa Residual berdistribusi normal.

Berdasarkan seluruh tahapan pengujian signifikansi parameter dan pemeriksaan diagnostik pada model intervensi ARIMA (0,1,1) diperoleh bahwa model ini memenuhi pengujian signifikansi parameter dan pemeriksaan diagnostik.

3.5 Pemodelan Intervensi ARIMA (0,1,1)

3.5.1 Identifikasi Orde Model Intervensi ARIMA (1,1,0)

Identifikasi orde model intervensi dilakukan dengan melihat grafik residual. Grafik residual diperoleh dari selisih antara hasil peramalan dari model sebelum intervensi dengan data aktual jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Maret 2020-Oktober 2021. Adapun grafik residual dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Grafik residual jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia ARIMA (0,1,1)

Berdasarkan Gambar 3.11 diketahui bahwa pada saat terjadinya waktu intervensi pada bulan Maret

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

2020 yaitu $T = 75$ nilai residual telah berada di luar batas signifikansi sebesar $\pm 353.890,2$ yang diperoleh dari nilai RMSE residual data. Hal ini menunjukkan bahwa dampak intervensi dapat langsung dirasakan saat waktu intervensi terjadi, sehingga intervensi memiliki nilai orde $b = 0$. Residual tidak kembali stabil sampai akhir periode penelitian, sehingga diperoleh orde $s = 0$ terhitung dari waktu awal dampak intervensi. Orde $s = 0$ ini juga diperoleh karena tidak ada waktu *delay* agar data kembali stabil dari waktu terjadinya intervensi. Grafik residual data tidak menunjukkan adanya pola proses kenaikan atau penurunan secara eksponensial, sehingga dipilih orde $r = 0$.

Fungsi dari dampak intervensi untuk data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia adalah sebagai berikut:

$$Z_t^y = \omega_0 S_t^{(75)} \quad (2.3)$$

Model intervensi dapat dibentuk sebagai berikut

$$\hat{Z}_{2_t} = \hat{Z}_{2_{t-1}} + 0,284\hat{Z}_{2_t} - 0,284\hat{Z}_{2_{t-2}} - 582.488,8\hat{S}_t^{(75)} + 582.488,8\hat{S}_{t-1}^{(75)} + \hat{e}_t \quad (2.4)$$

dengan

$$S_t^{(75)} = \begin{cases} 0, & t < 75 \\ 1, & t \geq 75 \end{cases}$$

3.5.2 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Intervensi ARIMA (1,1,0)

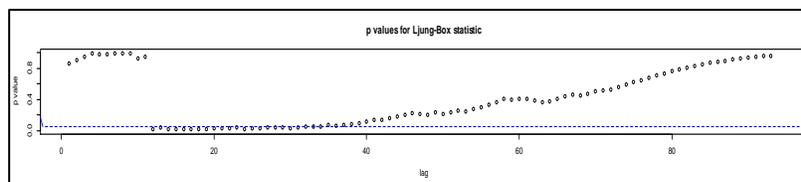
Tabel 3.4 Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter Model Intervensi ARIMA (1,1,0)

Parameter	Penaksiran Parameter	t_{hitung}	$t_{(0,025;94)}$	p_{value}
ϕ_1	-0,2838	-2,261	1,9860	0,0261
ω_0	-582.488,8	-4,866	1,9860	0,000005

Berdasarkan Tabel 3.4 dapat diketahui bahwa seluruh parameter memiliki nilai $p_{value} > \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa seluruh nilai parameter signifikan dalam model dan model intervensi ARIMA (1,1,0) dapat digunakan untuk model intervensi.

3.5.3 Pemeriksaan Diagnostik Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

1) Pengujian Independensi Residual



Gambar 3.12 Grafik p_{value} pengujian *Ljung-Box* model intervensi ARIMA (0,1,1)

Berdasarkan hasil pengujian independensi residual, dapat diketahui bahwa lag 12 sampai lag 25 tidak memenuhi asumsi independensi residual. Diperoleh kesimpulan bahwa terdapat korelasi antar *lag* pada model ARIMA (1,1,0) setelah intervensi.

2) Pengujian Normalitas Residual

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

Pada pengujian normalitas residual menggunakan Kolmogorov Smirnov, didapatkan $D_{hitung} = 0,108 < D_{0,05;94} = 0,1380$ dan $p_{value} = 0,206$ dimana lebih dari $\alpha = 0,05$ maka diputuskan H_0 gagal ditolak. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa Residual berdistribusi normal.

Berdasarkan seluruh tahapan pengujian signifikansi parameter dan pemeriksaan diagnostik pada model intervensi ARIMA (1,1,0) diperoleh bahwa model ini memenuhi pengujian signifikansi parameter namun tidak memenuhi salah satu asumsi yaitu independensi residual sehingga model ini tidak dapat dilanjutkan ke tahap peramalan.

3.6 Pemilihan Model Terbaik

Berdasarkan kedua kandidat model intervensi yang telah digunakan untuk melakukan tahapan pada peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara setelah intervensi, dapat diketahui bahwa model intervensi ARIMA (0,1,1) memenuhi pengujian signifikansi parameter dan seluruh asumsi. Model intervensi ARIMA (1,1,0) memenuhi signifikansi parameter, namun tidak memenuhi salah satu asumsi yaitu independensi residual. Dengan demikian, model terbaik yang digunakan untuk peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia adalah model intervensi ARIMA (0,1,1) dengan orde $b=0$, $s=0$, dan $r=0$.

3.7 Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

Nilai peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia dengan model intervensi ARIMA (0,1,1) dilakukan 13 periode ke depan, yaitu pada bulan November 2021 sampai November 2022 dan didapatkan hasil peramalan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Hasil Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia Menggunakan Model Intervensi ARIMA (0,1,1)

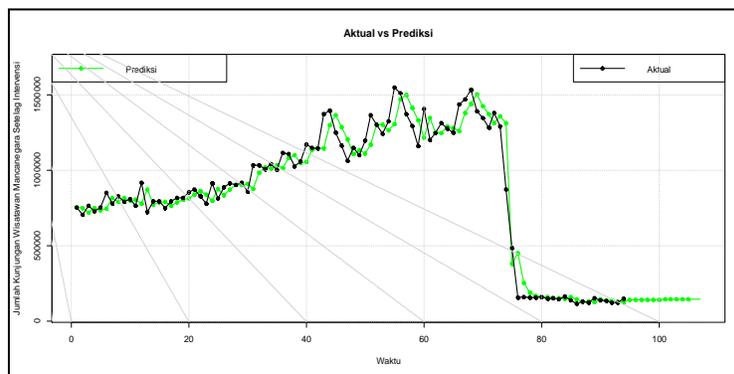
<i>t</i>	Periode	Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara
95	November 2021	141.718
96	Desember 2021	142.082
97	Januari 2022	142.447
98	Februari 2022	142.812
99	Maret 2022	143.177
100	April 2022	143.542
101	Mei 2022	143.907
102	Juni 2022	144.272
103	Juli 2022	144.636
104	Agustus 2022	145.000
105	September 2022	145.365
106	Oktober 2022	145.730
107	November 2022	146.095

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 3.5 dapat diketahui bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia akan mengalami peningkatan dari November 2021 sampai November 2022. Hal ini akan menjadi bahan informasi bagi pemerintah untuk meningkatkan pelayanan serta hal-hal lain

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

yang berkaitan dengan sektor pariwisata mengingat pentingnya sektor pariwisata bagi pemerintah.

Berikut grafik perbandingan nilai aktual dan prediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia menggunakan model intervensi ARIMA (0,1,1) yang dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Grafik data aktual dan peramalan model intervensi ARIMA (0,1,1)

Pada Gambar 3.13 dapat dilihat bahwa data aktual mendekati nilai peramalan dengan nilai MAPE sebesar 9,91%, dimana angka ini masih dibawah 10% yang menunjukkan bahwa hasil prediksi yang didapatkan sangat akurat. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dalam waktu 13 periode kedepan akan mengalami peningkatan secara perlahan dari waktu ke waktu.

3) KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian mengenai peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia menggunakan analisis intervensi fungsi *step*, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model intervensi ARIMA (0,1,1) dengan fungsi *step* yang mempunyai orde intervensi $b=0$, $s=0$, dan $r=0$ merupakan model terbaik untuk data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia periode Januari 2014-Oktober 2021 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Z}_{2,t} = \hat{Z}_{2,t-1} - 633.068,3\hat{S}_t^{(75)} + 633.068,3\hat{S}_{t-1}^{(75)} + 0,3217\hat{e}_{t-1} + \hat{e}_t$$

dengan

$$\hat{S}_t^{(75)} = \begin{cases} 0, & t < 75 \\ 1, & t \geq 75 \end{cases}$$

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Adelia Ramadhani, Sri Wahyuningsih, Meiliyani Siringoringo

2. Berdasarkan hasil peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia menggunakan model intervensi fungsi *step* terbaik diketahui bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia akan mengalami peningkatan dari November 2021 sampai November 2022 dengan MAPE sebesar 9,91%.

4.2 Saran

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan analisis intervensi fungsi *pulse*, fungsi *pulse* ganda dan fungsi *step* ganda pada data yang memiliki pola runtun waktu yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aswi & Sukarna, 2006. Analisis Deret Waktu Aplikasi dan Teori. Makassar: Andira Publisher.
- [2] BPS. 2021. Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara Tahun 2020. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- [3] Ekayanti, R., Mara, M. N., & Sulistianingsih, E., 2014. Analisis Model Intervensi Fungsi *Step* untuk Peramalan Kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL) Terhadap Besarnya Pemakaian Listrik. *Buletin Ilmiah Mat., Stat., dan Terapannya (Bimaster)*, 3(3), 175-184.
- [4] Husnita, F., Wahyuningsih, S., dan Nohe, D. A., 2015. Analisis Spektral dan Model ARIMA untuk Peramalan Jumlah Wisatawan di Dunia Fantasi Taman Impian Jaya Ancol. *Jurnal Eksponensial*, 6(1), 21-29.
- [5] Kim, M.J., Lee, C., James, F., Petrick., Kim, Y.S. 2020. *The Influence or perceived risk and intervention on international tourists behaviour during the Hong Kong protest: Application of an extended model of goal directed behaviour. Journal of Hospitality and Tourism Management*. 45 (2020), 622-632.
- [6] Lingyu, T., Jun, W., Chunyu, Z., 2020. *Mode Decomposition Method Integrating Mode Reconstruction, Feature Extraction, and ELM for Tourist Arrival Forecasting. Chhaos, Solitons & Frcatals*. 143(2021).
- [7] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGree, V.E., 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan (edisi ke-2). Jakarta: Erlangga.
- [8] Montgomery, D. C., Jennings, C.L., & Kulachi, M., 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- [9] Salamah, M., Suhartono & Wulandari, S.P. 2003. *Buku Ajar Analisis Time Series*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] Sari, R.N., Mariani, S., & Hendikawati, P., 2016. Analisis Intervensi Fungsi *Step* Pada Harga Saham (Studi Kasus Saham PT Fast Food Indonesia Tbk). *UNNES Journal of Mathematics*, 5(2), 181-189.
- [11] Suhartono., 2007. Teori dan Aplikasi Model Intervensi Fungsi Pulse. *Jurnal Ilmiah MatStat*: 7(2), 191-241.
- [12] Wei, W. S., 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods (2nd Edition)*. New York: Addison Wesley Publishing Company.
- [13] Zhang, H., Song, H., Wen, L., Liu, C., 2021. *Forecasting Tourism Recovery Amid COVID-19. Annals of Tourism Research*. 87 (2021), 1-16.