

PERAMALAN PASAR TRANSPORTASI UDARA DOMESTIK INDONESIA PASCAPANDEMI COVID-19

Henry Suropati

Departemen Teknik Industri
Universitas Mercu Buana
henry.suropati@mercubuana.ac.id

Abstract

During the Covid-19 pandemic, the Government of the Republic of Indonesia limited the level of community mobility to reduce the risk of transmission of Covid-19. This government policy has an impact on the national aviation industry. The number of air transportation passengers decreased drastically at the beginning of 2020. In the second half of 2021, the number of aviation passengers began to increase. This study aims to predict the condition of the air transportation market after the Covid-19 pandemic. The data used is domestic passenger data at 4 main airports in Indonesia, namely Soekarno-Hatta Airport, Juanda Airport, Ngurah Rai Airport, and Kuala Namu Airport. The results of this study are expected to be used by aviation industry players to determine the company's strategy in recovering the company's condition in the future. This study shows that there has been an increase in the number of passengers starting in 2022. Compared to data for 2020, the number of passengers has increased between 150% and 200%, but has not yet reached the number of passengers in 2019, when the Covid-19 pandemic had not yet occurred.

Keywords: Covid-19 pandemic; aviation industry; flight passengers; airport

Abstrak

Di masa pandemi Covid-19, Pemerintah Republik Indonesia membatasi tingkat mobilitas masyarakat untuk mengurangi risiko penularan Covid-19 tersebut. Kebijakan Pemerintah ini berdampak pada industri penerbangan nasional. Jumlah penumpang transportasi udara menurun secara drastis di awal tahun 2020. Di semester kedua tahun 2021, jumlah penumpang penerbangan mulai meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan kondisi pasar transportasi udara pascapandemi Covid-19. Data yang digunakan adalah data penumpang domestik di 4 bandar udara utama di Indonesia, yaitu Bandar Udara Soekarno-Hatta, Bandar Udara Juanda, Bandar Udara Ngurah Rai, dan Bandar Udara Kuala Namu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh para pelaku industri penerbangan untuk menentukan strategi perusahaan dalam memulihkan kondisi perusahaan di masa depan. Studi ini menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan jumlah penumpang mulai tahun 2022. Dibandingkan dengan data tahun 2020, jumlah penumpang meningkat antara 150% hingga 200%, tetapi belum mencapai jumlah penumpang pada tahun 2019, ketika belum terjadi pandemi Covid-19.

Kata-kata kunci: pandemi Covid-19; industri penerbangan; penumpang penerbangan; bandar udara

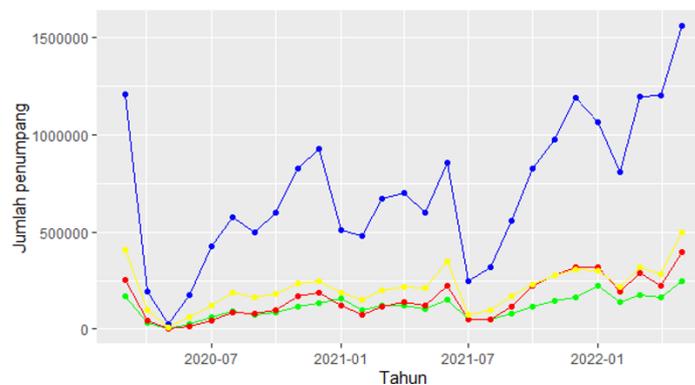
PENDAHULUAN

Pada awal tahun 2020 terjadi perubahan yang besar pada industri penerbangan di Indonesia. Pandemi Covid-19 telah memengaruhi pola mobilitas sebagian besar masyarakat, yang disebabkan oleh beberapa peraturan Pemerintah untuk meminimalisir penyebaran virus Covid-19. Beberapa perusahaan penerbangan terpaksa melakukan efisiensi untuk mengurangi biaya operasional, seperti mengurangi rute dan frekuensi penerbangan, mengurangi

armada, serta mengurangi jumlah pegawai. Hal tersebut dilakukan agar perusahaan penerbangan dapat bertahan selama periode pandemi Covid-19.

Pada puncak pertama pandemi, yaitu pada awal tahun 2020, sebanyak 17.000 unit pesawat di seluruh dunia tidak beroperasi. Hal ini dikarenakan adanya kontraksi pada permintaan, yang menekan seluruh industri penerbangan, yaitu bandar udara dan pesawat udara (Amankwah-Amoah, 2020; Macilree dan Duval, 2020; Serrano dan Kazda, 2020)

Pada Gambar 1 dapat dilihat perbedaan jumlah penumpang udara domestik pada 4 bandar udara utama di Indonesia, yang dijadikan bandar udara penghubung antara tahun 2020 hingga pertengahan tahun 2022. Volume keberangkatan penumpang domestik mempunyai pola yang sama untuk keempat bandara, yaitu turun sangat drastis pada semester pertama tahun 2020. Pola terlihat fluktuatif, karena adanya dampak kebijakan pembatasan kegiatan masyarakat untuk mencegah penularan Covid-19. Di semester kedua tahun 2021 terlihat jumlah penumpang mulai naik.



Gambar 1 Jumlah Penumpang Udara Domestik Indonesia Tahun 2020–Pertengahan 2022 (Biru; Soekarno-Hatta, Hijau; Kualanamu, Kuning; Surabaya, Merah; Denpasar)

Fluktuasi ekonomi diketahui memang diserap oleh industri angkutan udara secara menguat dan tertinggal, karena faktor waktu serta pola kapasitas investasi (Chin dan Tay, 2001). Demikian pula, Fuellhart et al (2016) menemukan bahwa penyesuaian jangka panjang dalam industri penerbangan setelah adanya guncangan atau resesi ekonomi terjadi koheren secara geografis. Selanjutnya, pengamatan *Revenue Passenger Kilometer* (RPK) dan Produk Domestik Bruto (PDB) menunjukkan bahwa perubahan RPK rata-rata lebih besar di kedua arah (positif dan negatif) daripada perubahan PDB (ICAO, 2013).

Penelitian yang ada sejauh ini menunjukkan bahwa industri penerbangan berhubungan kuat dengan guncangan ekonomi atau resesi, tetapi menunjukkan efek “*bounce-back*” yang kuat juga. Efek “*bounce-back*” atau disebut juga dengan efek “*rubber-band*” umumnya terjadi setelah resesi. Bordo dan Haubrich (2012) menyatakan bahwa resesi yang terkait dengan krisis keuangan umumnya diikuti oleh pemulihan yang cepat.

Frank (1993) membagi model seri waktu (*time series*) menjadi 4 grup, yaitu: (1) *autoregressive model* (AR), (2) *moving average model* (MA), (3) *autoregressive moving average model* (ARMA), dan (4) *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).

Model ARIMA atau ARIMA (p,d,q) adalah sebuah model kombinasi antara model AR dengan model MA yang telah mengalami proses diferensiasi. Secara umum model ARIMA (p,d,q) dengan notasi t sebagai waktu, dinyatakan:

$$y'_t = c + \Phi_1 y'_{t-1} + \Phi_2 y'_{t-2} + \dots + \Phi_p y'_{t-p} + \theta_1 q_{t-1} + \theta_2 q_{t-2} + \dots + \theta_q q_{t-q} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Permodelan seri waktu yang dilakukan dengan menambah suatu variabel independen mempunyai dampak yang signifikan pada data. Hal ini dilakukan untuk menambah akurasi peramalan. Model ARIMAX merupakan modifikasi model ARIMA, yang dilakukan dengan menambahkan variabel yang terprediksi atau variabel yang independen.

METODOLOGI

Bahan dan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS), berupa jumlah penumpang domestik di 4 bandar udara utama, dan dari *website* satuan tugas penanganan Covid-19, berupa jumlah paparan Covid-19 yang terjadi di Indonesia. Rangkuman data tersebut disajikan pada Tabel 1. Data jumlah penumpang domestik adalah data untuk periode 2020-2022. Sedangkan data jumlah paparan Covid-19 digunakan sebagai peubah bebas yang memberikan kontribusi terhadap peramalan jumlah penumpang domestik di Indonesia atau pascapandemi Covid-19.

Tabel 1 Daftar Peubah yang Digunakan pada Permodelan

	Jenis Data	Sumber	Ruang Lingkup
Y1	Jumlah Penumpang pesawat Domestik di Bandara Utama Soekarno-Hatta	BPS RI	Bandara
Y2	Jumlah Penumpang pesawat Domestik di Bandara Utama Kualanamu	BPS RI	Bandara
Y3	Jumlah Penumpang pesawat Domestik di Bandara Utama Ngurah Rai	BPS RI	Bandara
Y4	Jumlah Penumpang pesawat Domestik di Bandara Utama Juanda	BPS RI	Bandara
X1	Jumlah paparan covid-19 di Indonesia	Satgas Covid-19	Nasional

Metode Penelitian

Langkah-langkah analisis yang dilakukan berdasarkan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Eksplorasi data; eksplorasi dilakukan dengan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) untuk semua peubah penelitian serta pembuatan plot data deret waktu, yang bertujuan untuk menyelidiki stasioneritas data deret waktu.
- 2) Pengujian Cross Correlation Function (CCF) data peubah dengan kovariat; pengujian CCF dilakukan bertujuan untuk mencari korelasi antara data peubah bebas dengan kovariat.

3) Pembentukan model ARIMAX; secara umum model Arimax adalah sebagai berikut:

$$y_t = \beta x_t + \eta_t \quad (2)$$

$$\eta_t = \Phi_1 \eta_{t-1} + \dots + \Phi_p \eta_{t-p} - \theta_1 z_{t-1} - \dots - \theta_q z_{t-q} + z_t \quad (3)$$

Data yang telah stasioner dibuat grafik Auto Correlation Function (ACF) dan Partial Auto Correlation Function (PACF). Model diagnostik digunakan untuk memeriksa asumsi pada residual model, yang mana residual model harus acak, bebas, dan berdistribusi normal.

- 4) Identifikasi model berdasarkan ordo model dengan nilai Bayesian Information Criterion (BIC) terkecil.
- 5) Pengujian residual pada model ARIMAX.
- 6) Peramalan data; merupakan salah satu cara untuk prediksi suatu nilai untuk beberapa waktu ke depan.
- 7) Perbandingan nilai rata-rata data ramalan dengan nilai rata-rata data sebelum terjadi Covid-19 (2019) dan pada saat terjadi terjadi Covid-19 (2020).
- 8) Pengujian data ramalan dengan Root Square Mean Error (RMSE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Kelima peubah yang digunakan memiliki ruang lingkup yang sama, yaitu jumlah orang atau penumpang dalam satuan ribu. Dari Tabel 2 diketahui bahwa nilai rata-rata selama periode Maret 2020 hingga Mei 2022, jumlah penumpang domestik Bandar Udara Soekarno-Hatta adalah 713 ribu orang. Untuk periode yang sama, penumpang domestik Bandara Juanda sebesar 215 ribu orang, Bandara Kualanamu sebesar 115 ribu orang dan Bandara Ngurah Rai sebesar 156 ribu orang. Sedangkan rata-rata orang yang terkena kasus positif Covid-19 per bulan selama periode Maret 2020–Mei 2022 adalah sebesar 224 ribu orang.

Tabel 2 Stastik Deskriptif Peubah pada Penelitian

Nama Peubah	Satuan	Mean	Std Dev	Min	Max
Jumlah Penumpang Domestik Bandara Soekarno-Hatta	Ribu	713,145	375,480	27,5	1561,679
Jumlah Penumpang Domestik Bandara Juanda	Ribu	215,160	108,926	5,397	500,834
Jumlah Penumpang Domestik Bandara Kualanamu	Ribu	115,008	58,454	3,593	245,423
Jumlah Penumpang Domestik Bandara Ngurah Rai	Ribu	156,295	105,392	2,423	395,423
Tingkat paparan Covid-19	Ribu	224,283	327,825	1,528	1231,376

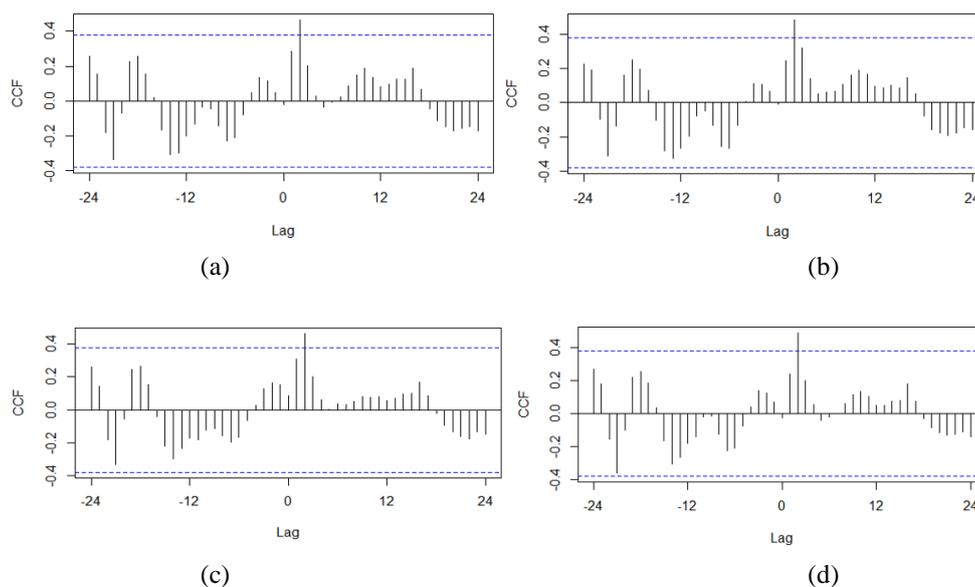
Pengujian Data dengan ADF dan CCF

Untuk membentuk model ARIMAX berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan pengujian Augmented Dickey-Fuller (ADF) terhadap masing-masing data dan plotting, untuk menguji apakah sudah stasioner. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data belum stasioner, sehingga dilakukan 1 kali *differencing* terhadap data. Pada Tabel 3 disajikan hasil pengujian ADF terhadap data sebelum dan sesudah *differencing*.

Tabel 3 Hasil Uji ADF pada Masing-Masing Nilai Peubah

Data Peubah	Nilai <i>p-value</i> sebelum <i>differencing</i> ($\alpha < 0,05$)	Nilai <i>p-value</i> setelah <i>differencing</i> ($\alpha < 0,05$)
Bandara Soekarno-Hatta (Y1)	0,5175	0,02561
Bandara Juanda (Y2)	0,2675	0,01
Bandara Kualanamu (Y3)	0,4421	0,01267
Bandara Ngurah Rai (Y4)	0,1782	0,03643
Paparan Covid-19 (X1)	0,06567	0,01

Pada Gambar 2 ditunjukkan *cross-correlation* antara data jumlah penumpang pada tiap-tiap bandar udara di Indonesia dengan jumlah paparan Covid-19, pada lag 0 sampai dengan lag 24. Pada pengujian ini hanya dipertimbangkan hanya pada lag positif, yang mengindikasi paparan Covid-19 dapat memengaruhi jumlah penumpang domestik pada 4 bandar udara di Indonesia pada periode tertentu. Untuk CCF Bandar Udara Soekarno-Hatta dengan paparan covid dapat dilihat pada lag 0–lag 18, yang menunjukkan tren positif. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara jumlah penumpang dengan jumlah paparan Covid-19. Hal yang sama diperoleh untuk Bandar Udara Juanda, Bandar Udara Kualanamu, dan Bandar Udara Ngurah Rai. Pada grafik CCF, di lag 0 sampai dengan lag 18, ditunjukkan adanya tren positif, yang berarti bahwa pada periode tertentu terdapat korelasi atau hubungan antara jumlah penumpang dengan jumlah paparan Covid-19.

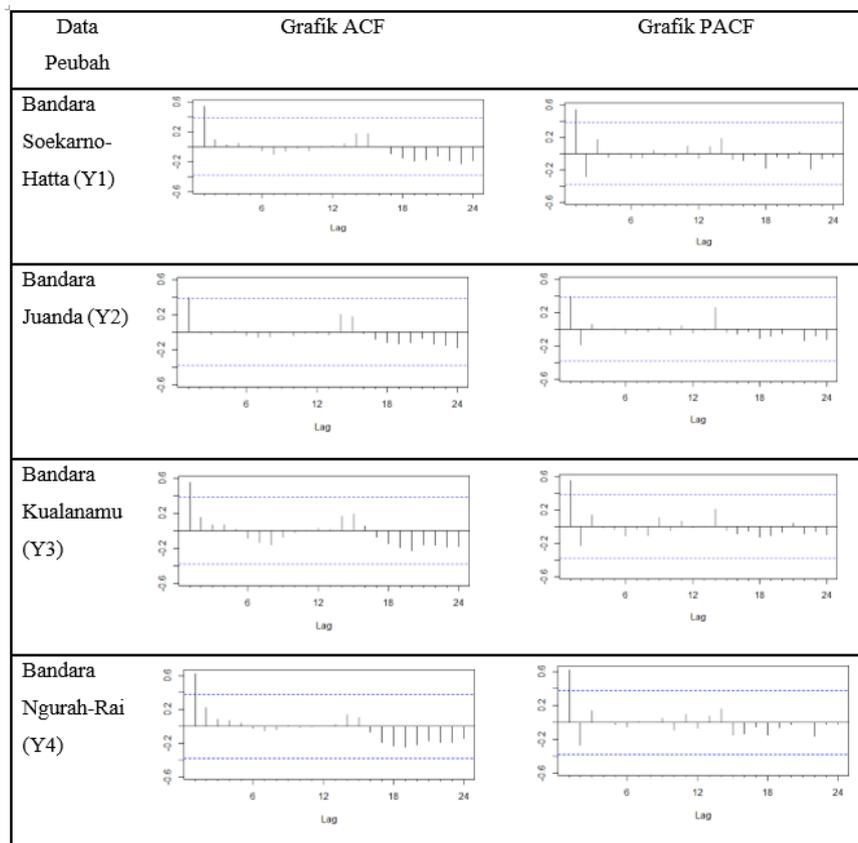


Gambar 2 *Cross-Correlation* antara Jumlah Penumpang Domestik Bandara Indonesia dengan Variabel Jumlah Paparan Covid-19 (a) Soekarno-Hatta (b) Ngurah Rai, (c) Kualanamu (d) Juanda

Untuk menentukan ordo model ARIMAX, yaitu ordo (p,d,q), selanjutnya dibuat grafik Auto Correlation Function (ACF) dan grafik Partial-Auto Correlation Function (PACF). Pada Gambar 3 disajikan grafik ACF dan grafik PACF untuk masing-masing peubah jumlah penumpang udara domestik di 4 bandar udara yang diamati (Peubah Y). Grafik ACF dan Grafik PACF menunjukkan bahwa rata-rata untuk variabel peubah Y signifikan pada lag 1, yaitu memotong garis, sedangkan pada lag selanjutnya data tidak signifikan atau masih berada dalam interval garis. Hal ini menunjukkan bahwa grafik tersebut menunjukkan pola *cut off* atau tidak ada unsur *trend* pada grafik ACF dan grafik PACF. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa data telah stasioner untuk masing-masing peubah. Pada lag selanjutnya, dapat dilihat pada grafik bahwa tidak ada yang memotong garis atau masih berada dalam interval garis. Pola ini menunjukkan bahwa tidak ada pola musiman pada data.

Pembentukan Model ARIMAX

Setelah melakukan analisis berdasarkan grafik ACF dan grafik PACF, selanjutnya dilakukan pembentukan model ARIMAX dan pemilihan ordo pada model. Setelah dilakukan perhitungan dapat dilihat model dengan nilai Bayesian Information Criterion (BIC) terkecil, seperti yang terlihat pada Tabel 4, yang mana ordo (2,1,0) memiliki nilai BIC terkecil dibandingkan dengan ordo lainnya.

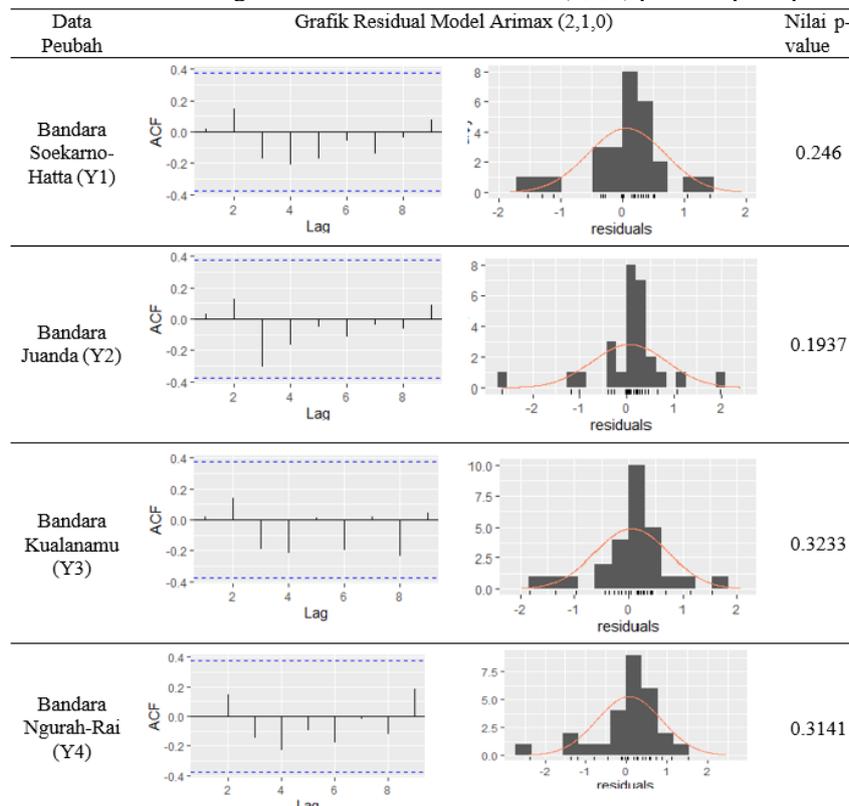


Gambar 3 Grafik ACF dan Grafik PACF untuk Masing-Masing Nilai Peubah Y

Tabel 4 Pemilihan Model ARIMAX dengan Menggunakan Bayesian Information Criteria (BIC)

Ordo (p,d,q)	Nilai BIC ARIMAX CGK	Nilai BIC ARIMAX KNO	Nilai BIC ARIMAX SUB	Nilai BIC ARIMAX DPS
(0,1,1)	-	40,822	48,20215	-
(1,1,0)	44,00418	43,8559	49,554	50,056
(1,1,1)	42,29924	44,07	-	-
(2,1,0)	34,33238	37,01733	44,22	38,34838
(2,1,1)	38,23766	41,038	48,074	41,4948
(3,1,0)	38,2855	41,045	48,20105	41,95256
(3,1,1)	-	-	-	46,46127
(4,1,0)	43,00952	-	-	45,6611
(4,1,1)	49,76122	-	-	-
(5,1,0)	-	51,57311	-	-

Pada Tabel 4 ditunjukkan beberapa model ARIMAX yang berbeda pada tiap-tiap peubah (tiap bandar udara di Indonesia). Pada studi ini ditemukan bahwa model ARIMAX yang terbaik adalah (2,1,0), yang memiliki nilai Bayesian Information Criteria (BIC) terkecil. Untuk tiap bandar udara di Indonesia, semua parameter memiliki perkiraan yang signifikan dan menunjukkan tidak adanya *autocorrelation*. Pengujian residual menggunakan Ljung-Box Test menunjukkan nilai *p-value* lebih besar dari 0.05. Jangka waktu pengujian model tidak menunjukkan adanya pola musiman pada jumlah penumpang domestik di 4 bandar udara yang diamati.

Tabel 5 Plot ACF dan Histogram Residual Model Arimax (2,1,0) pada Tiap-Tiap Data Peubah

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada masing-masing residual peubah, nilai ACF masih berada pada interval garis batas signifikansi dan pada grafik histogram ditunjukkan data

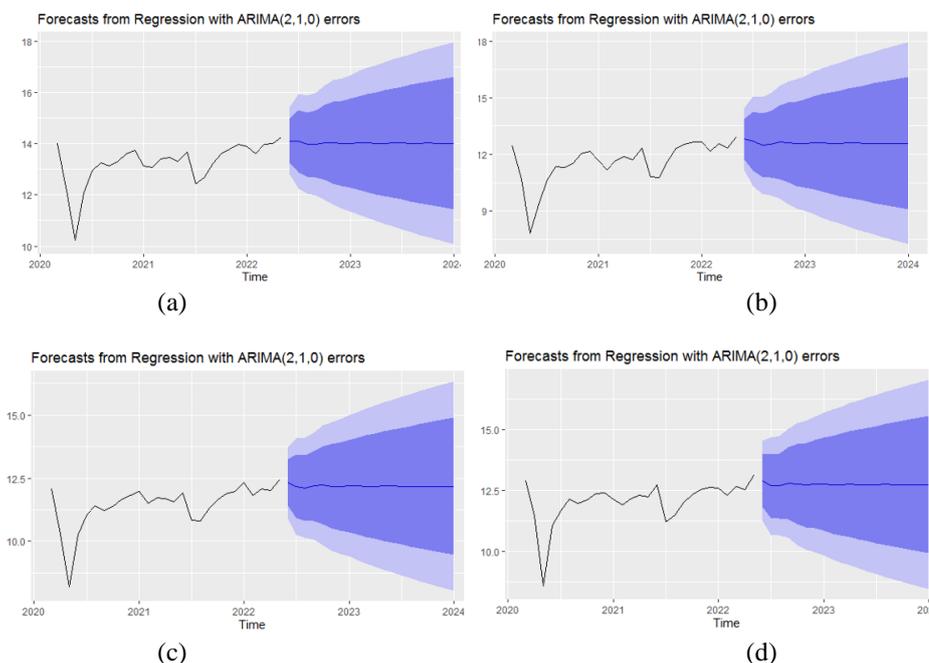
residual berdistribusi normal, sehingga asumsi kebebasan antarresidual sudah terpenuhi. Hal ini juga diperkuat dengan nilai *p-value* tiap-tiap data peubah, yang bernilai lebih besar daripada nilai α yang digunakan, yaitu 0,05.

Peramalan Data

Setelah didapatkan model Arimax untuk masing-masing peubah, dilakukan peramalan (*forecasting*) untuk masing-masing peubah, yaitu jumlah penumpang domestik di Bandar Udara Soekarno-Hatta, Bandar Udara Juanda, Bandar Udara Ngurah Rai, dan Bandar Udara Kualanamu. Pada studi ini nilai asumsi β_{xt} yang digunakan adalah nilai rata-rata x atau jumlah paparan Covid-19.

$$\beta x_t = \sum_{t=1}^{t=n} \bar{x} \quad (4)$$

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah penumpang domestik di 4 bandar udara di Indonesia menunjukkan adanya kenaikan dibandingkan dengan tahun 2020. Namun rata-rata kenaikan jumlah penumpang domestik belum signifikan bila dibandingkan dengan rata-rata jumlah penumpang domestik pada tahun 2019 atau sebelum Covid-19 terjadi di Indonesia.



Gambar 3 Peramalan Jumlah Penumpang di 4 Bandar Udara di Indonesia
 (a) Soekarno-Hatta (b) Ngurah Rai (c) Kualanamu (d) Juanda

Selanjutnya nilai rata-rata hasil peramalan dibandingkan dengan nilai rata-rata jumlah penumpang pada tahun 2019 dan nilai rata-rata data jumlah penumpang pada tahun 2020. Hal ini dilakukan untuk mencari rasio dan perbandingan untuk tahun-tahun berikutnya, dan untuk melihat apakah jumlah penumpang sudah kembali seperti yang terjadi pada tahun

2019 dan apakah terjadi kenaikan jumlah penumpang dibandingkan dengan jumlah penumpang pada tahun 2020.

Tabel 6 Perbandingan Nilai Rata-Rata Hasil Peramalan dengan Rata-Rata Jumlah Penumpang Sebelum Covid-19 (Tahun 2019) dan Ketika Covid-19 (Tahun 2020) (dalam Ribu Orang)

Bandar Udara	$\bar{x}_{forecast}$ (Jun 2022– Jan 2024)	\bar{x} 2019 (Jan 2019– Des 2019)	\bar{x} 2020 (Jan 2020– Des 2020)	Rasio $\bar{x}_{forecast} / \bar{x}$ 2019	Rasio $\bar{x}_{forecast} / \bar{x}$ 2020
Soekarno-Hatta	1240462	1605421	718483	0,772	1,726
Ngurah Rai	298639	412983	147960	0,723	2,018
Juanda	349073	524049	228937	0,670	1,540
Kualanamu	196189	219238	109458	0,894	1,790

Pada Tabel 7 terlihat bahwa nilai rata-rata hasil peramalan (Juni 2022–Januari 2024) jumlah penumpang domestik di Bandar Udara Soekarno-hatta adalah 124 ribu penumpang, dan jika dibandingkan dengan data tahun 2019, didapat hasil rasio sebesar 0,772. Hal ini berarti bahwa rata-rata jumlah penumpang domestik belum mencapai jumlah tahun 2019. Namun jika dibandingkan dengan data tahun 2020, jumlah penumpang mengalami kenaikan yang signifikan, dengan rasio sebesar 1,726. Untuk jumlah penumpang domestik di Bandar Udara Ngurah Rai juga mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun 2020, dengan rasio sebesar 2,018 atau sekitar 2 kali lipat dibandingkan dengan data tahun 2020, tetapi jika dibandingkan dengan data tahun 2019, rasio jumlah penumpang masih sebesar 0,723. Hasil serupa juga didapat untuk Bandar Udara Juanda dan Bandar Udara Kualanamu. Dibandingkan tahun 2020, rasio jumlah penumpang adaah 1,540 utuk Bandar Udara Juanda, dan 1,790 untuk Bandar Udara Kualanamu. Sedangkan bila dibandingkan dengan jumlah penumpang tahun 2019, rasio jumlah penumpang di Bandar Udara Juanda dan di Bandar Udara Kualanamu adalah, berturut-turut, sebesar 0,670 dan 0,894.

Tabel 7 Nilai Root Square Mean Error (RMSE) pada Peramalan Tiap-Tiap Bandara

Bandara	Soekarno-Hatta	Ngurah Rai	Juanda	Kualanamu
Nilai <i>Root Square Mean Error</i> (RMSE)	0,616	0,781	0,777	0,665

Selanjutnya untuk melihat tingkat akurasi hasil peramalan dapat digunakan Root Square Mean Error (RMSE), seperti yang disajikan pada Tabel 7. Hasil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa tingkat akurasi peramalan sudah cukup baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dilakukan peramalan terhadap jumlah penumpang penerbangan domestik di Indonesia pascapandemi Covid-19. Sebagai studi kasus dipilih 4 bandar udara utama di Indonesia, yaitu Bandar Udara Soekarno-Hatta, Bandar Udara Juanda, Bandar Udara Ngurah Rai, dan Bandar Udara Kualanamu.

Studi ini menunjukkan adanya kenaikan jumlah penumpang yang signifikan pada tahun 2022–2024 dibandingkan dengan jumlah penumpang pada tahun 2020, dengan kenaikan sebesar 150%–200%. Namun kenaikan jumlah penumpang tersebut belum signifikan jika dibandingkan dengan jumlah penumpang tahun 2019, atau dapat dinyatakan bahwa jumlah penumpang tahun 2022–2024 masih lebih kecil dibandingkan dengan jumlah penumpang terjadi pandemi Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Amankwah-Amoah, J. 2020. *Note: Mayday, Mayday, Mayday! Responding to Environmental Shocks: Insights on Global Airlines' Responses to COVID-19*. Transportation Research Part E: Logistic and Transportation Review, 143: 1-9.
- Bordo, M.D. dan Haubrich, J.G. 2017. *Deep Recessions, Fast Recoveries, and Financial Crises: Evidence from the American Record*. Economic Inquiry, 55 (1): 527–541.
- Chin, A.T. dan Tay, J.H. 2001. *Developments in Air Transport: Implications on Investment Decisions, Profitability and Survival of Asian Airlines*. Journal of Air Transport Management, 7 (5): 319–330.
- Fuellhart, K., Ooms, K., Derudder, B., dan O'Connor, K. 2016. Patterns of US Air Transport Across the Economic Unevenness of 2003–2013. Journal of Maps, 12 (5): 1253–1257.
- International Civil Aviation Organization. 2013. *World Aviation and the World Economy*. (Online), (https://www.icao.int/sustainability/pages/factsfigures_worldconomydata.aspx ICAO).
- Macilree, J. dan Duval, D.T. 2020. *Aeropolitics in A Post-COVID-19 World*. Journal of Air Transport Management, 88 (2): 1-4.
- Serrano, F. dan Kazda, A. 2020. *The Future of Airport Post COVID-19*. J. Air Transport Manag. 89, 101900.