

Apikasi Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi Jumlah Kasus Penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau

Ari Pani Desvina¹, Risma Khusnihita², Rahmadeni³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
e-mail: ¹aripandesvina@uin-suska.ac.id, ²risma.khusnihita@gmail.com

Abstrak

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) merupakan masalah kesehatan yang menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas penyakit menular di dunia, dikarenakan masih tingginya angka kejadian ISPA, hal ini disebabkan karena Provinsi Riau darurat karhutla. Prediksi jumlah kasus penyakit ISPA dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah Box-Jenkins methods. Dalam penelitian ini, penulis meramalkan jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau dengan menggunakan Box-Jenkins methods yang terdiri dari empat tahap yaitu tahap pertama identifikasi model, tahap kedua estimasi parameter model, tahap ketiga verifikasi model, dan tahap keempat peramalan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kasus penyakit ISPA mulai dari bulan Januari 2014 sampai Agustus 2019. Hasil analisis data menunjukkan bahwa model Autoregressive Moving Average(1,2) atau ARMA(1,2) merupakan model yang sesuai dalam peramalan jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. Hasil peramalan menunjukkan bahwa jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau tidak mengalami fluktuasi dan cenderung stabil jika dibandingkan pada tahun sebelumnya.

Kata kunci: Autoregressive Moving Average, Box-Jenkins, Forecasting, Kasus ISPA

Abstract

Acute Respiratory Infections (ARI) is a health problem which is a main cause of infectious disease morbidity and mortality in the world, because it is still high rate incident of ARI, its because in Riau Province emergency of forest and land fire. Prediction the amount cases of ARI disease can be do with various methods, one of them is Box-Jenkins method. In this study, the writer prediction, the amount of ARI cases at RSUD Arifin Achmad Riau Province using Box-Jenkins method which consists four stage, they are: the first stage is model identification, second stage is model parameter estimation, third phase is model verification and fourth stage is forecasting. The data used in this study is data of amount of ARI cases from January 2014 to August 2019. The results of the data analysis showed that the Autoregressive Moving Average or ARMA(1,2) is model that appropriate to forecasting the amount of ARI cases at RSUD Arifin Achmad Riau Province. The forecasting results showed that the amount of ARI cases at RSUD Arifin Achmad Riau Province has not fluctuated and tends to be stable when compared with last year.

Keywords: Autoregressive Moving Average, Box-Jenkins, Forecasting, Cases ARI

1. Pendahuluan

Penyumbang utama tingginya angka morbiditas dan mortalitas tentang penyakit menular di dunia adalah disebabkan oleh penyakit ISPA. Dari 4.000.000 jiwa orang yang meninggal dunia disetiap tahunnya akibat penyakit ini yaitu infeksi saluran pernapasan. Gejala ISPA dapat timbul pada dalam waktu beberapa jam hingga beberapa hari, gejalanya meliputi demam, batuk, dan sering juga nyeri tenggorokan, flu, dan sesak nafas [14].

Apabila terjadi penurunan daya tahan tubuh maka mikroorganisme dan lingkungan dapat masuk, berkembang biak, dan dapat menyebabkan penyakit [15]. Penyakit ISPA disebabkan salah satunya oleh polusi udara seperti asap dari rokok, asap akibat pembakaran rumah tangga, gas buang dari transportasi dan industri, karhutla dan sebagainya [5].

Pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara dibebberapa Provinsi di Pulau Sumatera cukup tinggi, terutama ketika musim kemarau dan terjadinya kebakaran hutan secara liar yang sering terjadi di Provinsi Riau dan Jambi. Tingginya tingkat pencemaran udara ini menyebabkan kasus ISPA semakin meningkat dengan angka yang paling banyak diderita oleh masyarakat jika dibandingkan dengan penyakit lain. Selanjutnya, penyakit ISPA ini merupakan

salah satu penyebab utama rawat jalan dan rawat inap di rumah sakit yang paling tinggi terutama pada bagian perawatan anak, jika dibandingkan dengan penyakit lain [14].

Banyak penelitian tentang peramalan yang telah dilakukan oleh peneliti seperti pada tahun 2019 yaitu tentang meramalkan jumlah kasus penyakit hipertensi di Kabupaten Jember dengan *time series*. Amos [1] juga melakukan penelitian tentang peramalan jumlah kasus penyakit kanker dengan menggunakan model ARIMA. Menurut Humaira [6] telah melakukan penelitian tentang aplikasi Box Jenkins untuk meramalkan data jumlah gangguan skizofrenia. Selanjutnya Yosra [18] melakukan penelitian tentang jumlah kasus bunuh diri dengan model Box Jenkins.

Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad Provinsi Riau telah menyediakan fasilitas layanan kesehatan bagi masyarakat yang terserang kasus penyakit ISPA. Dalam meningkatkan pelayanan kesehatan dan pengobatan untuk kasus penyakit ISPA ini dibutuhkan suatu program perencanaan, supaya dapat memberikan pelayanan terbaik kepada masyarakat. Suatu perencanaan yang dilakukan, perlu terlebih dahulu mengetahui situasi dan kondisi penyakit ISPA pada masa yang akan datang. Karena kondisi seperti inilah, maka peramalan sangat diperlukan sebagai bahan pertimbangan dan masukan untuk suatu perencanaan, serta mempertimbangkan resiko yang akan terjadi pada masa akan datang [9].

Pola pergerakan data jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau perlu digambarkan, agar dapat melihat kondisi jumlah kasus penderita penyakit ISPA pada masa yang akan datang. Maka penelitian ini mencoba memberikan satu bentuk model yang sesuai untuk data jumlah kasus penderita penyakit ISPA tersebut. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian tentang peramalan terhadap jumlah kasus penderita penyakit ISPA di Provinsi Riau dengan menggunakan model ARIMA.

2. Metode Penelitian

Peramalan merupakan suatu kaidah yang digunakan untuk meramalkan keadaan pada waktu yang akan datang. Kegunaan peramalan sangat banyak dilakukan pada bidang manajemen produksi, *system* persediaan, *quality control*, dan perencanaan bagian keuangan [6][13].

Time series data adalah sebuah pengamatan yang dilakukan pada suatu variabel yang menggunakan satu waktu yang berurutan. *Time series methods* digunakan untuk memprediksi data baik dalam harian, mingguan, maupun bulanan serta tahunan pada waktu yang akan datang berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel atau kesalahan sebelumnya [2][11].

Model-model Runtun Waktu

a. Model Autoregressive

Persamaan model *autoregressive* orde ke- p atau $AR(p)$ yaitu [2][3]:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t \quad (1)$$

b. Model Moving Average

Model *Moving Average* orde ke- q atau $MA(q)$ dengan persamaan yaitu [2][3]:

$$Z_t = \theta_0 - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (2)$$

c. Model Autoregressive and Moving Average

Model ARMA merupakan model kombinasi antara AR dan MA atau $ARMA(p,q)$ dengan persamaan yaitu [2][3]:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

d. Model Autoregressive Integrated Moving Average

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* atau $ARIMA(p, d, q)$ merupakan turunan dari model $ARMA(p,q)$, serta termasuk ke dalam model nonstasioner, dengan bentuk persamaan yaitu [2][3]:

$$Z_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Z_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1})Z_{t-p} - \phi_p Z_{t-p-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}, \quad (4)$$

Pengolahan data dengan metode Box-Jenkins menggunakan empat langkah, yaitu dengan mengidentifikasi kestasioneran data dan model, mengestimasi parameter dari model, pemilihan model yang sesuai untuk data, dan tahap terakhir peramalan pada masa yang akan datang [7][8].

- a. Mengidentifikasi Model
 Pada tahap ini dilakukan identifikasi model dengan melakukan uji kestasioneran data dengan menggunakan data actual, plot ACF dan PACF. Jika terjadi nonstasioner data maka perlu dilakukan differensing data sampai data tersebut stasioner. Sedangkan jika data telah dinyatakan stasioner, maka dari plot ACF dan PACF tersebut dapat ditentukan model sementara.
- b. Estimasi Parameter Model
 Model sementara telah diperoleh pada langkah pertama yaitu mengidentifikasi model, selanjutnya akan dilakukan penentuan parameter setiap model tersebut dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, serta dilakukan uji signifikansi parameter setiap model.
- c. Verifikasi Model
 Selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap model atau pemilihan model terbaik dengan uji yaitu uji indenpendensi *residual*, uji kerandoman (*Ljung Box Pierc*), selanjutnya yaitu uji *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SC) [1][4].
- d. Peramalan
 Langkah terakhir adalah peramalan waktu akan datang. Pada peramalan dilakukan 3 step peramalan yaitu data *training*, data *testing*, peramalan waktu yang datang, serta dilakukan uji akurasi peramalan yaitu dengan menggunakan uji MAPE [12].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Data Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Jumlah pasien yang menderita penyakit ISPA mengalami gejala fluktuasi selama periode tahun 2014 sampai 2019. Untuk lebih jelasnya, jumlah kasus penyakit ISPA disajikan pada Tabel 1 Berikut:

Tabel 1. Statistika Deskriptif Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Variabel	Jumlah Data (N)	Rata-rata (Orang)	Maksimum (Orang)	Minimum (Orang)
Jumlah Kasus	68	51	85	26

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kasus penyakit ISPA yang diderita oleh pasien di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau mulai Januari 2014 sampai Agustus 2019 adalah 51 orang dengan jumlah sampel 68 bulan. Dengan jumlah tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2019 yaitu sebanyak 85 orang dikarenakan kondisi di Riau sedang darurat karhutla, sedangkan jumlah terendah terjadi pada bulan Juli 2016 yaitu sebanyak 26 orang.

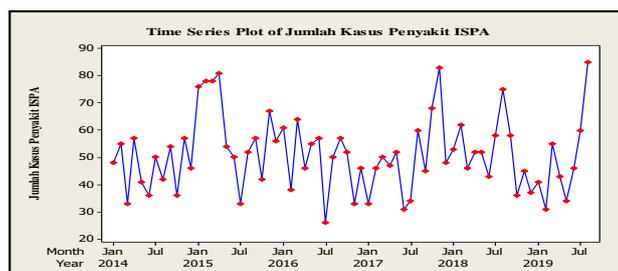
3.2 Pembentukan Model Peramalan Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Untuk memodelkan jumlah kasus penyakit ISPA dalam *Box-Jenkins methods* ini dilakukan dengan 4 langkah dan taraf signifikansinya yaitu 5% = 0.05. Adapun step pembentukan model dengan metode Box-Jenkins yaitu :

Tahap 1. Identifikasi Model

Langkah pertama yaitu pengecekan kestasioneran data dengan menggunakan plot data actual, plot ACF dan PACF.

a. Plot Data Aktual

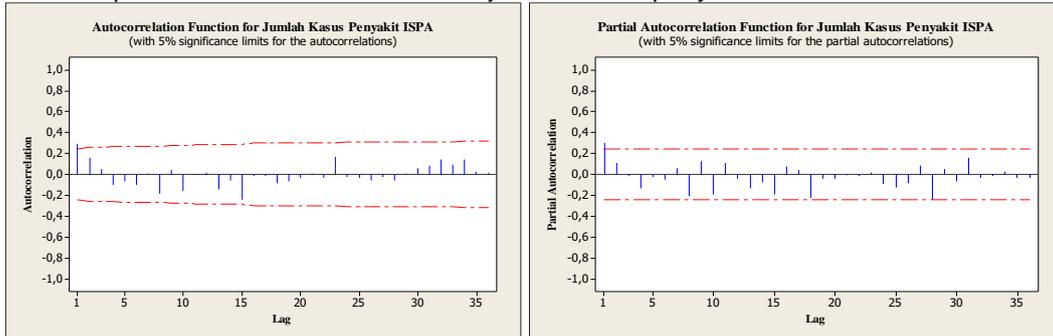


Gambar 1. Plot Data Aktual Kasus ISPA

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat secara visual bahwa pola data pada gambar tersebut diasumsikan sudah stasioner dan rata-rata data konstan sepanjang sumbu horizontal.

b. Plot Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

Bentuk plot ACF dan PACF untuk data jumlah kasus penyakit ISPA adalah :



Gambar 2. Plot ACF dan PACF Kasus ISPA

Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 2 menunjukkan bahwa lag pada plot tersebut terlihat turun secara eksponensial, hal ini menunjukkan data tersebut sudah stasioner. Model sementara yang diperoleh dari kedua plot tersebut untuk data jumlah kasus penyakit ISPA yaitu model stasioner AR(1), ARMA(1,2), ARMA(2,2) dengan persamaannya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Model Data Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Model	Persamaan Matematis
AR(1)	$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + e_t$
ARMA(1,2)	$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + e_t$
ARMA(2,2)	$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + e_t$

Tahap 2. Menentukan Parameter Model

Tahap ini dilakukan penentuan parameter dari model sementara yang diperoleh dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Berikut adalah parameter model AR(1), ARMA(1,2) dan ARMA(2,2) :

Tabel 3. Estimasi Parameter Model Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Model	Parameter	Koef	Nilai -t	P-value	Keputusan
AR(1)	ϕ_0	37,040	23,16	0,000	Signifikan
	ϕ_1	0,2772	2,22	0,030	Signifikan
ARMA(1,2)	ϕ_0	5,5539	50,77	0,000	Signifikan
	ϕ_1	0,8914	7,84	0,000	Signifikan
	θ_1	0,7159	4,44	0,000	Signifikan
	θ_2	0,2488	2,00	0,049	Signifikan
ARMA(2,2)	ϕ_0	4,23720	70,87	0,000	Signifikan
	ϕ_1	1,5518	13,64	0,000	Signifikan
	ϕ_2	-0,6343	-4,78	0,000	Signifikan
	θ_1	1,3326	350,49	0,000	Signifikan
	θ_2	-0,3534	-5,47	0,000	Signifikan

Menurut Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa ketiga model sementara dengan semua nilai konstanta dan parameter adalah signifikan, yaitu model AR(1), ARMA(1,2) dan ARMA(2,2).

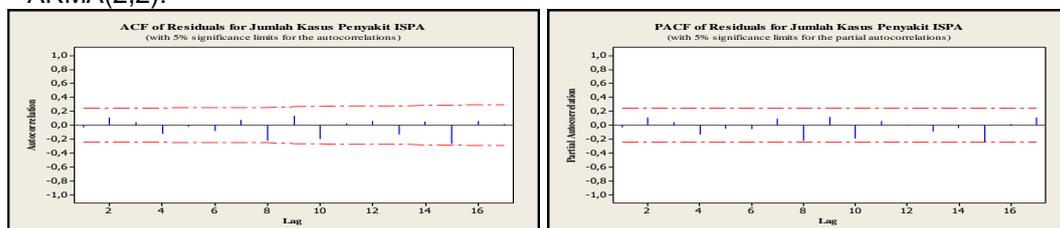
Tahap 3. Uji Verifikasi Model

Tahap ini dilakukan pemilihan model terbaik untuk data tersebut yang digunakan untuk tahap terakhir yaitu peramalan. Uji independensi residual, uji kerandoman (*Ljung-Box-Pierce*),

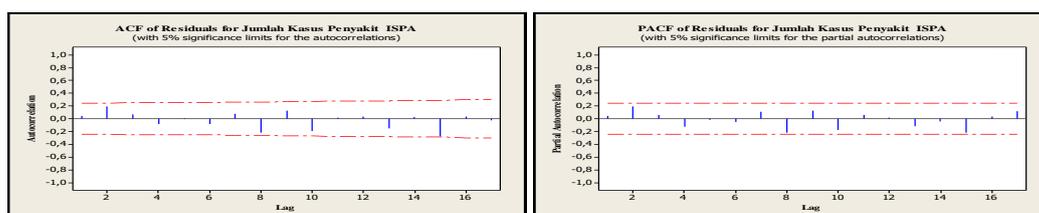
uji AIC (*Akaike Information Criterion*), uji SC (*Schwarz Criterion*) adalah beberapa uji yang digunakan pada tahap pemilihan model terbaik.

a. Independensi Residual

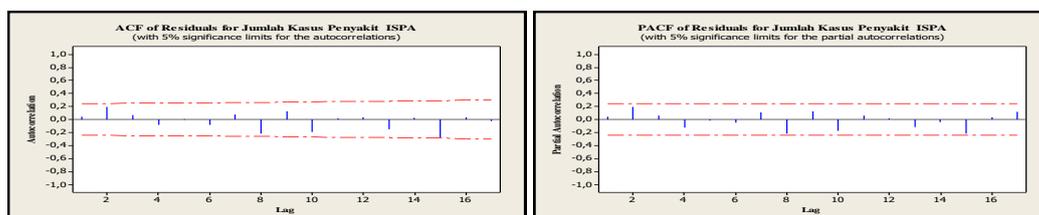
Uji independensi residual adalah uji yang dilakukan untuk melihat apakah residual pada plot ACF dan PACF terjadi independen (tidak berkorelasi). Model yang layak digunakan dalam peramalan adalah model yang tidak terjadi korelasi pada residualnya. Berikut adalah pasangan plot ACF dan PACF residual untuk model AR(1), ARMA(1,2) dan ARMA(2,2):



Gambar 3. Plot ACF dan PACF Residual Model AR(1) Kasus ISPA



Gambar 4. Plot ACF dan PACF Residual Model ARMA(1,2) Kasus ISPA



Gambar 5. Plot ACF dan PACF Residual Model ARMA(2,2) Kasus ISPA

Berdasarkan Gambar 3, 4 dan 5 dapat dilihat bahwa semua lag dari plot ACF dan PACF residual pada model AR(1), ARMA(1,2) dan ARMA(2,2) tidak mengalami korelasi, dimana semua lag dari semua model tidak ada yang keluar dari batas atas dan batas bawah dari garis korelasi residual. Oleh karena itu, semua model layak digunakan untuk tahap peramalan.

b. Uji Kerandoman (*Ljung-Box-Pierce*)

Pada uji ini dilakukan perbandingan antara nilai *p-value* pada *output* proses *Ljung-Box-Pierce* dengan taraf toleransi (α). Berikut disajikan *output* uji proses *Ljung-Box-Pierce*:

Tabel 4. *Box-Pierce (Ljung-Box)* Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Model AR(1)				
Lag	12	24	36	48
<i>P-Value</i>	0,272	0,194	0,537	0,609
Model ARMA(1,2)				
Lag	12	24	36	48
<i>P-Value</i>	0,112	0,110	0,377	0,448
Model ARMA(2,2)				
Lag	12	24	36	48
<i>P-Value</i>	0,181	0,129	0,524	0,641

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa semua nilai *p-value* pada semua lag model AR(1), ARMA(1,2), dan ARMA(2,2) lebih besar dari pada level toleransi 5% = 0,05 yaitu

$P\text{-value} > 0,05$. Hal ini berarti bahwa ketiga model tersebut telah memenuhi proses random, maka ketiga model tersebut layak digunakan untuk peramalan.

c. Uji Akaike Information Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SC)

Uji terakhir adalah dengan menggunakan uji AIC dan SC untuk memilih model terbaik. Model yang memiliki nilai AIC dan SC yang paling kecil, maka model tersebut dikatakan model terbaik. Berikut adalah tabel nilai AIC dan SC untuk model AR(1), ARMA(1,2) dan ARMA(2,2):

Tabel 5. Akaike Information Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SC) Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Model	AIC	SC
AR(1)	8,064799	8,195359
ARMA(1,2)	8,053284	8,151203
ARMA(2,2)	8,109146	8,239705

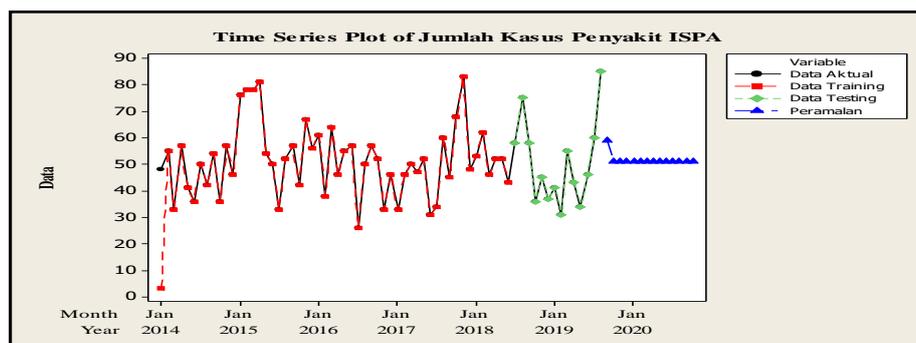
Berdasarkan dari Tabel 5 Model ARMA(1,2) adalah model yang layak dan sesuai untuk data jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.

Tahap 4. Peramalan Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Model yang sesuai yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis peramalan adalah model ARMA(1,2) dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Z_t = 5,5539 + 0,8914Z_{t-1} - 0,7159e_{t-1} - 0,2488e_{t-2} + e_t \tag{5}$$

Gambaran hasil peramalan jumlah kasus penyakit ISPA pada tahap *training*, *testing* dan peramalan bulan September 2019 sampai Oktober 2020 dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Grafik Peramalan Jumlah Kasus Penyakit ISPA

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa untuk peramalan pada data *training* mengikuti pola data aktual, karena data yang digunakan untuk peramalan menggunakan data aktual, sedangkan pada data *testing* hasil peramalan juga mendekati pola data aktual, karena data yang digunakan pada tahap ini adalah hasil peramalan pada data *training*. Selanjutnya untuk hasil peramalan jumlah kasus penyakit ISPA pada bulan September 2019 sampai Oktober 2020 dengan menggunakan model ARMA(1,2) cenderung stabil. Dengan nilai MAPE yang diperoleh yaitu 1,38% dapat disimpulkan bahwa akurasi prediksi dengan model ARMA(1,2) dikatakan sangat baik untuk data jumlah kasus penyakit ISPA karena nilai MAPE yang diperoleh jauh di bawah 20%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan, model *forecasting* yang sesuai untuk diaplikasikan pada data jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau adalah *autoregressive moving average* (ARMA(1,2)) dengan nilai MAPE 1,38%, dan berdasarkan hasil peramalan waktu yang akan datang, dapat kita lihat bahwa jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau untuk setiap bulannya cenderung stabil. Menunjukkan

bahwa tidak terjadi fluktuasi pada jumlah pasien rawat jalan yang terserang kasus penyakit ISPA setiap bulannya. Dengan demikian jumlah kasus penyakit ISPA di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan pada waktu yang akan datang.

Daftar Pustaka

- [1] Amos L, George O, Joel K. Cancer Cases in Kenya; Forecasting Incidens using Box & Jenkins ARIMA Model. *Journal Biomedical Statistics and Informatics*. 2017; 2(2): 37-48.
- [2] Bierens HJ. Information Criteria and Model Selection. Pennsylvania: Pennsylvania State University. 2006.
- [3] Bowerman BL, O'Connell RT, Koehler AB. Forecasting, Time Series, Regression An applied approach, 4th ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/cole. 2005.
- [4] Box GEP, Jenkins GM. Time Series Analysis, Forecasting and Control Third Edition. New Jersey: Prentice-International Hall. 1994.
- [5] Cryer JD, Kung SC. Time Series Analysis with Applications in R. New York: Springer Dordrecht Heidelberg London. 2008.
- [6] Humaira SP, Indah N, Darwan. Forecasting of the Number of Schizophrenia Disorder by using the Box-Jenkins of Time Series Analysis. *Journal of Robotics and Control (JRC)*. 2020; 1(6): 213-219.
- [7] Kemnkes RI. Survey Moralitas Pencegahan Ispa. Jakarta: Subdit. 2012.
- [8] Maddala GS. Introduction to Econometrics. Edisi ke-2. New York: Macmillan Publishing Company. 1992.
- [9] Makridakis S, Hibon M. ARMA Models and the Box-Jenkins Methodolog. *Journal of Forecasting*. 1997; 16: 147–163.
- [10] Montgomery DC, Jennings CL, Kulachi M. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Canada: John Wiley and Sons, Inc. 2008.
- [11] Manurung AH. Teknik Peramalan Bisnis dan Ekonomi. Jakarta: Rineka Cipta. 1990.
- [12] Putri NG, Herawati YT, Ramani A. Peramalan Jumlah Kasus Penyakit Hipertensi di Kabupaten Jember dengan Metode Time Series. *Journal of Health Science and Prevention*. 2019: 3(1).
- [13] Santoso S. Bussiness Forecasting. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo. 2009.
- [14] Vandaele W. Applied Time Series and Box-Jenkins Models. , New York: Academic Press, Inc. 1993.
- [15] Wei WWS. Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods. Edisi Kedua. California: Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 2005.
- [16] WHO. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) yang Cenderung Menjadi Pandemi dan Pandemi. Jenewa: 2007.
- [17] Wibisono MJ, Winariani, Hariadi S. Buku Ajar Ilmu Penyakit Paru. Departemen Ilmu Penyakit Paru FK Unair-RSUD. Dr. Soetomo. 2010.
- [18] Yosra A., Kourosh S, Khairollah A. Prediction of Suicide Attempts using the Box-Jenkins Model. *Iranian Journal of Psychiatry*. 2020; 15(4): 305-311.