

Peramalan Nilai Ekspor Di Provinsi Bali Dengan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*

Ni Luh Irma Ronica Sari¹, I Wayan Puja Astawa¹, I Gusti Putu Suharta¹

¹*Jurusan Matematika, Universitas Pendidikan Ganesha, Jalan Udayana No 11 Singaraja, Bali*

**Corresponding author: Irma.ronica@undiksha.ac.id*

Abstrak

Ekspor merupakan salah satu kegiatan yang dapat mendorong pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan masyarakat dalam suatu negara. Pajak yang diperoleh dari hasil ekspor menjadi salah satu pendapatan terbesar pemerintah Indonesia. Pendapatan ekspor di wilayah Provinsi Bali tentunya berpengaruh besar terhadap perekonomian di Indonesia. Pada penelitian akan dilakukan analisis *time series* terhadap nilai ekspor Provinsi Bali dengan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* yang bertujuan untuk mengkaji model SARIMA untuk meramalkan nilai ekspor, mengukur akurasi model SARIMA dalam meramalkan nilai ekspor, serta mengetahui hasil peramalan nilai ekspor di Provinsi Bali menggunakan model SARIMA. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif dimana sampel yang digunakan sebanyak 84 nilai ekspor bulanan Provinsi Bali periode Januari 2015 hingga Desember 2021 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. Model terbaik yang diperoleh dari data nilai ekspor Provinsi Bali dengan metode SARIMA yaitu SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ dengan tingkat akurasi berdasarkan perhitungan nilai MAPE sebesar 18,91% yang tergolong baik sehingga dapat digunakan untuk peramalan. Berdasarkan model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ diperoleh persamaan sebagai berikut: $X_t = X_{t-1} + 0.4428 X_{t-12} - 0.4428 X_{t-13} + 0.7158 e_{t-1} + e_t$ serta diperoleh hasil peramalan di tahun 2022 menunjukkan prediksi tertinggi pada bulan Desember yaitu sebesar US\$ 51,616,557 dan hasil peramalan terendah di bulan Juli yaitu sebesar US\$ 42,586,248.

Kata kunci: Ekspor, Peramalan, *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*

Abstract

Export is one of the activities that can boost economic growth and the welfare of the people in a country. Taxes obtained from exports are one of the largest revenues for the Indonesian government. Export income in the province of Bali certainly has a big impact on the economy in Indonesia. In this study, a time series analysis will be carried out on the export value of the Province of Bali using the *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* method which aims to examine the SARIMA model to predict export values, measure the accuracy of the SARIMA model in forecasting export values, and find out the results of forecasting export values in the province. Bali uses the SARIMA model. This research is an applied research with a quantitative approach where the sample used is 84 monthly export values of Bali Province for the period January 2015 to December 2021 obtained from the Central Statistics Agency of Bali Province. The best model obtained from export value data in Bali Province using the SARIMA method is SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ with an

accuracy level based on the calculation of the MAPE value of 18.91% which is classified as good so that it can be used for forecasting. Based on the SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ model, the following equation is obtained: $X_t = X_{t-1} + 0.4428 X_{t-12} - 0.4428 X_{t-13} + 0.7158e_{t-1} + e_t$ and the results of forecasting in 2022 showed the highest prediction in December of US\$ 51,616,557 and the lowest forecasting result in July of US\$ 42,586.248.

Keywords: Export, Forecasting, *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*

1. PENDAHULUAN

Bali merupakan salah satu sentra pariwisata terbesar yang ada di Indonesia, namun meskipun demikian pembangunan perekonomian di Provinsi Bali tidak hanya bersumber dari sektor pariwisata. Salah satu penunjang perekonomian yang cukup besar di Provinsi Bali adalah nilai ekspor. Ekspor merupakan proses penjualan barang atau jasa dari suatu negara ke negara lain. Menurut Kementerian Perindustrian & Perdagangan RI (1998) Ekspor merupakan suatu kegiatan mengeluarkan barang dari daerah pabean, dimana daerah pabean merupakan wilayah indonesia yang meliputi wilayah darat, wilayah perairan dan wilayah ruang udara di atasnya dan tempat tertentu yang ada di zona ekonomi eksklusif serta landasan kontinen yang didalamnya berlaku undang-undang kepabeanan.

Berdasarkan informasi dan data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (BPS) Bali, kondisi nilai ekspor di Provinsi Bali dari tahun ke tahun cenderung berfluktuatif. Pada tahun 2015 mengalami penurunan sebanyak 7% dimana pada tahun sebelumnya tercatat sebanyak US\$ 536 juta dan di tahun 2015 menjadi US\$ 499 juta kemudian meningkat tipis sebanyak 1,2% ditahun 2016 mejadi US\$ 505 juta. Tahun 2017 meningkat sebanyak 6,3% menjadi US\$ 537 juta dan ditahun 2018 kembali meningkat sebanyak 10,9% menjadi US\$ 596 juta. Kemudian di tahun 2019 mengalami penurunan sebanyak 0,67% menjadi US\$ 592 juta dan ditahun 2020 kembali turun dengan cukup drastis sebanyak 22,87% menjadi US\$ 456 juta. Untuk tahun 2021 secara kumulatif nilai ekspor di Provinsi Bali periode Januari – September 2021 tercatat senilai US\$ 358, 33 juta mengalami peningkatan sebanyak 7,95% dibandingkan dari tahun-tahun sebelumnya. Pada bulan Mei apabila dihitung berdasarkan bulan ke bulan menunjukkan penurunan hingga 13,98% dan pada bulan juli kembali mengalami penurunan dari bulan sebelumnya sebanyak 9,86% dan secara tahun ke tahun juga mengalami penurunan sebanyak 7,64% namun dibulan September kembali meningkat sebanyak 3,77% dibandingkan bulan sebelumnya. Kondisi ini disebabkan oleh tertutupnya akses penerbangan di beberapa negara serta semakin meningkatnya harga pengiriman ke luar negeri selama pandemi Covid-19. Nilai ekspor yang tidak stabil memiliki dampak yang cukup besar terhadap pertumbuhan ekonomi. Pajak ekspor merupakan salah satu sumber pendapatan pemerintah, sehingga ketidakstabilan nilai ekspor tentunya berpengaruh terhadap ketidakstabilan

pendapatan pemerintah yang juga berpengaruh terhadap rencana kerja dan persediaan untuk proses pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah. Oleh karena itu diperlukan sebuah peramalan terhadap nilai ekspor sebagai efektivitas dan efisiensi dalam perencanaan yang dapat dijadikan acuan, sehingga kemungkinan terjadinya penurunan terhadap nilai ekspor di Provinsi Bali dapat terminimalisir dan dapat ditangani sejak dini. Peramalan terhadap nilai ekspor tentunya sangat penting sebagai pertimbangan dalam mencapai target perdagangan internasional, karena pencapaian yang besar dalam perdagangan internasional juga menjadi aspek yang penting dalam perekonomian suatu negara.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis *time series* untuk meramalkan nilai ekspor di Provinsi Bali pada bulan yang akan datang berdasarkan data sekunder yang merupakan data bulanan nilai ekspor di Provinsi Bali yaitu dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2021 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (BPS) Bali. Metode yang akan digunakan yaitu *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* untuk melakukan peramalan terhadap nilai ekspor di Provinsi Bali pada periode yang akan datang berdasarkan data yang didapatkan dari masa lalu. Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* merupakan pengembangan dari metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang khusus digunakan untuk data yang berpola musiman. Metode ARIMA merupakan metode yang telah dipelajari secara mendalam oleh Georgeo Box dan Gwilym Jenkins pada tahun (1976) yang diterapkan untuk analisis deret berkala, peramalan dan pengendalian untuk data runtun waktu yang tidak stasioner. Metode SARIMA digunakan pada penelitian ini karena data yang akan digunakan merupakan data runtun waktu yang lebih banyak ditemukan tidak stasioner serta data yang digunakan bersifat musiman dibuktikan dengan plot *time series* pada gambar 1 di bagian hasil dan pembahasan.

Berdasarkan plot *time series* yang diperoleh dari data aktual tersebut, terlihat bahwa data berpola musiman yang ditunjukkan dengan terjadinya pengulangan dalam selang waktu yang hampir sama. Karena hal tersebut penelitian ini menggunakan metode analisis runtun waktu yang dapat digunakan untuk data berpola musiman yaitu metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* dalam meramalkan untuk periode yang akan datang. Metode SARIMA ini merupakan salah satu metode yang cukup sering digunakan dalam proses peramalan secara statistik untuk data yang berpola musiman. Untuk mempermudah proses penelitian akan digunakan *software* yang dapat membantu perhitungan yaitu R Studio.

2. METODE

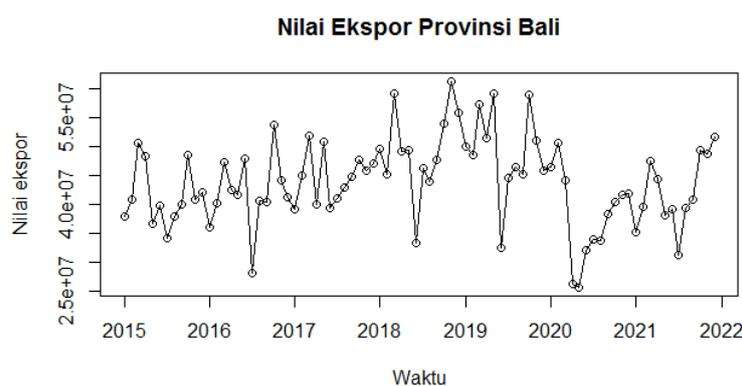
Jenis Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali yang merupakan data

bulanan dari Januari 2015 hingga Desember 2021 mengenai nilai ekspor di Provinsi Bali. Penelitian ini akan dimulai dengan mengambil data nilai ekspor pada *website* resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (BPS) Bali. Setelah itu akan dibuat plot *time series* dari data tersebut untuk melihat pergerakan data, kemudian membagi data menjadi data *training* dan *testing*. Selanjutnya peneliti akan mengkaji data *training* dengan menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* yang diawali dengan menstasionerkan data kemudian identifikasi model sementara dengan melihat plot ACF dan PACF, setelah itu dilakukan proses *overfitting* untuk mendapatkan model lain yang memungkinkan dapat digunakan dalam meramalkan dan kemudian dilakukan proses estimasi parameter dengan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) dilanjutkan dengan tahap diagnosis *chacking* yang meliputi uji Ljung-Box untuk memastikan residual model bersifat *white noise* serta uji *Kolmogorov – Smirnov* untuk memastikan residual model bersifat normal. Setelah itu dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan hasil perhitungan nilai AIC, MAE dan MAPE terkecil lalu dilakukan proses peramalan dengan model terbaik yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data

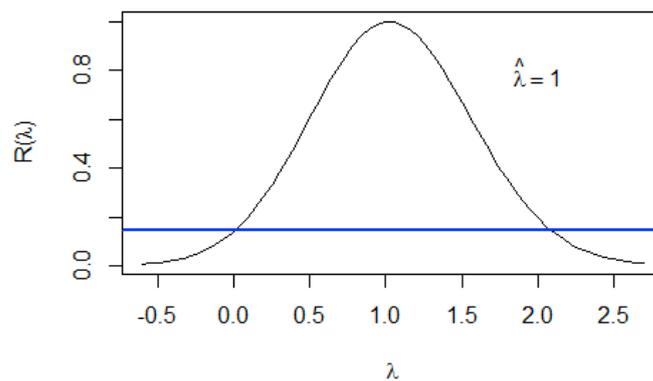
Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data bulanan nilai ekspor Provinsi Bali yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (BPS) Bali dengan jumlah data sebanyak 84 terhitung sejak Januari 2015 hingga Desember 2021. Data akan di bagi menjadi dua yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* sebanyak 72 data terhitung sejak Januari 2015 hingga Desember 2020 yang akan digunakan untuk mencari model terbaik berdasarkan proses pada metode SARIMA sedangkan untuk data *testing* sebanyak 12 data terhitung sejak Januari 2021 hingga Desember 2021 yang akan digunakan untuk menguji tingkat akurasi pada hasil peramalan berdasarkan model terbaik yang diperoleh dari data *training*. Secara visual data tersebut disajikan dalam bentuk plot *time series* berikut ini:



Gambar 1. Plot *time series* data aktual

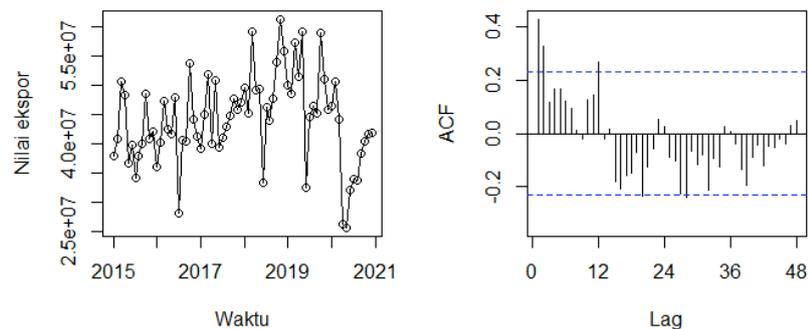
Uji Kestasioneran Data

Pada bagian ini data yang belum stasioner akan distasionerkan dalam ragam dan rata - rata. Dalam melakukan uji kestasioneran dalam ragam atau variannya maka perlu dilakukan uji Box-Cox terhadap data yang digunakan. Data dapat dikatakan stasioner dalam variannya apabila *rounded value* atau *lambda* yang dihasilkan Uji Box-Cox mendekati atau sama dengan 1. Berikut merupakan hasil dari Uji Box-Cox dari data *training* yang menyatakan bahwa data *training* telah stasioner terhadap ragamnya.



Gambar 2. Plot Box-Cox data training

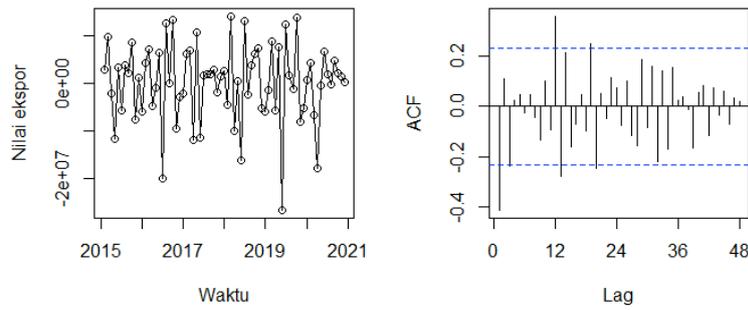
Sedangkan untuk dapat mengetahui apakah data yang digunakan dalam penelitian ini telah stasioner dalam rata - rata atau belum maka dapat dilakukan pemeriksaan kestasioneran rata – rata. Berikut merupakan plot *time series* serta plot ACF dari data *training* yang telah stasioner dalam ragam.



Gambar 3. Plot time series dan Plot ACF data training

Jika dilihat dari plot *time series* serta plot ACF pada gambar 3 terlihat bahwa data tidak stasioner karena fluktuasi data tidak berada pada nilai rata – rata yang konstan. Selain itu hasil uji ADF juga menunjukkan nilai Dickey-Fuller = -2.2622, Lag order = 4, p-value = 0.4686 yang artinya gagal menolak hipotesis null karena *p-value* lebih besar dari taraf nyata atau *alpha* dimana *alpha* yang digunakan adalah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa data belum stasioner terhadap rata - rata sehingga perlu dilakukan pembedaan (*differencing*) terhadap data *training* agar data stasioner terhadap rata - rata. Berikut merupakan plot *time series* serta plot ACF setelah

pembedaan (*differencing*) sebanyak 1 kali.

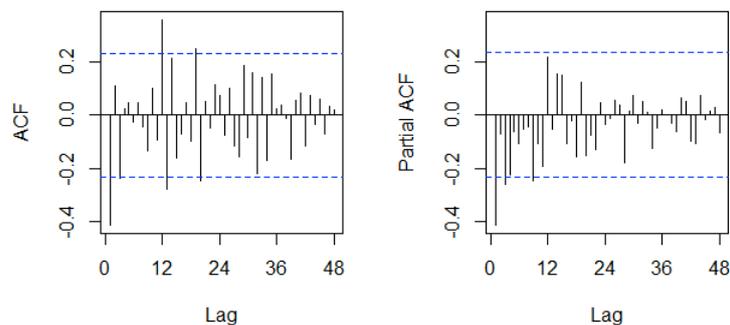


Gambar 4. Plot ACF Data Nilai Ekspor setelah *differencing* 1 kali

Dari plot *time series* dan plot ACF pada gambar 4 terlihat bahwa data lebih stasioner setelah dilakukan *differencing* sebanyak satu kali, dilihat dari fluktuasi data dengan rata – rata yang lebih konstan dibandingkan dengan plot *time series* dan plot ACF sebelum *differencing*. Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji ADF terhadap data yang sudah di *differencing* yaitu sebagai berikut: Dickey-Fuller = -5.235, Lag order = 4, p-value = 0.01 dari *p-value* yang dihasilkan pada uji ADF sudah menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam rata – rata karena nilai *p-value* yang dihasilkan dari uji ADF sudah kurang dari *alpha* 5% karena hasil uji ADF menyatakan data telah stasioner dalam rata – rata maka tidak perlu melakukan *differencing* kembali baik *differencing* terhadap musiman ataupun nonmusiman. Setelah data stasioner maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu identifikasi model SARIMA.

Identifikasi Model Sarima

Pada tahap identifikasi model, akan ditentukan orde yang akan digunakan pada model SARIMA yang meliputi ARIMA non musiman (*p* dan *q*) dan ARIMA musimannya (*P* dan *Q*). Dalam menentukan orde pada model SARIMA tersebut perlu memperhatikan plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner dalam ragam dan rata - rata. Untuk orde dari ARIMA nonmusiman dilihat dari plot ACF dan PACF keseluruhan sedangkan untuk orde dari ARIMA musiman dilihat dari lag 12, 24, 36 dan seterusnya karena periode musimannya tahunan (*s* = 12). Berikut merupakan plot ACF dan PACF dari data *training* yang telah stasioner dalam ragam dan rata - rata.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF data *training* stasioner

Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 5 diketahui bahwa untuk model ARIMA nonmusiman, plot ACF *cut off* pada lag ke-1 dan plot PACF *dies down*, Sedangkan untuk model ARIMA musiman diperoleh plot ACF *cut off* pada lag ke-12 sedangkan plot PACF *dies down* sehingga model SARIMA yang memungkinkan berdasarkan plot ACF dan PACF yang diperoleh dari data *training* yang telah stasioner adalah SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ karena hanya diperoleh satu model saja maka selanjutnya akan dilakukan poses *overfitting* untuk melihat model dugaan lain yang memungkinkan sesuai dengan data. Sehingga total model yang diperoleh yaitu sebanyak 5 model yang terdiri dari SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$, SARIMA $(1,1,1)(1,0,0)^{12}$, SARIMA $(0,1,2)(1,0,0)^{12}$, SARIMA $(0,1,1)(2,0,0)^{12}$, SARIMA $(0,1,1)(1,0,1)^{12}$

Estimasi Parameter

Pada tahap estimasi parameter ini, orde AR dan MA dari kelima model SARIMA sementara yang didapatkan melalui tahap identifikasi model, akan di estimasi untuk mengetahui model mana yang parameternya signifikan. Berikut merupakan hasil uji parameter terhadap kelima model SARIMA yang diperkirakan cocok untuk digunakan.

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter

Model	Parameter	Coef	Std.Error	z value	pr(> z)	Keterangan
SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$	MA(1)	-0.7158	0.0981	-7.2945	3.00E-13	Signifikan
	SAR(1)	0.4428	0.1128	3.928	8.57E-05	Signifikan
SARIMA $(1,1,1)(1,0,0)^{12}$	AR(1)	0.1973	0.1633	1.2082	0.227	Tidak Signifikan
	MA(1)	-0.8086	0.097	-8.3387	< 2.2e-16	Signifikan
	SAR(1)	0.4181	0.1147	3.6474	0.00026	Signifikan
SARIMA $(0,1,2)(1,0,0)^{12}$	MA(1)	-0.6277	0.1112	-5.6435	1.67E-08	Signifikan
	MA(2)	-0.123	0.1063	-1.1554	0.248	Tidak Signifikan
	SAR(1)	0.4279	0.1126	3.803	0.00014	Signifikan
SARIMA $(0,1,1)(2,0,0)^{12}$	MA(1)	-0.7152	0.0958	-7.467	8.20E-14	Signifikan
	SAR(1)	0.417	0.1362	3.061	0.0022	Tidak Signifikan
	SAR(1)	0.0525	0.1592	-0.3293	0.7419	Signifikan
SARIMA $(0,1,1)(1,0,1)^{12}$	MA(1)	-0.7136	0.0943	-7.5662	3.84E-14	Signifikan
	SAR(1)	0.621	0.35	1.7744	0.076	Signifikan
	SMA(1)	-0.2329	0.468	-0.4975	0.6188	Tidak Signifikan

Berdasarkan hasil uji parameter dengan metode *maximum likelihood estimation* terhadap kelima model tersebut diperoleh hasil bahwa hanya model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ yang keseluruhan parameternya

signifikan dengan mempertimbangkan p -value yang dihasilkan harus kurang dari alpha ($p - value < \alpha(0.05)$)

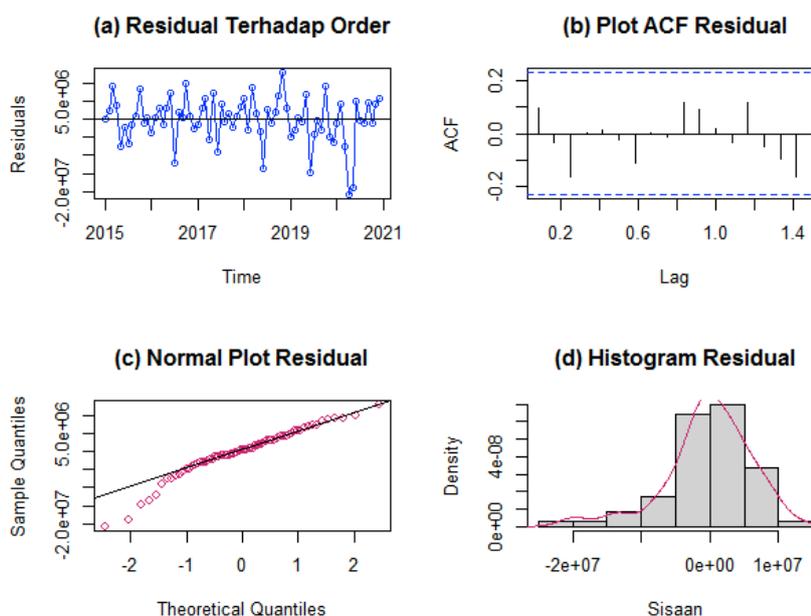
Diagnosis Model

Setelah didapatkan model SARIMA dengan parameter yang signifikan maka akan dilakukan tahap diagnosis *chacking* terhadap residual model yang meliputi uji Ljung-Box dan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut merupakan hasil uji Ljung – Box dan uji *Kolmogorov – Smirnov* dari model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$

Tabel 2. Hasil Uji Diagnosis terhadap residual model

Uji Ljung-Box		Uji Kolmogorov - Smirnov	
<i>X-Squared</i>	0.7396	<i>D</i>	0.1075
<i>p-value</i>	0.3898	<i>p-value</i>	0.3517
Keterangan	<i>White Noise</i>	Keterangan	Normal

Hasil uji *Ljung-Box* terhadap model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ diperoleh bahwa p -value yang dihasilkan sudah lebih dari taraf nyata 5% sehingga residual sudah *white noise* serta uji *Kolmogorov-Smirnov* juga menunjukkan hasil bahwa p -value lebih dari taraf nyata 5% sehingga residual sudah berdistribusi normal. Hal ini juga didukung dengan plot residual yang menunjukkan bahwa data telah memenuhi asumsi *white noise* serta normalitas terlihat pada gambah 6 berikut:



Gambar 6. Hasil uji plot terhadap residual model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$

Perhitungan Tingkat Akurasi

Perhitungan tingkat akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan model yang diperoleh dalam meramalkan., pada penelitian ini perhitungan akurasi akan dilihat dari nilai *error* yang dihasilkan yaitu

nilai MAE dan nilai MAPE. Perhitungan nilai MAE dan MAPE dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi/peramalan di tahun 2021 dengan data aktual yaitu data *testing* yang dijabarkan dibawah ini.

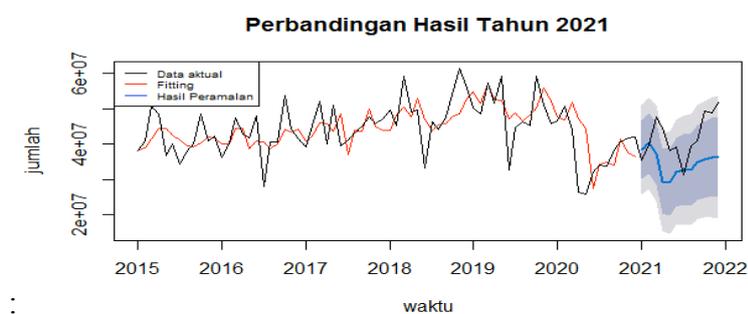
Hasil Prediksi Tahun 2021

Berdasarkan model yang keseluruhan parameternya signifikan dan memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas. Selanjutnya akan dilakukan prediksi atau peramalan untuk tahun 2021 dengan model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ yang akan dibandingkan dengan data *testing* untuk memperoleh nilai kesalahan atau *error*. Berikut merupakan hasil prediksi untuk tahun 2021 berdasarkan model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$

Tabel 3. Hasil Peramalan Tahun 2021

Periode	Data Aktual	Hasil Peramalan
Januari	35,279,255	38,382,657
Februari	39,746,244	40,228,376
Maret	47,599,877	37,304,641
April	44,393,681	29,418,765
Mei	38,188,098	29,155,848
Juni	39,173,657	32,034,203
Juli	31,395,387	32,803,282
Agustus	39,364,228	32,720,370
September	40,850,026	34,782,827
Oktober	49,413,807	35,665,142
November	48,822,983	36,247,042
Desember	51,790,489	36,346,357

Dari data *testing* dan hasil prediksi untuk tahun 2021 pada tabel diatas diperoleh plot *time series* yang membandingkan antara data *testing* dan hasil prediksi sebagai berikut



Gambar 7. Plot perbandingan hasil peramalan dengan data *testing*

Dari plot *time series* pada gambar 7 terlihat bahwa hasil prediksi cukup mengikuti pergerakan data aktualnya sehingga hasil peramalan dapat dikatakan cukup baik. Selain itu hasil *fitting* data dari model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ juga terlihat mengikuti data aktualnya sehingga model ini juga dapat dikatakan cukup baik jika

digunakan untuk meramalkan.

Kesalahan (error)

Dalam menghitung nilai kesalahan (*error*) akan dicari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) serta MAE (*Mean Absolute Error*) dengan menggunakan hasil peramalan tahun 2021 yang diperoleh dari model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ serta data asli di tahun 2021. Hasil Perhitungan nilai MAE dan MAPE untuk model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai error

Periode (t)	Data asli (X_t)	Hasil Peramalan (F_t)	Error (e_t)	Persentase $ PE_t $
73	35,279,255	38,382,657	-3,103,402	8.80
74	39,746,244	40,228,376	-482,132	1.21
75	47,599,877	37,304,641	10,295,236	21.63
76	44,393,681	29,418,765	14,974,916	33.73
77	38,188,098	29,155,848	9,032,250	23.65
78	39,173,657	32,034,203	7,139,454	18.23
79	31,395,387	32,803,282	-1,407,895	4.48
80	39,364,228	32,720,370	6,643,858	16.88
81	40,850,026	34,782,827	6,067,199	14.85
82	49,413,807	35,665,142	13,748,665	27.82
83	48,822,983	36,247,042	12,575,941	25.76
84	51,790,489	36,346,357	15,444,132	29.82

Nilai MAE dan MAPE diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - F_t| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t \frac{100,915,080}{12} = 8,409,590$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \right| = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n} = \frac{226.86}{12} = 18.91\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai MAE yaitu **8,409,590** dan MAPE yaitu sebesar **18.91%** karena nilai MAPE berada pada rentangan 10%-20% menandakan hasil peramalan sudah tergolong baik

Pemilihan Model Terbaik

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijabarkan pada bagian sebelumnya, diperoleh hanya satu model yang keseluruhan parameternya signifikan serta memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas yaitu model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ sehingga secara otomatis model ini dipilih sebagai model terbaik yang akan

digunakan untuk meramalkan dengan nilai AIC = 2434.174, MAE = 8,409,590, MAPE = 18.91%. Persamaan yang diperoleh dari model SARIMA (0,1,1)(1,0,0)¹² sebagai berikut:

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)e_t$$

$$\Phi_p(B^{12})(1-B)X_t = \theta_q(B)e_t$$

$$(1 - \Phi B^{12})(1 - B)X_t = (1 - \theta B)e_t$$

$$(1 - B - \Phi B^{12} + \Phi B^{13})X_t = (1 - \theta B)e_t$$

$$X_t - BX_t - \Phi B^{12}X_t + \Phi B^{13}X_t = e_t - \theta B e_t$$

$$X_t = BX_t + \Phi B^{12}X_t - \Phi B^{13}X_t - \theta B e_t + e_t$$

Dengan operasi *backshift* maka persamaan diatas menjadi

$$X_t = BX_t + \Phi B^{12}X_t - \Phi B^{13}X_t - \theta B e_t + e_t$$

$$X_t = X_{t-1} + \Phi X_{t-12} - \Phi X_{t-13} - \theta e_{t-1} + e_t$$

Berdasarkan perhitungan pada tahap estimasi parameter diperoleh nilai $\Phi = 0.4428$ dan $\theta = -0.7158$ sehingga persamaan tersebut menjadi:

$$X_t = X_{t-1} + 0.4428 X_{t-12} - 0.4428 X_{t-13} + 0.7158 e_{t-1} + e_t$$

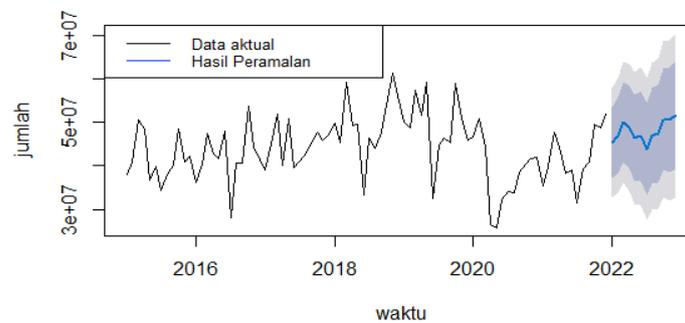
Peramalan Tahun 2022

Berdasarkan model terbaik yang didapat dari hasil analisis, diperoleh hasil peramalan untuk tahun 2022 yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil peramalan tahun 2022

Periode	Hasil Peramalan
Januari	44,305,903
Februari	46,283,744
Maret	49,761,086
April	48,341,483
Mei	45,593,847
Juni	46,030,221
Juli	42,586,248
Agustus	46,114,600
September	46,772,464
Oktober	50,564,237
November	50,302,638

Berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ didapatkan hasil peramalan tertinggi pada bulan Desember yaitu sebesar US\$ 51,616,557 dan hasil peramalan terendah di bulan Juli yaitu sebesar US\$ 42,586,248. Dari hasil peramalan tersebut diperoleh plot *time series* sebagai berikut:



Gambar 8. Plot hasil permalan tahun 2022

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *time series* dengan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* terhadap data Nilai Ekspor Provinsi Bali diperoleh model SARIMA terbaik yang dapat digunakan untuk peramalan pada periode berikutnya, dengan memenuhi beberapa syarat yaitu keseleluruhan parameternya signifikan serta memnuhi asumsi *white noise* dan normalitas adalah SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ dengan persamaan sebagai berikut:
$$X_t = X_{t-1} + 0.4428 X_{t-12} - 0.4428 X_{t-13} + 0.7158 e_{t-1} + e_t$$
 Tingkat akurasi untuk model SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)^{12}$ dihitung berdasarkan nilai MAE dan MAPE yang diperoleh dari membandingkan hasil prediksi di tahun 2021 dengan data *testing*, dimana nilai MAE yang diperoleh yaitu sebesar 8,409,590 dan perhitungan MAPE sebesar **18.91 %** yang sudah tergolong baik. Hasil peramalan di tahun 2022 menunjukkan nilai peramalan tertinggi pada bulan Desember yaitu sebesar US\$ 51,616,557 dan nilai peramalan terendah di bulan Juli yaitu sebesar US\$ 42,586,248. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu apabila ingin melakukan peramalan sejenis maka perlu menambahkan peubah – peubah lain yang mungkin dapat mempengaruhi hasil peramalan, menambahkan jumlah data agar hasil yang diperoleh dapat lebih akurat, mencoba metode lain yang dapat digunakan untuk meramalkan data bersifat musiman seperti metode *Singular Spectral Snalysis (SSA)*, *Holt-Winter’s Exponential Smoothing*, *Support Vector Regression* serta mencoba menggunakan aplikasi lainnya seperti *minitab*, *evIEWS*, *stata* dan lain sebagainya yang cukup relevan digunakan untuk proses analisis *time series*

DAFTAR PUSTAKA

- Assidiq, A., Hendikawati, P. & Dwijayati, N. (2017). Perbandingan Metode *Weighted Fuzzy Time series*, *Seasonal ARIMA* dan Holt-Winter's Exponential Smoothing Untuk Meramalkan Data Musiman. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(2). DOI 10.15294/UJM.V6I2.12288
- Wibowo, A. (2018). Model Peramalan Indeks Harga Konsumen Kota Palangkaraya Menggunakan *Seasonal ARIMA (SARIMA)*. *Matematika, Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 17(2)
- Cynthia, A., Sugiman, & Mastur, Z. (2016). Analisis Perbandingan Menggunakan Arima dan Bootstrap pada Peramalan Nilai Ekspor Indonesia. Skripsi. Repositori Universitas Negeri Semarang.
- Farooqi, A. (2014). ARIMA Model Building and Forecasting on Import and Eksport of Pakistan. *Pakistan Journal of Statistics and Operation Research*, 10(2). <https://doi.org/10.18187/pjsor.v10i2.732>
- Prianda, B.G. & Widodo, E. (2021). Perbandingan metode *Seasonal ARIMA* dan *Extreme Learning Machine* pada peramalan jumlah wisatawan mancanegara ke Bali. *Berekeng Jurnal Ilmu Matematika*, 15(4): 639-650. 10.30598/barekengvol15iss4pp639-650.
- Rosadi, D. (2014). *Analisis Runtun Waktu dan Aplikasinya dengan R*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Lubis, D.A., Johra, M.B. & Darmawan, G. (2017). Peramalan Indeks Harga Konsumen Dengan Metode Singular Spectral Analysis (SSA) dan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Matematika MANTIK*, 3(2).
- Tantika, H.N., Supriadi, N. & Anggraini, D. (2018). Metode *Seasonal ARIMA* Untuk Meramalkan Produksi Kopi Dengan Indikator Curah Hujan Menggunakan Aplikasi R di Kabupaten Lampung Barat. *Matematika, Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 17(2). 10.29313/jmtm.v17i2.3831
- Ketaren, C. J. (2017). Prediksi Kebutuhan BBM Menggunakan Metode ARIMA Di Pertamina UPMS-1 Medan. Universitas Sumatra Utara
- Ramadhan, G.L., Agushinta, D. & Sussanto, H. (2021). Peramalan Inflasi Indonesia dengan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*. 10.32520/stmsi.v10i3.1360
- Hariato, W.S. (2018). Penggunaan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Untuk Prakiraan Jumlah Permintaan Gula Rafinasi. *Repositori Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Cryer, J.D. & Chan, K. (2008). *Time series Analysis with Applications in R Secound Edition*. New York: Springer

- Bain, I.J. & Engelhardt, M. (1992). *Introduction to Probability and Mathematical Statistic Secound Edition*. California: Duxbury Press
- Makridakis, Wheelwright & McGEE. (1999). *Metode Dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Tilova, M.N. & Darsyah, M.Y. (2018). Prediksi Kelompok Ekspor SITC Di Sumatra Utara dengan Pendekatan Model Arima Dan Single Eksponensial Smoothing. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa UNIMUS*, 1.
- Zufar, M.A. (2018). Perbandingan Metode ARIMA Dengan RBFNN Dalam Peramalan Rata-Rata Banyaknya Bilangan *Sunspot*. Tesis Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ilah, M. (2016). *Peramalan Jumlah ekspor Indonesia Pada Kelompok Komooditi Ekspor Udang Segar/beku dan Tongkol/Tuna Dengan Meetode Arima Box-Jenkins*” Skripsi. Institut Sepuluh Nopember Surabaya
- Pranata, M. (2020). *Prediksi Pencurian Sepeda Motor Menggunakan Model Arima*. Skripsi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Hendayanti, N.P.N. & Nurhidayati, M. (2017). Perbandingan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan Support Vector Regression (SVA) Dalam Menprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Bali. *Jurnal Varian*, 3(2).
- Nirwana, Hadijati, M. & Fitriyani, N. (2018). Estimasi Parameter Model Moving Average Orde 1 Menggunakan Metode Momen Dan *Maximum Likelehood Estimation*. *Mathematics Journal*, 1(1).
<https://doi.org/10.29303/emj.v1i1.8>
- Nurulita. (2010). Penerapan Metode Peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Untuk Penentuan Tingkat *Safety Stock* Pada Industri Elektronik. Skripsi. Repositori Universitas Indonesia
- Priyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Sidoarjo. Zifatamah Publishing
- Prameswari, R. (2020). Peramalan Ekspor Kendaraan Bermotor di Indonesia Menggunakan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Box-Jenkins. Skripsi UINSA.
- Sumarjaya. (2016). *Model Analisis Deret Waktu*. Jurusan Matematika Universitas Udayana Syahrums & Salim (2012). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Ciptapustaka Media
- Siregar, S. (2010). *Statistik Deskriptif Untuk Penelitian*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada
- Baser, U., Bozuglu, M., Alhas-Eroglu, N. & Topuz, B.C. (2018). Forecasting Chestnut Production and Ekspor of Turkey Using Arima Model. *Turkish Journal of Forecasting*, 2(2). 10.34110/forecasting.482789