

Penerapan metode SARIMAX dalam meramalkan produksi ikan nike di provinsi gorontalo

Fahrudin Djibran¹, Ismail Djakaria², Agusyarif Rezka Nuha^{3*}

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

³Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

*e-mail: agusyarif@ung.ac.id

Diserahkan: 15/02/2025; Diterima: 30/04/2025; Diterbitkan: 30/04/2025

Abstrak. Produksi ikan nike (*Awaous Welanocephalus*) di Gorontalo mengalami penurunan rata-rata 14 ton per tahun dalam tiga tahun terakhir. Analisis data tahun 2020–2021 menunjukkan tren penurunan produksi yang dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti curah hujan, degradasi vegetasi bantaran sungai, peningkatan aktivitas pembangunan di muara, serta eksploitasi sumber daya seperti penambangan pasir dan batu. Kondisi ini mengancam keberlanjutan sumber daya ikan nike, terutama karena belum adanya upaya budidaya dan masih bergantung pada hasil tangkapan alam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meramalkan produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) dengan mempertimbangkan curah hujan sebagai variabel eksternal. Data yang digunakan mencakup produksi ikan nike dan curah hujan dari tahun 2020 hingga 2024 yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan serta Badan Pusat Statistik (BPS). Analisis dilakukan melalui uji stasioneritas data, pemodelan SARIMAX, serta evaluasi akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi ikan nike memiliki pola musiman yang dipengaruhi oleh curah hujan, dengan model SARIMAX(1,2,1)(0,0,1)¹² memberikan hasil peramalan yang akurat dengan nilai MAPE sebesar 16,66%. Model ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan di Gorontalo.

Kata kunci: Ikan Nike, SARIMAX, MAPE

Abstract. Nike fish (*Awaous Welanocephalus*) production in Gorontalo has declined by an average of 14 tons per year over the past three years. Data analysis from 2020 to 2021 indicates a downward production trend influenced by external factors such as rainfall, riverbank vegetation degradation, increased development activities at river estuaries, and resource exploitation, including sand and stone mining. This decline poses a significant threat to the sustainability of nike fish resources, especially since there are no established cultivation efforts, and production relies entirely on natural catches. This study aims to forecast Nike fish production in Gorontalo Province using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables (SARIMAX) method, incorporating rainfall as an external variable. The data covering Nike fish production and rainfall from 2020 to 2024 were obtained from the Department of Marine Affairs and Fisheries and Statistics Indonesia (BPS). The analysis involved testing data stationarity, developing a SARIMAX model, and evaluating accuracy using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results indicate that Nike fish production follows a seasonal pattern influenced by rainfall, with the SARIMAX (1,2,1)(0,0,1)¹² model providing accurate forecasts, achieving a MAPE value of 16,66%. This model can be a valuable tool for sustainable fisheries management in Gorontalo.

Keywords: Nike Fish, SARIMAX, MAPE

Pendahuluan

Peramalan (*forecasting*) merupakan proses sistematis yang bertujuan untuk memperkirakan nilai di masa depan berdasarkan data historis dan informasi yang relevan (Budisantoso, Sugiarto, dan Siswanto 2022). Metode peramalan banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk ekonomi, lingkungan, dan perikanan, guna mendukung pengambilan keputusan lebih akurat (Meutia, Sofyan, dan Muhammad 2022). Berkembangnya waktu metode analisis *time series* semakin pesat dalam penelitian, salah satu teknik yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa depan berdasarkan pola yang ditemukan dalam data historis. *Time series* sendiri merupakan sekumpulan variabel yang diamati pada interval waktu yang sama, dimana setiap pengamatan membentuk suatu deret berkala. Menurut (Lestari 2021), terdapat beberapa pola data *time series* yaitu horizontal, siklis, *trend*, dan *seasonal*. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah salah satu metode sering digunakan dalam analisis *time series* untuk meramalkan nilai masa depan berdasarkan data historis. Terdapat tiga komponen ARIMA utama yaitu, *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), dan *Moving Average* (MA). Pada bagian AR merujuk pada hubungan antara nilai saat ini dan nilai masa lalu, sedangkan komponen I mencakup proses differencing untuk membuat data menjadi stasioner dan komponen MA berfungsi untuk mengatasi kesalahan prediksi dari model sebelumnya (Mariati, Setiawati, dan Dewi 2023).

Metode ARIMA sangat menekankan kestasioneran data serta bisa digunakan pada data musiman dan nonmusiman. Salah satu pola musiman yaitu, metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) sering digunakan karena mampu menangkap pola yang berulang dalam data *time series*. Namun, pada metode ini memiliki keterbatasan karena hanya dapat digunakan untuk prediksi data *time series* singular dan tidak memperhatikan pengaruh variabel lain. Untuk mengatasi kekurangan dari model SARIMA, dikembangkan suatu model yaitu *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) (Amri dkk., 2024). Metode ini sangat berguna ketika ada faktor luar yang mempengaruhi data yang sedang dianalisis. Sebagaimana yang termuat pada penelitian dari (Maulana dan Rosalina, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan SARIMAX untuk memprediksi curah hujan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan SARIMA, dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih kecil. Oleh karena itu, penggunaan metode SARIMAX cocok digunakan pada data dengan pola data yang musiman seperti produksi ikan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan karena metode ini bukan hanya merupakan pengembangan dari metode ARIMA namun dapat meningkatkan akurasi serta keefektifan dalam meramalkan *trend* dan pola yang kompleks.

Produksi ikan nike (*Awaous Welanocephalus*) di Gorontalo menghadapi berbagai ancaman yang dipengaruhi oleh faktor eksternal, termasuk curah hujan. Dengan menunjukkan bahwa dua lokasi utama kemunculan ikan nike di Gorontalo, yaitu Muara Bone dan Muara Paguyaman (Hafidz Ollii dkk., 2022). Ikan nike sering dijadikan sebagai sumber pangan utama oleh masyarakat, sehingga menjadi salah satu komoditas penting di Gorontalo (Usman dkk., 2024). Produksi ikan nike selama tiga tahun terakhir di Provinsi Gorontalo mengalami penurunan rata-rata sebesar 14 ton per tahun. Hal ini dibuktikan dengan analisis data produksi

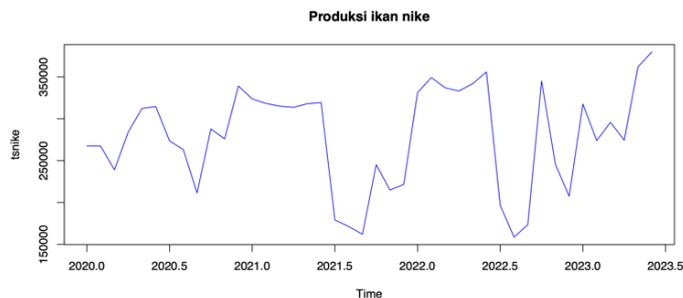
ikan nike pada wilayah Kota Gorontalo tahun 2020-2021 menunjukkan adanya *trend* penurunan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Menurut (Pasingi dan Hafidz Olli, 2023), populasi ikan nike cenderung melimpah di perairan saat musim timur, sehingga hasil tangkapan nelayan bisa mencapai lebih dari 100 kg/trip. Namun, tingginya intensitas penangkapan berisiko mengancam kelestarian ikan nike karena belum ada upaya budidaya dan pemanenan masih bergantung pada alam (Usman dkk., 2024). Selain itu, nelayan di teluk Gorontalo menghadapi tantangan akibat fluktuasi curah hujan yang mempengaruhi pola migrasi ikan dan lokasi penangkapan, sehingga berdampak pada hasil tangkapan mereka (Pasingi dan Hafidz Olli, 2023). Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan perubahan dalam salinitas dan kualitas air, yang pada gilirannya mempengaruhi distribusi plankton, sumber makanan utama bagi ikan nike (Hafidz Olli dkk., 2022). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan peramalan produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo menggunakan metode SARIMAX dengan pemantauan curah hujan sebagai variabel eksternal penelitian ini dilakukan untuk memantau pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan dalam menjaga dan mempertahankan jumlah produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Tahapan awal dalam penyelesaian masalah penelitian ini adalah pengumpulan data, yaitu berupa data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo dan curah hujan periode tahun 2020-2024 yang terdapat pada publikasi (Satu Data) Dinas Kelautan dan Perikanan serta pada website resmi laman (BPS Provinsi Gorontalo, 2024). Tahap kedua adalah melakukan pemeriksaan data stasioner terhadap ragam dengan menggunakan uji *Bartlett*, jika belum maka perlu menggunakan transformasi data menggunakan Box-Cox. Tahap ketiga adalah melakukan pemeriksaan data stasioner terhadap rata-rata dengan menggunakan uji *Dickey-Fuller* jika belum maka perlu dilakukan *differencing* data. Tahap keempat yaitu melakukan identifikasi model sementara SARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF yang kemudian akan dimasukkan variabel eksogen pada model yang telah didapatkan. Tahap kelima yaitu melakukan pemilihan nilai AIC pada setiap model yang terbentuk yang nantinya akan dilakukan uji signifikansi parameter dari model yang terpilih. Tahap terakhir adalah melakukan uji kesesuaian model untuk memenuhi uji asumsi *white noise*, distribusi normal dan nilai MAPE yang nantinya model tersebut akan digunakan untuk meramalkan data periode selanjutnya.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo dari bulan Juni 2020 - Juli 2024 terlihat bahwa pola datanya berbentuk musiman dimana adanya kenaikan produksi ikan nike pada bulan tertentu di setiap tahunnya. Gambar 1 adalah grafik data produksi ikan nike.



Gambar 1. Plot Produksi Ikan Nike

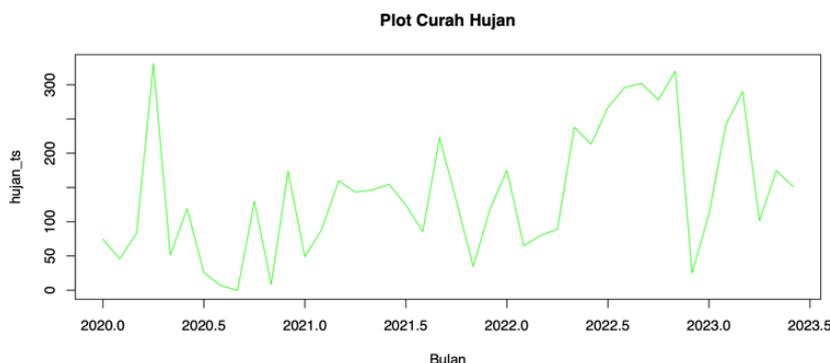
Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan bahwa pola data adanya kenaikan yang signifikan pada bulan tertentu yang mengindikasikan bahwa pola data yang digunakan yaitu pola musiman serta dapat dilihat juga dengan menggunakan plot ACF dan PACF. Tabel 1 merupakan analisis deskriptif data dari produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo pada tahun 2020-2024.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Produksi Ikan Nike Provinsi Gorontalo

Tahun	Min	Maks	Mean
2020	211.349	339.132	277.977
2021	162.005	323.681	258.492
2022	158.554	355.899	281.250
2023	232.010	379.763	291.386
2024	313.812	439.056	369.068

Berdasarkan dari **Tabel 1**, dapat disimpulkan bahwa produksi ikan nike yang terjadi paling sedikit pada bulan Agustus tahun 2022 sebesar 158.554 kg dan yang paling banyak terjadi pada bulan April tahun 2024 sebesar 439.056 kg. Dengan rata-rata produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo paling sedikit terjadi pada tahun 2021 sebesar 258.492 kg dan paling banyak terjadi pada tahun 2024 sebesar 369.068 kg.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya produksi ikan nike salah satunya yaitu curah hujan. Gambar 2 adalah data curah hujan di Provinsi Gorontalo tahun 2020 sampai dengan tahun 2024.



Gambar 2. Plot Curah Hujan

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa pola data menunjukkan adanya kenaikan curah hujan yang signifikan pada bulan tertentu yang mengindikasikan bahwa pola data yang

digunakan yaitu pola musiman. Tabel 2 merupakan analisis deskriptif data curah hujan di Provinsi Gorontalo pada tahun 2020-2024.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Curah Hujan Provinsi Gorontalo

Tahun	Min	Maks	Mean
2020	0	330.7	87.4
2021	34.6	223	121.5
2022	25	320	195.7
2023	89.6	290	173.6
2024	72.6	169.6	116.1

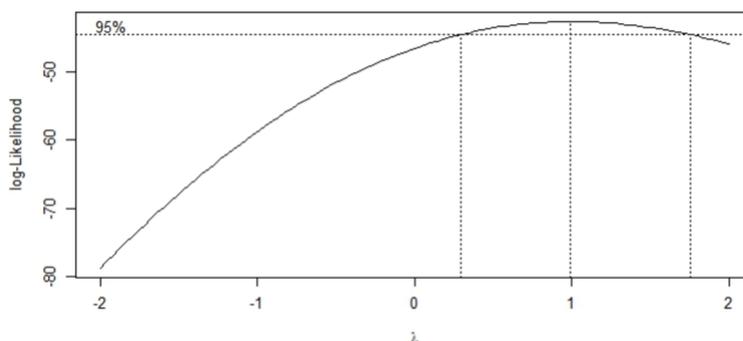
Berdasarkan dari Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa curah hujan paling kecil yang terjadi pada bulan September tahun 2020 sebesar 0 mm³ dan paling besar terjadi pada bulan April tahun 2020 sebesar 330,7 mm³. Dengan rata-rata curah hujan di di Provinsi Gorontalo paling kecil terjadi pada tahun 2020 sebesar 87,4 mm³ dan paling besar terjadi pada tahun 2022 sebesar 195,7 mm³.

Setelah melakukan analisis deskriptif data pada data produksi ikan nike dan curah hujan di Provinsi Gorontalo. Maka, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji stasioneritas terhadap ragam dan rataaan. Uji stasioneritas ragam dilakukan untuk melihat apakah terdapat perubahan yang drastis terhadap data. Apabila data yang digunakan tidak stasioner maka data tersebut akan dipertimbangkan kembali validitas dan kestabilannya dengan melakukan transformasi *box-cox* (Akbar dan Kharisudin, 2019). Salah satu uji yang dapat digunakan untuk mengecek apakah data telah stasioner terhadap ragam yaitu uji *bartlett* dengan menggunakan bantuan *software* Rstudio yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji *Barlett*

<i>Bartlett's K-squared</i>	<i>P-Value</i>
8.5937	0.03521

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai *p-value* sebesar 0.03521 dimana nilai *p-value* tersebut lebih kecil dari nilai alpha 5% atau 0.05 yang berarti data tidak stasioner terhadap ragam. Sehingga akan dilakukan transformasi *box-cox* untuk menstasionerkan data. Berdasarkan hasil uji stasioner dalam ragam menggunakan *box-cox* pada *software* Rstudio diperoleh nilai λ terbaik agar stasioner adalah $\lambda = 1,966037$. Hasil plot *box-cox* data produksi ikan nike setelah ditransformasi menggunakan λ terbaik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Transformasi Box-Cox

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa plot hasil transformasi Box-cox, batas bawah untuk (λ) adalah 0,3 dan batas atasnya adalah 1,75 dengan nilai *estimate* (λ) terbaik adalah 1,00. Sehingga nilai (λ)=1,00 ini berarti data tersebut telah stasioner dalam ragam. Setelah dilakukan proses transformasi dan kestasioneran dalam ragam sudah tercapai, maka akan dilakukan uji stasioner terhadap rataaan.

Uji stasioneritas terhadap rataaan dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Dickey-Fuller* (Brocklebank dan Dickey, 2003). Berikut merupakan hasil uji *Dickey-Fuller* dengan menggunakan bantuan *software* Rstudio yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji *Dickey-Fuller*

<i>Dickey-Fuller</i>	<i>P-Value</i>
-2.3755	0.4256

Berdasarkan Tabel 4, nilai *p-value* dari uji ADF adalah 0,4256 dimana nilai *p-value* tersebut lebih besar dari nilai alpha 5% atau 0,05 yang berarti H_0 diterima. Jadi dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner dalam rataaan, maka harus dilakukan *differencing*. Tabel 5 merupakan hasil uji ADF *differencing* pertama.

Tabel 5. Uji ADF Setelah *Differencing* Pertama

<i>Dickey-Fuller</i>	<i>P-Value</i>
-3.0766	0.1501

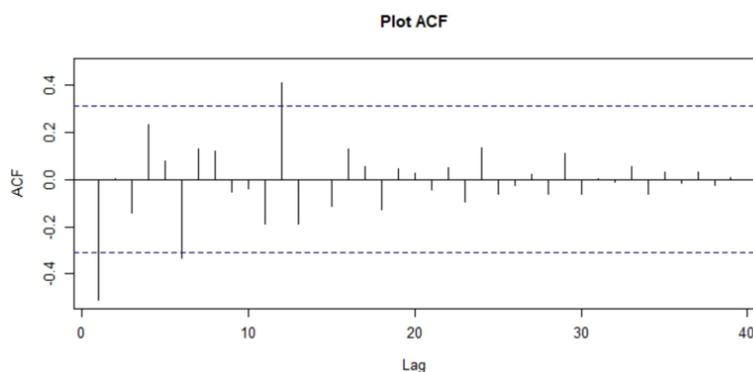
Berdasarkan Tabel 5, Nilai dari *p-value* untuk *differencing* pertama adalah 0,1501 dimana nilai tersebut masih besar dari alpha 5% atau 0,05 yang berarti H_0 diterima, maka akan dilakukan *differencing* kedua untuk menstasionerkan data dalam rataaan. Tabel 6 dibawah ini menunjukkan nilai uji ADF setelah dilakukan *differencing* kedua.

Tabel 6. Uji ADF Setelah *Differencing* Kedua

<i>Dickey-Fuller</i>	<i>P-Value</i>
-5.7878	0.01

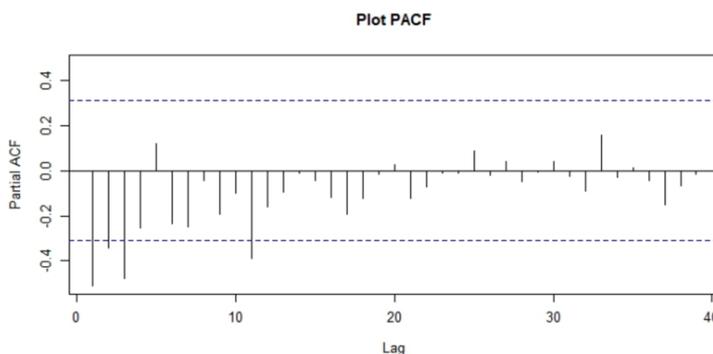
Berdasarkan Tabel 6, diperoleh hasil Uji ADF nilai *p-value* sebesar $0,01 < \alpha = 5\%$. Sehingga keputusan tolak H_0 yang berarti data telah stasioner dalam rataaan.

Setelah uji stasioneritas terhadap ragam dan rataaan telah terpenuhi maka Langkah selanjutnya yaitu melakukan identifikasi model sementara SARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF yang kemudian akan dimasukkan variabel eksogen pada model yang telah didapatkan. Hasil plot ACF yang didapatkan dengan menggunakan bantuan *software* Rstudio dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot ACF Data Produksi Ikan Nike

Berdasarkan Gambar 4, plot ACF untuk data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo pada lag 0, lag 1, lag 6 dan pada lag 12 berbentuk cut off dimana lag-lag tersebut keluar dari garis kepercayaan. Orde q pada Moving Average (MA) yang terbentuk yaitu MA(0) dan MA(1). Pada lag 12 juga keluar dari garis kepercayaan yang berarti pola tersebut mengalami pola musiman dan didapatkan orde Seasonal MA diperoleh SMA(1)12. Plot ACF digunakan untuk memperoleh orde pada MA, sedangkan pada plot PACF digunakan untuk memperoleh orde p pada Autoregressive (AR). Hasil plot PACF yang didapatkan dengan menggunakan bantuan software Rstudio dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot PACF Data Produksi Ikan Nike

Berdasarkan Gambar 5, plot PACF untuk data produksi ikan nike pada lag 1, lag 2, lag 3 dan lag 11 berbentuk cut off dimana lag-lag tersebut keluar dari garis kepercayaan. Orde p pada AR yang terbentuk yaitu AR(1), AR(2) dan AR(3). Sedangkan pada model seasonal AR diperoleh SAR(0)12 karena pola musimannya berbentuk dies down. Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 diperoleh model SARIMA dan SARIMAX yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Model Tentatif SARIMA dan SARIMAX

No	SARIMA	SARIMAX
	Model	
1	$(1,2,0)(0,0,1)^{12}$	
2	$(1,2,1)(0,0,1)^{12}$	
3	$(2,2,0)(0,0,1)^{12}$	
4	$(2,2,1)(0,0,1)^{12}$	
5	$(3,2,0)(0,0,1)^{12}$	
6	$(3,2,1)(0,0,1)^{12}$	

Berdasarkan Tabel 7, model SARIMAX tentatif telah terbentuk. Langkah berikutnya adalah melakukan pengujian untuk melihat nilai AIC dari setiap model yang dihasilkan. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai AIC Setiap Model

No	Model	AIC
1	SARIMAX(1,2,0)(0,0,1) ¹²	1007,44
2	SARIMAX (1,2,1)(0,0,1) ¹²	989,97
3	SARIMAX (2,2,0)(0,0,1) ¹²	1004,13
4	SARIMAX (2,2,1)(0,0,1) ¹²	991,25
5	SARIMAX (3,2,0)(0,0,1) ¹²	1000,79

6	SARIMAX (3,2,1)(0,0,1) ¹²	992,33
---	--------------------------------------	--------

Berdasarkan Tabel 8, dapat disimpulkan bahwa model yang dipilih untuk pengujian lebih lanjut adalah SARIMAX (1, 2, 1)(0, 0, 1)¹², karena model ini memiliki nilai AIC terendah yaitu 989,97 dibandingkan dengan model lainnya.

Setelah mendapatkan model yang terpilih berdasarkan nilai AIC terendah maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pemeriksaan diagnostik dalam hal ini uji signifikansi parameter dan uji kesesuaian model dengan model SARIMAX (1,2,0)(0,0,1)¹² (Zalila 2019). Berikut merupakan uji signifikansi parameter dengan model SARIMAX (1,2,0)(0,0,1)¹².

Hipotesis:

$H_0: \theta = 0$ (Parameter tidak berpengaruh terhadap model).

$H_1: \theta \neq 0$ (Parameter berpengaruh terhadap model).

Kriteria penolakan:

Tolak H_0 jika nilai $sig < 0, 05$.

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Signifikansi Model SARIMAX

Koefisien	Nilai Taksiran	Sig
ar1	-0.1731	0.2779
ma1	-0.9996	0.0000
sma1	0.9956	0.0200
xreq	53.1866	0.4320

Berdasarkan Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX (1, 2, 1)(0, 0, 1)¹² tidak memenuhi asumsi signifikansi parameter yang terdapat pada nilai sig pada parameter ϕ_1 (ar1) sebesar 0.2779 dan nilai xreg sebesar 0.4320 yang melebihi batas alpha 5% atau 0,05. Oleh karena itu, akan dilakukan uji kesesuaian model. Pada penelitian ini melakukan uji kesesuaian model uji *white noise* dan uji asumsi distribusi normal.

Asumsi pada uji *white noise* adalah residual bersifat *white noise* atau terdapat korelasi antar residual dengan rata-rata nol dan varians konstan (Panjaitan, Prahutama, dan Sudarno, 2018).

Hipotesis:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k$ (Residual *white noise*).

$H_1: \rho_k \neq 0$ (Residual tidak *white noise*).

Kriteria penolakan:

Tolak H_0 jika nilai $sig < 0, 05$.

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Uji *White Noise*

Model	X-Squared	P-Value
SARIMAX (1,2,1)(0,0,1) ¹²	0.10466	0.7463

Berdasarkan Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX (1, 2, 1)(0, 0, 1)¹² memenuhi asumsi uji sisaan *white noise*, sebagaimana dibuktikan dengan nilai p -value sebesar 0,7463, yang lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Oleh karena itu, analisis akan dilanjutkan dengan uji asumsi distribusi normal. Pengujian asumsi normal bertujuan untuk menentukan apakah data memenuhi asumsi normalitas (Latief, Nur'eni, dan Setiawan, 2022).

Hipotesis:

$H_0: F_n(x_i) = F_0(x_i)$ (Berdistribusi normal).

$H_1: F_n(x_i) \neq F_0(x_i)$ (Tidak berdistribusi normal).

Kriteria penolakan:

Tolak H_0 jika nilai $sig < 0, 05$.

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Uji Asumsi Distribusi Normal

Model	D	P-Value
SARIMAX (1,2,1)(0,0,1) ¹²	0.1429	0.7912

Berdasarkan Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX (1, 2, 1)(0, 0, 1)¹² telah memenuhi asumsi uji distribusi normal, yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Hal ini dibuktikan dengan nilai p -value sebesar 0,7912, yang lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Setelah semua asumsi yang diperlukan terpenuhi, model SARIMAX (1,2,1)(0,0,1)¹² digunakan untuk melakukan peramalan, yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1 - B)^d(1 - B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)e_t + \alpha_1 X_{1t}$$

$$\phi_1(B)\Phi_0(B^{12})(1 - B)^2(1 - B^{12})^0 Z_t = \theta_1(B)\Theta_1(B^{12})e_t + \alpha_1 X_{1t}$$

$$(1 - \phi_1 B)(1 - 2B + B^2)Z_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \theta_1 B^{12})e_t + \alpha_1 X_{1t}$$

$$1 - (2 + \phi_1)B + (1 + 2\phi_1)B^2 - \phi_1 B^3 = 1 - (\theta_1 + \theta_1)B - \theta_1 \theta_1 B^{13}$$

$$\begin{aligned} Z_t - (2 + \phi_1)Z_{t-1} + (1 + 2\phi_1)Z_{t-2} - \phi_1 Z_{t-3} \\ = e_t - (\theta_1 + \theta_1)e_{t-1} - \theta_1 \theta_1 e_{t-13} + \alpha_1 X_{1t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_t = (2 + \phi_1)Z_{t-1} - (1 + 2\phi_1)Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-3} + e_t - (\theta_1 + \theta_1)e_{t-1} \\ - \theta_1 \theta_1 e_{t-13} + \alpha_1 X_{1t} \end{aligned}$$

Berdasarkan Persamaan di atas serta hasil estimasi parameter model SARIMAX (1, 2, 1)(0, 0, 1)¹², diperoleh hasil peramalan terhadap data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo sebagai berikut:

-Nilai Parameter

$$(\phi_1) = -0.1731 \text{ (AR1)}$$

$$(\theta_1) = -0.9996 \text{ (MA1)}$$

$$(\Theta_1) = 0.9956 \text{ (SMA1)}$$

$$(\alpha_1) = 53.1866 \text{ (Xreg)}$$

-Persamaan awal:

$$Z_t = (2 + \phi_1)Z_{t-1} - (1 + 2\phi_1)Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-3} + e_t - (\theta_1 + \theta_1)e_{t-1} - \theta_1 \theta_1 e_{t-13} + \alpha_1 X_{1t}$$

-Substitusi parameter:

1. Substitusi:

$$(\phi_1) = -0.1731, (\theta_1) = -0.9996, \text{ dan } (\alpha_1) = 53.1866$$

2. Hasil:

$$2 + \phi_1 = 2 - 0,1731 = 1,8269$$

$$1 + 2\phi_1 = 1 + 2(-0,1731) = 1 - 0,3462 = 0,6538$$

$$-\phi_1 = 0,1731$$

$$-\theta_1 = 0,9996$$

3. Hasil substitusi parameter ke dalam persamaan adalah:

$$2 + \phi_1 = 1,8269$$

$$1 + 2\phi_1 = 0,6538$$

$$-\phi_1 = 0,1731$$

$$-\theta_1 = 0,9996 - \theta_1\theta_1 = 0,9952 \quad \alpha_1 = 53,1866$$

4. Hasil Persamaan setelah di substitusi:

$$Z_t = 1.8269Z_{t-1} - 0.6538Z_{t-2} + 0.1731Z_{t-3} + e_t + 0.9996e_{t-1} \\ + 0.9952e_{t-13} + 53.1866X_{1t}$$

Dengan menggunakan *software* RStudio, diperoleh hasil peramalan data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo, peramalan dilakukan selama 1 tahun dari bulan Juli sampai dengan Juni 2025. Hasil peramalan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Peramalan Produksi Ikan Nike Periode Juli 2024-Juni 2025

No	Periode	Peramalan
1	Jul 2024	312.889
2	Agu 2024	314.995
3	Sep 2024	318.771
4	Okt 2024	317.904
5	Nov 2024	318.053
6	Des 2024	318.521
7	Jan 2025	316.873
8	Feb 2025	314.836
9	Mar 2025	322.143
10	Apr 2025	317.197
11	Mei 2025	312.123
12	Jun 2025	316.601

Berdasarkan Tabel 12, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo untuk tahun 2025 menunjukkan pola yang cenderung fluktuatif. Untuk mengevaluasi tingkat keakuratan perkiraan produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo, digunakan model SARIMAX (1,2,1)(0,0,1)¹², dengan mempertimbangkan nilai MAPE.

Nilai MAPE dihitung dengan mengambil rata-rata kesalahan absolut dari setiap periode, yang kemudian dibagi dengan nilai aktualnya. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left(\frac{|Z_t - F_t|}{Z_t} \right) \times 100\%$$

$$MAPE = \left(\frac{\left| \frac{232010 - 312.889}{232010} + \dots + \frac{313812 - 316601}{313812} \right|}{12} \right) \times 100\%$$

$$MAPE = \left(\frac{0,348601 + \dots + 0,008887}{12} \right) \times 100\%$$

$$MAPE = 16,66\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan manual, nilai MAPE yang diperoleh adalah sebesar 16,66%. Mengacu pada kriteria Nilai MAPE menurut (Prissy, Haris, dan Arum, 2023), jika nilai MAPE kurang dari atau sama dengan 20%, maka model SARIMAX (1,2,1)(0,0,1)¹² dapat dikategorikan memiliki tingkat akurasi prediksi yang tinggi dalam memodelkan peramalan data produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo dari bulan Juli tahun 2024 sampai dengan Juni tahun 2025.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Model terbaik *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) pada jumlah produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo adalah SARIMAX (1,2,1)(0,0,1)¹² dengan curah hujan dan sebagai variabel eksogen yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_t = 1.8269Z_{t-1} - 0.6538Z_{t-2} + 0.1731Z_{t-3} + e_t + 0.9996e_{t-1} + 0.9952e_{t-13} + 53.1866X_{1t}$$

Model ini menggambarkan bahwa peramalan produksi ikan nike pada waktu ke- t dipengaruhi oleh banyaknya produksi satu, dua, dan tiga bulan sebelumnya (Z_{t-1} , Z_{t-2} , Z_{t-3}), curah hujan pada waktu satu bulan sebelumnya (X_{1t}). Hasil peramalan dengan menggunakan metode SARIMAX menunjukkan adanya peningkatan jumlah produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo pada beberapa bulan tertentu dengan jumlah produksi ikan nike terendah terjadi pada bulan Mei 312.123 kg dan tertinggi pada bulan Maret 322.143 kg. Selain itu diperoleh rata-rata jumlah produksi ikan nike selama satu tahun sebesar 316.742 kg. Tingkat keakuratan MAPE pada hasil peramalan jumlah produksi ikan nike adalah 16,66% yang menunjukkan bahwa model tingkat akurasi prediksi yang tinggi.

Saran

Penelitian selanjutnya agar dapat membandingkan dengan model lain seperti *Vector Autoregression with Exogenous Variables* (VARX) atau model berbasis machine learning seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang mungkin dapat menangkap pola non-linear lebih baik. Data curah hujan sebagai variabel eksogen pada peramalan produksi ikan nike di Provinsi Gorontalo, untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan data yaitu kecepatan angin, suhu air, atau faktor lingkungan lainnya untuk menggali lebih dalam pengaruh kejadian eksternal yang tidak terduga terhadap variabel yang diamati.

Daftar Pustaka

- Akbar, Mji, dan I. Kharisudin. (2019). "Model ARFIMA Untuk Analisis Data Kecepatan Angin Di Bandara Internasional Ahmad Yani." *UNNES Journal of Mathematics* 8(2):89–101.
- Amri, Ihsan., Selvi. Sari, Ailsha. Kinanta, M. Haris, Isnaeni. Sidqi, dan Mochamad Choirudin. (2024). "Prediksi Rata-Rata Kelembapan Menggunakan Metode SARIMAX Dengan Rata-Rata Temperatur Sebagai Variabel Exogenous." 03(02):93–106.
- BPS Provinsi Gorontalo. (2024). *Provinsi Gorontalo Dalam ANGKA*. edited by B. P.

- Gorontalo. Gorontalo: BPS Provinsi Gorontalo.
- Brocklebank, JC., dan DA Dickey. (2003). *SAS for Forecasting Time Series*. Second. SAS Institute and Wiley.
- Budisantoso, Mohamad Dimas, Dedy Sugiarto, dan Teddy Siswanto. (2022). “Perancangan Business Intelligence Data Ketersediaan Obat Di Puskesmas Curug Tangerang.” *Intelmatiks* 2(1):1–8. doi: 10.25105/itm.v2i1.12451.
- Hafidz Olli, Abdul, Thomas Tammu, dan Femy M. Sahami, Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, and Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. (2022). “Komposisi Dan Distribusin Plankton Prakemunculan Nike Di Perairan Teluk Gorontalo Provinsi Gorontalo.” *Jurnal Galung Tropika* 11(2):172–79.
- Latief, Nur Hazimah, Nur’eni Nur’eni, dan Iman Setiawan. (2022). “Peramalan Curah Hujan Di Kota Makassar Dengan Menggunakan Metode SARIMAX.” *STATISTIKA* 22(1):55–63. doi: 10.29313/statistika.v22i1.990.
- Lestari, Novi. (2021). “Peramalan Jumlah Rujukan BPJS Kesehatan Di Pusat Pelayanan Kesehatan (PLK) Universitas Airlangga Dengan Metode Exponential Smoothing Dan ARIMA.” Universitas Airlangga.
- Mariati, NPAM., LPE. Setiawati, dan NLPS. Dewi. (2023). “Inflation Value Forecasting Post Covid-19 in Denpasar Using ARIMA.” *Journal of Application on Economics and Bussines* 1(3):1165–69.
- Maulana, Ari Azhar, dan Harnita Rosalina. (2024). “Implementasi Metode Sarimax Untuk Prediksi Curah Hujan Jangka Pendek Di Pagerageung, Tasikmalaya.” *Jurnal Sumber Daya Air* 20(1):39–50. doi: 10.32679/jsda.v20i1.874.
- Meutia, Sri, Diana Khairani Sofyan, dan Fadel Muhammad. (2022). “Analisis Persediaan Chlorine Tablet Di PT Pupuk Iskandar Muda Dengan Metode Min-Max.” *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri* 1(2):47–51. doi: 10.56211/factory.v1i2.173.
- Panjaitan, Helmi, Alan Prahutama, dan Sudarno Sudarno. (2018). “Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode ARIMA, Intervensi Dan ARFIMA (Studi Kasus : Penumpang Kereta Api Kelas Lokal Ekonomi DAOP IV Semarang).” *Jurnal Gaussian* 7(1):96–109. doi: 10.14710/j.gauss.v7i1.26639.
- Pasingi, Nuralim, dan Abdul Hafidz Olli. (2023). “Nelayan Dan Penangkapan Ikan ‘Nike’ Di Perairan Teluk Gorontalo, Teluk Tomini (Indonesia).” *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 7(3):239–52. doi: 10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.vol.7.no.3.267.
- Prissy, Nusaibah, M. Al Haris, dan Prizka Rismawati Arum. (2023). “Peramalan Nilai Ekspor Migas Di Indonesia Menggunakan Model Long Short Term Memory Dan Gated Recurrent Unit Dengan Optimasi Nesterov Adam.” *J Statistika* 16(1):328–41.
- Usman, Nunung, Abdul Djabar Nento, Excel Muhammad Hendri, Azril Saputra, Leidi Sigar, Agusyaif Rezka Nuha, Analisis Dinamik, Model Predator-prey, and Efek Pemanenan. (2024). “Analisis Dinamik Model Predator-Prey Dengan Efek Pemanenan Pada Populasi Ikan Nike (*Awaous Melanocephalus*) Di Provinsi Gorontalo.” *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics* 7(2):413–26.
- Zalila, Zilla. (2019). “Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Provinsi Jawa Tengah Dengan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Input (SARIMAX).” Universitas Muhammadiyah Semarang.