

Perbandingan Metode ARIMA dan *Single Exponential Smoothing* dalam Peramalan Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Muhammad Fahmuiddin S, Ruliana*, & Sitti Sri Mustika M

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Keywords: Cocoa Export Value, ARIMA, Single Exponential Smoothing, MAPE

Abstract:

Indonesia is a country with an open economy, one of the sources of foreign exchange needed by a country with an open economy is exports. Cocoa is one of Indonesia's main export commodities that makes an important contribution to the country's economy, but the value of Indonesian cocoa exports fluctuates, that is there are inconsistent changes from time to time. The purpose of this study is to determine the results of forecasting the value of Indonesian cocoa exports, as well as to determine the best method for forecasting. This research compares the ARIMA and Single Exponential Smoothing methods to determine the best forecasting method. The best method is selected based on the smallest MAPE value. Based on the results of data analysis, the best forecasting model using the ARIMA method is the ARIMA (1, 0, 1) model, which has a MAPE value of 10.38060%. Meanwhile, the best forecasting model using the Single Exponential Smoothing method is with $\alpha = 0.16$, which has a MAPE value of 10.92874%. So that the best method for forecasting the value of Indonesian cocoa exports is the ARIMA method.

1. Pendahuluan

Ekspor suatu negara memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Salah satu indikator terpenting untuk mengukur kemajuan suatu negara adalah tingkat pertumbuhan ekonominya, yang dapat meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat pada tingkat pendapatan per kapita. Ekspor merupakan salah satu sumber devisa yang dibutuhkan oleh negara-negara dengan perekonomian terbuka, karena ekspor dapat bekerja secara luas di berbagai negara, sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan jumlah produksi yang mendorong pertumbuhan ekonomi, dan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan dan stabilitas ekonomi negara (Hanifah, 2022). Sebagai negara dengan wilayah yang luas, populasi yang padat, dan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk menghasilkan berbagai macam produk dan komoditas yang diminati di pasar internasional. Melalui ekspor, Indonesia telah berhasil mengirimkan berbagai produk unggulan ke berbagai negara di dunia.

Menurut Pusat Pelatihan Sumber Daya Manusia Ekspor dan Jasa Perdagangan (2023), salah satu produk unggulan Indonesia adalah Kakao, dengan negara tujuan ekspor adalah Malaysia, Singapura, Thailand, China, India, Japan, Filipina, Taiwan, Sri Lanka, USA, Brazil, Kanada, Jerman, Belanda, Rusia, Swiss, Belgia, Inggris, Moli.

Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor utama Indonesia yang memberikan kontribusi penting terhadap perekonomian negara. Menurut WorldAtlas (2022), Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia, memproduksi sekitar 739.483 ton biji kakao setiap tahunnya. Biji Kakao merupakan salah satu produk ekspor pertanian penting Indonesia, dan sektor ini telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Di Indonesia, terdapat sekitar

* Corresponding author.

E-mail address: ruliana.t@unm.ac.id



1,5 juta hektar perkebunan kakao, dengan Pulau Sulawesi sendiri menyumbang lebih dari 75% dari total produksi kakao negara.

Menurut Badan Pusat Statistik (2022), total ekspor kakao berfluktuasi dalam beberapa tahun terakhir, dengan peningkatan berkisar antara 1,29 hingga 7,31 persen per tahun dan penurunan mencapai 5,87 persen. Total volume ekspor pada tahun 2017 adalah 354,88 ribu ton dengan nilai total US\$1,12 miliar, meningkat menjadi 380,83 ribu ton dengan nilai total US\$1,24 miliar pada tahun 2018. Total ekspor turun 5,87 persen menjadi 358,48 ribu ton pada tahun 2019 dibandingkan tahun 2018. Total volume ekspor meningkat menjadi 377,85 ribu ton dengan total nilai US\$1,24 miliar pada tahun 2020, meningkat menjadi 382,71 ribu ton dengan total nilai US\$1,21 miliar pada tahun 2021. Jika dirunut lebih jauh ke belakang, pola ekspor kakao Indonesia cenderung fluktuatif selama satu dekade terakhir. Nilai ekspor kakao sempat mencapai level tertinggi sebesar \$1,34 miliar pada tahun 2011. Sementara itu, nilai terendah yang tercatat adalah \$1,05 miliar pada tahun 2012.

Pola ekspor kakao Indonesia yang cenderung berfluktuasi berpotensi memberikan dampak tidak langsung terhadap perekonomian negara. Oleh karena itu, diperlukan strategi serta kebijakan yang lebih terarah dan berkelanjutan dalam mengelola sektor ini yang dapat dicapai jika pemerintah dan pelaku ekonomi dapat memperkirakan kondisi di masa depan. Oleh karena itu, peramalan nilai ekspor kakao di masa depan sangat diperlukan.

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu mau pun data saat ini. Peramalan merupakan komponen penting dalam kegiatan pengambilan keputusan, karena efektivitas suatu keputusan sering kali bergantung pada berbagai faktor yang tidak dapat dikenali pada saat keputusan tersebut diambil (Aswi & Sukarna, 2006). Peramalan bisa menjadi dasar untuk perencanaan jangka pendek, jangka menengah, maupun jangka panjang. Metode deret waktu (*time series*) adalah teknik peramalan yang menggunakan *series* dari data masa lalu untuk membuat peramalan (Fahmuddin & Rais, 2021). Metode *time series* yang dapat digunakan antara lain metode rata-rata bergerak atau MA (*Moving Average*), metode penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*), dan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) (Aswi & Sukarna, 2006).

Metode ARIMA adalah metode yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1976, nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA yang diterapkan untuk analisis *time series*, peramalan dan pengendalian. Model ARIMA terdiri dari dua aspek, yaitu aspek *autoregressive* dan *moving average*. Model ARIMA umumnya direpresentasikan dengan notasi ARIMA (p, d, q), di mana p merepresentasikan orde dari proses *autoregressive* (AR), d merepresentasikan pembedaan (*differencing*), dan q merepresentasikan orde dari proses *moving average* (MA) (Aswi & Sukarna, 2006). Model ARIMA menggunakan nilai historis dan nilai saat ini untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat (Nurjanah dkk., 2018). Selain itu, salah satu metode yang sering digunakan untuk peramalan jangka pendek adalah metode *exponential smoothing*.

Metode *exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving average*. Metode ini menitik beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Terdapat tiga jenis metode *exponential smoothing*, salah satunya yaitu *Single Exponential Smoothing* (Asrul dkk., 2022). Metode *Single Exponential Smoothing* lebih cocok digunakan untuk meramalkan data yang berfluktuasi secara acak atau tidak teratur (Suryaningrum & Wijaya, 2015). Hal ini sesuai dengan data ekspor kakao Indonesia yang cenderung berfluktuatif dan memiliki pola yang tidak teratur.

Metode ARIMA dan *Single Exponential Smoothing* telah digunakan oleh beberapa peneliti untuk peramalan, diantaranya adalah Oktreza dkk. (2017) memodelkan nilai ekspor di provinsi Sumatera Barat dengan metode ARIMA. Lailiyah & Manuharawati (2018) menerapkan metode ARIMA untuk peramalan nilai ekspor di Indonesia. Rakmawann (2019) memodelkan nilai ekspor minyak kelapa sawit Indonesia dengan metode ARIMA. Yuniarti (2021) menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* untuk meramalkan penjualan terhadap penyalur makanan. Risqiati (2021) menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* untuk meramalkan penjualan barang pada perusahaan retail PT Gieb Indonesia cabang Denpasar.

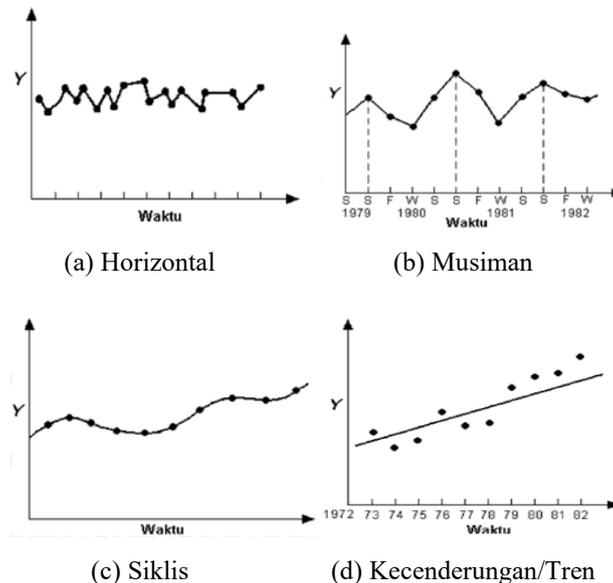
2. Tinjauan Pustaka

2.1. Peramalan

Peramalan adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa mendatang. Peramalan akan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksi mereka ke masa yang akan datang dengan model matematika (Rusyida, 2022). Peramalan sangat penting untuk perencanaan dan pengendalian operasi di berbagai bidang, seperti manajemen produksi, sistem inventaris, pengendalian kualitas, perencanaan keuangan, dan analisis investasi (Wei, 2006).

Model *time series* menggunakan data historis untuk memperkirakan situasi di masa depan dan mengekstrapolasi pola ke masa depan. Oleh karena itu, mempertimbangkan jenis pola data merupakan langkah penting dalam memilih metode *time series* yang tepat. Pola data diklasifikasikan ke dalam empat jenis, yaitu (Aswi & Sukarna, 2006):

- 1) Pola Horizontal, terjadi ketika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
- 2) Pola Musiman, terjadi ketika suatu *time series* dipengaruhi oleh faktor musiman.
- 3) Pola Siklis, terjadi ketika data dipengaruhi oleh ekonomi jangka panjang.
- 4) Pola Kecenderungan, terjadi ketika data terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang.



Gambar 2.1 Jenis Pola Data *Time Series* (Fandiyah, L. V., 2020).

2.2. Metode ARIMA

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan metode analisis deret *time series* yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins yang dikenal sebagai Box-Jenkins. Metode ini berasal dari penggabungan antara model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) (Ayu & Gernowo, 2019). Dasar dari metode ARIMA terdiri dari empat tahap yaitu identifikasi, penaksiran parameter (*parameter estimation*), pemeriksaan diagnostik (*diagnostic checking*), dan peramalan (*forecasting*) (Aswi & Sukarna, 2006). Model ARIMA digunakan berdasarkan asumsi bahwa data *time series* yang digunakan harus stasioner yang artinya rata-rata dan variansi dari data tersebut adalah konstan (Qadrini dkk., 2020).

2.2.1. Identifikasi Model

Tahap awal untuk melakukan identifikasi model sementara adalah menentukan apakah data *time series* yang akan digunakan untuk peramalan sudah stasioner atau belum, baik dalam rata-rata maupun variansi. Jika stasioneritas dalam rata-rata dan variansi terpenuhi, langkah selanjutnya adalah membuat diagram fungsi autokorelasi (FAK) dan diagram fungsi autokorelasi parsial (FAKP). Secara umum, Tabel 2.1 menunjukkan bentuk FAK dan FAKP dari model stasioner ARIMA (p,0,q) (Aswi & Sukarna, 2006).

Tabel 2.1 Bentuk FAK dan FAKP dari Model ARIMA (p, 0, q) yang Stasioner

Model ARIMA	FAK	FAKP
<i>Autoregressive</i> AR(p)	Turun secara eksponensial (<i>sinusoida</i>) menuju 0 dengan bertambahnya k (<i>dies down</i>)	Terpotong setelah lag p (lag 1, 2, ..., p yang signifikan berbeda dengan 0) (<i>cut off after lag p</i>)
<i>Moving Average</i> MA(q)	<i>Cut off after lag p</i>	<i>Dies down</i>
Campuran AR dan MA ARMA(p, q)	<i>Dies down</i>	<i>Dies down</i>

2.2.2. Penaksiran Parameter

Setelah diperoleh dugaan awal model ARIMA (p, d, q), parameter dari model ditaksir, sehingga didapatkan besaran koefisien model. Secara umum, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk penaksiran parameter model ARIMA, seperti metode *moment*, metode *least squared*, metode *maximum likelihood*, dan sebagainya (Aswi & Sukarna, 2006).

2.2.3. Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik (*diagnostic checking*) dibagi menjadi dua bagian, yaitu uji kesignifikanan parameter dan uji kesesuaian model (meliputi uji asumsi *white noise* dan distribusi normal). Pengujian kesignifikanan parameter dengan uji *t*, pengujian tentang asumsi *residual* yaitu pengujian *white noise* dengan uji *Ljung-Box*, sedangkan pengujian *residual* berdistribusi normal dengan uji *Kolmogorov Smirnov* (Aswi & Sukarna, 2006).

2.2.4. Uji Kesignifikanan Parameter

Model ARIMA yang baik untuk menggambarkan suatu kejadian adalah model yang memiliki penaksiran parameternya signifikan berbeda dengan nol. Secara umum, jika θ adalah suatu parameter dalam model ARIMA dan $\hat{\theta}$ adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, dan $SE(\hat{\theta})$ adalah *standar error* dari nilai taksiran $\hat{\theta}$, maka uji kesignifikanan parameter dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut (Aswi & Sukarna, 2006).

1. Hipotesis

$$H_0: \hat{\theta} = 0$$

$$H_1: \hat{\theta} \neq 0$$

2. Statistik Uji

$$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \tag{2.1}$$

3. Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2}$; $df = n - n_p$, n_p = banyaknya parameter atau dengan menggunakan nilai-p (*p-value*), yakni tolak H_0 jika nilai-p $< \alpha$.

2.2.5. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model meliputi kecukupan model (uji apakah *residualnya white noise*) dan uji asumsi distribusi normal, yaitu (Aswi & Sukarna, 2006):

2.2.5.1. Uji Residual White Noise

Secara ringkas, uji *residual white noise* dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Hipotesis

H_0 : Model sudah memenuhi syarat cukup (*residual* memenuhi syarat *white noise*)

H_1 : Model belum memenuhi syarat cukup (*residual* tidak *white noise*)

atau dapat ditulis sebagai berikut:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\rho_j \neq 0, j = 1, 2, 3, \dots, K$

2. Statistik uji, yaitu statistik uji *Ljung-Box* atau *Box-Pirce Modified*

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \quad (2.2)$$

dimana $\hat{\rho}_k^2$ diperoleh dari

$$\hat{\rho}_k^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (\hat{a}_t - \bar{\hat{a}})(\hat{a}_{t+k} - \bar{\hat{a}})}{\sum_{t=1}^n (\hat{a}_t - \bar{\hat{a}})^2} \quad (2.3)$$

3. Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $Q^* > \chi_{\alpha}^2; df=K-m$. K berarti lag K dan m adalah jumlah parameter yang ditaksir dalam model atau dengan menggunakan nilai-p (*p-value*), yakni tolak H_0 jika nilai-p $< \alpha$.

2.2.5.2. Uji Asumsi Distribusi Normal

Tujuan dari asumsi ini adalah untuk memastikan apakah data telah memenuhi asumsi normalitas atau belum. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan uji asumsi normalitas adalah Uji *Kolmogorov Smirnov* dengan menggunakan kriteria pengambilan keputusan berikut (Aswi & Sukarna, 2006).

- 1) Jika nilai-p $< 0,05$, data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal.
- 2) Jika nilai-p $\geq 0,05$, data berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

2.2.6. Peramalan

Peramalan dapat dilakukan jika semua parameter model signifikan dan semua asumsi terpenuhi.

2.3. Metode Single Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari metode *Moving Average* (MA). Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data baru. Dalam *Exponential Smoothing* terdapat tiga metode, salah satunya yaitu *Single Exponential Smoothing*. *Single Exponential Smoothing* mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai *mean* yang tetap, tanpa tren atau pola pertumbuhan konsisten (Assyifa dkk., 2020). Rumus untuk *Single Exponential Smoothing* adalah (Ramadhani & Ardiansyah, 2022):

$$F_{t+1} = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \tag{2.4}$$

dimana:

- F_{t+1} = ramalan untuk periode ke t+1
- A_{t-1} = nilai aktual periode ke t
- α = bobot yang menunjukkan konstanta penghalusan ($0 < \alpha < 1$)
- F_{t-1} = nilai prediksi untuk periode ke t-1

Nilai *alpha* (α) sebagai nilai parameter pemulusan diperlukan untuk metode ini. Nilai α dibandingkan dengan menggunakan interval pemulusan antara 0 dan 1. Umumnya dilakukan *trial and error* untuk mendapatkan nilai α yang tepat (Ramadhani & Ardiansyah, 2022).

2.4. Ukuran Kesalahan Peramalan

Hasil ramalan tidak selalu akurat atau sering berbeda dengan keadaan sesungguhnya (data aktual). Perbedaan antara ramalan dengan keadaan sesungguhnya disebut dengan kesalahan ramalan (*forecast error*). MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah salah satu metode statistik yang dapat digunakan untuk menguji ukuran kesalahan peramalan (Asrul dkk., 2022). Rumus MAPE adalah sebagai berikut (Assyifa dkk., 2020):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100 \tag{2.5}$$

dimana:

- X_t = nilai aktual pada periode ke t
- F_t = nilai prediksi pada periode ke t
- n = banyaknya periode waktu

Persentase peramalan nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Interpretasi Nilai MAPE (Khairina dkk., 2019)

Nilai MAPE	Keterangan
$MAPE \leq 10\%$	Tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Layak
$MAPE > 50\%$	Rendah

2.5. Kakao

Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan tanaman tahunan yang berasal dari hutan tropis Amerika Tengah dan Amerika selatan bagian utara. Tanaman kakao dibawa masuk ke Indonesia oleh bangsa Spanyol di Minahasa pada tahun 1560 (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010). Biji kakao yang pertama kali ditanam di Indonesia adalah varietas *Criollo* dari Amerika Tengah. Tanaman ini memiliki posisi tawar yang bagus untuk diusahakan

karena relatif mudah dibudidayakan dengan harga jual yang cukup tinggi, sehingga akan sangat membantu perekonomian (Karim dkk., 2020).

Tanaman kakao menghasilkan buah kakao yang berisi biji kakao. Perlakuan pascapanen, termasuk proses pengolahan dan pengeringan, akan menghasilkan biji kakao kering yang siap dikirim ke pabrik pengolah (prosesor). Biji kakao tersebut diolah oleh pabrik pengolah menjadi produk setengah jadi dan produk sudah jadi (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Budidaya tanaman kakao telah mendapat perhatian yang semakin besar di seluruh nusantara sejak tahun 1970, sebagai bagian dari upaya diversifikasi budidaya di beberapa perkebunan besar. Pengembangan tanaman kakao bertujuan untuk meningkatkan ekspor, yang akan menambah devisa negara dan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri (Sugiharti, 2016).

3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan Nilai Ekspor Kakao Indonesia dari bulan Januari 2014 sampai dengan September 2023, yang diperoleh dari situs Badan Pusat Statistik.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menganalisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode ARIMA

- a. Melakukan identifikasi data, yaitu membuat plot *time series* dari data untuk melihat stasioneritas data. Jika data tidak stasioner dalam rata-rata, maka dilakukan proses *differencing*. Sedangkan, jika data tidak stasioner dalam variansi, maka dilakukan transformasi box-cox.
- b. Apabila data sudah stasioner baik dalam rata-rata maupun variansi, selanjutnya membuat plot fungsi autokorelasi (FAK) dan plot fungsi autokorelasi parsial (FAKP).
- c. Menentukan model ARIMA sementara berdasarkan plot FAK dan FAKP.
- d. Melakukan pengujian kesignifikan parameter dengan uji *t*.
- e. Melakukan pengujian kesesuaian model, yaitu pengujian *white noise* dengan uji *Ljung-Box*, dan pengujian *residual* berdistribusi normal dengan uji *Kolmogorov Smirnov*.
- f. Pemilihan model ARIMA terbaik menggunakan nilai MAPE terkecil jika terdapat lebih dari satu model yang signifikan dan memenuhi semua asumsi.
- g. Melakukan peramalan menggunakan model ARIMA terbaik.

2. Metode *Single Exponential Smoothing*

- a. Mengidentifikasi data dengan membuat plot *time series*.
- b. Menginput nilai parameter. Parameter ditentukan dengan cara *trial and error* yang bernilai antara 0 sampai 1.
- c. Melakukan pemodelan peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing*.
- d. Penentuan parameter pemulusan berdasarkan nilai MAPE terkecil.
- e. Melakukan peramalan menggunakan parameter pemulusan terbaik.

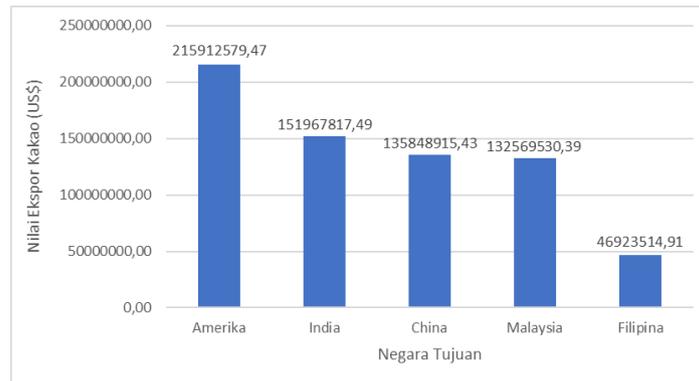
3. Menentukan metode terbaik dengan membandingkan hasil ukuran kesalahan peramalan metode ARIMA dan *Single Exponential Smoothing*.

4. Kesimpulan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Deskriptif

Produksi kakao Indonesia sebagian besar diekspor ke mancanegara dan sisanya dipasarkan di dalam negeri. Ekspor kakao Indonesia menjangkau lima benua yaitu Asia, Amerika, Eropa, Afrika, dan Australia dengan pangsa utama di Asia. Pada tahun 2021, lima negara pengimpor kakao Indonesia terbesar adalah Amerika, India, China, Malaysia, Filipina (BPS, 2022). Perbandingan nilai ekspor kakao Indonesia menurut negara tujuan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perbandingan Nilai Ekspor Kakao Indonesia Menurut Negara Tujuan, 2021

Adapun statistik deskriptif nilai ekspor kakao Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Nilai Ekspor Kakao Indonesia

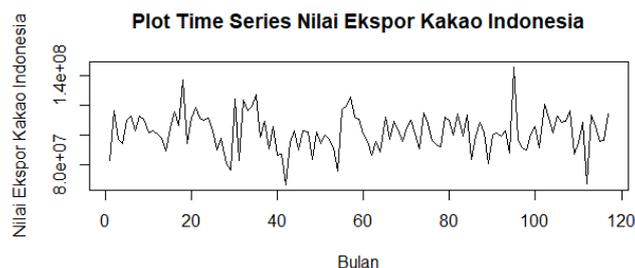
Nilai Minimum	Nilai Median	Nilai Rata-rata	Nilai Maksimum
65.934.838	101.555.564	102.132.323	146.292.008

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ekspor kakao Indonesia dari bulan Januari 2014 sampai dengan September 2023 yaitu sebesar \$102.132.323, dengan nilai ekspor kakao Indonesia terendah yaitu sebesar \$65.934.838 pada bulan Juni 2017, dan nilai ekspor kakao Indonesia tertinggi yaitu sebesar \$146.292.008 pada bulan November 2021.

4.2. Metode ARIMA

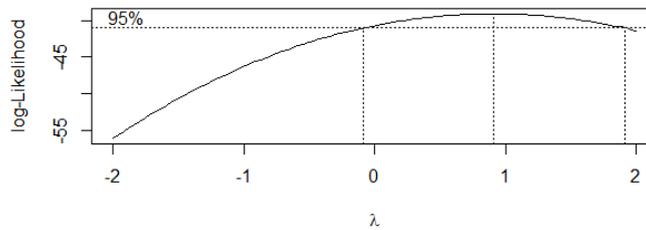
4.2.1. Identifikasi Data

Pada tahap identifikasi data, hal pertama yang dilakukan adalah memeriksa kondisi stasioneritas data baik dalam rata-rata maupun variansi. Stasioneritas data dapat diperiksa melalui plot *time series*. *Time series* dikatakan stasioner jika tidak ada perubahan kecenderungan dalam rata-rata dan perubahan variansi. Plot *time series* data nilai ekspor kakao Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Plot *Time Series* Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat diketahui bahwa data sudah memenuhi kondisi stasioner, baik dalam rata-rata maupun variansi. Stasioneritas data dalam variansi juga dapat diperiksa melalui plot Box-Cox dan nilai λ sebagai berikut.



Gambar 4.3 Plot Box-Cox Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Berdasarkan Gambar 4.3 dan nilai $\lambda = 0,9090909$ mendekati 1, dapat disimpulkan bahwa data sudah stasioner dalam variansi. Selain memeriksa kondisi stasioner dalam variansi, perlu dilakukan pemeriksaan kondisi stasioner dalam rata-rata yang dapat dilakukan dengan Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

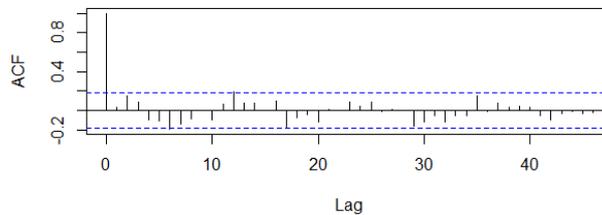
Nilai <i>Dickey-Fuller</i>	<i>p-value</i>
-5,1559	0,01

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa data sudah stasioner dalam rata-rata karena nilai $p\text{-value} = 0,01 < \alpha = 0,05$.

4.2.2. Plot FAK dan FAKP

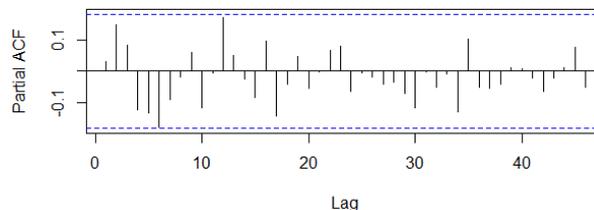
Apabila data sudah stasioner baik dalam rata-rata maupun variansi, selanjutnya membuat plot fungsi autokorelasi (FAK) dan plot fungsi autokorelasi parsial (FAKP) untuk menentukan model dugaan sementara.

Series ekspor.ts



Gambar 4.4 Plot FAK Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Series ekspor.ts



Gambar 4.5 Plot FAKP Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa plot FAK terpotong setelah lag 0 (*cut off after lag 0*), sedangkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa tidak ada lag yang terpotong atau semua lag berada dalam batas signifikansi, sehingga dicoba beberapa model dugaan sementara yaitu ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (0, 0, 1), dan ARIMA (1, 0, 1).

4.2.3. Penaksiran dan Uji Kesignifikanan Parameter

Penaksiran dan uji kesignifikanan parameter dilakukan untuk memperoleh nilai dan mengetahui apakah parameter dari model ARIMA dugaan sementara signifikan. Hasil penaksiran dan pengujian parameter untuk model ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (0, 0, 1), dan ARIMA (1, 0, 1) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Penaksiran dan Pengujian Parameter Model Dugaan Sementara

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	p-value
ARIMA (1, 0, 0)	ϕ_1	0,984025	2,2e-16
ARIMA (0, 0, 1)	θ_1	0,859815	2,2e-16
ARIMA (1, 0, 1)	ϕ_1	1	2,2e-16
	θ_1	-0,99085	2,2e-16

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa semua parameter dari model ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (0, 0, 1), dan ARIMA (1, 0, 1) memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha = 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan parameter pada semua model signifikan.

4.2.4. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model meliputi uji *residual white noise* dan uji asumsi berdistribusi normal. Hasil pengujian *residual white noise* untuk model ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (0, 0, 1), dan ARIMA (1, 0, 1) dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Residual White Noise* Model Dugaan Sementara

Model ARIMA	p-value
ARIMA (1, 0, 0)	6,122e-09
ARIMA (0, 0, 1)	2,2e-16
ARIMA (1, 0, 1)	0,4945

Berdasarkan Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa model ARIMA (1, 0, 0) dan ARIMA (0, 0, 1) memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua model tersebut tidak memenuhi asumsi *residual white noise*. Sedangkan, model ARIMA (1, 0, 1) memiliki nilai $p\text{-value} > \alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut memenuhi asumsi *residual white noise*.

Tahap selanjutnya adalah uji asumsi distribusi normal. Pada tahap ini model yang akan diuji adalah model ARIMA (1, 0, 1) karena hanya model tersebut yang memenuhi asumsi *residual white noise*. Hasil pengujian asumsi distribusi normal model ARIMA (1, 0, 1) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Asumsi Distribusi Normal Model Dugaan Sementara

Model ARIMA	p-value
ARIMA (1, 0, 1)	0,7102

Berdasarkan Tabel 4.5, dapat diketahui bahwa model ARIMA (1, 0, 1) memiliki nilai $p\text{-value} > \alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa *residual* model ARIMA (1, 0, 1) memenuhi asumsi distribusi normal.

4.2.5. Model ARIMA

Hasil identifikasi, uji kesignifikanan parameter, dan uji kesesuaian model diperoleh model ARIMA terbaik untuk peramalan nilai ekspor kakao Indonesia adalah model ARIMA (1, 0, 1) karena parameter model tersebut signifikan dan residualnya memenuhi semua asumsi. Adapun persamaan model ARIMA (1, 0, 1) dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Z}_t = \hat{Z}_{t-1} + a_t + 0,99085a_{t-1}$$

dimana:

- \dot{Z}_t = observasi pada waktu t
- \dot{Z}_{t-1} = observasi pada waktu sebelumnya ($t - 1$)
- a_t = *residual* atau galat pada waktu t
- 0,99085 = koefisien *moving average*
- a_{t-1} = *residual* atau galat pada waktu sebelumnya ($t - 1$)

Model ini menyatakan bahwa nilai saat ini (\dot{Z}_t) bergantung pada nilai observasi sebelumnya (\dot{Z}_{t-1}) dan juga pada *residual* atau galat sebelumnya (a_{t-1}) dengan koefisien *moving average* 0,99085.

4.2.6. Peramalan Model ARIMA

Peramalan nilai ekspor kakao Indonesia periode selanjutnya dengan menggunakan model ARIMA (1, 0, 1) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \dot{Z}_{118} &= \dot{Z}_{118-1} + a_{118} + 0,99085a_{118-1} \\ &= 114.187.512,32 + 0 + 0,99085(12.238.917,9) \\ &= 126.314.444,1 \\ &\approx 126.314.444 \end{aligned}$$

Jadi, hasil peramalan nilai ekspor kakao Indonesia data ke-118 atau bulan Oktober 2023 menggunakan metode ARIMA yaitu sebesar \$126.314.444.

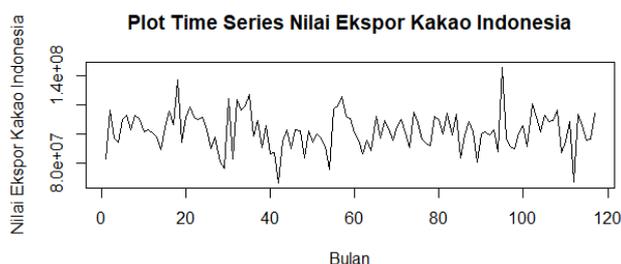
4.2.7. Nilai MAPE Model ARIMA

Nilai MAPE model ARIMA (1, 0, 1) yaitu sebesar 10,38060%, hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA (1, 0, 1) memiliki tingkat akurasi baik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (1, 0, 1) mampu mengestimasi nilai ekspor kakao Indonesia secara akurat.

4.3. Metode Single Exponential Smoothing

4.3.1. Identifikasi Data

Tahap awal yang dilakukan sebelum analisis data menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* adalah membuat plot *time series* untuk mengetahui apakah data yang akan dianalisis cocok menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, atau *Triple Exponential Smoothing*.



Gambar 4.6 Plot *Time Series* Nilai Ekspor Kakao Indonesia

Berdasarkan Gambar 4.6, terlihat bahwa plot *time series* nilai ekspor kakao Indonesia berfluktuasi, yaitu tidak memiliki tren dan musiman. Sehingga metode *Single Exponential Smoothing* cocok digunakan untuk peramalan Nilai Ekspor Kakao Indonesia.

4.3.2. Nilai Parameter dan Pemodelan Peramalan

Metode *Single Exponential Smoothing* menggunakan satu parameter, yaitu *alpha* (α). Nilai α diperoleh dengan cara *trial and error* membandingkan interval pemulusan antara 0 dan 1. Nilai peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dituliskan sebagai berikut:

Misal: $\alpha = 0,10$

- $F_2 = \alpha A_{2-1} + (1 - \alpha)F_{2-1}$
 $F_2 = 0,10(82.901.466) + (1 - 0,10)82.901.466$
 $= 82.901.466$
- $F_3 = \alpha A_{3-1} + (1 - \alpha)F_{3-1}$
 $F_3 = 0,10(116.805.200) + (1 - 0,10)82.901.466$
 $= 86.291.839,40$
- $F_4 = \alpha A_{4-1} + (1 - \alpha)F_{4-1}$
 $F_2 = 0,10(96.831.641) + (1 - 0,10)86.291.839,40$
 $= 87.345.819,56$
- \vdots
- $F_{116} = \alpha A_{116-1} + (1 - \alpha)F_{116-1}$
 $F_{116} = 0,10(95.259.824,41) + (1 - 0,10)101.848.064,98$
 $= 101.189.240,92$
- $F_{117} = \alpha A_{117-1} + (1 - \alpha)F_{117-1}$
 $F_{117} = 0,10(96.634.823,70) + (1 - 0,10)101.189.240,92$
 $= 100.733.799,20$

Peramalan nilai ekspor kakao Indonesia menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,10$ sampai dengan $\alpha = 0,19$ dihitung dengan cara yang sama.

4.3.3. Penentuan Nilai Parameter

Nilai parameter terbaik dipilih berdasarkan ukuran kesalahan peramalan yang terkecil. Ukuran kesalahan peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Perhitungan nilai MAPE dengan $\alpha = 0,10$ sampai dengan $\alpha = 0,19$ dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai MAPE $\alpha = 0,10$ sampai dengan $\alpha = 0,19$

α	MAPE (%)
0,10	11,10235
0,11	11,06253
0,12	11,02406
0,13	10,98686
0,14	10,95836
0,15	10,93671
0,16	10,92874
0,17	10,92973
0,18	10,92934
0,19	10,93280

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat diketahui bahwa α yang memiliki nilai MAPE terkecil adalah $\alpha = 0,16$, yaitu sebesar 10,92874%. Sehingga nilai parameter yang akan digunakan dalam peramalan nilai ekspor kakao Indonesia menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* adalah $\alpha = 0,16$.

4.3.4. Peramalan Menggunakan Nilai Parameter Terbaik

Peramalan nilai ekspor kakao Indonesia periode selanjutnya menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{118} &= \alpha A_{118-1} + (1 - \alpha)F_{118-1} \\ F_{118} &= 0,16(114.187.512,32) + (1 - 0,16)99.751.593,47 \\ &= 102.061.340,48 \\ &\approx 102.061.340 \end{aligned}$$

Jadi, hasil peramalan nilai ekspor kakao Indonesia data ke-118 atau bulan Oktober 2023 menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ yaitu sebesar \$102.061.340.

4.3.5. Nilai MAPE Metode *Single Exponential Smoothing*

Nilai MAPE metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ yaitu sebesar 10,92874%, hal ini menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ memiliki tingkat akurasi baik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ mampu mengestimasi nilai ekspor kakao Indonesia secara akurat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan nilai ekspor kakao Indonesia menggunakan metode ARIMA dengan model ARIMA (1, 0, 1) pada bulan Oktober 2023 yaitu sebesar \$126.314.444. Sedangkan, hasil peramalan nilai ekspor kakao Indonesia menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,16$ bulan Oktober 2023 yaitu sebesar \$102.061.340. Nilai MAPE metode ARIMA yaitu sebesar 10,38060%, sedangkan nilai MAPE metode *Single Exponential Smoothing* yaitu sebesar 10,92874%. Sehingga metode terbaik untuk melakukan peramalan nilai ekspor kakao Indonesia adalah metode ARIMA.

References

- Asrul, B. E. W., Zuhriyah, S., & Herlinah. (2022). *Sistem pendukung keputusan dengan metode double exponential smoothing*. Cipta Media Nusantara. <https://play.google.com/store/books/details?id=Hz5vEAAAQBAJ>
- Assyifa, M. F. A., Andarsyah, R., & Awangga, R. M. (2020). *Tutorial optimasi single exponential smoothing menggunakan algoritma genetika*. Kreatif Industri Nusantara. <https://play.google.com/store/books/details?id=D-T8DwAAQBAJ>
- Aswi, & Sukarna. (2006). *Analisis deret waktu: Teori dan aplikasinya*. Andira Publisher.
- Ayu, R., & Gernowo, R. (2019). Metode autoregressive integrated movingaverage (Arima) dan metode adaptive neuro fuzzy inference system (anfis) dalam analisis curah hujan. *Berkala Fisika*, 22(1), 41–48.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik kakao Indonesia 2021*. <https://perpustakaan.bps.go.id/opac/details/111.1222.0424>
- Fahmuddin, M., & Rais, Z. (2021). Model hibrida dekomposisi-arima untuk peramalan inflasi di Kota Makassar. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 3(2), 97–101. <https://doi.org/10.35580/variansiunm23889>
- Fandiyah, L. V. (2020). Peramalan penjualan beras pada Ud. Elang Perkasa Ponorogo sebagai dasar penyusunan anggaran komprehensif tahun 2020. (Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Ponorogo). Repositori Perpustakaan UMPO. <http://eprints.umpo.ac.id/5723/>
- Hanifah, U. (2022). Pengaruh ekspor dan impor terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. *Transekonomika*:

Akuntansi, Bisnis Dan Keuangan, 2(6), 107–126. <https://doi.org/10.55047/transekonomika.v2i6.275>

- Khairina, D. M., Muaddam, A., Maharani, S., & Rahmania, H. (2019). Forecasting of groundwater tax revenue using single exponential smoothing method. *E3S Web of Conferences*, 125(11), 1–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912523006>
- Lailiyah, W. H., & Manuharawati, D. (2018). Penerapan metode autoregressive integrated moving average (arima) pada peramalan nilai ekspor di Indonesia. *Ilmiah Matematika*, 6(3), 45–52.
- Nurjanah, I. S., Ruhiat, D., & Andiani, D. (2018). Implementasi model autoregressive integrated moving average (Arima) untuk peramalan jumlah penumpang kereta api di Pulau Sumatera. *TEOREMA : Teori Dan Riset Matematika*, 3(2), 145. <https://doi.org/10.25157/teorema.v3i2.1421>
- Oktreza, Y., Yozza, H., & Maiyastri. (2017). Peramalan nilai ekspor di Provinsi Sumatera Barat dengan metode arima (autoregressive integrated moving average). *Jurnal Matematika UNAND*, 6(3), 16. <https://doi.org/10.25077/jmu.6.3.16-22.2017>
- Pusat Pelatihan Sumber Daya Manusia Ekspor dan Jasa Perdagangan. (2023). *Produk unggulan Indonesia*. PPEJP. <http://ppejp.kemendag.go.id/produk-unggulan-indonesia/>
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. (2010). *Buku pintar budi daya kakao*. AgroMedia Pustaka. <https://play.google.com/store/books/details?id=x3CTMHRATpEC>
- Qadrini, L., Asrirawan, A., Mahmudah, N., Fahmuddin, M., & Amri, I. F. (2020). Forecasting Bank Indonesia currency inflow and outflow using arima, time series regression (tsr), arimax, and nn approaches in Lampung. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 17(2), 166–177. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v17i2.11803>
- Rakmawann, S. (2019). Peramalan ekspor minyak kelapa sawit Indonesia menggunakan model arima. *Jurnal Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya*, 7(2), 44–48.
- Risqiati, R. (2021). Penerapan metode single exponential smoothing dalam peramalan penjualan benang. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 3(2), 433–441. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v10i3.2887>
- Rusyida, W. Y. (2022). *Teknik peramalan: Metode arima dan holt winter*. Penerbit NEM. <https://play.google.com/store/books/details?id=z9-mEAAAQBAJ>
- Sugiharti, I. E. (2016). *Budidaya kakao*. Nuansa Cendekia. <https://webadmin-ipusnas.perpusnas.go.id/ipusnas/publications/books/96391>
- Suryaningrum, K. M., & Wijaya, S. P. (2015). Analisa dan penerapan metode single exponential smoothing untuk prediksi penjualan pada periode tertentu (Studi kasus: PT.Media Cemara Kreasi). *Prosiding SNATIF*, 2(1998), 259–266.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time series analysis: Univariate and multivariate methods* (2nd ed.). Pearson Addison Wesley.
- WorldAtlas. (2022). *The top cocoa producing countries in the world*. <https://www.worldatlas.com/industries/the-top-cocoa-producing-countries-in-the-world.html>
- Yuniarti, R. (2021). Analisa metode single exponential smoothing sebagai peramalan penjualan terhadap penyalur makanan (Studi kasus: Lokatara Dimsum). *Aliansi : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 15(2), 29–34. <https://doi.org/10.46975/aliansi.v15i2.63>