

PERAMALAN INDEKS HARGA KONSUMEN DI KOTA AMBON MENGGUNAKAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING

*(Consumer Price Index Forecasting in Ambon City Using Autoregressive Integrated Moving
Average (ARIMA) And Double Exponential Smoothing)*

Ronald John Djami¹, Yonlib W. A. Nanlohy^{2*}

^{1,2} Universitas Pattimura

Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Kota Ambon, 97233, Provinsi Maluku, Indonesia

e-mail : ronalddjami@gmail.com¹, ywa.nanlohy@gmail.com^{2*}

Abstrak: Indeks Harga Konsumen (IHK) merupakan nomor indeks yang mengukur harga rata-rata dari barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga. Nomor indeks tersebut merupakan perbandingan harga pada suatu bulan tertentu terhadap bulan sebelumnya, dimana dalam hal ini harga pada bulan sebelumnya merupakan harga pada tahun dasar pada perhitungan IHK. IHK sering digunakan untuk mengukur tingkat kenaikan secara umum harga barang dan jasa yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat suatu negara dan juga sebagai pertimbangan untuk penyesuaian gaji, upah, uang pensiun, dan kontrak lainnya. Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Exponential smoothing merupakan metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara Eksponensial terhadap nilai observasi lebih tua, dimana nilai yang lebih baru diberi bobot relatif lebih besar dibanding nilai observasi lebih lama dan ramalannya serta tidak perlu menyimpan banyak data untuk keperluan peramalan berikutnya. Metode exponential smoothing terdiri atas single exponential smoothing, double exponential smoothing, dan triple exponential smoothing. single exponential smoothing digunakan pada data yang memiliki pola berfluktuasi stabil, double exponential smoothing digunakan pada data yang memiliki pola tren, dan triple exponential smoothing digunakan pada data yang memiliki pola tren dan musiman.

Kata Kunci: Indeks Harga Konsumen, ARIMA, Double Exponential Smoothing.

Abstract: Consumer Price Index (CPI) is an index number that measures the average price of goods and services consumed by households. The index number is the price comparison in a certain month with the previous month, in which case the price in the previous month is the price in the base year in the CPI calculation. The CPI is often used to measure the general level of increase in the price of goods and services which are the basic needs of the people of a country and also as a consideration for adjusting salaries, wages, pensions, and other contracts. ARIMA model is a model that completely ignores the independent variables in making forecasts. ARIMA uses past and present values of the dependent variable to produce accurate short-term forecasts. Exponential smoothing is a method that shows exponentially decreasing weighting of older observation values, where newer values are given a relatively greater weight than older observations and forecasts and do not need to store a lot of data for subsequent forecasting purposes. The exponential smoothing method consists of single exponential smoothing, double exponential smoothing, and triple exponential smoothing. single exponential smoothing is used on data that has a stable fluctuating pattern, double exponential smoothing is used on data that has a trending pattern, and triple exponential smoothing is used on data that has trend and seasonal patterns.

Keywords: Consumer Price Index, ARIMA, Double Exponential Smoothing.

1. PENDAHULUAN

Indeks Harga Konsumen (IHK) merupakan nomor indeks yang mengukur harga rata-rata dari barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga. Nomor indeks tersebut merupakan perbandingan harga pada suatu bulan tertentu terhadap bulan sebelumnya, dimana dalam hal ini harga pada bulan sebelumnya merupakan harga pada tahun dasar pada perhitungan IHK. IHK sering digunakan untuk mengukur tingkat kenaikan secara umum harga barang dan jasa yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat suatu negara dan juga sebagai pertimbangan untuk penyesuaian gaji, upah, uang pensiun, dan kontrak lainnya.

Data mengenai IHK secara resmi dikeluarkan oleh pemerintah melalui Badan Pusat Statistik (BPS). BPS melakukan perhitungan IHK melalui analisis pada perhitungan jumlah jenis barang/jasa yang tercakup dalam komoditas IHK, nilai konsumen dari suatu jenis barang/jasa, maupun perbandingan harga suatu jenis barang/jasa dari bulan yang sedang berjalan terhadap bulan sebelumnya. Dengan demikian, data-data IHK merupakan data yang saling berhubungan. Hal ini dapat dilihat dari IHK pada periode sekarang dipengaruhi oleh periode sebelumnya. Karena data-data tersebut memiliki keterkaitan antar periode yang tetap maka data IHK dapat dikatakan sebagai data runtun waktu. Oleh karena IHK merupakan data runtun waktu maka data IHK pada periode berikutnya dapat diketahui dengan melakukan peramalan melalui analisis runtun waktu. Metode peramalan adalah suatu metode untuk memprediksi, memproyeksi atau mengestimasi tingkat kejadian yang tidak pasti di masa yang akan datang [1]. Salah satu metode statistika untuk peramalan data runtun waktu adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Box-Jenkins.

ARIMA adalah teknik mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*). Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA cocok jika observasi dari runtun waktu (*time series*) secara statistik berhubungan satu sama lain (*Dependent*). Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA cocok jika observasi dari runtun waktu (*time series*) secara statistik berhubungan satu sama lain [2]. Penelitian sebelumnya menggunakan ARIMA untuk meramalkan IHK antara lain [3] yang menerapkan metode ARIMA dalam meramalkan Indeks Harga Konsumen (IHK) di Palu-Sulawesi Tengah, [4] menerapkan metode ARIMA dalam meramalkan Indeks Harga konsumen di Kota Pekanbaru dan [5] tentang Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average*. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa metode ARIMA merupakan suatu metode yang efektif dan akurat untuk melakukan peramalan data *time series*.

Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) merupakan metode peramalan yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada metode peramalan sebelumnya. *Exponential Smoothing* merupakan metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi lebih tua, dimana nilai yang lebih baru diberi bobot relatif lebih besar dibanding nilai observasi lebih lama dan ramalannya serta tidak perlu menyimpan banyak data untuk keperluan peramalan berikutnya. Metode *exponential smoothing* terdiri atas *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, dan *triple exponential smoothing*. *single exponential smoothing* digunakan pada data yang memiliki pola berfluktuasi stabil, *double exponential smoothing* digunakan pada data yang memiliki pola tren, dan *triple exponential smoothing* digunakan pada data yang memiliki pola tren dan musiman [6]. Penelitian sebelumnya menggunakan *Double Exponential Smoothing* untuk meramalkan IHK antara lain [7] yang meramalkan IHK Provinsi Kalimantan Timur menggunakan metode *double exponential smoothing* dan verifikasi hasil peramalan menggunakan grafik pengendali *tracking signal*, serta [8] meramalkan IHK menggunakan metode *double exponential smoothing* memperoleh hasil peramalan yang baik. Penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan metode ARIMA dan *Double Exponential Smoothing* sangat baik dilakukan dalam peramalan sehingga pada penelitian ini akan digunakan perbandingan dari kedua metode tersebut.

1.1. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan salah satu teknik peramalan dengan pendekatan deret waktu yang menggunakan teknik-teknik korelasi antar suatu deret waktu. Metode ini secara intensif dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1970 [9]. Dasar pemikiran dari model ARIMA adalah pengamatan sekarang (Z_t) tergantung pada satu atau beberapa pengamatan sebelumnya (Z_{t-k}).

Model ARIMA terdiri dari tiga proses yaitu *autoregressive*, *integrated*, *moving average* dengan order (p, d, q) dinotasikan sebagai ARIMA (p, d, q). Order p untuk menunjukkan adanya proses *autoregressive* pada model, order d untuk menunjukkan proses *integrated* yang harus dilakukan terlebih dahulu pada data, dan order q menunjukkan proses *moving average*. Apabila $d = 0$ dan $q = 0$, maka model *autoregressive* dinotasikan sebagai AR(p) dan bila $d = 0$ dan $p = 0$, maka model *moving average* dinotasikan sebagai MA(q) sedangkan bila dalam model tersebut ada ketiga proses maka model dinamakan *autoregressive integrated moving average* dinotasikan sebagai ARIMA (p, d, q). Untuk dapat membangun sebuah model ARIMA yang akurat yaitu apabila memiliki kesalahan (*error*) yang kecil.

Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan model campuran ARIMA (*autoregressive moving average*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama. Model umum ARIMA (p, d, q) terpenuhi. Persamaan untuk kasus sederhana ARIMA (1,1,1).

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (1)$$

1.2. Exponential Smoothing

Exponential Smoothing (pemulusan eksponensial) [10] adalah salah satu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak. Metode *exponential smoothing* merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru [11]. Metode peramalan ini menitik-beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua. *Smoothing* adalah mengambil rata – rata dari nilai pada beberapa periode untuk menaksir nilai pada suatu periode [12], *exponential smoothing* adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara *exponential* terhadap nilai-nilai observasi yang lebih tua [13].

Pada pemulusan eksponensial terdapat satu atau lebih parameter pemulusan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi, dengan kata lain observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Metode *exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving average*. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru. Metode ini dibagi menjadi tiga, yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing* dan *triple exponential smoothing*. Model ramalan *exponential smoothing* merupakan salah satu model ramalan data berkala (*time series*).

Beberapa keunggulan metode penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*) dibandingkan dengan metode tradisional [14] adalah:

1. Data-data selalu dioperasikan dengan efisien
2. Hanya membutuhkan sedikit data dari satu waktu ke waktu berikutnya
3. Dapat dimodifikasi untuk mengolah data yang berisi trend tertentu atau pola musiman
4. Dapat digunakan dengan biaya murah baik secara manual maupun dengan komputer.

1.2.1. Metode Single Exponential Smoothing

Metode ini digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya hanya 1 bulan ke depan. Model mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai *mean* yang tetap, tanpa *trend* atau pola pertumbuhan konsisten [11]. Rumus untuk *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

$$F_{t-1} = \alpha X_t + (1-\alpha)F_t \quad (2)$$

1.2.2. Metode Double Exponential Smoothing

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend*. *Exponential smoothing* dengan adanya *trend* seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus di-*update* setiap periode – level dan *trend*-nya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. *Trend* adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode [11]. Adapun Metode *Double Exponential Smoothing* dibagi menjadi dua persamaan:

A. Metode linier satu parameter dari Brown's

Metode ini dikembangkan oleh Brown's untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data actual dan nilai peramalan apabila ada *trend* pada plotnya. Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial dari Brown's adalah serupa dengan rata-rata bergerak linear (*Linear Moving Average*), karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda ditambahkan kepada nilai pemulusan dan disesuaikan untuk *trend*. Adapun persamaan yang digunakan pada metode yakni:

- Pemulusan Exponential Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (3)$$

- Pemulusan *Double Exponential*

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (4)$$

- Pemulusan *Trend*

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_{t-1} \quad (5)$$

- Peramalan

$$F_{t-m} = a_t + b_t m \quad (6)$$

B. Metode dua parameter dari Holt-Winters

Metode ini nilai *trend* tidak dimuluskan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan *trend* dilakukan dengan parameter berbedadengan parameter pada pemulusan data asli. Secara matematis persamaannya bisa ditulis sebagai berikut:

- Pemulusan total

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (7)$$

- Pemulusan Trend

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (8)$$

- Peramalan Metode Holt

$$F_{t-m} = S_t + T_t m \quad (9)$$

2. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Materi Penelitian

Bahan dan materi yang digunakan adalah data sekunder tentang data Indeks Harga Konsumen (IHK) bulanan kota Ambon periode Januari 2007 sampai Desember 2020 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia melalui situs [15], khususnya pada pendugaan parameter model, dilakukan dengan menggunakan *software* MINITAB 16.

2.2. Variabel Penelitian

Berdasarkan data penelitian, maka variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah IHK bulanan kota Ambon periode Januari 2007 sampai Desember 2020.

2.3. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Identifikasi Model

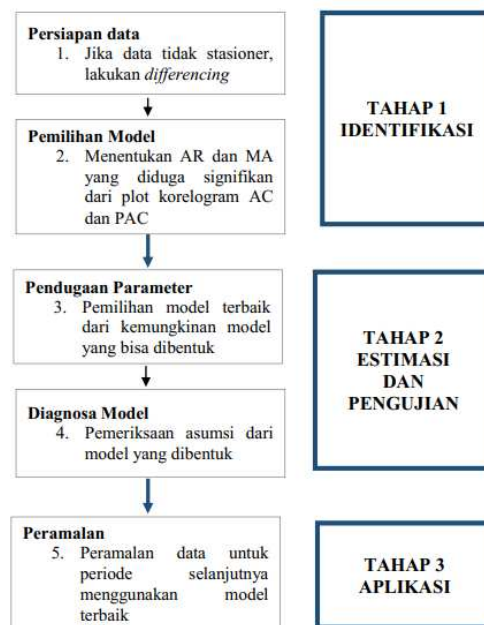
Tahap identifikasi model meliputi proses pengecekan kestasioneran data. Apabila data deret waktu tidak stasioner dalam rata-rata maka distasionerkan melalui proses *differencing*, dan apabila data deret waktu tidak stasioner dalam varian maka distasionerkan melalui transformasi *Box-Cox* (Wei, 2006). Jika data sudah stasioner, langkah selanjutnya adalah melakukan penentuan ordo AR dan MA melalui bar korelogram.

2) Estimasi Pengujian Parameter

Tahap estimasi dan pengujian Parameter melalui pemilihan model yang akan saling diperbandingkan dari semua kemungkinan model yang bisa dibentuk. Model terbaik akan digunakan untuk menduga nilai parameter. Langkah selanjutnya adalah diagnosa model terbaik melalui pemeriksaan asumsi-asumsi yang harus dipenuhi oleh model terbaik.

3) Peramalan

Tahap ketiga adalah peramalan atau *forecasting* terhadap data periode selanjutnya. Peramalan ini dilakukan dengan menggunakan model terbaik yang didapatkan.

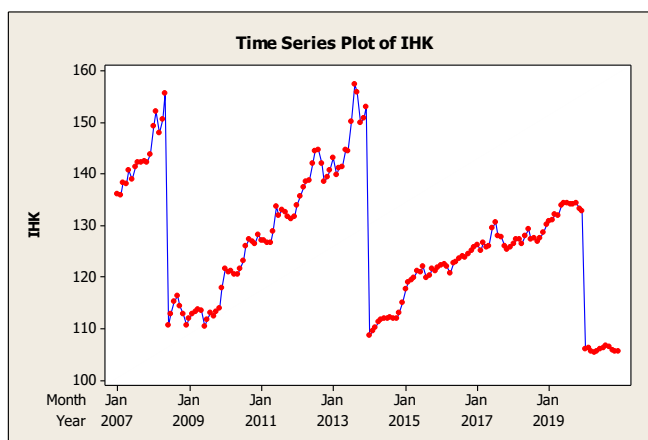


Gambar 1. Tahapan Analisis

4) Perbandingan peramalan ARIMA dan *Double Ekspensial Smoothing*

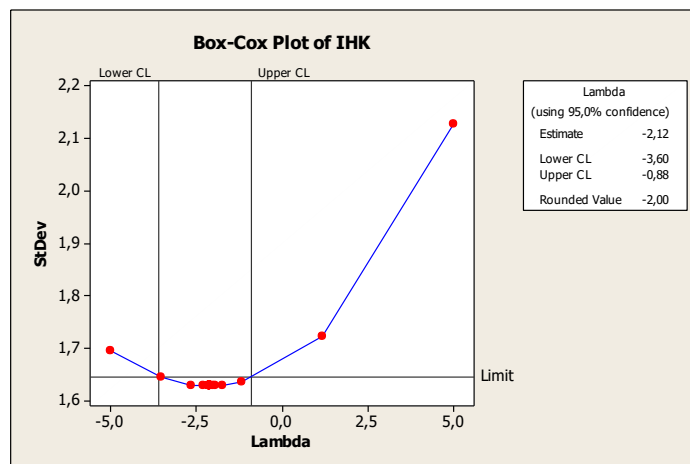
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini model *time series* akan dibuat berdasarkan data IHK periode Januari 2007 sampai dengan Desember 2020 dengan menggunakan model ARIMA Box - Jenkins. Adapun langkah-langkah pada analisis model ARIMA menggunakan bantuan *Software Minitab*. Langkah awal dalam ARIMA adalah membuat plot data peramalan IHK dalam bentuk plot data untuk mengetahui gerakan perubahan IHK terhadap waktu. Berikut ini adalah data plot data IHK di Kota Ambon periode Januari 2007 hingga Desember 2020.



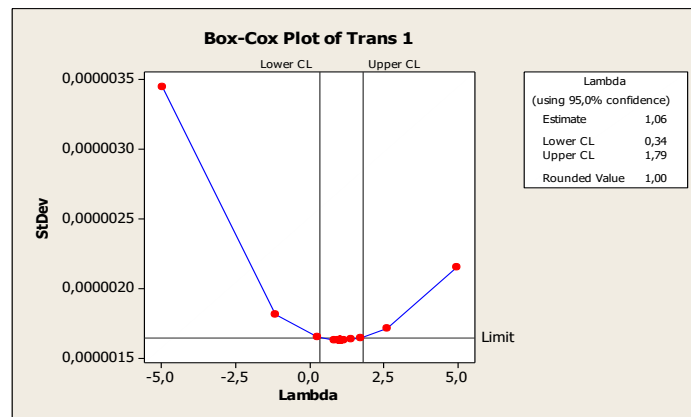
Gambar 2. Plot IHK

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa *plot* yang terjadi pada data IHK adalah data dengan *trend* acak sehingga data tersebut merupakan data non musiman, sehingga metode yang tepat untuk melakukan peramalan adalah metode ARIMA Box-Jenkins. Setelah melihat plot data IHK, selanjutnya akan dilihat stasioner terhadap varian dan dapat dilihat pada Gambar 3. Box-cox plot of IHK.



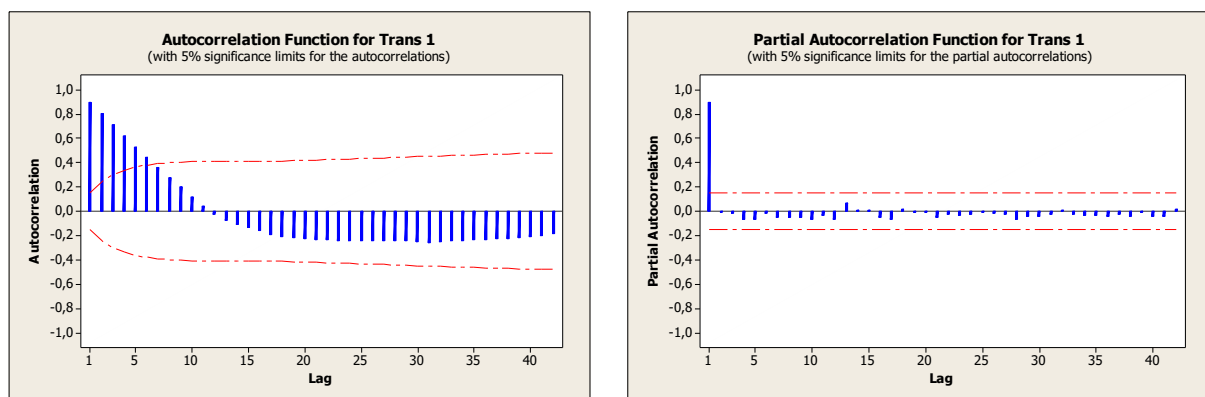
Gambar 3. Box-cox plot of IHK.

Gambar 3. Box-Cox di atas dapat diketahui bahwa data IHK di kota Ambon dalam periode bulanan mulai dari Januari 2007 sampai Desember 2020 belum stasioner terhadap varian, hal ini dilihat berdasarkan nilai rounded value yang sama dengan -2,00, sehingga perlu dilakukan proses transformasi data.



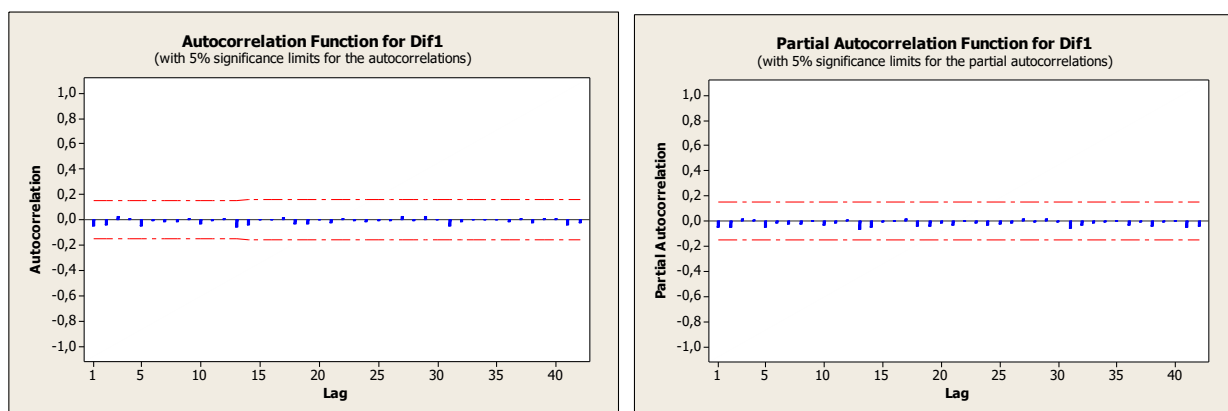
Gambar 4. Box-cox Plot Transformasi

Setelah melakukan transformasi data dengan menggunakan Box-Cox transformasi maka dihasilkan nilai *Rounded Value* sama dengan 1 itu artinya data IHK di Kota Ambon periode Januari 2007 sampai dengan Desember 2020 telah stasioner dalam varian, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. Kestasioneran data tidak hanya dilihat berdasarkan varian tapi juga dilihat berdasarkan rata-rata. Untuk mengetahui data IHK sudah stasioner terhadap rata-rata harus dilihat berdasarkan plot ACF.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF data transformasi

Pada Gambar 5 menunjukan bahwa data transformasi IHK belum stasioner terhadap rata-rata, hal ini dapat dilihat pada plot ACF yaitu lag yang turun secara cepat maka data hasil transformasi belum bisa dikatakan memenuhi stationer data dalam rata-rata. Untuk membuat data menjadi stasioner terhadap rata-rata maka kita harus melakukan proses *differencing*.



Gambar 6. Plot ACF dan PACF hasil Differencing

Setelah melakukan proses *differencing* pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa lag yang turun secara lambat sehingga dapat dikatakan data IHK hasil *differencing* di Kota Ambon pada periode Januari 2007 sampai Desember 2020 telah stasioner terhadap rata-rata.

3.1. Estimasi Parameter

Berdasarkan plot ACF dan PACF data yang telah stasioner dari hasil *differencing* maka dilakukan identifikasi model awal sehingga model awal yang diperoleh adalah ARIMA (0,1,1), (1,1,0) dan (1,1,1). Dari ketiga model tersebut akan ditentukan satu model terbaik yang akan dipakai sebagai untuk melakukan peramalan. Model terbaik dapat diketahui berdasarkan nilai *P-value* dan nilai MSE dari tiap-tiap model. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Model Awal

Model ARIMA	<i>P-Value</i>			Nilai MSE	Parameter Signifikan
	AR	MA	Constant		
ARIMA (0.1.1)	-	0.322	0.650	31.79	Tidak Signifikan
ARIMA (1.1.0)	0.379	-	0.655	31.81	Tidak Signifikan
ARIMA (1.1.1)	0.000	0.000	0.074	30.78	Signifikan

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa model ARIMA (1,1,1) yang dipakai sebagai model awal merupakan model terbaik. Hal ini dapat dilihat berdasarkan nilai *P-Value* yang lebih kecil dari 0.05 (α) yang artinya model awal ini signifikan dan merupakan model terbaik yang dapat digunakan dalam metode peramalan. Setelah model diperoleh, tahap selanjutnya yaitu mengestimasi parameter dalam model ARIMA (1,1,1). Berdasarkan hasil *output* MINITAB di atas dapat dilihat bahwa nilai koefisien parameter untuk ARIMA (1,1,1) adalah:

Tabel 2. Estimasi Parameter Model ARIMA (1,1,1)

Parameter	Koefisien	<i>P-Value</i>
AR ₁ (ϕ_1)	0,9000	0.000
MA ₁ (θ_1)	0,9933	0.000

Tabel 2 menunjukkan hasil estimasi parameter dalam model ARIMA (1,1,1) yaitu $\phi_1 = 0,7880$ dan $\theta_1 = 0,9855$. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter tersebut dengan menggunakan nilai *P-value*.

1. Uji signifikansi parameter AR₁ (ϕ_1) yaitu = 0,9000

Hipotesis:

H₀: parameter AR(1) tidak signifikan dalam model

H₁: parameter AR(1) signifikan dalam model

Parameter AR (1) mempunyai nilai *P-value* sebesar 0.000, dengan level toleransi 5% berarti *P-value* < α yaitu $0.000 < 0.05$. Sehingga dapat disimpulkan untuk menolak H₀, yang berarti $\phi_1 = 0,9000$ signifikan dalam model.

2. Uji signifikansi parameter MA₁ (θ_1) yaitu = 0,9933

Hipotesis:

H₀: parameter MA(1) musiman tidak signifikan dalam model

H₁: parameter MA(1) musiman signifikan dalam model

Parameter MA (1) musiman mempunyai nilai *P-value* sebesar 0.000, dengan level toleransi 5% berarti *P-value* < α yaitu $0.000 < 0.05$. Sehingga dapat disimpulkan untuk menolak H₀, yang berarti $\theta_1 = 0,9933$ signifikan dalam model.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap estimasi parameter, maka parameter-parameter hasil estimasi yang signifikan dalam model ARIMA (1,1,1) yaitu $\phi_1 = 0,7880$ dan $\theta_1 = 0,9855$. Berdasarkan persamaan (1) maka model ARIMA (1,1,1) sebagai berikut:

$$Z_t = (1 + \varphi_1)Z_{t-1} - \varphi_1 Z_{t-2} + \alpha_t + \theta_1 Y_{t-1}$$

$$Z_t = (1 + 0,9000)Z_{t-1} - 0,9000Z_{t-2} + \alpha_t + 0,9933Y_{t-1}$$

$$Z_t = 1,9000Z_{t-1} - 0,9000Z_{t-2} + \alpha_t + 0,9933Y_{t-1}$$

3.2. Diagnosis Model

3.2.1. Uji Independensi

Residual Uji dilakukan untuk mendeteksi independensi residual antar lag. Dua lag dikatakan tidak berkorelasi jika antar lag tidak ada korelasi yang cukup berarti.

a. Hipotesis

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_i = 0$ (Tidak ada korelasi antar lag/ independent)

$H_1 : \rho_i \neq 0$ (Ada korelasi antar lag/ dependent)

b. Daerah Penolakan

Statistik *Ljung-Box-Pierce* $> \chi^2_{(\alpha, df)}$ Dengan $df = K - k$. Dalam hal ini K berarti pada lag K dan k adalah jumlah parameter model. Daerah penolakan dalam bentuk grafik menggambarkan $\alpha = 5\%$ pada grafik statistik χ^2 untuk $df = 18 - 3 = 15$.

c. Interpretasi Output Diagnosis Model

Deteksi independensi antar lag dilakukan pada tiap lag, sebagai berikut:

Tabel 3. Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistik

Lag (K)	df (K - k)	$\chi^2_{(\alpha, df)}$	P-value
12	9	3.2	0.958
24	21	5.1	1.000
36	33	6.7	1.000
48	45	9.4	1.000

Dari Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa Statistik *Ljung-Box-Pierce* dapat dilihat berdasarkan nilai *p-value* yaitu pada lag 12 sampai lag 48 semua nilai *p-value* $> \alpha = 0.05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi *independent*.

3.2.2. Uji Kenormalan Residual

Uji kesesuaian model untuk membuktikan model sementara yang telah ditetapkan cukup memadai dengan menggunakan analisis galat untuk memenuhi asumsi kenormalan model. Uji kenormalan model dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov*.

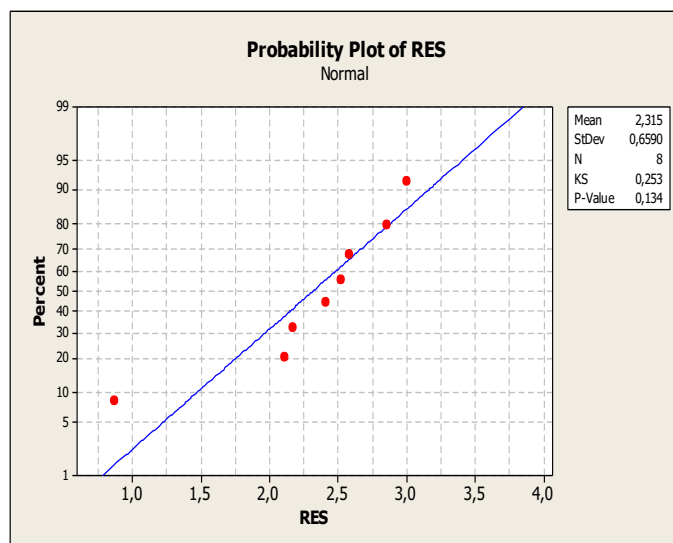
Hipotesis:

H_0 : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

H_1 : sampel tidak berada dari populasi berdistribusi normal.

Uji normalitas dilakukan menggunakan *software* MINITAB 16. Kriteria keputusan: tolak H_0 jika nilai signifikansi $< \alpha$.

Selain melakukan uji Kolmogorov Smirnov, dilakukan uji *white noise* untuk memenuhi asumsi tidak ada autokorelasi residual dengan menggunakan statistik uji Ljung Box.



Gambar 7. Plot Kolmogorov Smirnov

Berdasarkan Gambar 7, $P\text{-value} = 0.134 > \alpha (0.05)$ maka model ARIMA (1,1,1) memenuhi normalitas residual. Karena uji independensi sudah terbukti signifikan (tidak ada hubungan antar data satu dengan data yang lain), sehingga dapat melakukan peramalan dengan model ARIMA (1,1,1).

3.3. Peramalan

Hasil pemodelan data apabila telah signifikan dan memenuhi asumsi yang disyaratkan, berarti dapat diandalkan. Model ARIMA (1,1,1) cukup memuaskan berarti dapat dibuat peramalan data ke depan. Pada output sebelumnya menunjukkan hasil peramalan, sebagai berikut:

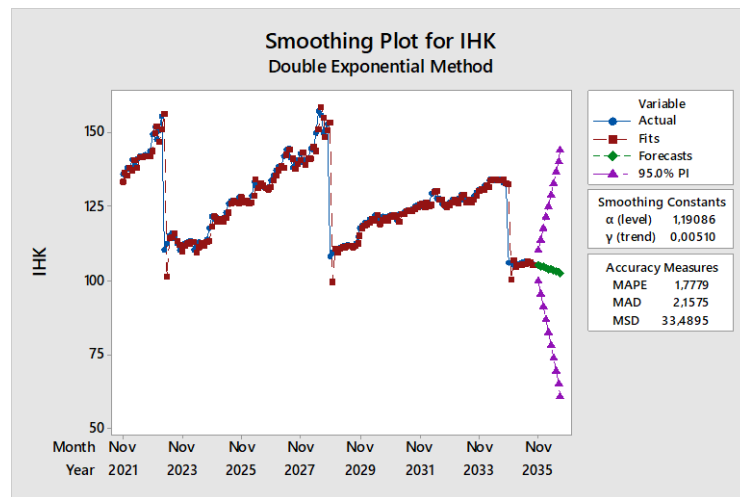
Tabel 4. Hasil Peramalan

Periode	Forecast	Aktual
169	106.41	105.54
170	107.2	105.09
171	107.899	105.49
172	108.516	105.66
173	109.061	106.48
174	109.539	107.37
175	109.958	107.44
176	110.324	107.32

Output tersebut menunjukkan periode peramalan dilakukan mulai periode 169 sampai periode 176. Ini berarti peramalan dilakukan untuk 8 bulan periode kedepan yaitu peramalan untuk tahun 2021. Maka kita dapat melihat IHK untuk 8 bulan depan yaitu bulan Januari 2021 sebesar 106.41 (lihat forecast periode 169) sampai bulan Agustus 2021 (lihat forecast periode 176). Pada Tabel 4 juga dapat dilihat bahwa data hasil peramalan (*forecast*) dan data aktual mempunyai perbedaan nilai yang kecil hal ini berarti hasil peramalan yang dilakukan sangat baik karena data hasil peramalan tidak jauh dari data aktualnya.

3.4. Double Exponential Smoothing

Metode Exponential Smoothing yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *double exponential smoothing* Holt dengan dua parameter karena data pada penelitian ini memiliki *trend* dan tidak bersifat musiman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, dilakukan perhitungan akurasi peramalan dengan melihat nilai MSE untuk mengetahui seberapa besar *error* dari hasil peramalan pada masing-masing metode.



Gambar 8. Plot DES untuk IHK

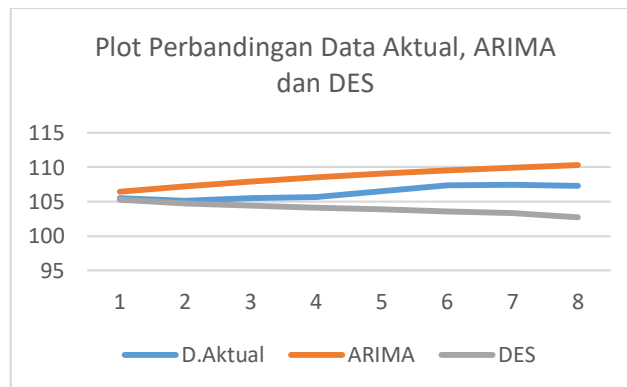
Berdasarkan Gambar 8. Dapat dilihat bahwa grafik data fits mengikuti data aktual dan data *forecast* mengikuti *trend* data aktual dan Nilai MSD atau MSE sebesar 33,4895 dengan nilai parameter α sebesar 1,19086 dan γ sebesar 0,00510.

3.5. Perbandingan Peramalan ARIMA dan *Double Exponential Smoothing*

Setelah selesai peramalan pada data IHK di Kota Ambon menggunakan ARIMA maka akan dilakukan perbandingan dengan metode *double exponential smoothing* untuk melihat metode mana yang terbaik. Hasil perbandingan kedua metode tersebut ditunjukkan pada tabel 5 berikut ini:

Periode	D.Aktual	ARIMA	<i>Double Exponential Smoothing</i>
169	105.54	106.41	105.274
170	105.09	107.2	104.713
171	105.49	107.899	104.432
172	105.66	108.516	104.152
173	106.48	109.061	103.871
174	107.37	109.539	103.591
175	107.44	109.958	103.310
176	107.32	110.324	102.749

Perbandingan hasil peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan ARIMA pada data IHK di kota Ambon secara visual ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 8. Plot Perbandingan Hasil Ramalan

Sedangkan hasil pengukuran galat peramalan dengan MSE adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Perbandingan nilai MSE		
Uji Model	Double Exponential Smoothing	ARIMA
MSE	33.4895	30.78

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai MSE dari ARIMA adalah 30,78 dan *double exponential smoothing* adalah 33,4895 sehingga metode terbaik untuk peramalan IHK di Kota Ambon adalah ARIMA karena memiliki nilai MSE yang kecil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada pembahasan dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Model ARIMA terbaik yang digunakan dalam melakukan peramalan IHK di Kota Ambon periode Januari 2007 hingga Desember 2020 adalah model ARIMA (1,1,1) yaitu $\phi_1 = 0,9000$ dan $\theta_1 = 0,9933$. Berdasarkan persamaan (1) maka model ARIMA (1,1,1) adalah:

$$Z_t = 1,9000Z_{t-1} - 0,9000Z_{t-2} + \alpha_t + 0,9933Y_{t-1}$$

2. Peramalan data IHK di Kota Ambon, berdasarkan nilai MSEnya maka metode yang baik adalah ARIMA karena memiliki nilai MSE yang kecil.
3. Hasil peramalan (*forecast*) dan data aktual mempunyai perbedaan nilai yang kecil hal ini berarti hasil peramalan yang dilakukan sangat baik karena data hasil peramalan tidak jauh dari data aktualnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmaulidar, Rusyana. A, Maqfirah. R, "Penggunaan Metode Exponential Smoothing untuk Meramalkan Persediaan Beras pada Bulog Divre Aceh," in *SEMIRATA Bidang MIPA, Universitas Sriwijaya*, Palembang, 2016.
- [2] John, D. R, Latupeirissa, S. J, "Peramalan Harga Emas di Indonesia Tahun 2014-2019 Dengan Metode ARIMA Box-Jenkins," *VARIANCE : Journal of Statistics and Its Applications*, vol. 2, no. 2, pp. 53-62, 2020.
- [3] Wigati, Y., Rais Rais, Utami, I. T, "Pemodelan Time Series Dengan Proses ARIMA Untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen (IHK) di Palu-Sulawesi Tengah," *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, vol. II, no. 12, 2015.
- [4] A. P., Desmita, E. Desvina, "Penerapan Metode Box-Jenkins Dalam Meramalkan Indeks," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika: Jurnal Hasil Penelitian Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, vol. I, no. 1, pp. 39-47, 2015.
- [5] Mukron M. H, Susianti I, Azzahra F, Kumala Y. N, Widiyana F. R, Al Haris M, "Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average," *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, vol. VI, no. 1, pp. 20-25, January 2021.
- [6] Nurvianti, I., Setiawan, B. D, Bachtiar, F. A, "Perbandingan Peramalan Jumlah Penumpang Keberangkatan Kereta Api di DKI Jakarta Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 6, pp. 5257-5263, 2019.
- [7] Humairo, Habsari D. P, Purnamasari I, Yuniarti D, "PERAMALAN MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN VERIFIKASI HASIL PERAMALAN MENGGUNAKAN GRAFIK PENGENDALI TRACKING SIGNAL (Studi Kasus: Data IHK

- Provinsi Kalimantan Timur)," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. XIV, no. 1, pp. 013-022, March 2020.
- [8] Afiyah S. N, Wijaya D. K, "Sistem Peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. XII, no. 1, 2018.
 - [9] Iriawan, N dan P.S. Astuti, *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi, 2006.
 - [10] Santoso, S, *Business Forecasting, Metode Peramalan Bisnis Saat Ini dengan Minitab dan SPSS*. Jakarta: Elex Media Komputido, 2009.
 - [11] Steven C. Wheelwright. Spyros Makridakis, *Forecasting Methods for Management*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
 - [12] Subagyo Pangestu, *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPPE UGM, 1986.
 - [13] Spyros Makridakis, Steven C. Wheelwright, Victor E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith*, 1st ed. Jakarta: Erlangga, 1993.
 - [14] Leabo Dick A, *Basic Statistic*, 3rd ed., Illinois, Ed. Homewood: Richard D Inc, 1968.
 - [15] Badan Pusat Statistik. (2021) [www.bps.go.id](https://www.bps.go.id/indicator/3/2/1/indeks-harga-konsumen-umum-.html). [Online]. <https://www.bps.go.id/indicator/3/2/1/indeks-harga-konsumen-umum-.html>
 - [16] Wei, W.W.S, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. New York: Addison-Wesley Company Inc, 2006.

