

Research Article

Perbandingan Performa ETS dan ARIMA dalam Pemodelan Harga CPO

Pardomuan Robinson Sihombing*, Wahyu Puji Lestari, Maydita Ayu Nursaskiawati, Erica Indryani

BPS-Statistics Indonesia

Article history:

Submission August 2022

Revised August 2022

Accepted August 2022

*Corresponding author:

E-mail:

robinson@bps.go.id

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan membandingkan performa model *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA) dan eksponensial *smoothing Error, Trend, Seasonal* (ETS) pada peramalan harga bulanan *Crude Palm Oil* (CPO). Data yang digunakan dari Juni 1992 sampai Juni 2022. Data harga CPO tidak stationer pada data level tetapi stationer pada data *difference* pertama. Berdasarkan kriteria AIC, BIC, RMSE dan MAPE terkecil model ARIMA lebih baik dalam menggambarkan pola harga CPO dibandingkan model ETS. Diperlukan kebijakan yang komprehensif sehingga harga CPO tetap stabil.

Keywords: ARIMA, CPO, ETS, peramalan

Pendahuluan

Crude Palm Oil (CPO) adalah produk minyak kelapa sawit mentah yang dihasilkan ekstraksi kelapa sawit. CPO banyak digunakan sebagai bahan dasar minyak goreng, campuran biodiesel dan campuran kosmetik serta bahan pangan lainnya. CPO juga merupakan komoditas dengan nilai ekonomis tinggi. Harga CPO sebagai bahan dasar tentu saja akan berpengaruh terhadap harga minyak goreng, dimana harga minyak goreng cukup mempengaruhi perekonomian rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu teknik peramalan terkait harga CPO di masa mendatang sehingga dapat diantisipasi akan kenaikan maupun penurunan harganya.

Penelitian terkait harga CPO sudah dilakukan beberapa peneliti. Caraka et al.(2017) melakukan peramalan CPO menggunakan *support vector regression kernel radial*

basis. Model yang dihasilkan memiliki ukuran akurasi dengan nilai *r square training* sebesar 98,71persen dan *r square testing* sebesar 83,45 persen. Arifin et al.(2021) melakukan peramalan harga kelapa sawit dunia pada tahun 2020-2024. Penelitian ini menggunakan enam metode peramalan *time series* yaitu metode *Moving Average*, *Double Moving Average*, *Exponential Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, *Winter* dan *ARIMA-SARIMA*. Dari hasil analisis pengolahan data diperoleh metode terbaik adalah metode ARIMA (1,0,1) untuk peramalan harga CPO.

Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam melakukan peramalan data. Metode yang paling banyak digunakan adalah teknik *smoothing* diantaranya *exponential smoothing* dan teknik *box jenkins* ARIMA. Model pemulusan eksponensial umumnya didasarkan pada deskripsi tren dan musiman dalam data

How to cite:

Sihombing, P. R., Lestari, W. P., Nursaskiawati, M. A., & Indryani, E. (2022). Perbandingan Performa ETS dan ARIMA dalam Pemodelan Harga CPO. *Jurnal Ekonomi dan Statistik Indonesia*. 2 (2), 207 – 211. doi: 10.11594/jesi.02.02.08

atau biasanya digunakan untuk data tidak stationer (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Sedangkan model ARIMA bertujuan untuk menggambarkan autokorelasi dalam data dan digunakan pada data yang sudah distationerkan. Salah satu pemodelan *exponential smoothing* yang paling sering digunakan adalah model dengan Error, Trend dan Seasonal (ETS) (R. J. Hyndman et al., 2008). Penggunaan metode ETS telah diaplikasikan oleh Kadir & Prasetyo dalam melakukan peramalan luas panen padi Indonesia (2021). Hasil penelitian menunjukkan perkiraan luas panen padi satu bulan ke depan dengan menggunakan metode KSA memiliki tingkat akurasi yang relatif tinggi, ditunjukkan oleh nilai MAPE yang relatif kecil.

Perbandingan antara metode ETS dan Arima juga sudah dilakukan beberapa penelitian. Fitriana et al., (2017) membandingkan ARIMA dan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Harga Saham, sedangkan Jain dan Mallick (2017) melakukan studi model deret waktu ARIMA dan ETS. Hasil yang didapat bahwa model *exponential smoothing* lebih baik dari model ARIMA. Di sisi lain Athanasopoulos dan Weatherburn (2018) serta Sun (2020) membandingkan Model ARIMA dan ETS untuk harga penutupan S&P500. Hasil peramalan menunjukkan bahwa model ARIMA lebih cocok dengan data dan dapat memberikan prediksi tren umum yang menjanjikan dibandingkan dengan ETS.

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti tertarik membandingkan metode ETS dan ARIMA dalam peramalan harga CPO. Hal ini dikarenakan masih terdapat gap penelitian terkait metode yang lebih baik antara ETS dan ARIMA.

Data dan Methodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga CPO dari Juni 1992 sampai Juni 2022. Data bersumber dari website Index Mundi (2022). Adapun aplikasi yang digunakan adalah software R.

Smoothing ETS (Error, Trend, Seasonal)

Model ETS adalah model pengembangan dari model *exponential smoothing* yang mengikutsertakan unsur error, trend dan seasonal,

sehingga hasil peramalan tidak hanya menyajikan peramalan titik tapi juga selang intervalnya. Adapun persamaan model ETS adalah:

$$y_t = (l_{t-1})s_{t-m}(1 + \varepsilon_t) \quad (1)$$

$$l_t = (l_{t-1})(1 + \alpha\varepsilon_t) \quad (2)$$

$$s_t = s_{t-m}(1 + \gamma\varepsilon_t) \quad (3)$$

Dalam hal ini adalah y_t data runtun waktu, s_t adalah komponen seasonal pada waktu t , dan l_t komponen level pada waktu t , m adalah merupakan panjang seasonality. Dalam penelitian ini menggunakan package forecasting dalam mengolah model ETS secara otomatis (R. Hyndman & Khandakar, 2008)

Model ARIMA

ARIMA adalah singkatan dari *AutoRegressive Integrated Moving Average*. Model ARIMA merupakan salah satu model time series univariat dimana hanya menggunakan 1 variabel saja (Gujarati, 2004). Model ARIMA merupakan gabungan *differencing* dengan autoregression (AR) dan model moving average (MA). Model lengkap dapat ditulis sebagai berikut:

$$y'_t = c + \alpha_1 y'_{t-1} + \dots + \alpha_p y'_{t-p} + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Dimana y'_t adalah nilai different. Dalam hal ini p adalah orde dari AR, d =derajat different dan q adalah orde dari MA. Dalam penelitian ini menggunakan package forecasting dalam mengolah model ARIMA secara otomatis (R. Hyndman & Khandakar, 2008)

Pada penelitian ini pemilihan model didasarkan pada kriteria error terkecil AIC (Akaike, 1974), BIC (Gideon Schwarz, 1978) dan Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) (Nasution, 2008). Model terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC, BIC dan RMSE terkecil (Widarjono, 2007). Adapun formula yang digunakan adalah:

$$AIC = -2 L(\hat{\theta}) + 2p \quad (5)$$

$$BIC = -2 L(\hat{\theta}) + p \ln(n) \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\hat{Y}-Y}{n}} \quad (7)$$

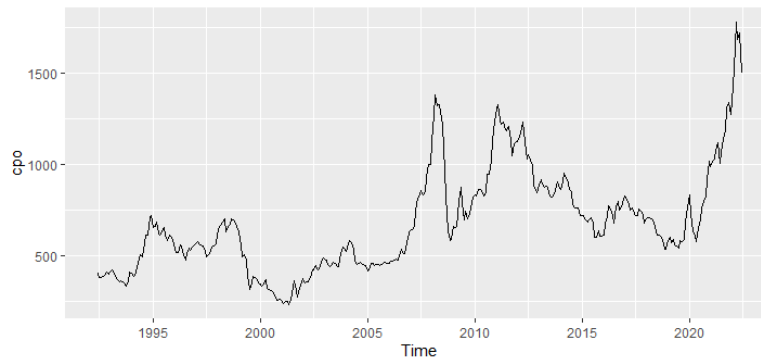
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{Y}_i - Y_i}{Y_i} \right| * 100\% \quad (8)$$

dengan $L(\hat{\theta})$ adalah nilai likelihood, dan p adalah jumlah parameter yang akan diestimasi termasuk konstanta, n adalah jumlah sampel. Nilai \hat{Y} adalah nilai prediksi variabel dependen dari model, dan Y adalah nilai observasi variabel dependen.

Hasil dan Pembahasan

Perubahan harga CPO dari tahun ke tahun dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1, terlihat harga CPO cukup berfluktuasi. Secara

rata-rata harga CPO sebesar \$627.9/ton, dengan harga terendah sebesar \$234/ ton pada Mei 2001 dan tertinggi sebesar \$1777/ton pada Maret 2022. Peningkatan harga tertinggi sebesar 29.41 persen terjadi pada Juli 2001 pada harga \$330 dari sebelumnya Juni 2001 pada harga \$255/ton. Penurunan harga terbesar sebesar 23.03 persen terjadi pada Oktober 2008 pada harga \$826/ton dari sebelumnya September 2008 pada harga \$636/ton.



Gambar 1. Plot Data Harga CPO Juni 1992-Juni 2020 (\$/ton)

Selanjutnya dilakukakan pengujian stationeritas data dengan pengujian Augmented Dickey Fuller. Pada data level, nilai probabilitas sebesar $0.409 > \alpha=0.05$ sehingga dapata

dikatakan bahwa datanya belum statiober atau masih mengandung unit root. Pada data 1st difference, nilai probabilitas sebesar $0.000 < \alpha=0.005$ sehingga datanya sudah stationer.

Tabel 1. Pengujian Stationeritas Data

ADF level	T stat	p.value
level	-2.397	0.409
1 st difference	-12.708	0.000

Pada pemodelan dengan ETS didapat nilai pemulusan optimal pada alpha 0.9996 dan nilai beta sebesar 0.1406. Sedangkan pemodelan ARIMA yang didapat adalah ARIMA (0,1,4). Dalam hal ini model ARIMA menggunakan data

pada difference pertama dan parameter MA yang signifikan hanya MA orde 1 karena nilai $t \text{ stat}=6.71 > t \text{ tabel}=1.96$. Untuk nilai $R \text{ square}$ kedua model juga di atas 90 persen.

Tabel 2. Model ETS dan ARIMA

ETS		ARIMA		
parameter	nilai	parameter	nilai	t stat
alpha	0.9996	ma1	0.3721	6.71661
beta	0.1406	ma2	0.0978	1.70681
phi	0.802	ma3	-0.0515	-0.8401
sigma	0.066	ma4	0.1052	1.76807
R ²	0.972	R ²	0.951	

Pada Tabel 3 memperlihatkan nilai AIC, BIC, RMSE dan MAPE. Untuk nilai MAPE kedua model juga sudah baik karena keduanya di bawah 10 persen. Berdasarkan keempat kriteria tersebut model ARIMA memiliki nilai yang lebih kecil sehingga dapat dikatakan bahwa model ARIMA lebih tepat dalam

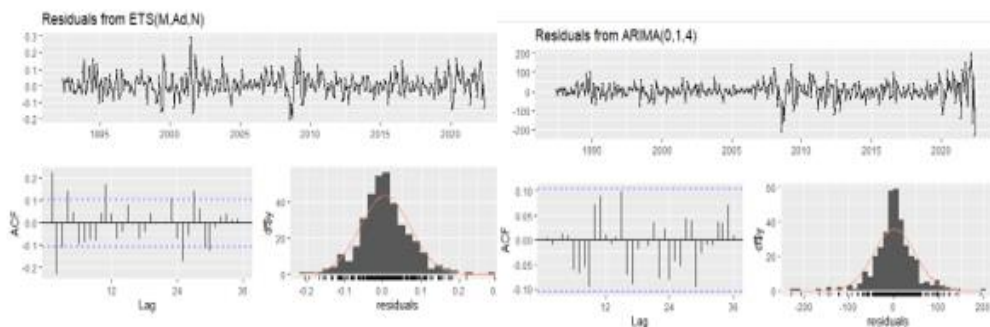
menggambarkan pola harga CPO. Hal ini senada dengan penelitian Athanasopoulos dan Weatherburn (2018) serta Sun (2020) yang menyatakan bahwa pemodelan ARIMA lebih baik dari ETS dalam hal data yang berjumlah besar dan stationer.

Tabel 3. Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Kriteria	AIC	BIC	RMSE	MAPE
ETS	4818.26	4841.59	48.52	4.85
ARIMA	3791.88	3811.31	46.15	4.56

Langkah selanjutnya adalah pengecekan residual dari masing-masing model. Jika dilihat nilai residual kedua model sudah stationer dan berada pada nilai rata-rata di sekitaran nol dan pola distribusi mendekati distribusi normal. Akan tetapi jika dilihat dari nilai ACF masih terdapat lag data yang berada di luar garis batas pada model ETS sedangkan pada model ARIMA

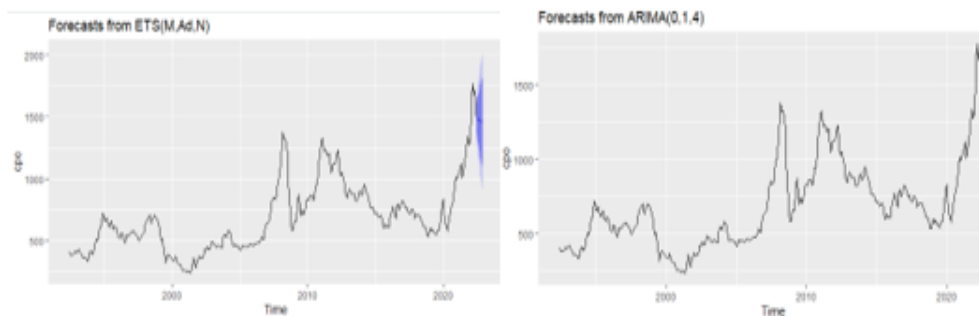
semua garis sudah berada pada interval ACF - 0.1 sampai 0.1. Jika dilihat nilai Ljung-Box test model ETS sebesar 89.23, dengan nilai probabilita sebesar 0.000 sedangkan model ARIMA sebesar 27.53 dengan probabilita sebesar 0.12, hal ini mengindikasikan bahwa model ARIMA sudah sesuai.



Gambar 2. Pola Residual Model ETS dan ARIMA

Pada Gambar 3 dan Tabel 4 dapat dilihat hasil peramalan dari masing-masing model untuk 6 periode ke depan. Dari hasil terlihat bahwa hasil peramalan ETS, nilainya

cenderung lebih tinggi daripada model ARIMA. Dari hasil peramalan terlihat untuk 6 periode ke depan harga CPO masih disekitaran \$1400an/ ton.



Gambar 3. Hasil Forecasting Model

Tabel 4. Nilai Forecasting Juli-Desember 2022

Periode	ETS	ARIMA
Jul-22	1490.27	1451.88
Aug-22	1481.51	1408.42
Sep-22	1474.49	1427.69
Oct-22	1468.86	1403.58
Nov-22	1464.34	1403.58
Dec-22	1460.72	1403.58

Kesimpulan dan Saran

Harga CPO berfluktuasi selama periode penelitian. Data harga tidak stationer pada data level tetapi stationer pada data difference pertama. Model ETS yang terbentuk optimal pada α 0.9996 dan nilai beta sebesar 0.1406, sedangkan pemodelan ARIMA terbentuk ARIMA (0,1,4). Berdasarkan kriteria AIC, BIC, RMSE dan MAPE terkecil model ARIMA lebih baik dalam menggambarkan pola harga CPO dibandingkan model ETS. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan dengan pemodelan lainnya, misalkan dengan pemodelan menggunakan Prophet dan LSTM..

Daftar Pustaka

- Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Arifin, B., Tanaya, G. L. P., & Usman, A. (2021). Peramalan Harga Kelapa Sawit Dunia Pada Tahun 2020-2024. *Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram*, 3, 349–368.
- Athanasopoulos, G., & Weatherburn, D. (2018). Forecasting male and female inmate numbers: A comparison of ARIMA and ETS modelling results. *Crime and Justice Bulletin*, 219.
- Caraka, R. E., Yasin, H., & Basyiruddin, A. W. (2017). Peramalan Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Support Vector Regression Kernel Radial Basis. *Jurnal Matematika*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.24843/jmat.2017.v07.i01.p81>
- Fitria, I., Alam, M. S. K., & Subchan, S. (2017). Perbandingan Metode ARIMA dan Exponential Smoothing pada Peramalan Harga Saham LQ45 Tiga Perusahaan dengan Nilai Earning Per Share (EPS) Tertinggi. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 14(2), 25. <https://doi.org/10.12962/limits.v14i2.3060>
- Garima Jain, E., & Mallick, B. (2017). A Study of Time Series Models ARIMA and ETS. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 9(4), 57–63. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2017.04.07>
- Gideon Schwarz. (1978). Estimating The Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics BY Gujarati* (pp. 1–1002). McGraw-Hill Inc.
- Hyndman, & Athanasopoulos. (2018). *Forecasting: Principles and Practices* (2nd ed.). OTexts.org/fpp2/
- Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Ord, J. K., & Snyder, R. D. (2008). *Forecasting with exponential smoothing: The state space approach*. Springer-Verlag. <http://www.exponentialsMOOTHING.net>
- Hyndman, R., & Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 26(3), 1–22. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i03>.
- Kadir, K., & Prasetyo, O. R. (2021). Peramalan Luas Panen Padi Indonesia Dengan Model ETS (Error, Trend, Seasonal). *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.24252/msa.v9i1.19666>
- Mundi, I. (2022). *No Title*. <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=palm-oil&months=360>
- Nasution, A. H. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi* (2nd ed.). Prima Printing.
- Sun, Z. (2020). Comparison of Trend Forecast Using ARIMA and ETS Models for S&P500 Close Price. *ACM International Conference Proceeding Series, October 2020*, 57–60. <https://doi.org/10.1145/3436209.3436894>
- Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Ekonosia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.