

# Eksplorasi Model *Exponential Smoothing State Space* (ETS) dan *Moving Average* Untuk Memprediksi Ekspor Kulit Mentah Indonesia: Studi Data Comtrade

Gilang Fatikhul Burhan<sup>1</sup>, Windra Bangun Nuswantoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pengolahan Produk Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Jl. Prof. Dr. Wirjono Projodikoro, Glugo Panggunharjo Sewon Bantul Yogyakarta 55188  
Email: gilangfb@atk.ac.id; windravn@atk.ac.id

## ABSTRAK

*Ekspor adalah faktor penting untuk mendukung keberlangsungan suatu negara. Peramalan ekspor mendukung pemerintah dalam pengambilan kebijakan, pengukuran produktivitas dan sebagai persiapan untuk melakukan perdagangan internasional. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan sebuah prediksi ekspor di masa mendatang yang dapat digunakan pemerintah dengan cara membangun model machine learning yang terintegrasi. Penelitian ini menggunakan data ekspor kulit mentah Indonesia yang didapatkan dari situs web sumber terbuka trading economics data. Penelitian ini membandingkan model Moving Average dan Exponential smooting-state space atau yang lebih dikenal sebagai ETS (error, trend dan seasonal). Perbandingan akurasi peramalan menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dan MAD: Mean Absolute Deviation. Hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model Exponential smooting-state space lebih akurat dari model Moving Average. Model Exponential smooting-state memiliki nilai akurasi peramalan MAPE dan MAD sebesar 1.51% dan 1352992.35. Hasil forecasting menggunakan model Exponential smooting-state untuk tahun 2024 dan 2025 adalah sebesar 90,734,717.54 dan 91,573,095.16.*

**Kata Kunci:** Ekspor, Exponential Smoothing (ETS), Peramalan, Moving Average.

## ABSTRACT

*Export is an important factor to support the sustainability of a country. Export forecasting supports the government in policy making, productivity measurement and as preparation for international trade. This study aims to provide a prediction of future exports that can be used by the government by building an integrated machine learning model. This study uses Indonesian rawhide export data obtained from the opensource website trading economics data. This study compares the Moving Average and Exponential smooting-state space models or better known as ETS (error, trend and seasonal). Comparison of forecasting accuracy using MAPE (Mean Absolute Percentage Error) and MAD: Mean Absolute Deviation. The results of the study, it can be concluded that the Exponential smooting-state space model is more accurate than the Moving Average model. The Exponential smooting-state model has a MAPE and MAD forecasting accuracy value of 1.51% and 1352992.35. The forecasting results using the Exponential smooting-state model for 2024 and 2025 are 90,734,717.54 and 91,573,095.16.*

**Keywords:** Exports, Exponential Smoothing (ETS), Forecasting, Moving Average.

## 1. Pendahuluan

Sebagai negara yang sedang berkembang, Indonesia harus menjaga ekonomi untuk tetap tumbuh, salah satunya adalah melalui ekspor. Negara-negara di seluruh dunia mendorong ekonomi dengan melakukan perdagangan antarnegara. Aktivitas perdagangan ini dikenal dengan istilah ekspor dan impor. Kedua aktivitas tersebut (ekspor dan impor) sama pentingnya, akan tetapi peramalan (*forecasting*) dapat mendukung pemerintah dalam pengambilan

keputusan, mempersiapkan sumber daya Manusia, dan mempersiapkan pemerintah untuk berkompetisi dalam skala internasional (Dave *et al.*, 2021). Industri alas kaki nasional menghadapi berbagai tantangan dan periode transisi yang sulit. Penutupan pabrik dan penurunan permintaan global menunjukkan bahwa industri ini harus mampu beradaptasi dan mencari cara baru untuk bertahan dan berkembang (Meilani, 2024).

Saat ini teknologi telah berkembang sangat cepat, perkembangan tersebut meliputi perangkat lunak (software) dan juga perangkat keras (*hardware*). Adanya kemajuan ini dapat membantu perusahaan untuk mengatur banyak aktivitas perusahaan supaya lebih cepat, akurat dan tepat. Contoh persoalan di dalam perusahaan adalah tentang ketidakpastian permintaan produk karena tidak adanya penerapan forecasting (peramalan) (Syahputra *et al.*, 2023). Salah satu strategi perencanaan adalah peramalan, yaitu seni/ilmu pengetahuan untuk memperkirakan kejadian di waktu yang akan datang melibatkan data historis, seperti data penjualan tahun sebelumnya (Heizer dan Render, 2015). Sebelum menerapkan metode peramalan, penting untuk memahami apakah terdapat permasalahan yang perlu diatasi dalam proses pengambilan keputusan. Peramalan berfungsi sebagai alat untuk menganalisis dan memprediksi nilai tertentu, seperti permintaan terhadap satu atau beberapa produk di masa mendatang (Taniansyah dan Rizal, 2021). Teknik peramalan ini menggunakan metode statistik dan matematis untuk menganalisis data historis dan memahami hubungan kausal antara variabel-variabel yang relevan (Shiela *et al.*, 2024). Penelitian tentang forecasting menggunakan tipe data time series sudah diterapkan dalam banyak bidang seperti meteorologi dan cuaca, peramalan di bidang produksi, dan persediaan. Hal ini dapat membantu pengambil keputusan untuk menghindari resiko dan membuat keputusan yang lebih menguntungkan (Liu *et al.*, 2021).

**Tabel 1.** Metode yang diterapkan untuk berbagai bidang

Bidang	Metode
<i>Business Decision-Making</i>	<i>Regression Analysis, ARIMA, Exponential Smoothing, Machine Learning Models</i>
<i>Financial Markets</i>	<i>Time Series Analysis, GARCH Models, Autoregressive Models, Neural Networks, Monte Carlo Simulation</i>
<i>Supply Chain Management</i>	<i>Seasonal Decomposition, Holt-Winters Exponential</i>
<i>Energy Management</i>	<i>Smoothing, Long Short-Term Memory (LSTM),</i>
<i>Weather Forecasting</i>	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
<i>Healthcare</i>	<i>(ARIMA), Support Vector Machines (SVM), Deep</i>
<i>Traffic Management</i>	<i>Learning Models, Genetic Algorithms</i>

Rata-rata bergerak adalah salah satu metode populer dalam analisis data runtun waktu. *Simple Moving Average* (SMA) menghitung rata-rata dari sejumlah tetap titik data terbaru, memberikan pandangan sederhana terhadap tren data. Berbeda dengan SMA, *Exponential Moving Average* (EMA) memberikan bobot lebih pada pengamatan terbaru, sehingga model dapat beradaptasi lebih cepat terhadap perubahan data.

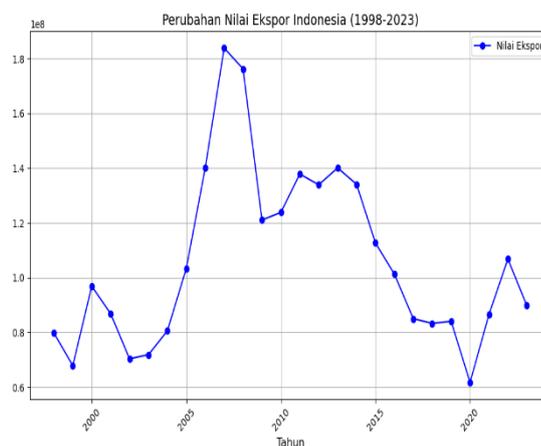
Selain itu, model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) menggabungkan tiga komponen utama, yaitu *autoregressive* (AR), differencing (I), dan *moving averages* (MA), untuk memberikan hasil peramalan yang lebih kompleks. Dekomposisi Musiman dari Runtun Waktu (STL) adalah metode yang memisahkan deret waktu menjadi tiga komponen utama: musiman, tren, dan sisa. Pendekatan ini memungkinkan analisis dan peramalan masing-masing komponen secara terpisah. Variasi lain, Dekomposisi Musiman-Tren menggunakan LOESS (STL-LOESS), menggunakan regresi berbobot lokal (LOESS) untuk menghasilkan komponen musiman dan tren yang lebih halus. *Holt-Winters* Perataan Eksponensial mengintegrasikan tren dan pola musiman dalam data menggunakan tiga parameter perataan ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), masing-masing untuk level, tren, dan musiman. Untuk data dengan pola musiman yang lebih kompleks,

SARIMA (Seasonal ARIMA) memperluas model ARIMA dengan menambahkan parameter khusus untuk komponen musiman. Metode Theta adalah pendekatan sederhana yang memanfaatkan perataan eksponensial dengan parameter theta ( $\theta$ ), yang dapat dilihat sebagai generalisasi dari metode perataan eksponensial tradisional. Sementara itu, Prophet, yang dikembangkan oleh Facebook, dirancang untuk peramalan data dengan pola kompleks, seperti pengamatan harian dengan pola musiman pada berbagai skala waktu. Model ini memiliki keunggulan dalam menangani data yang hilang dan pencilan. Terakhir, Metodologi Box-Jenkins merupakan pendekatan sistematis yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins. Metode ini mencakup tiga tahap utama: identifikasi model, estimasi parameter, dan pemeriksaan diagnostik, sehingga menjadi dasar yang kuat untuk analisis dan peramalan deret waktu (Kolambe dan Arora, 2024).

## 2. Metode Penelitian

Python merupakan salah satu jenis bahasa pemrograman yang menggabungkan kemampuan, kapabilitas, dengan syntax yang sangat jelas. Python digunakan di berbagai bidang seperti salah satunya Penelitian Ilmiah dan Numerik, yaitu mengerjakan riset Ilmiah untuk dapat mempermudah perhitungan dalam numerik (*Double Exponential Smoothing, Naive Bayes, Decision Tree, Least Square, KNN* dan Sebagainya).

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data ekspor kulit mentah Indonesia yang didapatkan dari situs web sumber terbuka trading economics data. Analisis data dilakukan menggunakan Python 3.13 dan sumber pustaka lainnya. Data historis yang digunakan untuk peramalan adalah data ekspor dari tahun 1998 sampai 2023. Penggunaan awal tahun 1998 karena pada tahun tersebut menandai awal reformasi Indonesia. Indonesia mengalami peningkatan ekspor yang tinggi di tahun tersebut. Data dalam satuan mata uang USD ditampilkan dalam gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Perubahan nilai ekspor 1998-2023

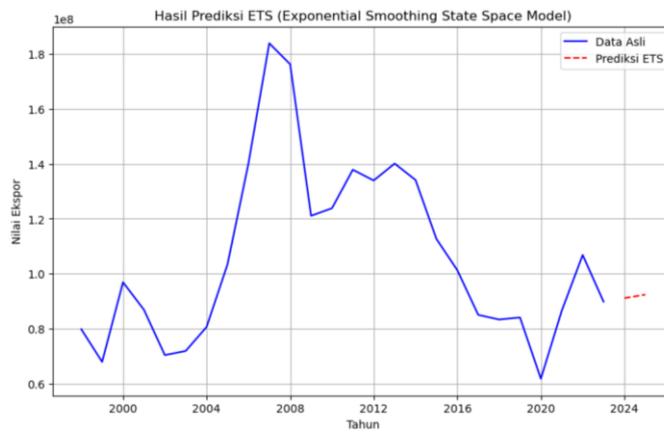
Setelah mendapatkan data yang akan diramalkan, langkah selanjutnya adalah menerapkan model *Moving Average* dan *Exponential Smoothing* (ETS). Setelah menghitung hasil peramalan, kemudian menghitung nilai MAPE dan MAD untuk mendapatkan model terbaik sehingga menghasilkan peramalan yang paling akurat. Untuk mengetahui kriteria akurasi peramalan, MAPE digunakan, karena perhitungan dalam MAPE membandingkan kesalahan dengan aktual yang ditampilkan (As'ad *et al.*, 2024).

**Tabel 1.** Kriteria nilai MAPE

Nilai MAPE	Informasi
Kurang dari 10 %	Sangat Baik
10 % - 20 %	Baik
20 % - 50 %	Cukup
Lebih besar dari 50 %	Buruk

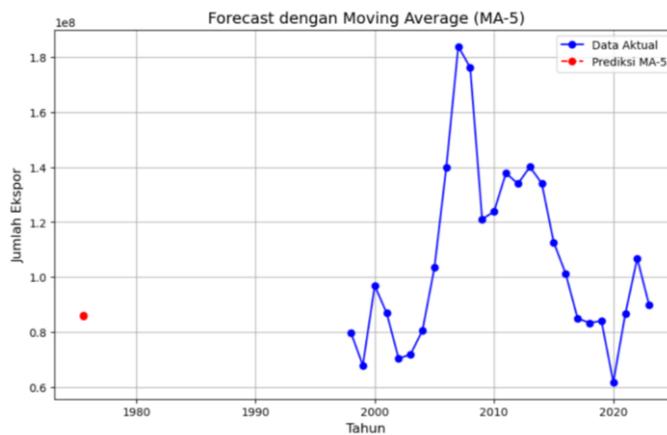
### 3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 dihasilkan oleh bahasa pemrograman python untuk menunjukkan kondisi ekspor Kulit Indonesia dari tahun 1998 sampai 2023. Proses forecasting menggunakan model Exponential smoothing (ETS) menghasilkan visualisasi seperti yang terlihat dalam gambar 2 berikut ini:



**Gambar 2.** Hasil forecasting metode exponential smoothing (ETS)

Selanjutnya dengan data yang sama, dilakukan forecasting menggunakan metode *Moving Average* dengan rata-rata 5 tahun. Gambar 3 di bawah ini menunjukkan hasil forecasting tersebut.

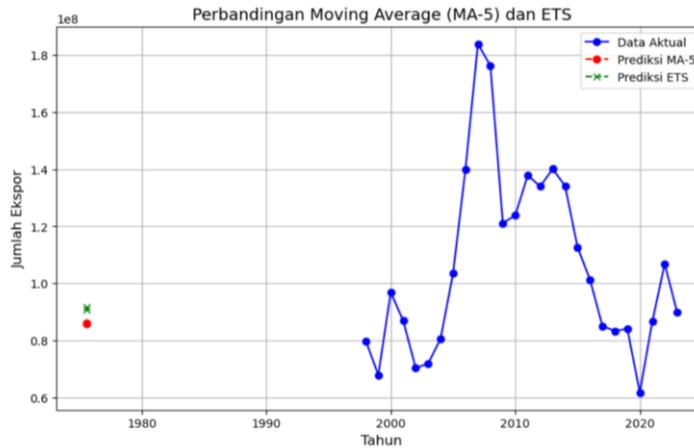


**Gambar 3.** Hasil forecasting metode moving average

Hasil peramalan dua metode tersebut (Exponential smoothing (ETS) dan Moving Average) ditampilkan dalam tabel 2 di bawah ini:

**Tabel 2.** Hasil *forecasting*

Tahun	Prediksi ETS	Prediksi MA-5
2024	90,734,717.54	85,785,763.00
2025	91,573,095.16	86,132,547.60



**Gambar 4.** Perbandingan hasil MA dan ETS

Pada grafik di atas dapat dilihat hasil peramalan dari dua metode yaitu *Moving Average* (MA-5) dan *Exponential Smoothing State Space* (ETS), dibandingkan data aktual dari tahun 1998-2023. Hasil *forecasting* metode MA-5 untuk tahun 2024 dan 2025 ditunjukkan dengan tanda merah, dengan hasil yang didapatkan sebesar 85,785,763 dan 86,132,547. Hasil dari *Moving Average* cenderung rata karena hanya menghitung rata-rata lima tahun terakhir serta tidak memperhitungkan tren yang dinamis. Hasil *forecasting* menggunakan metode *Exponential Smoothing State Space* (ETS) yang ditunjukkan dengan tanda hijau menghasilkan nilai 90,734,717 dan 91,573,095.

**Tabel 3.** Perbandingan akurasi Peramalan dengan MAPE dan MAD

Metode	MAPE (%)	MAD
MA-5	4.28	3,841,758.70
ETS	1.51	1,352,992.35

MAPE untuk MA-5: 4.28%: Model MA-5 memiliki kesalahan rata-rata sekitar 4.28%, yang menunjukkan prediksi cukup akurat, tetapi ada potensi perbaikan. MAPE untuk ETS: 1.51%: Model ETS memiliki kesalahan yang jauh lebih kecil, yaitu sekitar 1.51%, menunjukkan bahwa ETS lebih akurat dalam memprediksi data ini dibandingkan dengan MA-5. Nilai MAPE yang rendah ini mengindikasikan bahwa ETS lebih baik dalam menangkap tren dalam data historis. MAD untuk MA-5: 3,841,758.70: Ini adalah rata-rata kesalahan absolut antara prediksi MA-5 dan nilai aktual, menunjukkan bahwa MA-5 memiliki kesalahan yang lebih besar dalam unit angka. MAD untuk ETS: 1,352,992.35: MAD yang lebih kecil untuk ETS mengindikasikan bahwa kesalahan absolut rata-rata jauh lebih rendah, sehingga ETS dapat memberikan prediksi yang lebih tepat dengan kesalahan lebih kecil dibandingkan MA-5.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, Hasil dari metode *Exponential Smoothing State Space* (ETS) lebih baik dibandingkan dengan metode *Moving Average* (MA-5) untuk meramalkan nilai ekspor kulit mentah Indonesia. Dengan tingkat akurasi yang lebih baik,

metode ETS ini dapat digunakan sebagai alat yang andal dalam rangka perencanaan kebijakan ekonomi dan perdagangan.

## 5. Daftar Pustaka

- As'ad, M., Sujito, S., Setyowibowo, S., Farida, E., Yuniar, E., & Yunus, M. (2024). Forecasting performance based on exponential smoothing with SES and ETS model for gold price forecasting. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11(1), 267-274.
- Dave, E., Leonardo, A., Jeanice, M., & Hanafiah, N. (2021). Forecasting Indonesia exports using a hybrid model ARIMA-LSTM. *Procedia Computer Science*, 179, 480-487.
- Heizer, J., dan Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan (Ketujuh)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kolambe, M., and Arora, S. (2024). Forecasting the Future: A Comprehensive Review of Time Series Prediction Techniques. *J. Electrical Systems*, 20(2), 575–586.
- Liu, Z., Zhu, Z., Gao, J., & Xu, C. (2021). Forecast methods for time series data: A survey. *Ieee Access*, 9, 91896-91912.
- Meilani, H. (2024). *Tantangan Industri Alas Kaki Nasional*, Pusat Analisis Keparlemenan. Badan Keahlian Setjen DPR RI.
- Shiela, F. J. H., Ramadhan, R., Hasanah, I. K., Herlambang, T., Hamdani, M. Y., and Nafa, M. (2024). Analisis Peramalan Profitabilitas PT. Samudera Indonesia Tbk Menggunakan Metode Regresi Linear. *Zeta – Math Journal*, 9(1), 41–49.
- Syahputra, G. N., Siregar, I. K., & Saputra, E. (2023). Application of the Trend Moment Method to Predict Shoes Sales. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 12(2), 551-560.
- Taniansyah, D. I., & Setiawan, I. R. (2021). Implementasi metode trend moment pada prediksi tren penjualan sepatu di toko garageshoessmi kota sukabumi. *Jurnal Sistem Informasi (JASISFO)*, 2(2), 205-213.