

PERBANDINGAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR KOMODITAS KOPI

Mohamad Triyan Aditiya^{a,*}, Mohammad Syaiful Pradana^b, Siti Alfiatur Rohmaniah^c

^{a,b,c}Universitas Islam Darul Ulum Lamongan, Lamongan, Indonesia

*email: mohamadtriyana.2022@mhs.unisda.ac.id

Abstrak.

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama Indonesia yang memiliki kontribusi terhadap perdagangan internasional dan perolehan devisa negara. Perubahan nilai ekspor yang cenderung berfluktuasi dari waktu ke waktu menuntut adanya metode peramalan yang mampu menghasilkan prediksi secara akurat sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan dan perencanaan ekspor. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam meramalkan nilai ekspor kopi Indonesia menggunakan data deret waktu bulanan dengan jumlah observasi yang terbatas. Penerapan metode ARIMA diawali dengan pengujian kestasioneran menggunakan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), dilanjutkan dengan identifikasi model melalui *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF), estimasi parameter, serta pengujian diagnostik residual. Sementara itu, metode DES diterapkan dengan menentukan parameter pemulusan level (α) dan tren (β). Tingkat akurasi kedua metode dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ARIMA memberikan performa yang lebih baik dibandingkan DES, ARIMA menghasilkan MAE dengan nilai 18.08, RMSE dengan nilai 22.2, dan MAPE dengan nilai 8.49%, sedangkan DES menghasilkan MAE dengan nilai 18.28, RMSE dengan nilai 25.33, dan MAPE dengan nilai 9.34%. Temuan ini menunjukkan bahwa metode ARIMA lebih sesuai untuk meramalkan nilai ekspor kopi pada data penelitian ini. Oleh karena itu, karakteristik data perlu menjadi pertimbangan utama dalam menentukan metode peramalan agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dimanfaatkan sebagai pendukung pengambilan keputusan di bidang perdagangan komoditas perkebunan.

Kata Kunci: peramalan, ARIMA, DES, ekspor kopi, deret waktu.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian dan perkebunan merupakan salah satu pilar penting dalam struktur perekonomian Indonesia. Salah satu komoditas perkebunan unggulan adalah kopi yang memiliki daya saing tinggi di pasar internasional dan menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat maupun negara (Maulani & Wahyuningsih, 2021). Perubahan nilai ekspor kopi secara langsung berdampak pada kesejahteraan petani, stabilitas harga domestik, serta kinerja neraca perdagangan nasional (Parnadi & Loisa, 2024). Oleh karena itu, analisis dan peramalan nilai ekspor menjadi kebutuhan penting dalam mendukung perencanaan ekonomi yang berbasis data dan berorientasi jangka panjang.

Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia dengan jenis unggulan seperti Robusta dan Arabika. Permintaan global terhadap kopi Indonesia terus mengalami dinamika seiring perubahan selera konsumen dan perkembangan industri minuman dunia. Namun nilai ekspor kopi Indonesia menunjukkan fluktuasi dari waktu ke waktu sehingga

sulit diprediksi secara akurat. Perubahan tersebut dapat memengaruhi perencanaan produksi, penetapan target ekspor, serta pengambilan keputusan oleh pemerintah dan pelaku usaha. Fluktuasi nilai ekspor tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain harga internasional, volume produksi, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika, serta kebijakan perdagangan negara tujuan ekspor. Penelitian oleh (Parnadi & Loisa, 2024) menunjukkan bahwa data ekspor kopi Indonesia memiliki pola tren dan variasi yang dapat dianalisis melalui pendekatan deret waktu untuk memperoleh proyeksi yang lebih terukur.

Peramalan deret waktu merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam meramalkan nilai masa depan yang berdasar pada pola historis. Metode ini bekerja dengan mengidentifikasi struktur data seperti tren, musiman, siklus, dan komponen acak (Ruhiat & Suwanda, 2019). Dalam bidang ekonomi dan perdagangan internasional, peramalan deret waktu menjadi instrumen penting untuk menyusun kebijakan fiskal, menentukan target ekspor, serta memitigasi risiko akibat fluktuasi pasar global (Yulisa et al., 2022). Keakuratan metode peramalan sangat menentukan kualitas keputusan yang diambil oleh pemerintah maupun pelaku usaha.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk melakukan peramalan deret waktu. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), yang mampu memodelkan hubungan antar observasi pada data deret waktu dan menghasilkan estimasi yang baik ketika asumsi model terpenuhi (Saluza et al., 2021). Penelitian (Retnowardani & Achmadin, 2023) menunjukkan bahwa ARIMA mampu menghasilkan tingkat kesalahan yang relatif rendah dalam peramalan nilai ekspor nonmigas Indonesia. Selain ARIMA, *Double Exponential Smoothing* (DES) juga banyak digunakan karena memiliki proses pemodelan yang lebih sederhana dan efektif untuk data yang memiliki kecenderungan tren tanpa pola musiman yang kuat (Saragih & Sembiring, 2022).

Meskipun berbagai penelitian telah menerapkan metode ARIMA maupun DES pada data ekonomi dan perdagangan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan satu metode sehingga belum memberikan gambaran mengenai metode yang paling sesuai untuk karakteristik data tertentu. Selain itu, penelitian yang secara khusus membandingkan kinerja ARIMA dan DES dalam meramalkan nilai ekspor kopi Indonesia menggunakan data bulanan dengan jumlah observasi yang terbatas masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengevaluasi performa kedua metode pada karakteristik data tersebut sehingga dapat diketahui metode yang memberikan tingkat akurasi terbaik.

Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada perbandingan langsung antara metode ARIMA dan DES dalam meramalkan nilai ekspor kopi Indonesia menggunakan data deret waktu bulanan dengan jumlah observasi yang terbatas. Perbandingan dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga indikator evaluasi, yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), sehingga hasil penelitian tidak hanya menunjukkan tingkat akurasi masing-masing metode, tetapi juga memberikan dasar dalam menentukan metode yang lebih sesuai dengan karakteristik data yang digunakan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode ARIMA dan DES dalam meramalkan nilai ekspor kopi Indonesia serta menentukan metode yang memberikan tingkat akurasi terbaik berdasarkan nilai MAE, RMSE, dan MAPE. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian peramalan

deret waktu sekaligus menjadi referensi bagi pemerintah, pelaku usaha, dan peneliti dalam memilih metode peramalan yang sesuai untuk mendukung perencanaan ekspor dan pengambilan kebijakan berbasis data.

METODE PENELITIAN

1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari sumber resmi pemerintah, khususnya publikasi statistik perdagangan yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) [data]. Data tersebut berisi nilai ekspor bulanan komoditas kopi yang tersedia dalam format deret waktu dengan rentang waktu mulai Januari 2017 hingga November 2025.

2. Teknik Analisis

Data diolah dan dianalisis menggunakan perangkat lunak R untuk metode ARIMA dan *google collab* untuk metode DES. Langkah-langkah analisis pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Metode ARIMA: (1) Uji stasioner data, (2) *Differencing* data yang tidak stasioner, (3) Uji ACF dan PACF, (4) Pemilihan model terbaik menggunakan fungsi *auto.arima*, berdasarkan kriteria AIC minimum (5) Uji diagnostik residual dan autokorelasi pada model, (6) Evaluasi kinerja model menggunakan indikator kesalahan MAE, RMSE, dan MAPE, (7) Hasil kinerja metode ARIMA.

Metode DES: (1) Menentukan nilai awal level dan tren, (2) Menentukan parameter α dan β , (3) Melakukan proses *smoothing*, (4) Evaluasi kinerja model menggunakan indikator kesalahan MAE, RMSE, dan MAPE, (5) Hasil kinerja metode DES.

3. Autoregressive Integrated Moving Avarage

Pendekatan statistik yang banyak digunakan pada analisis deret waktu salah satunya adalah ARIMA. ARIMA memiliki tiga komponen yaitu AR (*Autoregressive*) komponen yang menyatakan hubungan nilai data saat ini dengan nilai data masa lalu, I (*Integrated*) proses differensiasi data yang tidak stasioner menjadi data yang stasioner, dan MA (*Moving Avarage*) komponen yang menyatakan pengaruh dari kesalahan atau *residual* di masa lalu terhadap nilai saat ini (Windi Nurlaela et al., 2025).

Model ARIMA dinyatakan dengan ARIMA (p, d, q), di mana **p** menyatakan orde *autoregressive*, **d** menyatakan tingkat differensiasi yang digunakan untuk mengubah data menjadi stasioner, **q** menyatakan orde *moving average*.

Berikut merupakan bentuk persamaan ARIMA secara umum:

$$Y_t = \alpha + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_n Y_{t-n} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_m \varepsilon_{t-m} + \varepsilon_t$$

4. Double Exponential Smoothing

Metode Double Exponential Smoothing (DES) merupakan metode peramalan dalam analisis deret waktu (*time series*) yang digunakan pada data yang memiliki pola tren. DES dikenal juga sebagai metode Holt yang mampu menangkap kecenderungan peningkatan atau penurunan data secara lebih adaptif. DES bekerja dengan dua komponen utama, yaitu level dan tren (Sihotang et al., 2025). Komponen level merepresentasikan nilai dasar dari data pada periode tertentu, sedangkan komponen trend menunjukkan arah perubahan data. Kedua komponen ini dihitung secara iteratif sehingga model dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan pola data. Model DES (Holt) dinyatakan dalam tiga persamaan utama sebagai berikut (Rifki Nisardi et al., 2023):

a. Persamaan Level

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

b. Persamaan Trend

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

c. Persamaan Peramalan

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Dalam penelitian ini, parameter α dan β ditentukan menggunakan pendekatan *trial and error* atau *grid search* dengan memilih kombinasi parameter yang menghasilkan nilai kesalahan terkecil berdasarkan indikator evaluasi (Vimala & Nugroho, 2022).

5. Evaluasi Kinerja Model

Evaluasi pada model peramalan dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi prediksi dibandingkan data aktual, pengukuran akurasi dilakukan dengan menggunakan beberapa indikator kesalahan (*error metrics*), yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut merupakan persamaan MAE, RMSE, dan MAPE (Andia et al., 2024).

1. *Mean Absolute Error* (MAE)

Menentukan rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan prediksi.

$$(1/n) \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

Menentukan akar rata-rata kuadrat kesalahan prediksi.

$$\sqrt{[(1/n) \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2]}$$

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Menentukan rata-rata kesalahan prediksi dalam presentase terhadap nilai aktual.

$$(100\%/n) \sum_{t=1}^n |(Y_t - \hat{Y}_t)/Y_t|$$

Interpretasi umum nilai MAPE:

Tabel 1. Interpretasi MAPE

MAPE	INTERPRETASI
<10%	Sangat baik
10%-20%	Baik
20%-50%	Cukup
>50%	Kurang baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

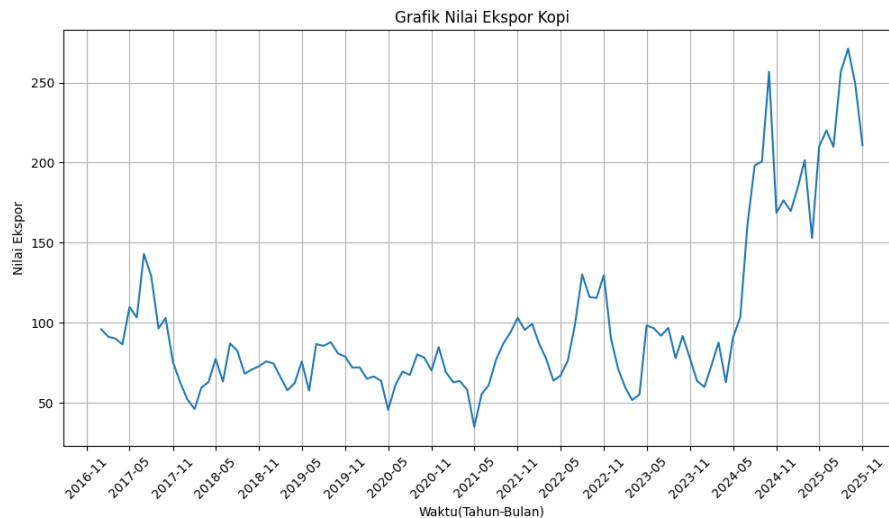
1. Deskripsi Data Penelitian

Data pada penelitian ini merupakan data deret waktu bulanan nilai ekspor petani Indonesia komoditas kopi periode Januari 2017 hingga November 2025.

Tabel 2. Data Nilai Ekspor Petani Indonesia Komoditas Kopi

Bulan-Tahun	Nilai Ekspor Kopi (Juta USD)
Januari-2017	95.77
Februari-2017	90.94
Maret-2017	90.04
April-2017	86.28
Bulan-Tahun	Nilai Ekspor Kopi (Juta USD)
Mei-2017	109.58
...	...
Juli-2025	209.82
Agustus-2025	256.71
September-2025	271.21
Oktober-2025	249.38
November-2025	210.82

Diketahui pada tabel 2 data nilai ekspor petani, data kopi tertinggi terdapat pada bulan September 2025 sebesar 271.21 Juta USD, dan data terendah terdapat pada bulan Mei 2024 sebesar 34.67 Juta USD. Kemudian dari data tersebut akan disajikan sebuah grafik nilai ekspor petani Indonesia komoditas kopi sebagai berikut:

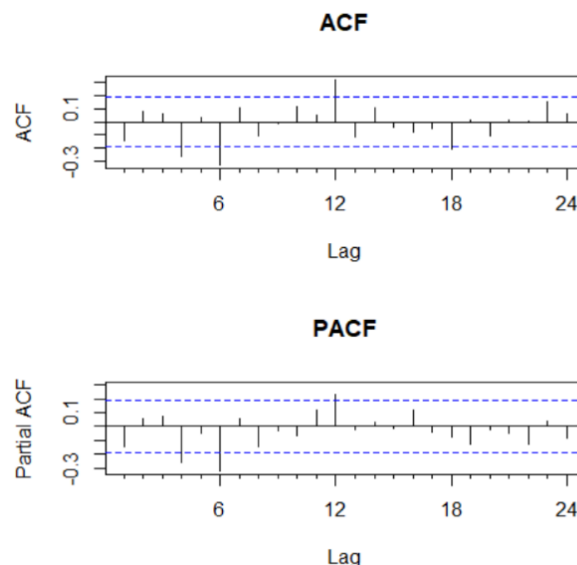


Gambar 1. Grafik Data Nilai Ekspor Kopi Tahun 2017-2025

Berdasarkan pada gambar 1 data menunjukkan pola yang fluktuatif dengan kecenderungan tren pada periode tertentu. Fluktuasi ini dapat dipengaruhi oleh dinamika harga internasional, permintaan pasar global, serta kondisi ekonomi domestik (Nadiyah Ananda et al., 2023). Karakteristik data tersebut mengindikasikan bahwa pendekatan pemodelan perlu mempertimbangkan kemungkinan adanya tren dan pola nonlinier.

2. Model *Autoregressive Integrated Moving Average*

Langkah pertama dilakukan uji ADF pada data kopi, diperoleh nilai *p-value* 0.49 yang lebih besar dari 0.05 artinya dapat disimpulkan bahwa data nilai ekspor kopi ini tidak stasioner. Maka proses diferensiasi pada data perlu dilakukan, setelah diferensiasi satu kali diperoleh nilai *p-value* 0.01 yang lebih kecil dari 0.05 maka data kopi sudah stasioner. Selanjutnya, dilakukan analisis ACF dan PACF terhadap data setelah *differencing*.

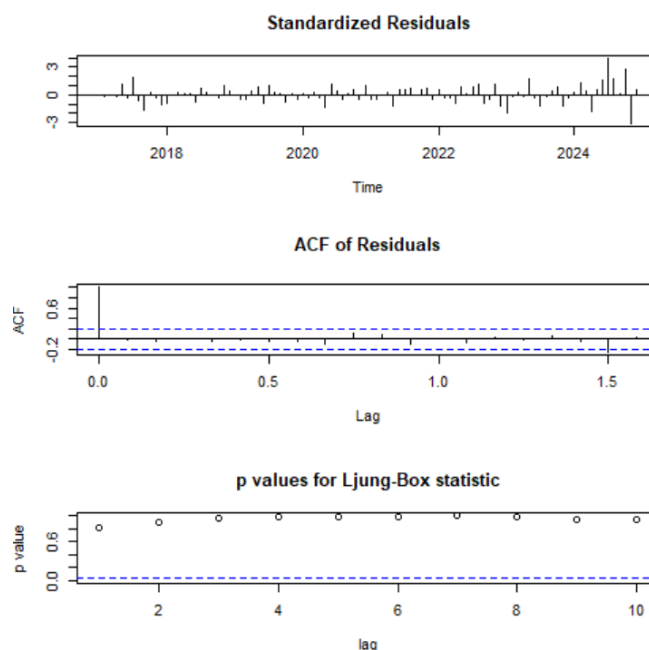


Gambar 2. Uji ACF dan PACF

Berdasarkan gambar 2, plot ACF data kopi setelah *differencing*, nilai autokorelasi berada dalam batas signifikansi, namun masih terdapat *spike* pada *lag* ke-12. Plot PACF juga menunjukkan adanya *spike* pada *lag* ke-12. Hal ini menunjukkan adanya pola musiman tahunan pada data bulanan. Pola ACF dan PACF tersebut menunjukkan kemungkinan adanya kombinasi komponen *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA), baik pada bagian non-musiman maupun musiman.

Selanjutnya dilakukan proses identifikasi dan estimasi menggunakan fungsi *auto.arima()* dengan kriteria pemilihan AIC minimum, model terbaik yang diperoleh yaitu ARIMA (4,1,0) dengan nilai AIC sebesar 821.46 pada data kopi. Fungsi ini dengan otomatis menguji seluruh kombinasi parameter model dan menentukan model terbaik dengan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil (Defiyanti et al., 2024).

Untuk memastikan kelayakan dari model dilakukan uji diagnostik *residual* data dari model ARIMA (4,1,0). Uji ini digunakan untuk menguji apakah *residual* (galat) model bersifat acak (*white noise*), tidak mengandung pola tertentu, dan mengikuti asumsi statistik yang diperlukan dalam model ARIMA. Berikut merupakan hasil uji diagnostik *residual* pada data.



Gambar 3. Uji Diagnostik Residual

Pada gambar 3, hasil uji menghasilkan nilai p -value pada data kopi dengan nilai 0.45, yang lebih dari tingkat signifikansi 0.05. Kondisi ini menandakan residual model memiliki sifat *white noise* dan model ARIMA sudah memadai untuk digunakan pada tahap peramalan. Selain itu, pemeriksaan visual pada plot ACF residual menghasilkan nilai lag yang sebagian besar berada pada batas interval kepercayaan. Hal ini memperkuat kesimpulan uji *Ljung-Box* bahwa residual bersifat acak dan tidak terprediksi lanjut dari pola sebelumnya.

Tabel 3. Hasil evaluasi model ARIMA

MAE	RMSE	MAPE
18.08	22.2	8.49%

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 3, data uji model ARIMA menghasilkan nilai MAE sebesar 18.08, RMSE sebesar 22.2, dan MAPE sebesar 8.49%. Nilai MAE menunjukkan bahwa selisih rata-rata absolut antara nilai aktual ekspor kopi dengan nilai hasil peramalan adalah sebesar 18.08 satuan. Nilai RMSE yang berada di sekitar 22.2 memperlihatkan bahwa model menghasilkan kesalahan prediksi yang relatif terkendali, di mana tidak terdapat perbedaan yang sangat besar antara prediksi dan data aktual. Selanjutnya, nilai MAPE sebesar 8.49% menggambarkan tingkat kesalahan prediksi model, berdasarkan kriteria interpretasi MAPE yang umum digunakan, nilai MAPE kurang dari 10% digolongkan pada tingkat akurasi yang sangat baik aktual (Febiola et al., 2024).

3. Model *Double Exponential Smoothing*

Pada penelitian ini, nilai awal level dan tren pada metode *Double Exponential Smoothing* ditentukan secara otomatis menggunakan fungsi *ExponentialSmoothing* pada *library statsmodels*. Selanjutnya penentuan α dan β dilakukan menggunakan pendekatan *grid*

search. Parameter yang diuji berada pada rentang 0,1 hingga 0,9 dengan interval tertentu, setiap parameter digunakan untuk membangun model DES. Selanjutnya dilakukan proses *smoothing* menggunakan nilai α dan β pada setiap parameter untuk mengontrol komponen tren. Setelah dilakukan proses *grid search* dan *smoothing* diperoleh nilai parameter terbaik yaitu $\alpha = 0.2$ dan $\beta = 0.1$.

Tabel 4. Hasil evaluasi model DES

MAE	RMSE	MAPE
18.28	25.33	9.34%

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan pada data uji model DES menghasilkan nilai MAE sebesar 18.28, RMSE sebesar 25.33, dan MAPE sebesar 9.34%. Nilai MAE menunjukkan bahwa selisih rata-rata absolut antara nilai aktual ekspor kopi dan nilai hasil peramalan adalah sebesar 18.28 satuan. Nilai RMSE yang berada di sekitar 25.33 memperlihatkan bahwa model menghasilkan kesalahan prediksi yang relatif terkendali, di mana tidak terdapat perbedaan yang sangat besar antara prediksi dan data aktual. Selanjutnya, nilai MAPE sebesar 9.34% menggambarkan tingkat kesalahan prediksi model, berdasarkan kriteria interpretasi MAPE yang umum digunakan, nilai MAPE kurang dari 10% digolongkan pada tingkat akurasi yang sangat baik (Febiola et al., 2024).

4. Perbandingan Hasil Kinerja Metode ARIMA dan DES

Tabel 5. Perbandingan Kinerja Model ARIMA dan DES

Evaluasi	Metode ARIMA	Metode DES
MAE	18.08	18.28
RMSE	22.2	25.33
MAPE	8.49%	9.34%

Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 5, metode ARIMA menghasilkan nilai MAE sebesar 18.08 dan metode DES sebesar 18.28. Nilai MAE metode ARIMA lebih rendah pada DES menunjukkan bahwa selisih rata-rata absolut antara nilai aktual dan nilai prediksi lebih kecil. Hal ini mengindikasikan secara umum ARIMA memiliki tingkat ketepatan prediksi yang lebih baik pada data. Pada indikator RMSE metode ARIMA memperoleh nilai sebesar 22.2 sementara DES sebesar 25.33. Hal ini dikarenakan RMSE lebih menekankan penalti pada kesalahan prediksi yang besar, hasil ini menunjukkan bahwa model DES cenderung menghasilkan selisih yang sedikit lebih besar pada beberapa periode tertentu. Berdasarkan nilai MAPE metode ARIMA menghasilkan tingkat kesalahan sebesar 8.49% sedangkan DES sebesar 9.34%. Kedua metode masih berada dalam kategori akurasi yang sangat baik karena nilai MAPE berada $<10\%$.

Hasil penelitian ini berhasil mengisi *research gap* yang telah diidentifikasi pada penelitian terdahulu. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada penerapan satu metode peramalan, baik ARIMA maupun DES tanpa melakukan evaluasi komparatif pada data nilai ekspor kopi Indonesia. Penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai perbedaan kinerja kedua metode pada karakteristik data yang sama melalui evaluasi menggunakan MAE,

RMSE, dan MAPE. Dengan demikian, penelitian ini memberikan dasar yang lebih kuat dalam menentukan metode peramalan yang sesuai untuk data nilai ekspor kopi Indonesia.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Retnowardani & Achmadin, 2023) yang menunjukkan bahwa metode ARIMA mampu menghasilkan tingkat kesalahan yang rendah pada peramalan data ekspor. Namun, penelitian ini memperluas temuan tersebut dengan membandingkan secara langsung kinerja ARIMA dan DES pada data nilai ekspor kopi Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ARIMA menghasilkan nilai MAE, RMSE, dan MAPE yang lebih rendah dibandingkan DES, sehingga memberikan bukti bahwa ARIMA lebih sesuai untuk karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini. Meskipun demikian, hasil ini tidak menunjukkan bahwa ARIMA selalu menjadi metode terbaik untuk seluruh jenis data deret waktu, karena performa metode peramalan tetap dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing data.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini berfokus pada evaluasi dan perbandingan kinerja metode *Autoregressive Integrated Moving average* (ARIMA) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam meramalkan nilai ekspor komoditas kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada data ekspor kopi, metode ARIMA menghasilkan nilai MAE sebesar 18.08, RMSE sebesar 22.2, dan MAPE sebesar 8.49%, sedangkan metode DES menghasilkan MAE sebesar 18.28, RMSE sebesar 25.33, dan MAPE sebesar 9.34%. Hasil evaluasi pada data kopi menunjukkan bahwa metode ARIMA memiliki performa yang sedikit lebih unggul dibandingkan DES pada seluruh indikator kesalahan. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik data ekspor yang memiliki fluktuasi dan perubahan pola yang cukup kompleks lebih mampu ditangkap oleh model ARIMA dibandingkan DES yang lebih berfokus pada komponen tren. Dengan demikian, metode ARIMA menjadi metode yang lebih sesuai untuk melakukan peramalan nilai ekspor kopi pada karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, data yang digunakan memiliki jumlah observasi yang terbatas sehingga pola historis yang dapat dipelajari oleh model masih relatif terbatas. Kedua, penelitian ini hanya menggunakan data historis nilai ekspor kopi tanpa mempertimbangkan variabel eksternal yang dapat memengaruhi perubahan nilai ekspor, seperti nilai tukar mata uang, volume produksi, harga kopi internasional, dan kebijakan perdagangan. Ketiga, metode yang dibandingkan dalam penelitian ini masih terbatas pada ARIMA dan DES sehingga belum mencakup pendekatan peramalan lain yang berpotensi menghasilkan tingkat akurasi berbeda.

Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya dapat menggunakan rentang waktu data yang lebih panjang agar model mampu menangkap pola historis secara lebih optimal. Selain itu, penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan penggunaan variabel eksternal melalui pendekatan multivariat untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi nilai ekspor kopi. Perbandingan dengan metode lain, seperti *Seasonal ARIMA* (SARIMA),

Holt-Winters, atau metode berbasis *machine learning*, juga dapat dilakukan untuk memperoleh hasil evaluasi yang lebih komprehensif dan meningkatkan akurasi peramalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andia, R., Permana, S. E., Handayani, T., Mining, D., Ganda, R. L., & Harvest, R. (2024). Algoritma Regresi Linear Berganda. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(1), 738–747. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8446>
- Defiyanti, S., Nurina Sari, B., & Nur Padilah, T. (2024). Optimasi Pertanian Padi: Peramalan Curah Hujan Berbasis Arima Untuk Penentuan Waktu Tanam Yang Tepat. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 11(6), 1377–1384. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2024118682>
- Febiola, A., Dewi, A., Fazarin, F. M., Ramadhani, F., Khaffi, M. A., Akbar, R., & Dalimunthe, D. Y. (2024). Perbandingan Metode ARIMA dan SARIMA Dalam Peramalan Jumlah Penumpang Bandara Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jambura Journal of Mathematics*, 6(2), 160–168. <https://doi.org/10.37905/jjom.v6i2.25081>
- Maulani, R. D., & Wahyuningsih, D. (2021). Analisis Ekspor Kopi Indonesia pada Pasar Internasional. *Pamator Journal*, 14(1), 27–33. <https://doi.org/10.21107/pamator.v14i1.8692>
- Nadiyah Ananda, A., Sagita Azzahra, T., Susanti, W., & Wikansari, R. (2023). Analisis Daya Saing Ekspor Kopi Indonesia Pada Pasar Internasional Analysis of the Competitiveness of Indonesian Coffee Exports in the International Market. *Agroradix*, 7(1), 128–135. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i1.5281>
- Parnadi, F., & Loisa, R. (2024). Analisis Daya Saing Ekspor Kopi Indonesia di Pasar Internasional. 2, 306–312. <https://doi.org/10.24912/jmbk.v2i4.4863>
- Retnowardani, D. A., & Achmadin, W. N. (2023). Penggunaan Metode ARIMA dalam Peramalan Nilai Ekspor Non-Migas Indonesia Tahun 2023. *MathVision : Jurnal Matematika*, 5(2), 58–62. <https://doi.org/10.55719/mv.v5i2.984>
- Rifki Nisardi, M., Sulma, Suriani, M., & Yusrini. (2023). Peramalan Produksi Telur Ayam Dengan Metode Holt Double Exponential Smoothing. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 180–186. <https://doi.org/10.30605/proximal.v5i2.2789>
- Ruhiat, D., & Suwanda, C. (2019). Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral (Studi Kasus : Debit Sungai Citarum-Nanjung). *TEOREMA : Teori Dan Riset Matematika*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.25157/teorema.v4i1.1887>
- Saluza, I., Sartika, D., Astuti, L. W., Faradillah, F., Desitama, L., & Purnamasari, E. D. (2021). Prediksi Data Time Series Harga Penutupan Saham Menggunakan Model Box Jenkins ARIMA. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 12(2). <https://doi.org/10.36982/jiig.v12i2.1940>
- Saragih, S. M., & Sembiring, P. (2022). Double Exponential Smoothing Dari Brown Pada Peramalan Inflasi. *Journal of Fundamental Mathematics and Applications*, 5(2), 81–96. <https://doi.org/10.14710/jfma.v5i2.15312>
- Sihotang, E. H., Abdullah, D., & Nunsina, N. (2025). Prediksi Jumlah Pasien Rawat Inap Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing di RSUD MEUTIA KOTA

- LHOKSEUMAWE. *RABIT : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 10(2), 270–279. <https://doi.org/10.36341/rabit.v10i2.6060>
- Vimala, J., & Nugroho, A. (2022). Forecasting Penjualan Obat Menggunakan Metode Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing (Studi Kasus : Apotek Mandiri Medika). *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 1(2), 90–99. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v1i2.2022.pp90-99>
- Windi Nurlaela, Annisa Indah Pratiwi, & Hilda Tri Yulianti. (2025). Analisis Metode Moving Average, Exponential Smoothing, dan Arima dalam Peramalan Permintaan untuk Pengendalian Stok Floor Rear. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(3), 1066–1075. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i3.1134>
- Yulisa, P. N., Haris, M. Al, & Arum, P. R. (2022). Peramalan Nilai Ekspor Migas Di Indonesia Menggunakan Model Long Short Term Memory Dan Gated Recurrent Unit Dengan Optimasi Nesterov Adam. *J Statistika*, 16(1), 12–26. <https://doi.org/10.36456/jstat.vol16.no1.a6121>