

## STUDI PERBANDINGAN METODE ARIMA, *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*, DAN *SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* PADA PENJUALAN PUPUK

Muhammad Febria Hafid Syahputra<sup>1\*</sup>, Ahmad Lutfi<sup>2</sup>, Akhlis Munazilin<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Ibrahimy, Situbondo, Indonesia

<sup>3</sup>Sains dan Teknologi, Ilmu Komputer, Universitas Ibrahimy, Situbondo, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[hafid.srg@gmail.com](mailto:hafid.srg@gmail.com), <sup>2</sup>[ahmadlutfi.14@gmail.com](mailto:ahmadlutfi.14@gmail.com), <sup>3</sup>[akhlismunazilin@gmail.com](mailto:akhlismunazilin@gmail.com),

(\* : corresponding author)

**Abstrak**-Pupuk memiliki peran vital dalam sektor pertanian sebagai penyedia nutrisi utama bagi tanaman. Namun, fluktuasi permintaan pupuk menjadi tantangan dalam merencanakan produksi dan distribusi yang efisien. Permasalahan ini mendorong perlunya metode peramalan yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan perusahaan. Perbandingan ketiga metode ini diperlukan untuk menentukan metode peramalan yang paling sesuai dengan karakteristik data penjualan pupuk agar perusahaan dapat merencanakan distribusi dan produksi secara efisien. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan tiga metode peramalan deret waktu, yaitu Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Single Exponential Smoothing (SES), dan Double Exponential Smoothing (DES), dalam meramalkan penjualan pupuk berdasarkan data historis dari CV. Sugi Baim Tani selama 33 bulan. Ketiga metode dipilih karena memiliki karakteristik berbeda dalam menangani tren dan pola musiman pada data. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik MAE, MAPE, dan RMSE untuk menilai akurasi setiap metode sebelum disimpulkan hasil perbandingan. Proses peramalan menggunakan pendekatan CRISP-DM, dimulai dari pemahaman bisnis hingga deployment sistem prediksi berbasis Python dan Streamlit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga metode dapat digunakan dalam peramalan penjualan pupuk, dengan ARIMA memberikan akurasi terbaik berdasarkan nilai MAPE dan RMSE masing-masing sebesar 8,92% dan 218,07. Metode DES unggul pada nilai RMSE terkecil sebesar 186,82, sedangkan SES menghasilkan MAPE sebesar 9,28% dengan RMSE sebesar 239,69. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan pupuk dalam mendukung pengambilan keputusan produksi dan distribusi secara lebih tepat sasaran.

**Kata Kunci:** ARIMA, CRISP-DM, *Double Exponential Smoothing*, *Forecasting*, Penjualan Pupuk, *Single Exponential Smoothing*.

**Abstract**- Fertilizer plays a vital role in the agricultural sector as a primary provider of essential nutrients for plants. However, fluctuations in fertilizer demand pose challenges in planning efficient production and distribution. This issue necessitates accurate forecasting methods to support company decision-making. Comparing these three methods is necessary to determine the most suitable forecasting method according to the characteristics of fertilizer sales data so that companies can plan distribution and production efficiently. Therefore, this study compares three time series forecasting methods, namely Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Single Exponential Smoothing (SES), and Double Exponential Smoothing (DES), in forecasting fertilizer sales based on 33 months of historical data from CV. Sugi Baim Tani. These methods were selected due to their different characteristics in handling trends and seasonal patterns in the data. Evaluation was conducted using MAE, MAPE, and RMSE metrics to assess the accuracy of each method before concluding the comparison results. The forecasting process employed the CRISP-DM approach, starting from business understanding to the deployment of a prediction system using Python and Streamlit. The results indicate that all three methods can be used in forecasting fertilizer sales, with ARIMA providing the best accuracy based on MAPE and RMSE values of 8.92% and 218.07, respectively. The DES method achieved the lowest RMSE value of 186.82, while SES resulted in a MAPE of 9.28% with an RMSE of 239.69. This study is expected to provide practical contributions for fertilizer companies in supporting more precise production and distribution decision-making.

**Keywords:** ARIMA, CRISP-DM, *Double Exponential Smoothing*, *Forecasting*, Fertilizer Sales, *Single Exponential Smoothing*.

## 1. PENDAHULUAN

Pupuk merupakan elemen penting dalam sektor pertanian karena menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh optimal. Keberadaan pupuk yang tersedia secara tepat waktu dan sesuai kebutuhan menjadi salah satu faktor penentu dalam meningkatkan produktivitas pertanian [1][2]. Namun dalam kenyataannya, permintaan terhadap pupuk sering kali mengalami fluktuasi akibat pengaruh berbagai faktor seperti musim, kondisi cuaca, kebiasaan tanam petani, hingga perubahan dinamika pasar. Ketidakstabilan permintaan ini menjadi tantangan tersendiri bagi produsen maupun distributor dalam menyusun perencanaan produksi dan pengelolaan stok yang efisien [3]. Hal ini menunjukkan pentingnya penggunaan metode peramalan berbasis data historis untuk mendukung perencanaan produksi dan distribusi pupuk secara efisien.

Ketidaktepatan dalam memperkirakan permintaan pasar dapat menimbulkan dua risiko utama. Kelebihan stok yang berdampak pada pemborosan biaya penyimpanan, serta kekurangan stok yang dapat mengganggu kelancaran kegiatan pertanian. Oleh karena itu, diperlukan penerapan metode peramalan yang akurat dan andal sebagai dasar dalam merancang strategi produksi dan distribusi berdasarkan data penjualan historis.

Beragam metode telah dikembangkan untuk meramalkan data deret waktu (time series), di antaranya *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Autoregressive Integrated Moving Average*

(ARIMA). Pemilihan ketiga metode ini didasarkan pada karakteristik masing-masing dalam menangani pola data penjualan pupuk yang dapat bersifat stabil, memiliki tren linier, atau pola musiman yang kompleks. SES dipilih karena efektif pada data stabil tanpa tren [4], DES dipilih untuk menangani data dengan pola tren linier [5], sementara ARIMA dipilih karena kemampuannya mengakomodasi pola musiman dan tren kompleks dalam data [6]. Dengan membandingkan ketiga metode ini, perusahaan dapat menentukan metode yang paling sesuai dengan karakteristik data mereka, sehingga dapat meningkatkan akurasi peramalan penjualan pupuk untuk mendukung efisiensi produksi dan distribusi.

Dalam studi ini, penulis membandingkan ketiga pendekatan tersebut dalam konteks peramalan penjualan pupuk pada CV. Sugi Baim Tani. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi metode yang paling akurat dalam menghasilkan prediksi, sekaligus mengevaluasi sejauh mana masing-masing metode mampu menggambarkan pola penjualan secara aktual.

Sebagai landasan pendekatan sistematis, digunakan kerangka kerja CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) yang terdiri dari enam tahapan: *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment* [7][8]. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan bahasa pemrograman Python serta framework *Streamlit* untuk mendukung visualisasi data dan penerapan sistem prediksi berbasis web [9][10].

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Pengumpulan Data dan Studi Literatur**

Penelitian ini menggunakan data penjualan pupuk bulanan dari CV. Sugi Baim Tani yang dikumpulkan sejak Agustus 2022 hingga April 2025, dengan total 33 observasi. Data tersebut diperoleh melalui pencatatan manual yang dilakukan oleh pihak perusahaan. Selain itu, peneliti juga melakukan studi literatur dengan merujuk pada jurnal, buku, dan publikasi ilmiah yang relevan dengan metode peramalan, khususnya ARIMA, *Single Exponential Smoothing*, dan *Double Exponential Smoothing* [11].

### **2.2 Analisis Kebutuhan Sistem**

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras dan lunak yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem prediksi berbasis web menggunakan Python dan *Streamlit* [12]. Sistem diharapkan mampu menampilkan input data historis, menghasilkan prediksi, serta menampilkan visualisasi hasil peramalan secara interaktif.

### **2.3 Proses Penelitian CRISP-DM**

Penelitian ini menggunakan pendekatan CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) sebagai kerangka kerja [13], yang meliputi enam tahapan:

- Business Understanding*: memahami bisnis, yaitu meramalkan penjualan pupuk secara akurat untuk mendukung perencanaan distribusi dan produksi.
- Data Understanding*: Eksplorasi awal dilakukan untuk memahami struktur data, pola musiman, dan tren penjualan dalam dataset.
- Data Preparation*: Proses preprocessing meliputi konversi tipe waktu, normalisasi data jika diperlukan, dan penanganan missing value.
- Modeling*: Pembuatan model time series menggunakan tiga metode utama, yakni *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan ARIMA. Model dibangun menggunakan pustaka Python seperti *statsmodels*, *pandas*, dan *matplotlib*.
- Evaluation*: Akurasi model dievaluasi dengan metrik MAE, MAPE, dan RMSE untuk menentukan model terbaik.
- Deployment*: Model terbaik diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis *Streamlit* untuk keperluan visualisasi dan pengambilan keputusan perusahaan [14][15].

### **2.4 Implementasi Sistem**

Tahap implementasi sistem merupakan bagian dari proses pengembangan di mana solusi yang telah disusun dan dimodelkan diubah menjadi aplikasi yang siap pakai dan dapat diakses langsung oleh pengguna akhir. Dalam penelitian ini, Aplikasi ini dibangun dengan pendekatan pemrograman Python dan framework *Streamlit* guna menghasilkan antarmuka yang interaktif dan mudah digunakan [16]. Sistem ini memungkinkan pengguna melakukan prediksi penjualan pupuk berdasarkan metode peramalan deret waktu, yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Proses peramalan dianalisis menggunakan metrik evaluasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Squared Error*

(RMSE) untuk menilai tingkat akurasi masing-masing metode. Model yang paling sesuai ditentukan berdasarkan evaluasi dari kedua metrik tersebut.

## 2.5 Peramalan yang digunakan

Penelitian ini menggunakan tiga metode peramalan karena masing-masing memiliki karakteristik berbeda:

- SES untuk data stabil tanpa tren.
  - DES untuk data dengan tren linier.
  - ARIMA untuk data dengan tren dan musiman kompleks.
- a. *Single Exponential Smoothing* (SES)  
Digunakan untuk data yang tidak memiliki tren atau musiman.  
Rumus:

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

Dimana:

$S_t$ : Nilai smoothing pada periode ke-t

$X_t$ : Nilai riil periode t

$\alpha$ : Smoothing factor, dengan nilai ( $0 < \alpha < 1$ )

- b. *Double Exponential Smoothing* (DES)

$$\text{Level: } L_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$\text{Trend: } T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

$$\text{Prediksi: } (F_{t+m}) = L_t + mT_t \quad (3)$$

$L_t$ : Komponen level pada waktu ke-t

$T_t$ : Komponen tren pada waktu ke-t

$\alpha$ : Smoothing factor untuk level

$\beta$ : Smoothing factor untuk tren

$F_{t+m}$ : Prediksi nilai pada periode ke-(t+m)

- c. *ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*

Digunakan untuk data dengan pola tren dan musiman. Notasi umumnya adalah ARIMA(p,d,q), di mana:

p: orde autoregressive (AR)

d: derajat diferensiasi (I)

q: orde moving average (MA)

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (4)$$

Dimana,

$Z_t$ : Nilai time series pada waktu ke-t

$\mu$ : Konstanta

$\phi$ : Parameter AR

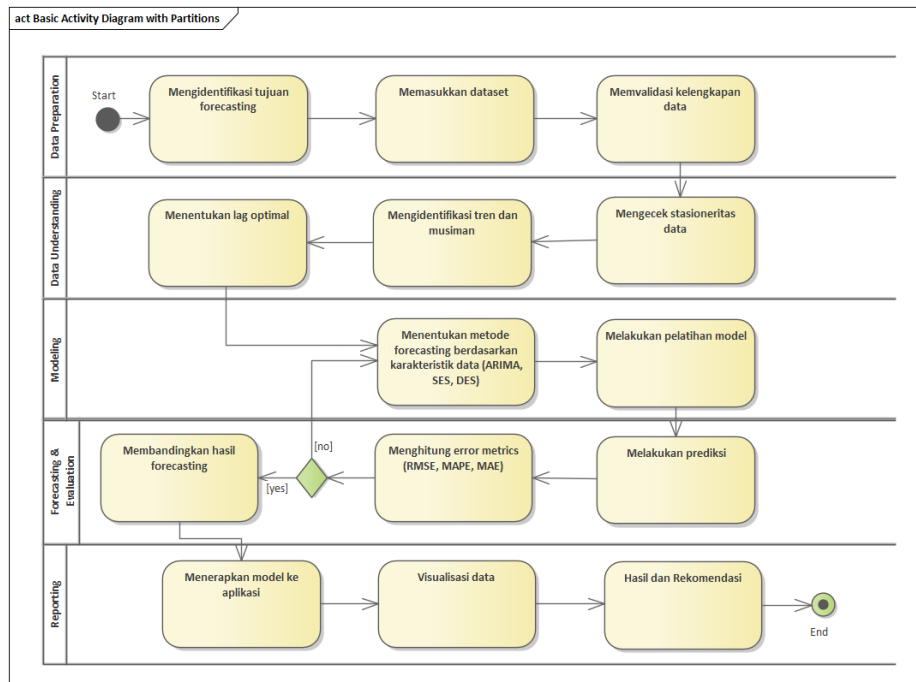
$\theta$ : Parameter MA

$e_t$ : Nilai error (white noise)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Activity Diagram Sistem

Gambar 1 memperlihatkan alur sistem prediksi penjualan pupuk menggunakan pendekatan activity diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses secara logis dan terstruktur. Diagram ini dibagi menjadi lima swimlane utama: *Data Preparation*, *Data Understanding*, *Modeling*, *Forecasting & Evaluation*, dan *Reporting*. Proses dimulai dari identifikasi tujuan *forecasting* dan input data, dilanjutkan dengan analisis tren dan stasioneritas, pemilihan metode (ARIMA, SES, DES), pelatihan model, evaluasi akurasi menggunakan RMSE, MAPE, dan MAE, hingga visualisasi dan penyajian hasil prediksi [17]. Activity diagram ini memberikan representasi menyeluruh terhadap alur kerja sistem *forecasting* yang dikembangkan menggunakan Python dan *Streamlit*, mulai dari pengumpulan data hingga pelaporan hasil, serta menunjukkan bagaimana pengguna dapat menjalankan proses prediksi secara terarah dan efisien.



Gambar 1. Activity Diagram Forecasting

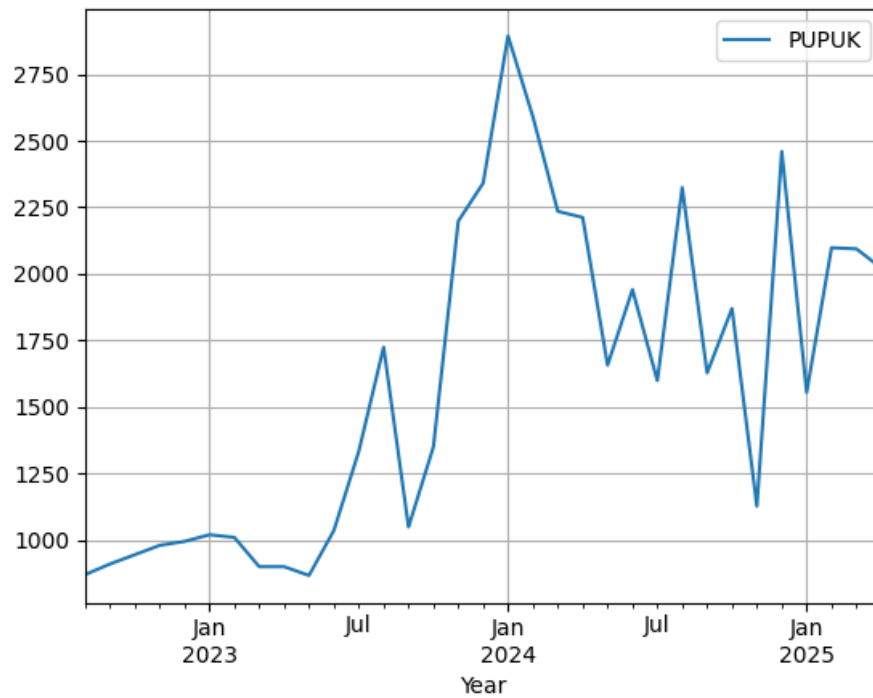
### 3.2 Visualisasi Data Historis Penjualan

Perhitungan prediksi pada penelitian ini menggunakan data historis penjualan pupuk CV. Sugi Baim Tani selama 33 bulan (Agustus 2022 hingga April 2025). Data mencerminkan jumlah penjualan pupuk bulanan yang menjadi dasar penerapan metode ARIMA, Single Exponential Smoothing (SES), dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam studi ini. Secara umum, pola penjualan menunjukkan fluktuasi dengan kecenderungan peningkatan pada semester kedua setiap tahunnya. Pada tahun 2024, pola penjualan terlihat lebih stabil dengan kenaikan di awal dan akhir tahun. Pola-pola ini menjadi acuan dalam pengujian dan perbandingan ketiga metode menggunakan metrik MAE, MAPE, dan RMSE. Hasil evaluasi menunjukkan ARIMA memiliki akurasi terbaik berdasarkan nilai MAPE dan RMSE terendah, diikuti oleh DES dan SES. Hasil prediksi dari ketiga metode akan disajikan dalam tabel dan grafik pada subbab berikutnya untuk mendukung pembahasan.

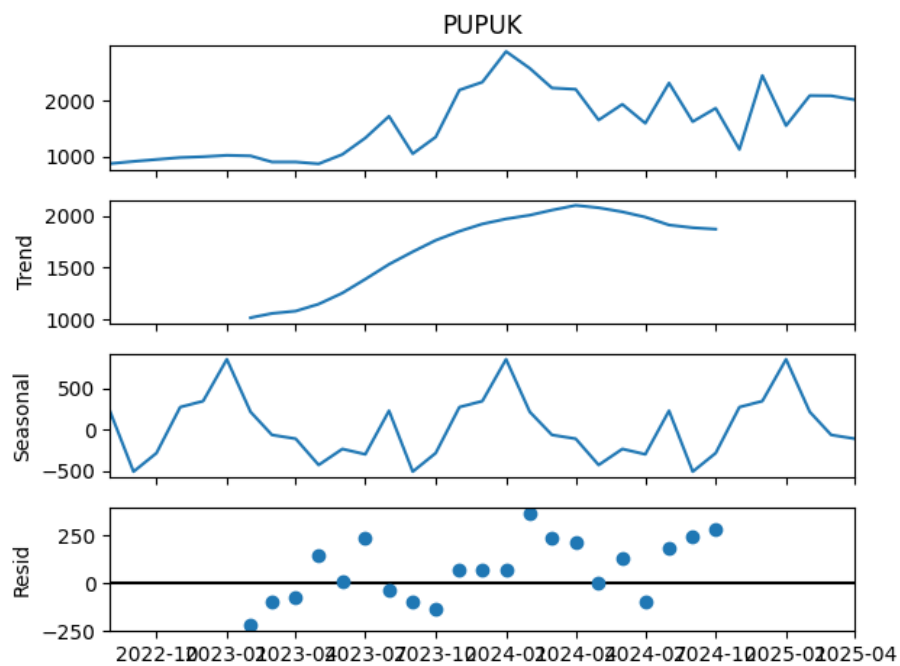
Tabel 1. Data Historis Penjualan Pupuk (dalam sak)

| No | Bulan     | Total Penjualan (Sak) |      |      |      |
|----|-----------|-----------------------|------|------|------|
|    |           | 2022                  | 2023 | 2024 | 2025 |
| 1  | Januari   |                       | 1020 | 2894 | 1555 |
| 2  | Februari  |                       | 825  | 2590 | 2039 |
| 3  | Maret     |                       | 870  | 1976 | 2044 |
| 4  | April     |                       | 900  | 1864 | 2022 |
| 5  | Mei       |                       | 695  | 1165 |      |
| 6  | Juni      |                       | 823  | 1781 |      |
| 7  | Juli      |                       | 1293 | 1399 |      |
| 8  | Agustus   | 870                   | 1565 | 2304 |      |
| 9  | September | 910                   | 1010 | 1500 |      |
| 10 | Oktober   | 945                   | 980  | 1800 |      |
| 11 | November  | 980                   | 1605 | 930  |      |
| 12 | Desember  | 995                   | 2248 | 2460 |      |

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat dibuat plot grafik yang berguna untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat pola tren tertentu dalam penjualan pupuk, seperti musiman, horizontal, siklus, atau bersifat stasioner. Visualisasi data penjualan pupuk CV. Sugi Baim Tani disajikan pada Gambar 2.

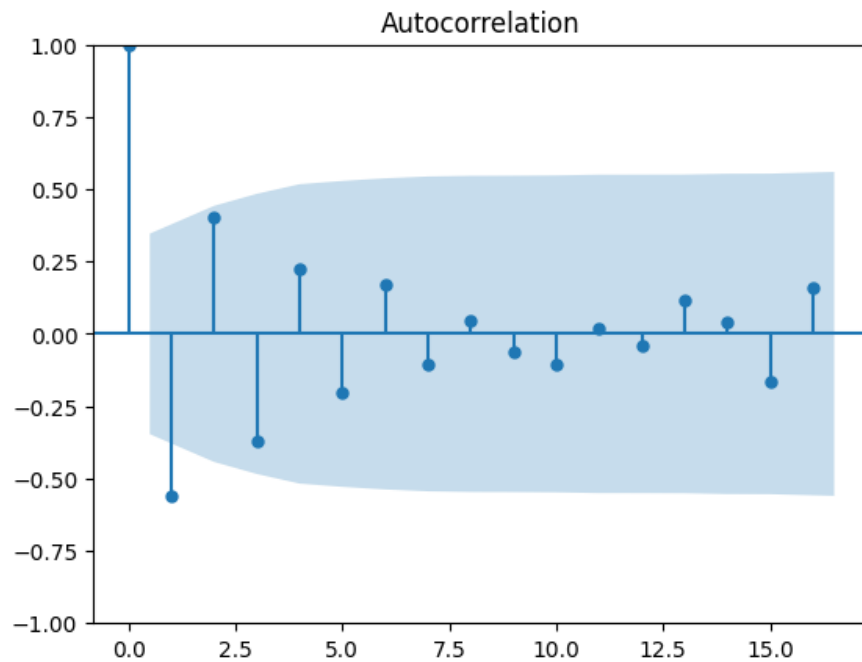


**Gambar 2.** Plot Grafik



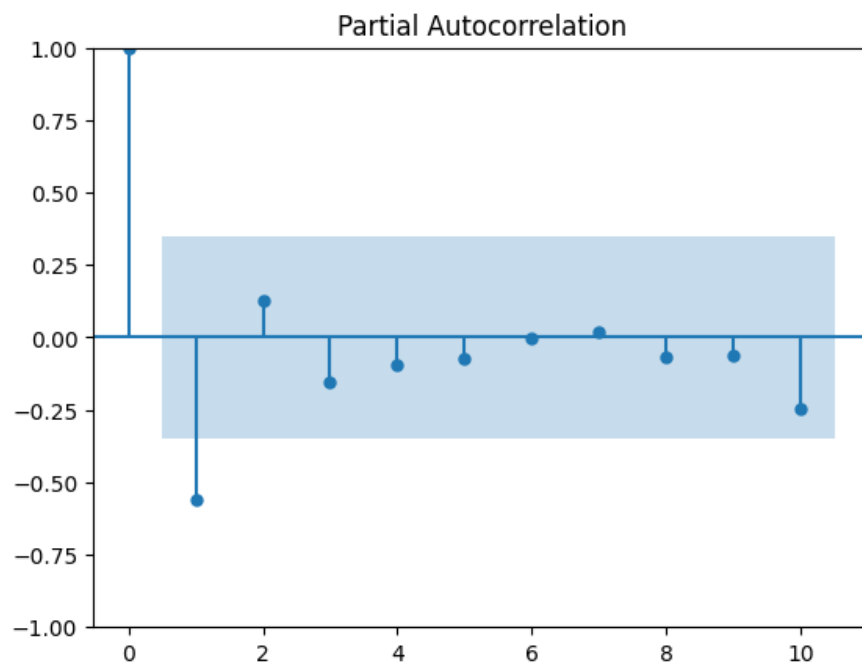
**Gambar 3.** Grafik Hasil Decompose Time Series

**Gambar 3** komponen: *trend*, *seasonal*, dan *residual*. Komponen *trend* menggambarkan arah umum data, *seasonal* mencerminkan pola musiman, dan *residual* menunjukkan noise. Visualisasi ini membantu dalam memahami struktur data sebelum membangun model prediksi.



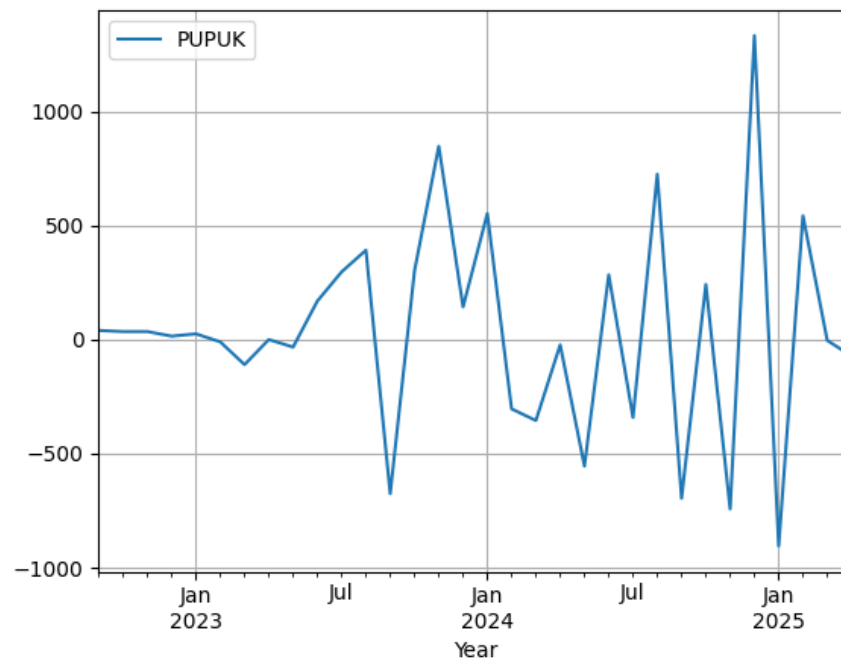
**Gambar 4.** Grafik Autocorrelation (ACF)

**Gambar 4** PACF digunakan untuk mengidentifikasi orde komponen *autoregressive* (AR) dalam model ARIMA. Lonjakan yang signifikan pada lag ke-1 menunjukkan bahwa model ARIMA dapat menggunakan komponen AR dengan orde 1.



**Gambar 5.** Grafik Partial Autocorrelation (PACF)

**Gambar 5** Grafik ACF membantu menentukan komponen *moving average* (MA) dalam model ARIMA. Dari visualisasi, tampak beberapa lag memiliki korelasi signifikan yang menandakan kemungkinan perlunya komponen MA dalam model ARIMA.



**Gambar 6.** Grafik Data Setelah *Differencing*

**Gambar 6** ini menunjukkan data penjualan pupuk setelah dilakukan proses *differencing*. Tujuan dari *differencing* adalah untuk menghilangkan tren sehingga data menjadi stasioner, yang merupakan syarat penting dalam penerapan model ARIMA. Fluktuasi data tampak lebih terkonsolidasi di sekitar nol setelah *differencing* dilakukan.

### 3.3 Evaluasi dan Perbandingan Model *Forecasting* Penjualan Pupuk

Penelitian ini membandingkan tiga metode *forecasting time series*, yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dalam konteks prediksi penjualan pupuk bulanan selama 33 bulan. Masing-masing model dikembangkan, dilatih, dan diuji secara terpisah untuk menilai tingkat akurasi serta kemampuannya dalam menggeneralisasi terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Proses evaluasi dilakukan menggunakan dua indikator utama, yaitu Root Mean Squared Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

#### a. Evaluasi Model *Single Exponential Smoothing* (SES)

Model SES diterapkan untuk data penjualan pupuk tanpa mengasumsikan adanya tren atau musiman. Hasil evaluasi menunjukkan:

- RMSE Data Pelatihan: 407.56
- RMSE Data Pengujian: 239.69
- MAPE Data Pelatihan: 16.29%
- MAPE Data Pengujian: 9.28%

Model SES mampu memberikan hasil yang cukup baik dengan error relatif di bawah 10% pada data uji, meskipun keterbatasannya dalam menangkap pola tren menyebabkan performa yang lebih rendah dibandingkan metode lainnya.

#### b. Evaluasi Model *Double Exponential Smoothing* (DES)

Model DES digunakan untuk menangani data dengan pola tren linier. Evaluasi performa menunjukkan:

- RMSE Data Pelatihan: 398.14
- RMSE Data Pengujian: 200.44
- MAPE Data Pelatihan: 18.98%
- MAPE Data Pengujian: 10.38%

Model DES menunjukkan peningkatan akurasi dibandingkan SES, terutama dalam mengatasi fluktuasi tren penjualan. Hasil ini menandakan bahwa penambahan komponen tren dalam DES membantu memodelkan dinamika data penjualan pupuk secara lebih baik.



c. Evaluasi Model ARIMA

Metode ARIMA digunakan untuk data dengan tren dan pola musiman. Hasil evaluasi menunjukkan:

- RMSE Data Pelatihan: 410.65
- RMSE Data Pengujian: 217.75
- MAPE Data Pelatihan: 18.71%
- MAPE Data Pengujian: 8.92%

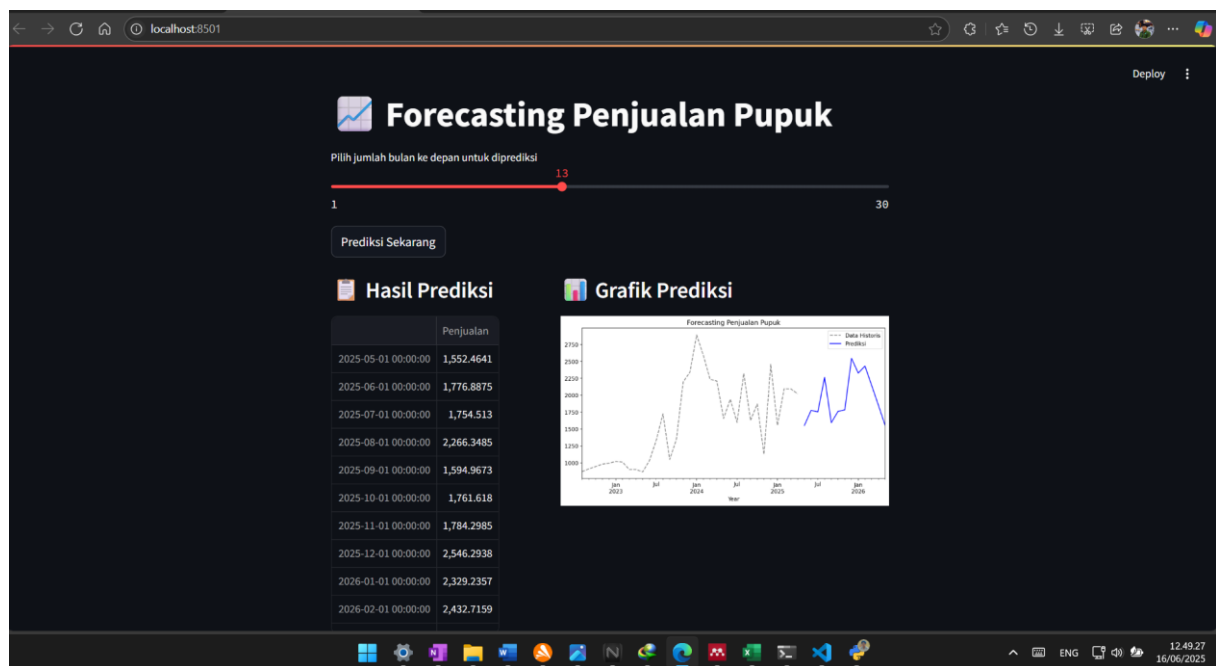
ARIMA menunjukkan nilai MAPE pengujian terendah dibandingkan metode lainnya, menandakan akurasi relatif yang baik dalam memprediksi penjualan pupuk jangka pendek, meskipun nilai RMSE pelatihan relatif lebih tinggi.

**Tabel 2.** Perbandingan Model

| Model                       | RMSE   | MAPE   |
|-----------------------------|--------|--------|
| <i>Single Exp Smoothing</i> | 239.69 | 9.28%  |
| <i>Double Exp Smoothing</i> | 200.44 | 10.38% |
| ARIMA                       | 217.75 | 8.92%  |

Tabel 2 menyajikan ringkasan evaluasi awal dari tiga metode peramalan berdasarkan nilai RMSE dan MAPE. Metode *Double Exponential Smoothing* mencatatkan nilai RMSE paling rendah, menunjukkan keunggulannya dalam hal kesalahan absolut. Sementara itu, model ARIMA memperoleh nilai MAPE terkecil, yang menandakan akurasi relatifnya lebih baik dalam memprediksi penjualan pupuk. Hal ini mengindikasikan bahwa ARIMA lebih andal untuk menggambarkan pola data yang fluktuatif secara proporsional. Adapun metode *Single Exponential Smoothing* (SES), meskipun memberikan hasil yang cukup baik, tetap kurang akurat bila dibandingkan dengan ARIMA dan DES. Oleh karena itu, ARIMA direkomendasikan sebagai metode utama dalam sistem forecasting penjualan pupuk dalam penelitian ini karena keseimbangan performanya yang solid antara akurasi absolut dan relatif.

### 3.4 Implementasi dan Hasil



**Gambar 7.** Tampilan Antarmuka *Streamlit*

Gambar 7 menampilkan antarmuka sistem *forecasting* penjualan pupuk yang dibangun menggunakan framework *Streamlit*. Antarmuka sistem terdiri dari dua komponen utama, yaitu tampilan hasil prediksi dalam bentuk tabel dan grafik prediksi yang menyajikan visualisasi deret waktu dari data historis serta proyeksi ke depan. Pengguna dapat menentukan periode prediksi melalui slider interaktif yang tersedia. Setelah tombol “Prediksi Sekarang” ditekan, sistem akan secara otomatis menampilkan hasil peramalan berdasarkan model yang telah diterapkan sebelumnya. Desain ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memahami tren penjualan yang diperkirakan, serta mendukung pengambilan keputusan terkait distribusi dan perencanaan produksi pupuk. Selain itu, penyajian visual yang intuitif dan informatif juga memungkinkan pengguna tanpa latar belakang teknis untuk menginterpretasikan hasil



prediksi secara lebih efisien dan akurat. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu dalam aspek teknis, tetapi juga memperkuat aspek strategis dalam manajemen bisnis perusahaan.

**Tabel 3.** Hasil *Forecasting* 13 Bulan Kedepan

| Bulan      | Hasil Prediksi     |
|------------|--------------------|
| 2025-05-01 | 1552.4641351951232 |
| 2025-06-01 | 1776.8874969671942 |
| 2025-07-01 | 1754.5130372955055 |
| 2025-08-01 | 2266.3485024004412 |
| 2025-09-01 | 1594.967273493367  |
| 2025-10-01 | 1761.6179700724977 |
| 2025-11-01 | 1784.2985300584726 |
| 2025-12-01 | 2546.2937949512393 |
| 2026-01-01 | 2329.2357334629305 |
| 2026-02-01 | 2432.715863647477  |
| 2026-03-01 | 2142.664815635772  |
| 2026-04-01 | 1850.1275170153544 |
| 2026-05-01 | 1552.4641351951232 |

Tabel 3 menampilkan hasil prediksi penjualan pupuk untuk 13 bulan ke depan, dimulai dari Mei 2025 hingga Mei 2026. Nilai prediksi yang dihasilkan diperoleh dari model *forecasting* terbaik berdasarkan evaluasi sebelumnya. Hasil ini memberikan proyeksi kuantitatif yang dapat digunakan oleh pihak manajemen CV. Sugi Baim Tani untuk menyusun strategi produksi dan distribusi secara lebih efisien. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa nilai prediksi berfluktuasi dalam kisaran 1.287 hingga 2.367 sak per bulan.

#### 4. KESIMPULAN

Peramalan penjualan pupuk menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan ARIMA menunjukkan performa yang berbeda berdasarkan karakteristik masing-masing model. Metode SES menunjukkan hasil yang cukup stabil, namun kurang responsif terhadap pola tren dan musiman. DES mampu menangkap arah tren secara lebih baik dibandingkan SES, namun tetap memiliki keterbatasan dalam menghadapi fluktuasi data yang kompleks.

Model ARIMA terbukti memberikan hasil prediksi paling akurat berdasarkan evaluasi metrik MAPE dan RMSE terkini. Dengan nilai MAPE sebesar 8.92% dan RMSE sebesar 217.75, ARIMA menjadi model paling konsisten dalam memprediksi penjualan pupuk untuk periode 13 bulan ke depan. Meskipun RMSE terkecil tercatat pada DES (200.44), nilai MAPE-nya lebih tinggi dibanding ARIMA, sehingga menjadikan ARIMA sebagai metode yang paling seimbang dari segi akurasi relatif dan absolut.

Proyeksi penjualan pupuk menggunakan ARIMA memperkirakan volume penjualan bulanan dalam kisaran 1.287 hingga 2.367 sak, dengan rata-rata sekitar 1.900 sak. Informasi ini memberikan panduan yang bermanfaat bagi perusahaan dalam merancang strategi produksi dan distribusi pupuk secara lebih tepat sasaran. Di samping itu, sistem peramalan yang diimplementasikan menggunakan Streamlit menyediakan antarmuka visual interaktif, sehingga memudahkan pengguna dalam mengevaluasi hasil prediksi secara real-time. Dengan mempertimbangkan aspek akurasi dan fleksibilitas model, ARIMA direkomendasikan sebagai metode utama dalam sistem prediksi penjualan pupuk berbasis data historis yang memiliki pola musiman dan tren yang dinamis.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada CV. Sugi Baim Tani atas dukungan data yang telah diberikan sebagai bahan penelitian. Penghargaan yang tulus juga penulis sampaikan kepada Dosen Pembimbing atas segala arahan dan bimbingan yang berharga selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih selanjutnya ditujukan kepada teman-teman, para guru, serta para masyarakat yang telah memberikan semangat, ilmu, dan pencerahan yang sangat berarti dalam perjalanan akademik penulis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. C. Rizki, P. R. Wicaksono, and F. Wijayanti, "Peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas sebagai hasil pengolahan lahan di dusun ngadilegi, pandaan," *JIPM Jurnal Inf. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [2] E. Nurahmi et al., "Pengaruh media tanam dan dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*elaeis guineensis jacq.*) the influence of growing media and npk fertilizer dosage on the growth of oil palm seedlings (*elaeis guineensis jacq.*)," *Jurnal Agrium* vol. 21, no. 4, 2024.
- [3] R. Larizadeh and B. M. Tosarkani, "A novel data-driven rolling horizon production planning approach for the plastic industry under the uncertainty of demand and recycling rate," *Expert Syst. Appl.*, vol. 263, p. 125728,

- Mar. 2025, doi: 10.1016/J.ESWA.2024.125728.
- [4] N. P. L. Santiari and I. G. S. Rahayuda, "Analisis Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Single Moving Average dalam Peramalan Pemesanan," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 6, no. 2, pp. 312–318, 2021, [Online]. Available: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/informatika312>
- [5] P. Pandemi, "Analisis perbandingan metode exponential smoothing untuk peramalan kunjungan wisatawan internasional di indonesia pasca pandemi," vol. 2, no. 1, pp. 315–325, 2025.
- [6] A. D. Milniadi and N. O. Adiwijaya, "Analisis Perbandingan Model Arima Dan Lstm Dalam Peramalan Harga Penutupan Saham (Studi Kasus : 6 Kriteria Kategori Saham Menurut Peter Lynch)," *SIBATIK J. J. Ilm. Bid. Sos. Ekon. Budaya, Teknol. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 6, pp. 1683–1692, 2023, doi: 10.54443/sibatik.v2i6.798.
- [7] R. Ribeiro, A. Pilastris, C. Moura, F. Rodrigues, R. Rocha, and P. Cortez, "Predicting the tear strength of woven fabrics via automated machine learning: An application of the CRISP-DM methodology," *ICEIS 2020 - Proc. 22nd Int. Conf. Enterp. Inf. Syst.*, vol. 1, no. Iceis, pp. 548–555, 2020, doi: 10.5220/0009411205480555.
- [8] A. Triayudi, I. Fitri, Sumiati, and Iksal, "Stock Investment Modeling and Prediction Using Vector Autoregression (VAR) and Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) BT - Proceeding of the 3rd International Conference on Electronics, Biomedical Engineering, and Health Informatics," T. Triwiyanto, A. Rizal, and W. Caesarendra, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 279–292.
- [9] F. Hu *et al.*, "Python's evolution on Stack Overflow: An empirical analysis of topic trends," *J. Comput. Lang.*, vol. 84, p. 101340, Sep. 2025, doi: 10.1016/J.COLA.2025.101340.
- [10] B. Julyano, "Desain dan Implementasi Website Harvest Lens Prediksi Harga Beras Menggunakan Framework Streamlit," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 11, no. 4, pp. 2856–2860, 2024.
- [11] P. M. S. Tarigan, J. T. Hardinata, H. Qurniawan, M. Safii, and R. Winanjaya, "Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori Dalam Menentukan Persediaan Barang," *J. Janitra Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–19, 2022, doi: 10.25008/janitra.v2i1.142.
- [12] R. S. P. Revathy *et al.*, "Streamlit-based web application for Parkinson's detection using machine learning," *J. Artif. Intell. Capsule Netw.*, Jan. 2025, doi: 10.36548/jaicn.2024.4.006.
- [13] V. Plotnikova, M. Dumas, and F. P. Milani, "Applying the CRISP-DM data mining process in the financial services industry: Elicitation of adaptation requirements," *Data Knowl. Eng.*, vol. 139, p. 102013, May 2022, doi: 10.1016/J.DATAK.2022.102013.
- [14] D. A. Chairunnisa, "Sistem Informasi Document Management System (DMS)," *Sist. Inf. Doc. Manag. Syst.*, vol. 6, no. ISSN, pp. 2614–7602, 2022, doi: 10.36352/jr.v6i2.
- [15] M. C. Chasandra Puspitasari, S. Kom., "CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining)," BINUS UNIVERSITY MALANG. [Online]. Available: <https://binus.ac.id/malang/2022/05/crisp-dm-cross-industry-standard-process-for-data-mining/>
- [16] F. A. Mahbubi, T. I. Hermanto, and C. D. Lestari, "Peramalan penjualan saham nikel menggunakan algoritma long short term memory (LSTM)," *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 8, pp. 138–149, 2025.
- [17] R. G. R. Mumu, N. Nurchim, and S. Sumarlinda, "Forecasting Central Bank Digital Currency Terhadap Rupiah Digital," *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 2, pp. 65–74, 2023, doi: 10.36080/idealis.v6i2.3027.