

Perancangan Sistem Prediksi Volume Ekspor Pisang, Kopi Dan Kelapa Sumatera Utara Ke Malaysia Menggunakan Metode Arima Berbasis Web

Muhammad Wahyu Hidayat¹, Siti Sundari^{2*}

^{1,2}Fakultas Teknik dan Komputer, Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

Email: ¹muhammadwahyuhidayat18@gmail.com, ²sundaristh@gmail.com

*Email Corresponding Author: sundaristh@gmail.com

Received: 10 Februari 2026 | Revision: 2 April 2026 | Accepted: 8 April 2026

Abstrak

Penggunaan teknologi informasi dalam sistem prediksi semakin populer dalam sektor ekspor pertanian, memanfaatkan analisis data historis untuk memprediksi fluktuasi pasar global serta mengoptimalkan rantai pasok komoditas seperti pisang, kopi, dan kelapa. Eksportir di Sumatera Utara menghadapi tantangan terkait fluktuasi volume ekspor ke Malaysia, yang dipengaruhi oleh faktor musiman, perubahan harga internasional, ketergantungan cuaca, dan kurangnya data yang akurat. Hal ini berakibat pada ketidakseimbangan pasokan, kerugian ekonomi, serta kesulitan dalam perencanaan strategis. Penelitian ini menawarkan solusi dengan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dalam pengembangan sistem berbasis web untuk menangani masalah tersebut. ARIMA merupakan model statistik deret waktu yang mengkombinasikan *autoregressive* (AR) untuk ketergantungan terhadap nilai sebelumnya, *integrated* (I) untuk mengatasi *non-stasioneritas* dengan *differencing*, dan *moving average* (MA) untuk memprediksi pengaruh kesalahan masa lalu; varian musiman (SARIMA) diterapkan untuk menangkap pola siklus panen bulanan. Solusi yang dikembangkan melibatkan pengolahan data ekspor historis 2019–2024 dari Badan Pusat Statistik (BPS) melalui API Python Flask dengan pendekatan otomatis ARIMA, yang diintegrasikan dalam platform web PHP CodeIgniter 4, memberikan visualisasi interaktif, pembaruan data secara real-time, dan akses yang mudah bagi pengguna. Hasil yang diharapkan dari sistem ini adalah prediksi volume ekspor yang lebih akurat, dengan MAPE sekitar 19,02% dan MAE 180.755,28 ton pada data uji 2024 untuk pisang sebagai sampel representatif, yang dapat mendukung pengambilan keputusan strategis, efisiensi produksi, serta meningkatkan daya saing ekspor pisang, kopi, dan kelapa dari Sumatera Utara ke Malaysia.

Kata Kunci: *Prediksi Ekspor, ARIMA, Sistem Berbasis Web, Pisang, Kopi, Kelapa, Sumatera Utara, Malaysia*

Abstract

The adoption of information technology in predictive systems is increasingly popular in the agricultural export sector, leveraging historical data analysis to forecast global market fluctuations and optimize supply chains for commodities such as bananas, coffee, and coconuts. Exporters in North Sumatra face challenges related to fluctuating export volumes to Malaysia, influenced by seasonal factors, international price changes, weather dependency, and a lack of accurate data. This results in supply imbalances, economic losses, and difficulties in strategic planning. This research offers a solution by employing the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method in the development of a web-based system to address these issues. ARIMA is a statistical time series model that combines autoregressive (AR) components for dependencies on previous values, integrated (I) components to handle non-stationarity through differencing, and moving average (MA) components to predict the influence of past errors; its seasonal variant (SARIMA) is applied to capture monthly harvest cycle patterns. The developed solution involves processing historical export data from 2019–2024 sourced from the Central Bureau of Statistics (BPS) via a Python Flask API with an automated ARIMA approach, integrated into a PHP CodeIgniter 4 web platform, providing interactive visualizations, real-time data updates, and easy user access. The expected outcomes from this system are more accurate export volume predictions, with a MAPE of approximately 19.02% and MAE of 180,755.28 tons on 2024 test data for bananas as a representative sample, which can support strategic decision-making, production efficiency, and enhanced competitiveness for banana, coffee, and coconut exports from North Sumatra to Malaysia.

Keywords: *Export Prediction, ARIMA, Web-Based System, Bananas, Coffee, Coconuts, North Sumatra, Malaysia*

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks perdagangan internasional yang semakin dinamis, eksportir komoditas pertanian di Provinsi Sumatera Utara menghadapi tantangan signifikan terkait fluktuasi volume ekspor pisang, kopi, dan kelapa ke Malaysia. Fluktuasi ini dipicu oleh berbagai faktor eksternal, termasuk pola musiman panen yang tidak menentu, perubahan harga komoditas global akibat dinamika pasar, ketergantungan pada kondisi cuaca yang rentan terhadap variabilitas iklim, serta keterbatasan akses terhadap data historis yang akurat dan terkini. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan, yang sering kali mengakibatkan kelebihan stok yang menekan harga jual atau kekurangan pasokan yang menyebabkan hilangnya peluang pasar. Selain itu, kurangnya alat prediksi yang andal memperburuk kesulitan dalam perencanaan strategis, sehingga berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani, eksportir, dan pemangku kepentingan terkait. Tantangan ini tidak hanya mengganggu efisiensi rantai pasok, tetapi juga melemahkan daya saing komoditas Sumatera Utara di pasar regional, di mana Malaysia merupakan tujuan ekspor utama dengan permintaan yang stabil namun sensitif terhadap fluktuasi [1]

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem prediksi volume ekspor berbasis web yang memanfaatkan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), khususnya varian musiman (SARIMA), untuk menganalisis dan meramalkan tren data historis. Solusi ini dirancang untuk memproses data

ekspor bulanan dari Badan Pusat Statistik (BPS) periode 2019–2024 melalui integrasi API Python Flask dengan platform web PHP CodeIgniter 4, sehingga menghasilkan prediksi yang akurat dengan metrik evaluasi seperti *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Error* (MAE) yang minimal. Sistem ini diharapkan menyediakan visualisasi interaktif, pembaruan data real-time, dan akses mudah bagi pengguna, yang pada akhirnya mendukung pengambilan keputusan strategis, optimalisasi produksi, dan peningkatan kestabilan ekonomi regional [2].

Berdasarkan tinjauan terhadap penelitian terkait tersebut, terdapat celah analisis yang signifikan dalam pendekatan penelitian ini. Sebagian besar studi sebelumnya terbatas pada analisis komoditas tunggal atau ekspor nasional secara umum, tanpa menargetkan kombinasi pisang, kopi, dan kelapa dari wilayah spesifik seperti Sumatera Utara ke negara tujuan tunggal (Malaysia). Selain itu, meskipun ARIMA terbukti efektif, implementasinya sering kali bersifat statis dan offline, tanpa integrasi ke sistem berbasis web yang mendukung visualisasi real-time, manajemen pengguna berbasis peran, dan pembaruan data otomatis. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan platform hibrida yang tidak hanya menerapkan SARIMA secara otomatis untuk data multi-komoditas, tetapi juga menyediakan antarmuka intuitif untuk pemangku kepentingan, sehingga meningkatkan aplikabilitas praktis dan akurasi prediksi di tingkat regional. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem prediksi volume ekspor pisang, kopi, dan kelapa Sumatera Utara ke Malaysia menggunakan metode ARIMA berbasis web, dengan fokus pada analisis data historis 2019–2024, pemodelan SARIMA untuk peramalan kuantitatif, dan penyajian hasil melalui visualisasi interaktif. Harapan yang ingin dicapai adalah menghasilkan alat prediksi yang akurat yang dapat mendukung efisiensi produksi, pengambilan keputusan strategis, dan peningkatan daya saing ekspor regional, sekaligus berkontribusi sebagai referensi akademik dalam pengembangan sistem informasi perdagangan berbasis data.

Peramalan (*forecasting*) memegang peranan penting dalam strategi perencanaan bisnis, terutama di sektor pertanian yang sangat dipengaruhi oleh perubahan musim dan fluktuasi pasar global. Dengan menggunakan metode peramalan yang tepat, produsen dapat mengelola produksi dan distribusi barang dengan lebih efisien, menghindari biaya berlebihan, dan memastikan stabilitas harga. Salah satu teknik yang sering dipilih dalam peramalan adalah ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*), yang mampu meramalkan data berdasarkan pola masa lalu dalam deret waktu. Dalam sektor komoditas pertanian, ARIMA terbukti efektif dalam memperkirakan harga atau volume ekspor berbagai produk seperti kopi, kelapa, dan hasil pertanian lainnya [3].

Selain itu, ekspor juga memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan ekonomi Indonesia. Ekspor produk seperti pisang, kopi, dan kelapa dari Sumatera Utara menyumbang pada pendapatan negara dan cadangan devisa, yang sangat krusial bagi perekonomian negara. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memprediksi permintaan pasar secara lebih tepat. Metode ARIMA, yang dapat mengenali pola dalam data historis dan memperkirakan fluktuasi pasar, sangat relevan untuk meningkatkan akurasi dalam peramalan ekspor [4].

Sektor hortikultura dan perkebunan juga berperan penting dalam perekonomian Indonesia, khususnya dalam hal ekspor. Produk hortikultura seperti pisang, mangga, dan sayuran, serta hasil perkebunan seperti kopi dan kelapa, memiliki permintaan tinggi di pasar global. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang mendukung peningkatan kapasitas petani serta pembukaan akses pasar ekspor yang lebih luas untuk meningkatkan daya saing komoditas pertanian Indonesia, seperti kopi dan kelapa, di pasar global [5].

Sistem berbasis web saat ini dikembangkan agar dapat diakses langsung melalui *browser* tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan pada perangkat pengguna. Menggunakan arsitektur *client-server*, *browser* bertindak sebagai klien yang mengirimkan permintaan ke *server*, sementara *server* berfungsi untuk mengelola logika aplikasi serta database. Pendekatan ini menawarkan kemudahan akses yang lebih luas, pemeliharaan terpusat, dan kemampuan integrasi lintas platform [7]. PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa skrip sisi *server* yang digunakan untuk membangun aplikasi web interaktif dan dinamis. Pertama kali diperkenalkan oleh Rasmus Lerdorf pada 1994, PHP berkembang menjadi bahasa pemrograman yang fleksibel dan kaya fitur, sehingga banyak digunakan di berbagai skala pengembangan aplikasi web. Sebagai bahasa *server-side*, PHP mengelola logika aplikasi dengan memproses permintaan pengguna, mengakses basis data, dan menghasilkan konten dinamis sebelum mengirimkannya ke browser [8]. Keamanan menjadi faktor penting dalam pengembangan aplikasi PHP. Meski framework umumnya sudah menyediakan fitur pengamanan dasar, ancaman seperti SQL Injection tetap perlu diantisipasi. Penelitian pada CodeIgniter menunjukkan bahwa metode *static analysis* dapat mendeteksi hingga 88,8% kerentanan SQL Injection, menegaskan pentingnya validasi input yang ketat serta penerapan prinsip pengkodean aman [9].

Flask merupakan mikroframework berbasis bahasa pemrograman Python yang terkenal karena ringan dan mudah dikembangkan, sehingga sangat cocok untuk merancang API modular dan responsif dalam konteks sistem prediksi ekspor berbasis metode ARIMA. Struktur minimalis *Flask* membuka *fleksibilitas* bagi pengembang untuk mengintegrasikan pustaka eksternal, seperti pustaka statistik dan pemodelan ARIMA, tanpa membebani performa sistem. Hal ini membuat *Flask* ideal untuk aplikasi kuantitatif yang membutuhkan respons real-time serta kemudahan deploy berbasis web. [10]. Arsitektur API dengan dasar prinsip RESTful menggunakan HTTP standar, format JSON, serta prasyarat *statelessness* dan modularitas memungkinkan sistem prediksi berbasis ARIMA berkembang secara stabil dan mudah dipelihara. [11].

MySQL sering dijadikan contoh nyata RDBMS *open-source* yang banyak diadopsi dalam pengembangan sistem berbasis web. Keunggulan MySQL terletak pada kemampuannya dalam mengelola data dengan cepat, kemudahan konfigurasi, serta dukungan luas terhadap berbagai platform dan bahasa pemrograman, termasuk integrasi yang erat

dengan PHP. Dukungan penuh terhadap prinsip ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*) membuat MySQL dapat menjamin keandalan dan keamanan setiap transaksi, sehingga mampu mengurangi risiko kerusakan atau kehilangan data. [12].

Flowchart sering dimanfaatkan sebagai media visual yang sangat membantu untuk menjelaskan logika alur dan urutan kegiatan dalam sebuah sistem secara menyeluruh dan terperinci. Dengan memanfaatkan simbol-simbol standar yang dihubungkan menggunakan garis panah, diagram ini mendukung para analis, pengembang, serta pengguna dalam memahami keseluruhan proses yang direncanakan maupun yang sedang dijalankan [13]. Ada beberapa jenis *flowchart* yang sering digunakan pada pengembangan sistem informasi, misalnya *system flowchart*, *program flowchart*, dan *process flowchart*. *System flowchart* biasanya digunakan untuk menampilkan gambaran umum arus data beserta hubungan antar subsistem dalam satu kesatuan sistem. Program *flowchart* lebih menekankan pada detail logika algoritma yang akan diterjemahkan ke dalam bentuk kode program. Sementara itu, *process flowchart* difokuskan untuk mendeskripsikan tahapan prosedural dalam proses bisnis atau kegiatan manual tertentu, sehingga dapat dianalisis dan ditingkatkan efektivitas kerjanya [14].

Unified Modeling Language (UML) digunakan dalam dunia industri untuk menggambarkan kebutuhan sistem, menganalisis, merancang, dan mengilustrasikan struktur perangkat lunak yang berorientasi objek. UML berfungsi sebagai alat visual yang membantu pengembang dan pengguna sistem berkomunikasi dengan lebih efektif [15].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*)

Struktur metode penelitian dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- Pengumpulan data historis volume ekspor pisang, kopi, dan kelapa dari BPS periode Januari 2019 hingga Desember 2024.
- Preprocessing data meliputi penanganan missing values, deteksi outlier, dan transformasi logaritmik.
- Pemodelan deret waktu menggunakan metode ARIMA berdasarkan metodologi Box-Jenkins yang terdiri dari tahap identifikasi, estimasi, dan diagnostic.
- Pembagian data menjadi data training (80%) dan data testing (20%) serta evaluasi performa model.
- Implementasi model prediksi ke dalam sistem berbasis web dengan arsitektur hibrida.

Metode ini dipopulerkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins, adalah model statistik fundamental untuk analisis dan peramalan data deret waktu. Kerangka kerja untuk membangun model ini, yang dikenal sebagai Metodologi Box-Jenkins, menyediakan pendekatan iteratif yang terdiri dari tiga tahap: identifikasi, estimasi, dan pemeriksaan diagnostik. Model ARIMA menguraikan pola data menjadi tiga komponen utama yang dinotasikan sebagai ARIMA(p,d,q): *Autoregressive (AR)* dengan orde 'p' yang memodelkan ketergantungan nilai saat ini pada nilai-nilai sebelumnya; *Integrated (I)* dengan orde 'd' yang merupakan proses *differencing* untuk menstabilkan data; dan *Moving Average (MA)* dengan orde 'q' yang memodelkan pengaruh dari galat peramalan masa lalu. Untuk data dengan pola musiman yang kuat seperti volume ekspor, digunakan ekstensi model yang disebut *Seasonal ARIMA (SARIMA)*, yang menambahkan komponen musiman (P,D,Q)s untuk menangkap siklus periodik Marker [6]. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data historis ekspor pisang, kopi, dan kelapa dari Sumatera Utara ke Malaysia dari BPS untuk periode 2019–2024, mencakup volume ekspor bulanan dalam ton. Data diolah menggunakan Python (library pandas) untuk pembersihan, menangani *missing values* dengan interpolasi linier, dan mendeteksi outlier. Stasioneritas data diuji dengan *Augmented Dickey-Fuller (ADF)* test, memastikan p-value <0,05 setelah *differencing*. Data dibagi menjadi 80% untuk *training* (2019–2023) dan 20% untuk *testing* (2024). Transformasi logaritmik diterapkan ($\log_{ts} = \ln(ts + 1)$) untuk menstabilkan varians, seperti ditunjukkan dalam API (Listing 1). API memverifikasi bahwa data minimal 60 bulan diperlukan untuk pemodelan yang robust, sesuai dengan logika pada *api.py*

2.2 Pengumpulan Data

Data ekspor bulanan (dalam ton) untuk pisang, kopi, dan kelapa dikumpulkan dari BPS untuk periode Januari 2019 hingga Desember 2024. Data ini mencakup volume ekspor historis yang mencerminkan pola musiman dan tren tahunan. Setelah pengumpulan, data diolah menggunakan pustaka Python seperti pandas untuk pembersihan, dengan langkah-langkah utama:

- Missing Values:** Nilai hilang (sekitar 5% dari data) diisi dengan interpolasi linier, yang menghitung nilai rata-rata antara poin sebelum dan sesudah untuk menjaga kontinuitas deret waktu tanpa distorsi signifikan.
- Outlier:** Diidentifikasi menggunakan metode Interquartile Range (IQR), di mana outlier adalah nilai di luar rentang 1,5 kali IQR dari kuartil pertama dan ketiga. Outlier diganti dengan rata-rata lokal (misalnya, rata-rata 3 poin terdekat) untuk menghindari pengaruh ekstrem seperti fluktuasi cuaca.
- Transformasi:** Untuk menstabilkan varians data yang sering tidak stabil pada deret waktu ekspor, diterapkan transformasi logaritmik. Rumus sederhana: $\log_{ts} = \ln(ts + 1)$, di mana ts adalah volume ekspor asli. Ini mengubah data menjadi lebih normal dan mengurangi efek heteroskedastisitas (variens tidak konstan), sehingga model ARIMA lebih akurat. Contoh aplikasi pada data pisang: Untuk Januari 2019 (950.000 ton), hasil log adalah sekitar 13.764.

2.3 Pemodelan Arima

Pemodelan mengikuti metodologi Box-Jenkins, yang merupakan pendekatan iteratif standar untuk ARIMA, terdiri dari tiga tahap utama: identifikasi, estimasi, dan diagnostik. Model ARIMA dinyatakan sebagai ARIMA(p,d,q), di mana p adalah orde autoregressive (ketergantungan pada nilai masa lalu), d adalah orde differencing (untuk membuat data stasioner), dan q adalah orde moving average (pengaruh error masa lalu).

Rumus dasar ARIMA:

$$\varphi(B)(1 - B)^d y_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad (1)$$

Di sini, y_t adalah nilai data pada waktu t, $\varphi(B)$ adalah polinomial autoregressive (misalnya, $\varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2}$), $(1 - B)^d$ adalah operator differencing (B adalah backshift operator, $B y_t = y_{t-1}$), $\theta(B)$ adalah polinomial moving average ($\theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$), dan ε_t adalah error acak (white noise). Rumus ini berarti nilai saat ini (y_t) dipengaruhi oleh nilai masa lalu dan error sebelumnya, setelah differencing untuk menghilangkan tren.

Untuk data ekspor yang musiman (siklus panen bulanan), digunakan SARIMA(P,D,Q)s dengan s=12 (periode bulanan).

Rumus SARIMA diperluas:

$$\Phi(B^s)(1 - B^s)^D \varphi(B)(1 - B)^d y_t = \Theta(B^s)\theta(B)\varepsilon_t \Phi(B^s) \text{ dan } \theta(B^s) \quad (2)$$

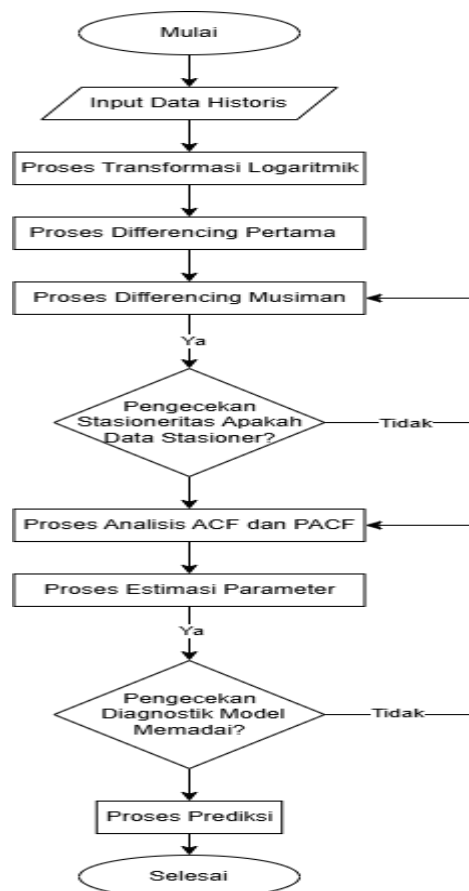
adalah komponen musiman untuk AR dan MA, sedangkan $(1 - B^s)^D$ adalah seasonal differencing. Ini menangkap pola berulang seperti puncak ekspor di musim panen.

Tahap identifikasi: Stasioneritas diuji dengan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) test, di mana p-value < 0,05 menandakan data stasioner. Jika tidak, terapkan first differencing untuk tren non-musiman (rumus: $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$) dan seasonal differencing untuk pola musiman ($\Delta^s y_t = y_t - y_{t-s}$). Parameter p,q,P,Q ditentukan dari *Autocorrelation Function* (ACF, mengukur korelasi lag) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF, korelasi langsung lag).

Tahap estimasi: Gunakan fungsi `auto_arima` dari pustaka `pmdarima` untuk memilih parameter optimal berdasarkan Akaike Information Criterion (AIC) Estimasi parameter menggunakan `auto_arima` dari Python (`pmdarima` library). Rumus prediksi:

$$\widehat{y}_{t+h} = \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t+h-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t+h-j} \quad (3)$$

, yang meminimalkan kompleksitas model sambil menjaga akurasi. Data dibagi 80% training (2019–2023) untuk belajar pola dan 20% testing (2024) untuk validasi. Tahap diagnostik: Residual (sisa error) diuji dengan Ljung-Box test untuk memastikan tidak ada autokorelasi tersisa (p-value > 0,05 berarti model baik). Jika gagal, iterasi ulang parameter.



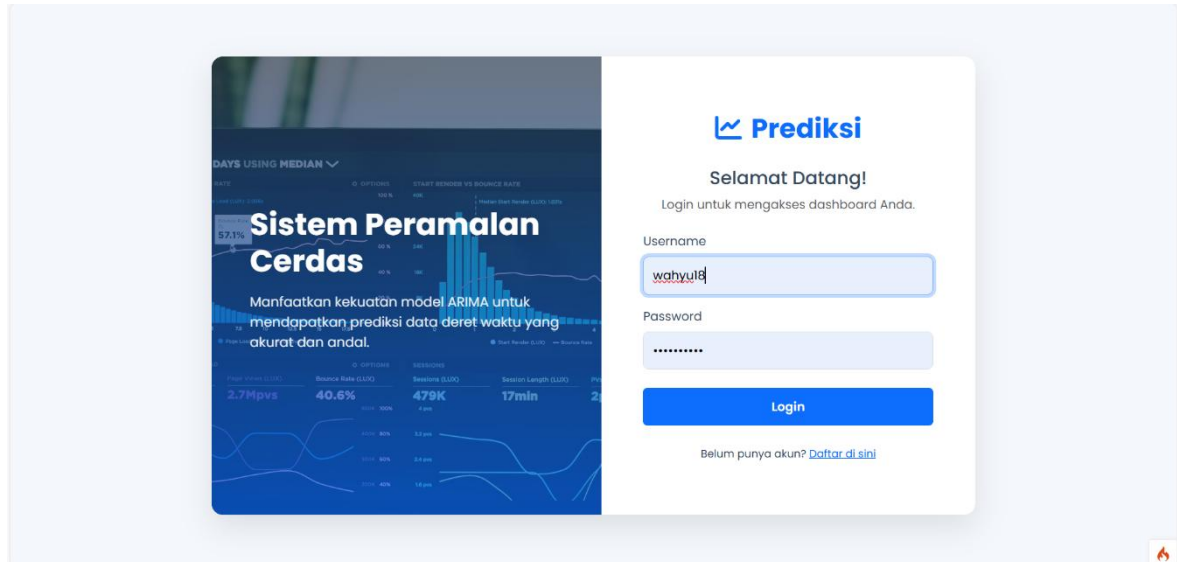
Gambar 1. Flowchart Arima

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

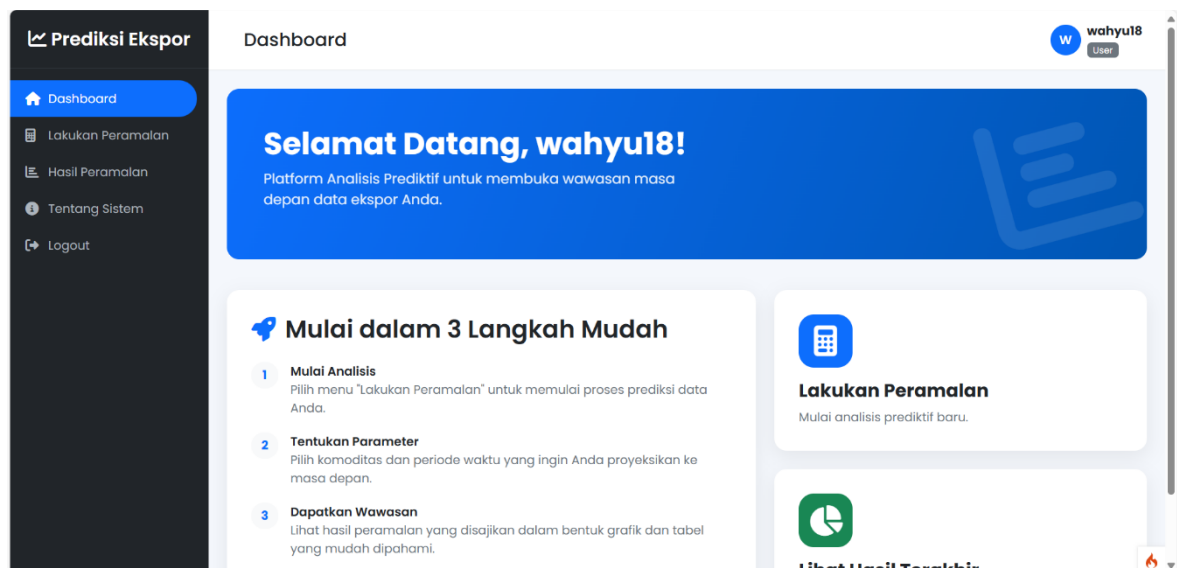
3.1 Hasil

a Pengujian Halaman *Login* dan *Register User*

Pengujian ini memastikan pengguna baru dapat mendaftar dan pengguna terdaftar dapat masuk ke dashboard *User*.



Gambar 2. Pengujian Halaman *Register* untuk *User* Baru

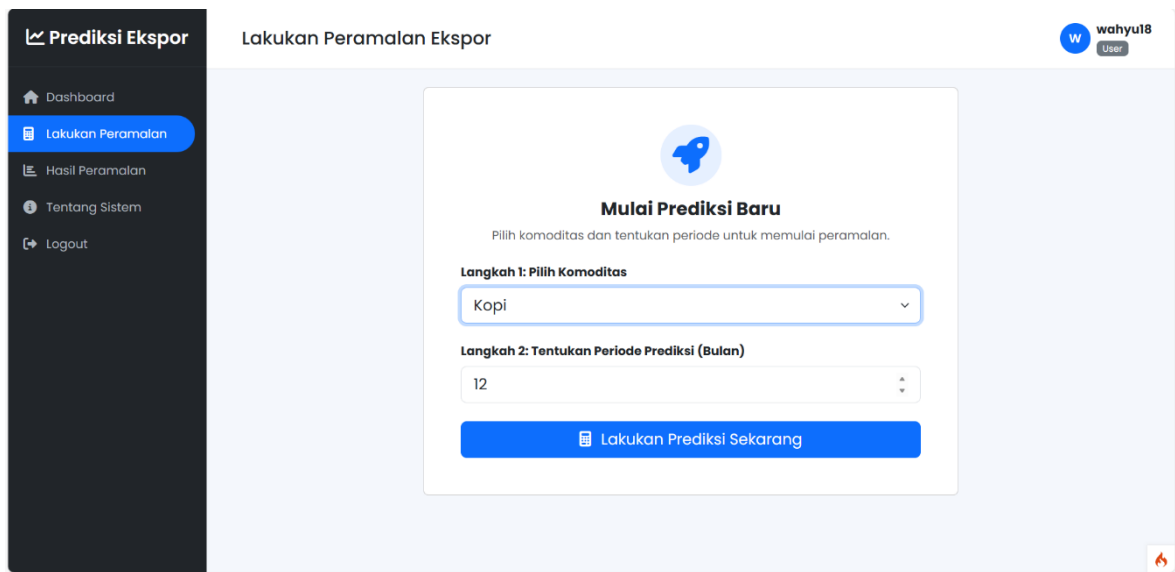


Gambar 3. Halaman Dashboard *User* Setelah Login Berhasil

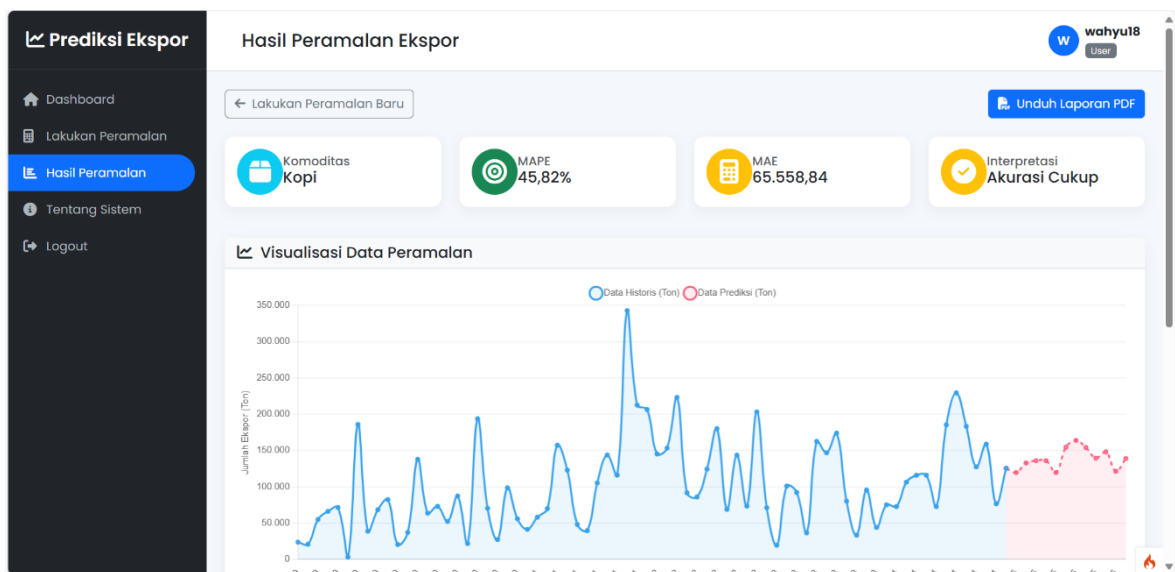
Berdasarkan pengguna baru berhasil membuat akun melalui halaman registrasi. Setelah login, pengguna diarahkan ke Dashboard *User* yang berisi panduan dan akses cepat ke fitur peramalan.

b Pengujian Halaman *Lakukan Peramalan* dan *Hasil*

Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi alur kerja utama sistem dari sisi *user*, yaitu mulai dari memasukkan data hingga mendapatkan hasil. Skenario pengujian yang digunakan konsisten dengan studi kasus utama, yaitu peramalan komoditas Kopi untuk 12 bulan ke depan.



Gambar 4. Pengujian Halaman Lakukan Peramalan (*User*)



Gambar 5 Pengujian Halaman Hasil Peramalan (*User*)

Berdasarkan pengujian dinyatakan berhasil. *User* dapat menginput parameter prediksi dengan lancar dan sistem berhasil menampilkan halaman hasil yang informatif. Hasil yang ditampilkan termasuk metrik evaluasi (MAPE dan MAE), grafik interaktif, dan tabel rincian sepenuhnya identik dengan hasil yang diterima oleh Admin, yang membuktikan bahwa logika peramalan berjalan konsisten untuk semua hak akses. Fitur unduh laporan PDF juga berfungsi sesuai harapan.

c Pengujian Halaman Tentang Sistem

Pengujian ini memastikan halaman informasi dapat diakses dan menampilkan konten yang relevan.

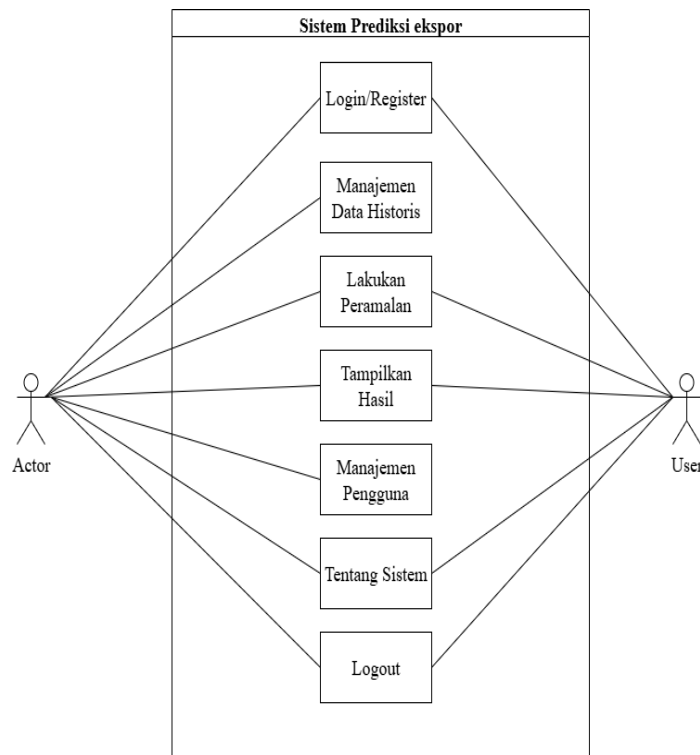


Gambar 6. Pengujian Halaman Tentang Sistem

3.2 Pembahasan

a. Use Case Diagram

Use Case Diagram ini menggambarkan interaksi antara aktor Admin (mengelola data dan pengguna) dan *User* (melakukan peramalan) dengan sistem prediksi ekspor. Use case utama meliputi autentikasi, manajemen data, peramalan, dan tampilan hasil.



Gambar 7. Use Case Diagram

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem prediksi volume ekspor pisang, kopi, dan kelapa dari Sumatera Utara ke Malaysia menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) berbasis web. Analisis data historis periode 2019–2024 menunjukkan adanya pola tren dan fluktuasi musiman yang signifikan pada ketiga komoditas. Oleh karena itu, metode ARIMA diperluas dengan pendekatan musiman (SARIMA) untuk menangkap siklus panen

bulanan, sehingga menghasilkan model prediksi yang lebih akurat dan sesuai dengan karakteristik data. Sistem prediksi berbasis web yang dikembangkan dengan arsitektur hibrida (Python Flask sebagai backend pemodelan dan PHP CodeIgniter 4 sebagai frontend) telah berfungsi sesuai rencana. Sistem ini mampu menyediakan manajemen data yang efisien oleh admin, proses peramalan yang mudah diakses oleh pengguna, visualisasi interaktif, serta penyajian hasil prediksi secara tepat dan transparan. Metrik evaluasi berupa Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sekitar 19,02% dan Mean Absolute Error (MAE) 180.755,28 ton pada data uji tahun 2024 (komoditas pisang sebagai sampel representatif) membuktikan bahwa integrasi metode ARIMA dengan penanganan pola musiman dapat menjadi solusi yang relevan dan efektif. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa alat prediksi yang user-friendly serta kontribusi teoritis dalam penerapan model deret waktu ARIMA untuk multi-komoditas ekspor regional. Sistem yang dihasilkan diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan strategis, meningkatkan efisiensi perencanaan produksi, mengurangi risiko kerugian akibat fluktuasi pasar, serta meningkatkan daya saing komoditas pisang, kopi, dan kelapa Sumatera Utara di pasar Malaysia.

REFERENCES

- [1] Alouw, J. C., & Wulandari, S. (2020). Present status and outlook of coconut development in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1), Article 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012035>
- [2] Tampubolon, J., Ginting, A., Nainggolan, H. L., & Tarigan, J. R. (2023). Indonesian coffee development path: Production and international trade. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 41(12), 316–328. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2023/v41i122326>
- [3] Aprianto, A., Hanum, C., & Mukhlis, M. (2023). Effectiveness of shade and cocopeat as a growing media for acclimatization of Barangan banana (*Musa acuminata* lin) plants. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5560–5567. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3996>
- [4] Fitri, F. A., Syafrial, S., & Toiba, H. (2024). Determining factors of Indonesian coffee demand in the US market: Using LA/AIDS approach. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 7(3), 760–773. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i3.1548>
- [5] Novianti, T., Sari, A. M., Sari, L. K., & Asikin, Z. (2024). Competitiveness of Indonesia's agricultural exports to China: Trends and strategic insights. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 21(3), 374–374. <https://doi.org/10.17358/jma.21.3.374>
- [6] Goestjahjanti, F. S., Pasaribu, S. B., Novitasari, D., Azz, I. K. H., & Winanti, W. (2023). The role of export in boosting Indonesia's GDP during crisis: Macroeconomic conditions. *Etikonomi*, 22(2), 369–388. <https://doi.org/10.15408/etk.v22i2.29236>
- [7] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed.). Wiley.
- [8] Erlina, R., & Azhar, R. (2020). Forecasting model of agriculture commodity of value export of coffee: Application of ARIMA model. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(3), 257–263. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i3.257-263>
- [9] Nasirudin, S., Said, S., & Widodo, E. (2022). Peramalan jumlah produksi kopi di Jawa Timur pada tahun 2020-2021 menggunakan metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Agrium*, 25(1), 34–43. <https://doi.org/10.29103/agrium.v25i1.7370>
- [10] Hasibuan, L. H., Musthofa, S., Putri, D. M., & Jannah, M. (2023). Comparison of seasonal time series forecasting using SARIMA and Holt-Winter's exponential smoothing (Case study: West Sumatra export data). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 17(3), 1773–1784. <https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss3pp1773-1784>
- [11] Putri, N. H., Abidin, Z., & Situmorang, S. (2023). The prospects of Lampung's pepper export to the global market: An analysis using the ARIMA model. *Jurnal Habitat*, 34(3), 289–298. <https://doi.org/10.55981/habitat.2023.289>
- [12] Fauzani, S. P., & Rahmi, D. (2023). Penerapan metode ARIMA dalam peramalan harga produksi karet di Provinsi Riau. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(4), 245–253.

- [13] Fathurachman, M., Susanto, T. D., & Wibowo, R. P. (2020). RESTful API implementation in making a master data planogram using the Flask framework. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516–526. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v4i2.328>
- [14] Ahmed, M. K., & Bello, A. H. (2024). A comparative analysis of performance optimization techniques for benchmarking PHP frameworks: Laravel and CodeIgniter. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*, 10(3c), 284–295.
- [15] Al Azhar, M. F., & Harwahyu, R. (2023). Detection of SQL injection vulnerability in CodeIgniter framework using static analysis. *Multitek Indonesia*, 17(1), 69–78. <https://doi.org/10.30591/multitek.v17i1.3975>
- [16] Ichсандi, I., Yanto, W., Alhaq, H., Sari, R. S., & Juanda, M. (2025). Implementasi UML dalam desain sistem informasi program studi SI di Universitas Merangin. *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, 4(2), 224–237.