



SISTEM INFORMASI PREDIKSI HASIL PANEN KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DOUBLE EKSPONENTIAL SMOOTHING*

Azi Asnawi^{1*}, Rakhmat Kurniawan²

^{1,2}Sains dan Teknologi, UIN Sumatera Utara

email: aziassnawi@gmail.com^{1*}

Abstrak: Kelapa sawit merupakan komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia, namun fluktuasi hasil panen akibat faktor internal dan eksternal sering menjadi tantangan dalam pengelolaan stok dan perencanaan produksi. Penelitian ini mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk memprediksi hasil panen kelapa sawit di PTPN IV Bah Jambi dengan menerapkan metode Double Eksponential Smoothing (DES). Sistem dirancang menggunakan metode waterfall, bahasa pemrograman PHP, dan basis data MySQL. Serta memanfaatkan data historis hasil panen selama 2019 – 2023. Metodologi melibatkan analisis data historis untuk menangkap pola musiman dan tren, dengan akurasi model dievaluasi menggunakan MAPE, MAD, MSE, dan RMSE. Hasil menunjukkan metode DES lebih akurat dengan nilai MAPE lebih rendah. Sistem ini mendukung prediksi hasil panen yang efektif, meningkatkan efisiensi operasional, dan memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan produksi serta perencanaan stok.

Kata Kunci : Peramalan, Double Eksponential Smoothing, Kelapa Sawit

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak perusahaan berupaya mencapai kecepatan, relevansi, dan akurasi dalam penerapan sistem informasi, mengingat pesatnya kemajuan teknologi informasi saat ini [1]. Perkembangan ini memberikan dampak positif di berbagai sektor, seperti industri, perdagangan, dan layanan. Pesatnya pertumbuhan teknologi serta penggunaan internet yang semakin meluas telah membawa aktivitas manusia semakin terintegrasi dengan dunia maya, baik saat ini maupun di masa depan [2]. Pengelolaan teknologi informasi yang baik mampu meningkatkan efisiensi kerja tenaga manusia [3]. Kemajuan teknologi informasi memiliki pengaruh besar dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam dunia perusahaan. Setiap perusahaan berlomba-lomba memberikan layanan terbaik kepada pelanggan [4]. Dalam persaingan tersebut, setiap industri dituntut memiliki kemampuan bersaing tanpa mengabaikan kualitas sumber daya manusia, teknologi, maupun dukungan operasional. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang memungkinkan setiap elemen bekerja sama secara efektif untuk menyelesaikan tugas dengan cepat dan akurat [5].

Kelapa sawit adalah tanaman dengan nilai ekonomi tinggi karena menghasilkan minyak nabati yang sangat dibutuhkan di berbagai sektor. Bagi Indonesia, kelapa sawit memiliki peran penting sebagai penyedia lapangan kerja bagi masyarakat lokal dan menjadi salah satu sumber devisa utama negara. Sebagai tanaman tropis, kelapa sawit membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai, seperti suhu, jenis tanah, ketinggian, dan curah hujan tertentu, untuk menghasilkan panen yang optimal. Kelapa sawit saat ini menjadi komoditas perkebunan strategis dalam sektor pertanian dan perkebunan karena banyak industri memanfaatkannya untuk produksi minyak dan lemak. Tanaman ini juga mencatat nilai ekonomi tertinggi per hektar di dunia. Dengan meningkatnya permintaan global terhadap minyak kelapa sawit, diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksinya.

PTPN IV Bah Jambi adalah salah satu perkebunan milik negara yang berlokasi di Bah Jambi, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, yang bergerak di sektor perkebunan kelapa sawit. Di PTPN IV Bah Jambi hasil panen kelapa sawit masih dicatat secara manual tanpa dukungan sistem digital yang memadai. Proses ini memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan [6]. Produksi Tandan Buah Segar (TBS) cenderung meningkat yaitu pada tahun 2019 sebanyak 85.978.870 dan tahun 2021 sebanyak 111.321.590. Namun, hasil panen kelapa sawit tidak selalu meningkat secara konsisten, karena ada kalanya terjadi penurunan seperti pada tahun 2022 yaitu 107.138.950. Oleh karena itu, diperlukan penerapan metode Double Eksponential Smoothing untuk memprediksi hasil panen kelapa sawit, sehingga perusahaan dapat memantau dan merencanakan perkembangan hasil panen kelapa sawit di masa mendatang.

Peramalan hasil panen kelapa sawit di PT Perkebunan Nusantara (PTPN) sangat penting dalam mendukung pengelolaan produksi dan perencanaan stok. Hasil panen dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal dan internal, seperti kondisi cuaca, teknik pemeliharaan, dan usia tanaman, sehingga diperlukan metode peramalan yang tepat untuk mengantisipasi fluktuasi produksi. Penelitian ini berfokus pada penggunaan metode peramalan Double Exponential Smoothing untuk memprediksi hasil panen kelapa sawit di PTPN. Metode ini dipilih karena kemampuan dalam menangkap pola musiman dan tren pada data historis. Data yang digunakan mencakup hasil panen historis dan faktor-faktor relevan lainnya yang berpengaruh terhadap produksi. Dari hasil analisis, diketahui bahwa metode Double Exponential Smoothing memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi dengan nilai kesalahan peramalan yang lebih rendah. Implementasi model peramalan ini diharapkan dapat membantu PTPN dalam perencanaan yang lebih efektif dan mengoptimalkan hasil panen kelapa sawit, serta meningkatkan efisiensi operasional dan stabilitas pasokan di pasar.

Metode peramalan merupakan suatu pendekatan yang dapat menganalisis faktor atau sekumpulan faktor yang diketahui memengaruhi terjadinya suatu kejadian, dengan memperhitungkan jangka waktu yang cukup lama antara kebutuhan akan informasi mengenai kejadian di masa depan dengan kejadian tersebut di masa lampau [7]. Peramalan



atau prediksi adalah salah satu metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja yang telah dicapai serta memprediksi bagaimana kondisi di masa depan akan berkembang, apakah akan lebih baik atau kurang dari yang diharapkan [8]. Metode penghalusan eksponensial, juga dikenal sebagai exponential smoothing, adalah teknik yang memberikan penekanan yang semakin berkurang terhadap observasi-observasi yang lebih baru seiring berjalannya waktu [9]. Metode Double Exponential Smoothing adalah teknik yang diajukan oleh Brown. Proses penentuan ramalan dimulai dengan mencoba dan menguji nilai α secara berulang. Dalam metode ini, proses peramalan dilakukan secara berulang dengan menggunakan data terbaru untuk perhitungan yang terus-menerus [10]. Penghalusan dilakukan melalui metode, yaitu Moving Average atau Exponential Smoothing [11]. Strategi Double Moving Average adalah pendekatan dalam analisis Moving Average yang memanfaatkan data dari Single Moving Average pada suatu waktu tertentu dengan memperhitungkan perbedaan antara Single Moving Average dan Double Moving Average, serta menyesuaikan tren secara bersamaan dan lebih efektif [12]. Pada teknik Double Moving Average dilakukan penghitungan rata-rata bergerak sebanyak dua kali kemudian dilanjutkan dengan meramal menggunakan suatu persamaan tertentu [11].

Penelitian sebelumnya berjudul “Penerapan Metode Moving Average untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen” Penelitian ini belum mengimplementasikan kedalam sistem dan hanya sekedar memprediksi dengan rumus perhitungan manual. Pada penelitian sebelumnya berjudul “Penerapan Metode Double Moving Average Dan Double Eksponensial Smoothing Dalam Meramalkan Jumlah Produksi Crude Palm Oil (CPO) Pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Dolok Sinubah” penelitian juga tidak mengimplementasikan ke dalam sistem, belum menggunakan data pola trend dan hanya menggunakan data pola time series sehingga data belum memenuhi asumsi.

Dari permasalahan diatas, Peneliti akan membuat sebuah sistem peramalan menggunakan metode Double Exponential Smoothing peramalan hasil panen kelapa sawit. Maka dari itu, penulis menerapkan judul “SISTEM INFORMASI PREDIKSI HASIL PANEN KELAPA SAWIT DENGAN METODE DOUBLE EKSPONENTIAL SMOOTHING”, yang bertujuan untuk menentukan metode peramalan yang paling akurat dengan menggunakan metode Double Exponential Smoothing. Tujuan utamanya untuk meramal hasil panen kelapa sawit di masa mendatang, memberikan informasi yang bermanfaat bagi PTPN atau pihak lainnya yang membutuhkan informasi tentang peramalan tersebut..

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Informasi dan Peramalan

Sistem informasi merupakan kombinasi dari teknologi informasi dan aktivitas manusia yang mendukung operasi, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam suatu organisasi [3]. Dalam konteks perkebunan, sistem informasi digunakan untuk mengelola data produksi dan meningkatkan efisiensi prediksi hasil panen [2]. Salah satu pendekatan dalam sistem informasi adalah penerapan metode peramalan untuk memprediksi hasil produksi di masa depan guna mengoptimalkan manajemen sumber daya dan operasional.

Peramalan dalam Sektor Pertanian

Peramalan adalah metode analisis data historis untuk memperkirakan kondisi masa depan. Dalam sektor pertanian dan perkebunan, peramalan digunakan untuk mengestimasi hasil panen berdasarkan faktor-faktor historis seperti curah hujan, suhu, dan produksi sebelumnya. Penelitian [7] menunjukkan bahwa penggunaan metode Double Exponential Smoothing (DES) mampu meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan dengan metode peramalan konvensional.

Metode Double Exponential Smoothing (DES)

DES adalah metode peramalan yang dikembangkan oleh Holt untuk menangkap pola tren dalam data historis dengan dua parameter smoothing: level (α) dan tren (β). Metode ini digunakan dalam berbagai penelitian untuk memprediksi data dengan tren yang berfluktuasi, termasuk dalam perkebunan kelapa sawit [11]. Penelitian oleh [10] membuktikan bahwa DES memiliki tingkat akurasi tinggi dalam meramalkan produksi hasil pertanian dan industri. Metode DES bekerja dengan cara memperhalus data historis menggunakan dua tahap pemulusan, yang memungkinkan sistem untuk menangkap pola perubahan tren lebih akurat dibandingkan dengan metode peramalan sederhana seperti Moving Average [12].

Implementasi Sistem Informasi Prediksi Hasil Panen

Implementasi sistem informasi berbasis web dalam prediksi hasil panen kelapa sawit bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam pemantauan data dan analisis tren produksi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berbasis web dengan integrasi database seperti MySQL dan bahasa pemrograman PHP meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data peramalan [13]. Selain itu, studi oleh [14] menegaskan bahwa penggunaan algoritma prediksi berbasis kecerdasan buatan dan machine learning semakin berkembang dalam sektor perkebunan.

Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam bidang peramalan hasil panen kelapa sawit, antara lain:

- Menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* untuk memprediksi penjualan kertas, dengan hasil yang menunjukkan akurasi tinggi dalam pola data dengan tren meningkat [7].



- b. Membandingkan metode *Triple Exponential Smoothing* dan *Double Moving Average* dalam peramalan produksi kernel kelapa sawit, dengan hasil bahwa metode *Double Exponential Smoothing* memberikan estimasi yang lebih stabil dan akurat [15].
- c. Mengaplikasikan metode Backpropagation untuk prediksi hasil produksi kelapa sawit di PTPN IV Bah Jambi, yang menunjukkan perbedaan performa dibandingkan dengan metode statistik konvensional [6].

Dalam penelitian ini, kajian terhadap penelitian terdahulu sangat penting untuk memahami keterkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dengan meninjau penelitian sebelumnya, dapat diketahui keunggulan, kelemahan, serta perkembangan metode yang telah digunakan dalam peramalan hasil panen kelapa sawit.

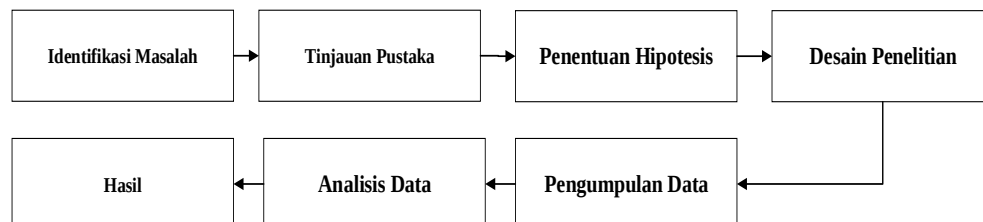
Dari kajian penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa DES lebih sesuai dalam konteks peramalan hasil panen kelapa sawit dibandingkan metode sederhana lainnya. Selain itu, pengembangan sistem informasi berbasis web menjadi inovasi dalam penelitian ini, memberikan nilai tambah dalam efisiensi manajemen data dan perencanaan produksi.

Sistem informasi prediksi hasil panen kelapa sawit dengan menggunakan metode Double Exponential Smoothing merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam peramalan data deret waktu. Metode ini memiliki keunggulan dalam menangkap tren data sehingga dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode peramalan sederhana. Selain itu, Double Exponential Smoothing relatif mudah diterapkan dan memiliki komputasi yang ringan, sehingga cocok untuk diimplementasikan dalam sistem berbasis web atau aplikasi mobile. Hasil prediksinya pun cenderung stabil, menjadikannya pilihan yang baik dalam analisis produksi kelapa sawit.

Namun, metode ini juga memiliki beberapa kelemahan. Double Exponential Smoothing kurang efektif dalam menangani data dengan pola musiman yang kuat, karena hanya mempertimbangkan tren tanpa memperhitungkan faktor musiman. Selain itu, akurasi prediksi sangat bergantung pada pemilihan nilai awal dan parameter smoothing (α dan β), yang jika tidak dioptimalkan dengan baik dapat menyebabkan hasil prediksi melenceng jauh. Metode ini juga kurang adaptif terhadap perubahan mendadak, seperti faktor cuaca ekstrem atau serangan hama, yang dapat mempengaruhi hasil panen secara signifikan.

METODE

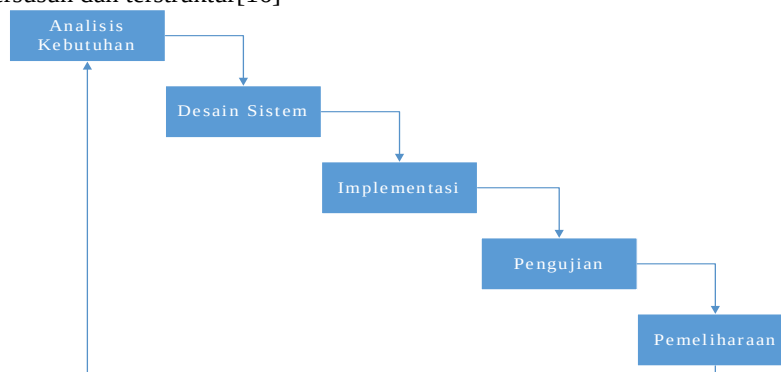
Pada Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, yaitu penelitian ilmiah yang terdiri variabel-variabel yang diukur dengan angka atau numerik, dimulai dengan data yang dikumpulkan, data yang diolah, serta tampilan dari hasilnya.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

METODE PENGEMBANGAN WATERFALL

Peneliti menggunakan metode Waterfall saat merancang sistem. Metode Waterfall dapat membantu dalam merencanakan, memperkirakan, dan menjadwalkan proyek dengan benar. Metode ini unggul karena menyediakan proses pengembangan yang tersusun dan terstruktur[16]



Gambar 2. Waterfall



a. Analisis Kebutuhan

Tahap pertama dalam model Waterfall adalah analisis kebutuhan. Pada tahap ini, penulis hanya berfokus mengidentifikasi kebutuhan sistem dari pengguna. Tujuannya adalah untuk memahami secara mendalam apa yang dibutuhkan oleh sistem yang akan dikembangkan pada tahap ini.

b. Desain Sistem

Setelah kebutuhan sistem ditetapkan, tahap berikutnya adalah desain. Pada tahap desain, arsitektur sistem dan desain detail dikembangkan berdasarkan dokumen spesifikasi kebutuhan. Desain ini mencakup bagaimana sistem akan diimplementasikan, termasuk pemilihan teknologi, desain database, dan antarmuka pengguna. Desain yang baik harus dapat mendukung kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap analisis.

c. Implementasi

Setelah tahap desain selesai dan disetujui, tahap implementasi dimulai. Pada tahap ini, pengembang mulai menulis kode sesuai dengan desain yang telah dibuat. Setiap komponen sistem dikembangkan dan diintegrasikan satu per satu. Tahap ini juga mencakup penulisan dokumentasi kode dan pengujian unit untuk memastikan setiap bagian kode berfungsi dengan benar.

d. Pengujian

Setelah seluruh sistem diimplementasikan, tahap selanjutnya adalah pengujian. Pada tahap ini, sistem yang telah dikembangkan diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa semua fungsi bekerja sesuai dengan spesifikasi dan tidak ada bug atau kesalahan. Pengujian meliputi pengujian fungsional, pengujian integrasi, pengujian sistem, dan pengujian penerimaan oleh pengguna.

e. Pemeliharaan

Tahap terakhir dalam model Waterfall adalah pemeliharaan. Setelah sistem diserahkan kepada pengguna, sistem tersebut harus tetap dipelihara untuk memperbaiki bug yang muncul, melakukan penyesuaian terhadap perubahan kebutuhan pengguna, dan meningkatkan performa sistem. Pemeliharaan ini berlangsung selama sistem masih digunakan dan mencakup pembaruan perangkat lunak, perbaikan masalah, dan penambahan fitur baru sesuai kebutuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil panen kelapa sawit pada PTPN IV Bah Jambi yang digunakan berdasarkan data yang ada dalam waktu 5 tahun terakhir dari 2018 sampai 2023. Peneliti akan menggunakan metode Double Exponential Smoothing untuk memprediksi hasil panen kelapa sawit dalam periode tertentu. Setelah melakukan observasi ke Perusahaan maka didapat data yang diambil dari 9 Afdeling, dan setiap afdeling terdiri dari 30 sampai 50 blok lahan tanaman menghasilkan.

Menghitung Double Exponential Smoothing

Berikut ini adalah table 1 perhitungan ramalan DES pada salah satu afdeling dari bulan April 2018 sampai bulan April 2023

Tabel 1. Hasil perhitungan ramalan DES

Period e (t)	X_t	F_t	S'_t	S''_t	e_t	e^2	$ e_t $	$ e_t / y_t $
Apr- 201 8	530420	471398.1	408202.59	314,905,91 1	59021.9	3483584679.61	59021.9	11127%
May- 201 8	759960	541483.56	513,729,81 3	374,553,08 2	218476.44	47,731,954,835,0 74	218476.44	28748%
Jun- 20 18	4244 10	712553.7 15	486933.8 69	408267.3 18	- 288143. 715	83026800494. 001	288143.7 15	67.893 %
.....								
Apr- 201 9	652520	600510.94 9	631915.79 9	636796.033	52009.051	2704941386.441	52009.051	7.97%
May- 201 9	700700	624944.03 6	652551.05 9	641522.541	75755.964	5738966064.233	75755.964	10.811%



Jun-2019	616720	668306.086	641801.742	641606.301	-51586.086	2661124222.645	51586.086	8.365%
.....								
Apr-2020	1159400	862380.068	900614.56	787368.886	297019.932	88220840080.948	297019.932	25.618%
May-2020	1164170	1062394.093	979681.192	845062.578	101775.907	10358335158.186	101775.907	8.742%
Jun-2020	1098830	1171993.498	1015425.834	896171.555	-73163.498	5352897372.89	73163.498	6.658%
.....								
Apr-2021	1612510	1258722.052	1282988.164	1126822.422	353787.948	125165912288.05	353787.948	21.94%
May-2021	1708980	1506082.08	1410785.714	1212011.409	202897.92	41167565748.99	202897.92	11.872%
Jun-2021	1612510	1694749.007	1471303	1289798.887	-82239.007	6763254317.689	82239.007	5.1%
.....								
Apr-2022	1366990	851374.687	1130471.853	1146605.21	515615.313	265859150645.18	515615.313	37.719%
May-2022	1383610	1107424.201	1206413.297	1164547.636	276185.799	76278595519.517	276185.799	19.961%
Jun-2022	1501530	1266221.385	1294948.308	1203667.838	235308.615	55370144421.48	235308.615	15.671%
.....								
Apr-2023	951800	930213.793	1000792.464	1060362.17	21586.207	465964338.035	21586.207	2.268%
May-2023	1638400	915692.885	1192074.725	1099875.937	722707.115	522305574632.25	722707.115	44.111%
Jun-2023	1766410	1323787.28	1364375.307	1179225.748	442622.72	195914872306.1	442622.72	25.058%
MSE (Mean Squared Error):						91,331,501,393.343		
RMSE (Root Mean Squared Error):						302,211.021		
MAE (Mean Absolute Error):							216,499.456	
MAPE (Mean Absolute Percentage Error):								25.030 %

Dari Tabel 1 nilai MSE yang tinggi, yaitu 91,331,501,393.343, menunjukkan bahwa model ini memiliki kesalahan yang cukup besar dalam memprediksi data. RMSE-nya sebesar 302,211.021, yang menunjukkan seberapa besar kesalahan model dalam skala yang sama dengan data asli. Nilai MAE sebesar 216,499.456 mengindikasikan rata-rata kesalahan prediksi model, sementara rata-rata MAPE sebesar 25.030 % yang berarti model ini meleset dari nilai actual.

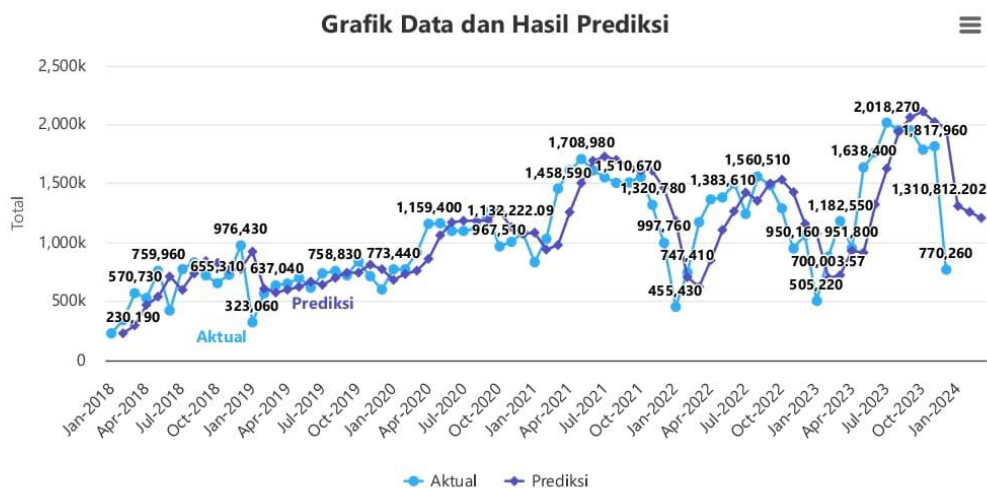
Hasil Prediksi Double Exponential Smoothing

Tabel 2 merupakan Hasil Prediksi DES. Setelah perhitungan dilakukan dengan metode DES dengan jumlah periode yang diprediksi 3 bulan, dengan alpha 0,3 maka, hasil panen semakin menurun dengan nilai pada periode Maret hanya sekitar 1,209,362.000, seperti Tabel 2. Sebagai berikut:



Tabel 2. Hasil Prediksi Double Exponential Smoothing

Periode (n)	Ft
Jan-2024	1,310,812.202
Feb-2024	1,260,087.101
Mar-2024	1,209,362.000



Gambar 3. Grafik Hasil Prediksi DES

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Double Exponential Smoothing (DES) mampu memberikan prediksi yang lebih akurat dalam memperkirakan hasil panen kelapa sawit dibandingkan dengan metode konvensional. Akurasi model diuji menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error), MAE (Mean Absolute Error), MSE (Mean Squared Error), dan RMSE (Root Mean Squared Error). Dari hasil evaluasi, nilai MAPE yang rendah menunjukkan bahwa metode ini memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil, sehingga lebih dapat diandalkan dalam memperkirakan produksi Tandan Buah Segar (TBS).

Selain itu, sistem informasi yang dikembangkan mampu mengolah data historis produksi dari tahun 2018 hingga 2023 secara otomatis, menghasilkan prediksi yang dapat diakses oleh pengguna dengan tampilan yang informatif. Hal ini mempermudah pengambilan keputusan terkait pengelolaan stok, perencanaan produksi, dan distribusi hasil panen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem informasi prediksi hasil panen kelapa sawit di PTPN IV Bah Jambi menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES). Sistem ini mampu menganalisis tren produksi berdasarkan data historis dan memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode pencatatan manual. Dengan penerapan metode DES, perusahaan dapat lebih mudah mengantisipasi fluktuasi produksi, mengoptimalkan perencanaan panen, serta meningkatkan efisiensi operasional. Selain itu, sistem berbasis web yang dikembangkan dengan PHP dan MySQL mempermudah akses dan pengelolaan data secara real-time, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam strategi bisnis Perusahaan.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut:

Pengembangan Metode yang Lebih Kompleks: Meskipun metode Double Exponential Smoothing telah memberikan hasil yang akurat, disarankan untuk menguji metode lain seperti **Triple Exponential Smoothing** atau **Machine Learning** (misalnya, algoritma Random Forest atau Neural Network) untuk membandingkan tingkat akurasi dan keefektifannya dalam memprediksi hasil panen kelapa sawit.

Penambahan Variabel Data: Penelitian ini hanya menggunakan data produksi TBS dan data afdeling sebagai variabel utama. Untuk meningkatkan akurasi prediksi, disarankan untuk menambahkan variabel lain seperti kondisi cuaca, usia tanaman, dan teknik pemeliharaan yang dapat memengaruhi hasil panen.

Pengembangan Fitur Sistem: Sistem informasi yang telah dibangun dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur-fitur seperti visualisasi data yang lebih interaktif, notifikasi prediksi, dan integrasi dengan sistem manajemen perkebunan lainnya.



Peningkatan Keamanan Sistem: Untuk menjaga keamanan data, disarankan untuk menerapkan sistem keamanan yang lebih ketat, seperti enkripsi data dan autentikasi dua faktor, terutama jika sistem ini akan digunakan oleh banyak pengguna.

Pengujian pada Lokasi Lain: Penelitian ini hanya dilakukan di PTPN IV Bah Jambi. Untuk memvalidasi keefektifan sistem, disarankan untuk menguji sistem ini di lokasi perkebunan kelapa sawit lainnya dengan karakteristik yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Dessisiliya, A. Ikhwan, and R. A. Putri, "Sistem Informasi Geografis Sekolah di Kota Medan Menggunakan Algoritma Haversine," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 3, p. 359, Apr. 2023, doi: 10.30998/string.v7i3.16277.
- [2] A. Fathi Farahat, A. Dewi Ambarwati, and A. Lestari, "Pengaruh E-Commerce, E-Crm, Dan Database Terhadap Sistem Informasi Penjualan (Literature Sistem Informasi Manajemen)," *J. Ilmu Multidisplin*, vol. 1, no. 1, pp. 215–224, 2022, doi: 10.38035/jim.v1i1.31.
- [3] A. M. Harahap and A. Ikhwan, "Implementation of Information Technology Governance in Man 1 Medan Using the Cobit 5 Framework," *Sinkron*, vol. 8, no. 1, pp. 241–246, 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i1.11936.
- [4] Devi Astri Nawangnugraeni, "Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Penjualan Untuk Meningkatkan Pelayanan Pelanggan Berbasis Web," *JTIK (Jurnal Tek. Inform. Kaputama)*, vol. 7, no. 2, pp. 249–259, 2023, doi: 10.59697/jtik.v7i2.18.
- [5] S. Sundari, M. Y. Syahputra, and R. Rismayanti, "Penerapan algoritma Shortest Job First (SJF) dan Priority Scheduling (PS) Pada Maintanance Mesin ATM," *Algoritma. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.30829/algoritma.v7i1.15377.
- [6] V. V. Utari, A. Wanto, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, "Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Bahjambi Menggunakan Algoritma Backpropagation," *J. Comput. Syst. Informatics (JoSYC)*, vol. 2, no. 3, pp. 271–279, 2021.
- [7] E. A. N. Putro, E. Rimawati, and R. T. Vlandari, "Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 1, p. 60, 2021, doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.548.
- [8] A. Aden and Anggela Supriyanti, "Prediksi Jumlah Calon Peserta Didik Baru Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown," *Lebesgue*, vol. 1, no. 1, pp. 56–62, 2020, doi: 10.46306/lb.v1i1.14.
- [9] P. N. Eris, D. A. Nohe, and S. Wahyuningsih, "Peramalan Dengan Metode Smoothing dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Range (MR) (Studi Kasus: Produksi Air Bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda)," *J. EKSPONENSIAL*, vol. 5, no. 2, pp. 203–210, 2014.
- [10] M. Layakana, "Penerapan Metode Double Moving Average dan Double Eksponential Smoothing dalam Meramalkan Jumlah Produksi Crude Palm Oil (CPO) Pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Dolok Sinumbah," 2018, *UNIMED*.
- [11] H. D. E. Sinaga, N. Irawati, and S. Informasi, "HOMMY Perbandingan_Double_Moving_Average_Denga," vol. IV, no. 2, 2018.
- [12] R. D. Fauzi and M. D. Irawan, "Kombinasi Metode Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing dalam Memprediksi Persediaan Suku Cadang Alat Berat," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 7, no. 1, pp. 255–264, 2024, doi: 10.32493/jtsi.v7i1.38256.
- [13] M. Alda, "SISTEM INFORMASI LAUNDRY MENGGUNAKAN METODE WATERFALL BERBASIS ANDROID PADA SIMPLY FRESH LAUNDRY," *J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [14] A. S. Wahyuni, E. Haerani, E. Budianita, and L. Afrianti, "Pemanfaatan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Potensi Hasil Produksi Kelapa Sawit," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 509, Dec. 2023, doi: 10.30865/json.v5i2.7226.
- [15] R. A. Sandika, S. K. Gusti, L. Handayani, and S. Ramadhani, "Implementasi Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average Untuk Peramalan Produksi Kernel Kelapa Sawit," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 883–893, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i3.3359.
- [16] A. Ikhwan, "Designing An Android Based Online Bus Ticket Booking Application In Sumatra," *Int. Conf. Sci. Dev. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 123–128, 2022.