

Penerapan Prediksi Penjualan pada Optimasi Stok dan Manajemen Persediaan Menggunakan Holt-Winters

Ardiana Deka Maharani¹, Anggraini Puspita Sari^{*2}, Chrystia Aji Putra³

^{1,2,3}Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN "Veteran" Jawa Timur

E-mail: ¹20081010243@student.upnjatim.ac.id , ^{*2}anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id,
³ajiputra@upnjatim.ac.id

Abstrak

Penjualan memegang peranan penting sebagai penggerak utama perekonomian dan menjadi salah satu indikator keberhasilan suatu bisnis karena mencerminkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Seiring dengan perkembangan teknologi dan perubahan tren bisnis, strategi penjualan pun mengalami evolusi menyesuaikan dengan kebutuhan pasar yang semakin kompleks. Dalam menghadapi dinamika pasar yang berubah, perusahaan perlu mengembangkan strategi penjualan yang efektif dan adaptif. Salah satu cara untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan melakukan prediksi penjualan yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi penjualan menggunakan metode Holt-Winters dalam mengoptimalkan manajemen persediaan. Metode ini diterapkan untuk mengantisipasi permintaan pasar dan mengurangi resiko terkait dengan ketidakpastian penjualan. Metode Holt-Winters mengintegrasikan tiga komponen utama: level (α), tren (β), dan musiman (γ), memungkinkan prediksi yang lebih presisi, baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Penelitian ini memanfaatkan 270 data yang dibagi menjadi 2 yakni data uji dan data latih. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa metode Holt-Winters mampu menghasilkan prediksi penjualan dengan tingkat akurasi yang tinggi, ditunjukkan oleh nilai Root Mean Square Error (RMSE) yang terendah sebesar 0.30. Nilai RMSE yang lebih rendah mengindikasikan performa model yang lebih baik dalam memprediksi penjualan. Dengan demikian, penerapan metode Holt-Winters dalam memprediksi penjualan terbukti efektif dalam mengoptimalkan manajemen persediaan.

Kata Kunci—Holt-Winters, Root Mean Square Error (RMSE), Prediksi Penjualan

Abstract

Sales play an important role as the main driver of the economy and are one of the indicators of a business's success because they reflect the company's ability to meet consumer needs and desires. Along with technological developments and changes in business trends, sales strategies have also evolved to adapt to increasingly complex market needs. In facing changing market dynamics, companies need to develop effective and adaptive sales strategies. One way to overcome this challenge is to make accurate sales predictions. This study aims to develop a sales prediction system using the Holt-Winters method to optimize inventory management. This method is applied to anticipate market demand and reduce risks associated with sales uncertainty. The Holt-Winters method integrates three main components: level (α), trend (β), and seasonality (γ), allowing for more precise predictions, both for the short and long term. This study utilized 270 data divided into 2, namely test data and training data. The results of the study showed that the Holt-Winters method was able to produce sales predictions with a high level of accuracy, indicated by the lowest Root Mean Square Error (RMSE) value of 0.30. A lower RMSE value indicates better model performance in predicting sales. Thus, the application of the Holt-Winters method in predicting sales has proven effective in optimizing inventory management.

Keywords—Holt-Winters, Root Mean Square Error (RMSE), Sales Forecast

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis, penjualan merupakan salah satu aspek utama yang mencerminkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan. Memahami dan mengantisipasi tren penjualan menjadi krusial, karena fluktuasi dalam penjualan dapat mempengaruhi keseluruhan kinerja bisnis. Ketika penjualan menurun, perusahaan dapat menghadapi tantangan dalam mempertahankan operasional dan memenuhi target pendapatan. Sebaliknya, lonjakan penjualan yang tidak terduga tanpa adanya persiapan yang memadai bisa menyebabkan kekurangan stok. Pemilik usaha harus dapat memperkirakan dan mengantisipasi permintaan pelanggan secara akurat, karena ketidaktepatan dalam pengelolaan persediaan dapat menimbulkan berbagai risiko [1]. Persediaan yang tidak mencukupi bisa menyebabkan kelangkaan barang, yang pada akhirnya menghambat rantai pasokan. Sebaliknya, persediaan yang berlebihan dapat menyebabkan biaya penyimpanan yang tinggi dan risiko kerusakan barang seiring waktu [2].

Salah satu pendekatan yang terbukti efektif untuk optimalisasi ini adalah penerapan sistem prediksi penjualan menggunakan metode Holt-Winters [3]. Metode Holt-Winters merupakan metode peramalan yang sering digunakan dalam sistem prediksi penjualan untuk manajemen persediaan. Dengan menganalisis tiga parameter utama: level (α), tren (β), dan musiman (γ), metode ini dapat memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan dalam data [4]. Penggunaan Holt-Winters dalam sistem prediksi penjualan tidak hanya memberikan keuntungan dalam hal akurasi, tetapi juga berfungsi sebagai kerangka kerja yang fleksibel untuk mengelola ketidakpastian dalam pengelolaan persediaan.

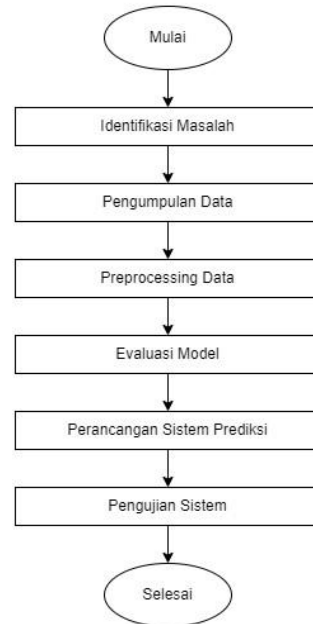
Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas metode Holt-Winters dalam berbagai konteks. Pada tahun 2019, Hansun et al. menyempurnakan metode ini dengan memperkenalkan rumus baru untuk nilai awal dalam model adaptifnya, yang terbukti memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode tradisional [5]. Di tahun yang sama, Navarro et al. memanfaatkan Algoritma Genetika untuk mengoptimalkan koefisien penyaringan dalam metode Holt-Winters, berfokus pada (Mean Square Error (MSE) sebagai nilai tujuan dari masalah optimisasi dengan menghasilkan peramalan yang lebih tepat untuk data stok beras di Filipina [6]. Penelitian lebih lanjut oleh Wibowo et al. pada tahun 2020 menerapkan metode ini untuk memprediksi kenaikan permukaan air laut di Cilacap, menyoroti pentingnya periode musiman dalam meningkatkan akurasi prediksi [7]. Terakhir, pada tahun 2023, Mohan et al. menggunakan metode Holt-Winters untuk meramalkan penjualan busana muslim, yang berhasil memberikan prediksi yang akurat dan berguna untuk perencanaan strategi penjualan [8].

Keakuratan prediksi yang dihasilkan oleh metode Holt-Winters dapat dievaluasi melalui metrik Root Mean Square Error (RMSE). RMSE merupakan metrik evaluasi yang paling banyak digunakan untuk mengukur kualitas kinerja model prediksi. RMSE mengukur seberapa besar perbedaan antara nilai yang diprediksi oleh model dan nilai aktual yang diamati [9]. Dengan menghitung akar kuadrat dari rata-rata kuadrat kesalahan (error), RMSE memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa besar penyimpangan prediksi dari data nyata. Semakin rendah nilai RMSE, semakin baik performa model dalam memberikan prediksi yang akurat [10]. Dalam konteks manajemen persediaan, RMSE yang rendah menunjukkan bahwa model Holt-Winters mampu mengelola persediaan dengan lebih efisien dan meminimalkan kekurangan stok yang dapat mengganggu operasional.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian mengenai kinerja metode Holt-Winters, penelitian ini akan mengembangkan sistem prediksi penjualan yang memanfaatkan metode tersebut untuk mengoptimalkan manajemen persediaan. Sistem yang dikembangkan akan bersifat proaktif, dengan menggabungkan analisis data historis penjualan untuk memprediksi dan mengantisipasi tren pasar di masa depan. Dengan memanfaatkan teknik triple exponential smoothing, sistem ini diharapkan dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dan mendalam.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini akan menjelaskan setiap tahapan secara rinci yang dilalui selama proses penelitian. Berikut merupakan gambaran umum mengenai alur penelitian yang ditunjukkan, memperlihatkan urutan langkah-langkah yang diambil dalam penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

1.1. Identifikasi Masalah

Penelitian ini menggunakan studi kasus dari sebuah usaha air minum yang belum menerapkan sistem prediksi penjualan. Masalah utama yang diidentifikasi yaitu mengenai ketidakakuratan dalam pengelolaan persediaan. Dalam mengidentifikasi masalah tersebut, penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan melakukan penelaahan artikel dan jurnal dari penelitian terdahulu terutama yang berkaitan dengan penggunaan metode Holt-Winters dalam mengoptimalkan manajemen persediaan [11].

1.2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan observasi dan wawancara langsung di lokasi usaha untuk mendapatkan informasi data yang dibutuhkan [12]. Dari Metode tersebut, diperoleh data berupa catatan penjualan selama periode 7 (tujuh) tahun, mulai dari awal 2016 hingga pertengahan 2023. Dataset yang terkumpul berisi 270 record data yang meliputi 3 (tiga) jenis barang berbeda. Data tersebut disimpan dalam format csv, yang memudahkan proses ekstraksi dan analisis lebih lanjut.

1.3. Preprocessing Data

Pada tahap preprocessing dalam penelitian ini, data akan dibagi menjadi dua bagian utama yaitu, data latih dan data uji [13]. Data latih (training) digunakan untuk melatih model agar dapat mengenali dan memahami pola-pola yang ada dalam dataset. Model Holt-Winters akan dibangun dan dikembangkan menggunakan data latih tersebut untuk mempelajari bagaimana model dapat memproses dan menangani data baru. Proses ini memungkinkan model untuk mengadaptasi dan

mengoptimalkan kemampuannya dalam menangani data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Berikut ini adalah rumus pembentukan dan penerapan dari perhitungan model Holt-Winters [14]:

$$L_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

Keterangan:

L_t	= Komponen level
y_t	= Data aktual (historis) pada waktu ke-t
S_t	= Komponen musiman
s	= Panjang musiman
b_t	= Komponen tren
L_{t-1}	= Komponen level pada tahun ke $t - 1$
b_{t-1}	= Komponen tren pada tahun ke $t - 1$
$\alpha; \beta; \gamma$	= Konstanta Pemulusan
$0 < \alpha < 1; 0 < \beta < 1; 0 < \gamma < 1$	

Model ini akan memulai dengan menginisialisasi parameter-parameter seperti level, tren, dan musiman berdasarkan data historis. Model secara iterative akan memperbarui ketiga parameter tersebut secara bertahap untuk setiap data baru yang masuk, dengan mempertimbangkan data aktual serta pola tren dan musiman yang telah dikenali sebelumnya. Nilai-nilai koefisien α , β , dan γ dalam persamaan tersebut diperoleh melalui metode iterasi. Sementara itu, data uji (testing) digunakan sebagai tahap akhir untuk mengevaluasi seberapa akurat kinerja model yang telah dilatih.

1.4. Evaluasi Model

Metode evaluasi model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Root Mean Square Error (RMSE) dengan membandingkan hasil prediksi dengan data aktual. RMSE memberikan gambaran rata-rata dari kesalahan kuadrat antara nilai sebenarnya dan nilai yang diprediksi oleh model [15]. Dengan menghitung RMSE, kita dapat menilai sejauh mana prediksi model menyimpang dari nilai aktual, memberikan insight mengenai akurasi model secara keseluruhan. Berikut merupakan perhitungan matrik evaluasi matriks RMSE [16]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}} \quad (2)$$

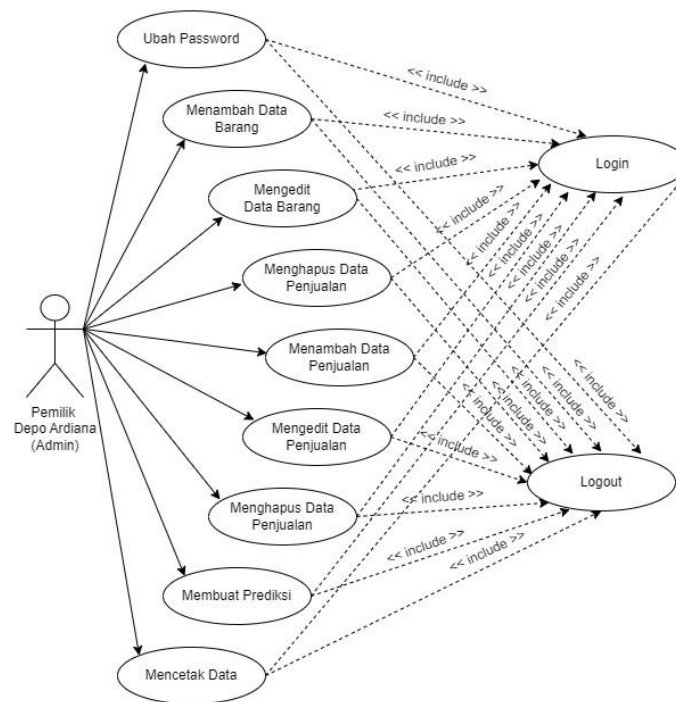
Keterangan:

N	= Jumlah data yang diamati
y_i	= Nilai sebenarnya
$\hat{y}_i$	= Nilai yang diprediksi

RMSE melibatkan perhitungan selisih antara nilai aktual dan prediksi, yang dikuadratkan untuk memastikan bahwa semua nilai positif dan memberikan bobot lebih pada kesalahan yang besar. Proses pengkuadratan ini bertujuan untuk menghindari pembatalan kesalahan positif dan negatif yang saling meniadakan serta menekankan kesalahan yang signifikan. Nilai-nilai kuadrat tersebut dihitung, untuk memberikan gambaran umum tentang seberapa besar rata-rata kesalahan prediksi yang dihasilkan oleh model. Pengambilan nilai akar kuadrat dari rata-rata ini yang menghasilkan nilai RMSE sebagai evaluasi akhir akurasi model. Semakin kecil nilai RMSE, semakin baik akurasi model yang diprediksi, karena nilai RMSE yang lebih rendah menunjukkan bahwa prediksi dengan model tersebut menghasilkan prediksi yang lebih mendekati nilai sebenarnya.

1.5. Perancangan Sistem Prediksi

Perancangan sistem prediksi dikembangkan dengan memanfaatkan Flask sebagai sebuah framework Python yang mengimport file pickle (.pkl) berisi model Holt-Winters yang telah dilatih sebelumnya. File pickle menyimpan objek Python yang telah di-serialisasi, sehingga dapat dimuat kembali ke dalam sistem. Flask akan menyediakan API yang menerima data input, memproses sesuai dengan model yang dimuat, dan menghasilkan prediksi. API ini dapat diakses melalui HTTP request, yang mempermudah integrasi sistem prediksi. Selain itu, penggunaan codeigniter sebagai sebuah framework PHP, juga dapat digunakan untuk membaca file pickle dengan menggunakan library PHP yang sesuai. Berikut gambaran dari proses perancangan sistem prediksi penjualan yang ditunjukkan melalui use case diagram pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram

Gambar 2 merupakan use case diagram untuk sistem prediksi penjualan yang menggambarkan interaksi antara aktor utama, yaitu pemilik usaha yang berperan sebagai admin. Admin memiliki hak akses penuh untuk menjalankan berbagai fungsi dan proses dalam sistem [17]. Hak akses ini meliputi pengelolaan data barang dan penjualan, seperti menambahkan, mengubah, dan menghapus data. Selain itu, admin memiliki akses untuk menjalankan proses prediksi penjualan, serta sistem juga memungkinkan admin untuk mengunduh laporan penjualan hasil prediksi.

1.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang digunakan adalah blackbox testing yang menitikberatkan pada evaluasi kinerja dan fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna. Penguji tidak memperhatikan atau memiliki akses ke kode sumber maupun arsitektur internal dari sistem yang diuji. Fokus utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan benar dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan input yang diberikan, sebagaimana yang diharapkan oleh pengguna [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, fokus utama pembahasan pada hasil penerapan metode penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pembahasan meliputi dua aspek utama: pertama, implementasi model Holt-Winters yang digunakan dalam sistem beserta pengembangan antarmuka, dan kedua, hasil dari pengujian sistem, memberikan gambaran tentang bagaimana sistem dapat berfungsi secara efektif dengan metode penelitian yang diterapkan.

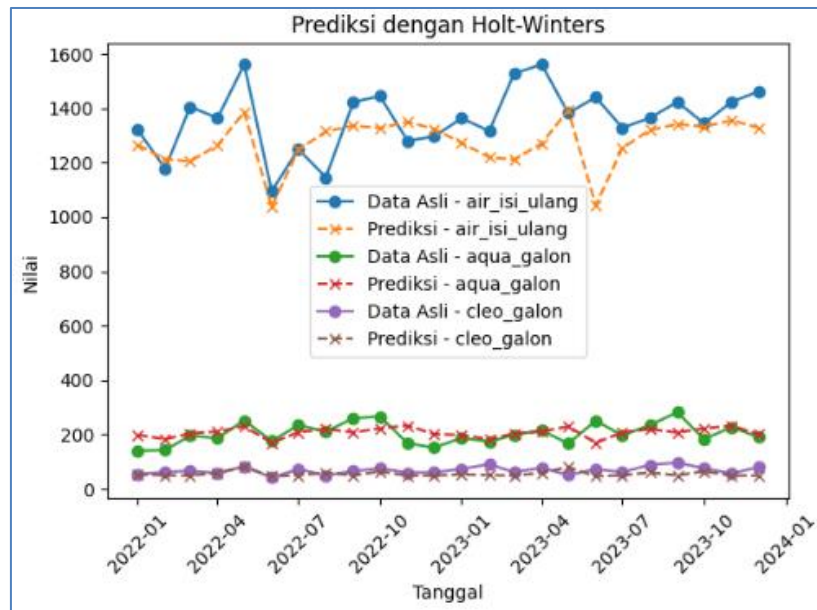
1.7. Implementasi Metode Holt-Winters

Metode Holt-Winters dapat diimplementasikan dengan mudah menggunakan Python, yang menyediakan pustaka dan fungsi untuk memprediksi berdasarkan data historis. Berikut merupakan penerapan Metode Holt-Winters dapat dilakukan dengan menggunakan perintah Python seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Penerapan Holt-Winters

Keterangan	Source Code
Library	<pre>import pandas as pd import numpy as pd</pre>
Membaca Data	<pre>data = pd.read_csv('dataset.csv')</pre>
Pembagian Data	<pre>split_date = '2023-06-30' train = data[:split_date] test = data[split_date:]</pre>
Model Holt-Winters	<pre>from statsmodels.tsa.holtwinters import ExponentialSmoothing def holt_winters_fit(series): # Fit model model = ExponentialSmoothing(series, trend='add', seasonal='add', seasonal_periods=12).fit() return model</pre>
Evaluasi Model	<pre>from sklearn.metrics import mean_squared_error def calculate_metrics(actual, predicted): actual_normalized = scaler.fit_transform(actual.values.reshape(-1, 1)).flatten() predicted_normalized = scaler.fit_transform(predicted.values.reshape(-1, 1)).flatten() rmse = np.sqrt(mean_squared_error(actual_normalized, predicted_normalized))</pre>

Model dilatih dengan mengatur parameter `trend` dan `seasonal` ke mode 'add' serta menetapkan `seasonal\_periods` diset ke 12 untuk mencerminkan pola musiman bulanan. Proses ini melibatkan iterasi dan optimasi untuk menemukan nilai terbaik dari komponen level, trend, dan musiman yang meminimalkan kesalahan prediksi. Model Holt-Winters diintegrasikan ke dalam fitur prediksi dengan menggunakan pustaka Python yang bernama *statsmodels.tsa.holtwinters*. Pustaka ini menyediakan fungsi *ExponentialSmoothing*, yang memungkinkan pengguna untuk menerapkan metode Holt-Winters secara efisien. Data aktual (actual) dan data prediksi (predicted) diubah menjadi bentuk satu dimensi menggunakan *reshape(-1, 1)* dan dinormalisasi menggunakan *scaler.fit_transform* untuk menyamakan skala data. Berikut hasil prediksi untuk salah satu barang yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Prediksi dengan Holt-Winters

Gambar 3 menunjukkan perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi menggunakan metode Holt-Winters untuk tiga barang, yaitu Air Isi Ulang, Aqua Galon, dan Cleo Galon, selama periode awal Januari 2022 hingga awal Januari 2024. Sumbu "x" pada grafik mewakili rentang waktu, sementara sumbu "y" menunjukkan jumlah atau nilai dari setiap barang yang diprediksi. Garis solid pada grafik menunjukkan data aktual, dengan warna biru untuk "Air Isi Ulang", hijau untuk "Aqua Galon", dan ungu untuk "Cleo Galon". Sebaliknya, garis putus-putus menggambarkan data prediksi, di mana warna oranye mewakili "Air Isi Ulang", merah untuk "Aqua Galon", dan ungu untuk "Cleo Galon".

Prediksi untuk "Air Isi Ulang" menunjukkan akurasi yang cukup tinggi, dengan garis prediksi hampir selalu mendekati data aktual yang berada di kisaran 1300-1500. Hal serupa juga terlihat pada "Aqua Galon", dengan prediksi berada di sekitar 200, hampir mendekati nilai aktualnya. Namun, untuk "Cleo Galon" meskipun prediksi mengikuti pola data aktual, terdapat sedikit deviasi, yang menunjukkan bahwa model mungkin memerlukan penyesuaian lebih lanjut untuk meningkatkan presisi pada barang tersebut. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa metode Holt-Winters telah berhasil menangkap tren dan pola musiman dalam data untuk "Air Isi Ulang" dan "Aqua Galon", menghasilkan prediksi yang akurat. Namun, diperlukan evaluasi lebih lanjut untuk "Cleo Galon" agar model prediksi dapat memberikan hasil yang lebih tepat. Nilai RMSE dihitung menggunakan fungsi *mean_squared_error* dari pustaka *sklearn.metrics*, yang menghitung rata-rata kuadrat dari selisih antara nilai aktual dan prediksi. Hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan bahwa model Holt-Winters mampu memberikan hasil prediksi yang akurat, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.

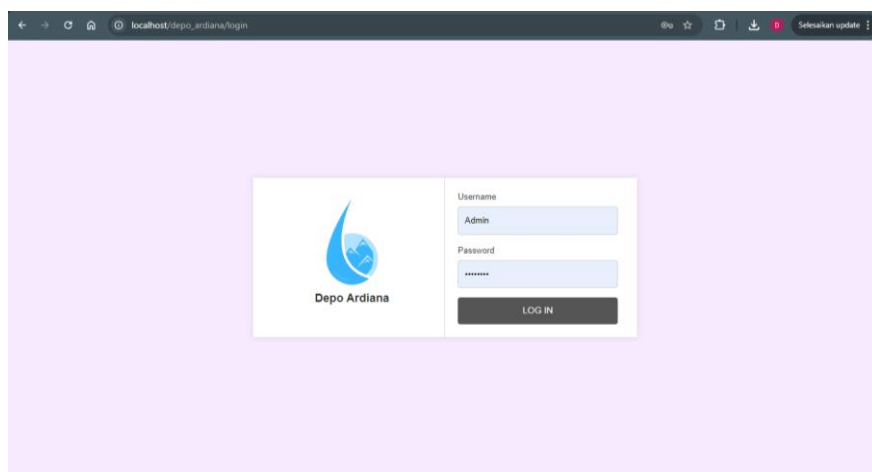
Tabel 2. Evaluasi RMSE Hasil Prediksi

Nama Barang	RMSE
Air Isi Ulang	0.308
Aqua Galon	0.376
Cleo Galon	0.410

Tabel 2 menyajikan nilai Root Mean Square Error (RMSE) untuk berbagai jenis barang, yang mencerminkan tingkat akurasi model terhadap data penjualan. RMSE yang lebih rendah menunjukkan prediksi yang lebih akurat. Dalam tabel ini, nilai RMSE untuk setiap barang berkisar antara 0.308 hingga 0.410, dengan Air Isi Ulang memiliki RMSE terendah, yaitu 0.30, menunjukkan prediksi yang sangat akurat. Secara keseluruhan, RMSE yang rendah di seluruh kategori barang menunjukkan bahwa model yang digunakan dalam sistem prediksi ini memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

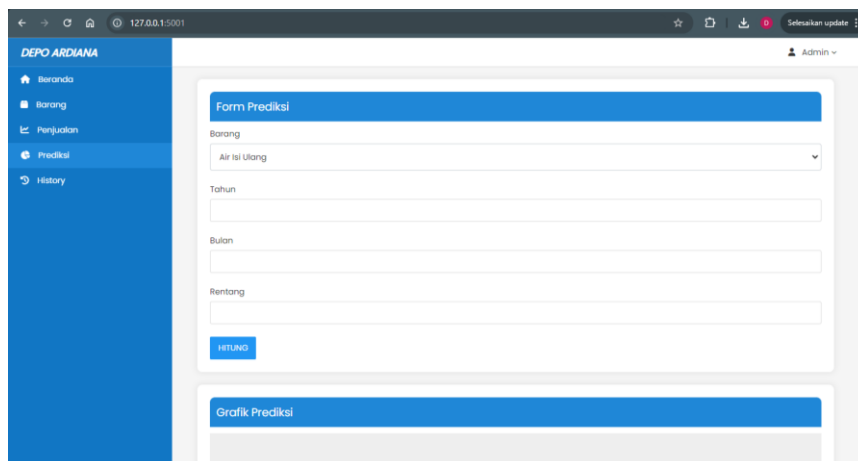
1.8. Tampilan Antarmuka Pengguna

Dalam tampilan antarmuka, desain yang telah dirancang sebelumnya menjadi acuan utama. Setiap elemen visual dan fungsional diatur untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna, memberikan pengalaman pengguna yang optimal, serta memastikan sistem mudah digunakan.



Gambar 4. Tampilan Halaman Login

Gambar 4 pengguna dapat mengakses sistem setelah melakukan login. Fitur ini memastikan bahwa hanya pengguna terdaftar dan terautentikasi yang dapat menggunakan sistem sesuai dengan hak akses yang diberikan. Sistem login dirancang untuk meminimalisasi risiko akses yang tidak sesuai melalui proses autentikasi yang ketat.



Gambar 5. Tampilan Halaman Prediksi

Gambar 5 memperlihatkan menu prediksi dalam sistem. Antarmuka yang intuitif dan terstruktur memudahkan untuk pengguna memasukkan data yang diperlukan dengan tepat dan efisien, sehingga menghasilkan prediksi penjualan yang akurat sesuai kebutuhan. Menu prediksi ini dilengkapi dengan pilihan pengatur jenis barang yang ingin diprediksi, menentukan bulan dan tahun yang ingin dianalisis, serta menetapkan rentang waktu untuk prediksi. Sistem akan memproses data dan menghasilkan prediksi penjualan sesuai dengan parameter yang dimasukkan seperti dapat terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Halaman Grafik Hasil Prediksi

Gambar 6 menampilkan grafik hasil prediksi penjualan Air Isi Ulang dari Juli hingga Desember 2023 menggunakan metode Holt-Winters. Pada grafik, sumbu vertikal (y) menunjukkan jumlah Air Isi Ulang, sementara sumbu horizontal (x) menunjukkan rentang waktu dari Juli hingga Desember 2023. Prediksi ini menunjukkan pola fluktuasi musiman dengan peningkatan dan penurunan penjualan selama periode tersebut. Prediksi memperlihatkan bahwa jumlah penjualan Air Isi Ulang diperkirakan akan meningkat dari bulan Juli hingga September, kemudian akan mengalami penurunan pada bulan Oktober. Pola fluktuasi ini menunjukkan adanya variasi musiman atau faktor lain yang mempengaruhi jumlah Air Isi Ulang selama periode prediksi tersebut.

No	Bulan	Tahun	Barang	Hasil Prediksi
1	7	2023	air_isi_ulang	1259.0
2	8	2023	air_isi_ulang	1330.52
3	9	2023	air_isi_ulang	1363.85
4	10	2023	air_isi_ulang	1353.11
5	11	2023	air_isi_ulang	1376.7
6	12	2023	air_isi_ulang	1330.02

Gambar 7. Tampilan Halaman Tabel Hasil Prediksi

Gambar 7 merupakan tabel hasil prediksi untuk setiap bulan dalam rentang waktu yang ditentukan. Dalam tabel ini, ditampilkan hasil prediksi " Air Isi Ulang " dari bulan Juli hingga Desember 2023. Hasil prediksi tersebut memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami, membantu pengguna dalam mengoptimalkan stok persediaan berdasarkan proyeksi permintaan yang akurat, sehingga meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

1.9. Hasil Pengujian Sistem

Pada bagian ini, metode pengujian Blackbox difokuskan pada evaluasi hasil akhir yang dihasilkan sistem berdasarkan berbagai input yang diberikan. Hasil skenario pengujian sistem yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem

Fitur yang Diuji	Prosedur Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
Login	Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Sistem menerima permintaan Login	Sesuai
Tambah Data Barang	Masukkan data barang dan klik "Simpan"	Data barang baru ditambahkan ke sistem	Sesuai
Edit Data Barang	Ubah data barang dan klik "Simpan"	Perubahan pada data barang tersimpan di sistem	Sesuai
Hapus Data Barang	Klik "Hapus!" pada dialog konfirmasi penghapusan	Data barang dihapus dari sistem	Sesuai
Tambah Data Penjualan	Masukkan data penjualan lalu klik "Simpan"	Data penjualan baru ditambahkan ke sistem	Sesuai
Edit Data Penjualan	Ubah data penjualan, lalu klik "Simpan"	Perubahan data penjualan tersimpan di sistem	Sesuai
Hapus Data Penjualan	Klik "Hapus!" pada dialog konfirmasi penghapusan	Data penjualan dihapus dari sistem	Sesuai
Perhitungan Prediksi	Pilih barang dan masukkan informasi prediksi	Sistem menampilkan grafik hasil prediksi	Sesuai
Cetak Laporan Prediksi	Pilih cetak laporan prediksi	Sistem menampilkan hasil cetak laporan prediksi	Sesuai
Ubah Password	Masukkan password baru, lalu klik "Simpan"	Perubahan pada data password baru tersimpan	Sesuai
Logout	Klik tombol "Logout"	Sistem secara otomatis akan keluar	Sesuai

Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian sistem menggunakan metode Blackbox yang menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan berbagai skenario penggunaan untuk memastikan bahwa fungsi dan kinerja setiap komponen sistem beroperasi dengan baik. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa sistem telah mampu memenuhi semua kriteria yang diperlukan untuk operasional yang optimal, dengan performa yang konsisten dan dapat diandalkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model Holt-Winters bisa digunakan dalam memprediksi penjualan berdasarkan data historis. Prediksi dilakukan dengan menggunakan tiga koefisien yang diperoleh melalui metode iterasi untuk menentukan parameter model. Pada evaluasi model model Holt-Winters dengan menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) menunjukkan bahwa prediksi penjualan untuk delapan barang memiliki nilai akurasi terendah sebesar 0.308, menandakan performa model tersebut sangat baik dalam memprediksi. Selain itu, sistem prediksi penjualan yang dikembangkan dengan menggunakan framework Flask dan Codeigniter mampu menampilkan hasil prediksi mengenai penjualan pada usaha air minum.

5. SARAN

Berdasarkan kesimpulan penelitian, beberapa saran dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efektivitas model dan sistem yang digunakan. Dengan melakukan berbagai konfigurasi parameter dan penyesuaian koefisien, memungkinkan dapat mengeksplorasi peningkatan akurasi model prediksi. Selain itu, pengembangan sistem prediksi yang sudah dibangun dengan framework Flask dan CodeIgniter dapat diperluas dengan menambahkan fitur-fitur tambahan, seperti analisis tren dan peringatan dini. Penambahan fitur ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam kepada pengguna, sehingga mereka dapat mengambil keputusan yang lebih tepat berdasarkan prediksi yang dihasilkan oleh sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Azizah., & Fauziah., 2020, Implementasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Persediaan Barang Dengan Metode Mamdani. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol 5, no 1.
- [2]. Tangahu, S. R., & Koniyo, M. H., 2021, Penerapan Metode DESB dan EOQ untuk Prediksi Penjualan dan Persediaan Mobil. *Jambura Journal of Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 29–43.
- [3]. Ahmar, A. S., Singh, P. K., Ruliana, R., Pandey, A. K., & Gupta, S., 2023, Comparison of ARIMA, SutteARIMA, and Holt-Winters, and NNAR Models to Predict Food Grain in India. *Forecasting*, vol. 5, no. 1, pp. 138–152.
- [4]. Adeyinka, D. A., & Muhajarine, N., 2020, Time series prediction of under-five mortality rates for Nigeria: comparative analysis of artificial neural networks, Holt-Winters exponential smoothing and autoregressive integrated moving average models. *BMC Medical Research Methodology*, vol. 20, no. 1, pp. 1–11.
- [5]. Hansun, S., Charles, V., Indrati, C. R., & Subanar., 2019, Revisiting The Holt-Winters' Additive Method For Better Forecasting. *International Journal of Enterprise Information Systems*, vol. 15 no. 2, pp. 43–57.
- [6]. Navarro, M. M., & Navarro, B. B., 2019, Optimal Short-Term Forecasting Using GA-Based Holt-Winters Method. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, pp. 681–685.
- [7]. Wibowo, D. S., Adytia, D., & Saepudin, D., 2020, Prediction of Tide level by using Holtz-Winters Exponential Smoothing: Case study in Cilacap Bay. *2020 International Conference on Data Science and Its Applications, ICoDSA 2020*, pp. 3–7.

-
- [8]. Mohan, M., Kishore Raja, P. C., Velmurugan, P., & Kulothungan, A., 2023, Holt-Winters Algorithm to Predict the Stock Value Using Recurrent Neural Network. *Intelligent Automation and Soft Computing*, vol. 35, no. 1, pp. 1151–1163.
- [9]. Sari, A. P., Yusono, T., Prasetya, D. A., & Haromainy. M. M. A., 2023, Forecasting System of Wind Speed and Direction by Neural Network. *IEEE Information Tecnology International Seminar (ITIS)*, pp. 18–20.
- [10].J. Vimala dan A. Nugroho., 2022, Forecasting Penjualan Obat Menggunakan Metode Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing (studi Kasus: Apotek Mandiri Medika). *Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 1, no. 2, pp. 90-99.
- [11].Saefudin., Susandi, D., & Nafis, F., 2021, Sistem Peramalan Penjualan Paving Block Menggunakan Metode Single Moving Average. *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 75–81.
- [12].Julastri, B. A., 2024, Pengelolaan Cache pada Aplikasi Pencatatan Penjualan Menggunakan Fuzzy Page Replacement Algorithm. *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 8, no. 2, hal. 404–418.
- [13].Ashari, M. L., & Sadiki, M., 2020, Prediksi Data Transaksi Penjualan Time Series Menggunakan Regresi LSTM. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, vol. 9, no. 1.
- [14].Dewi, N. P., & Listiowarni, I., 2020, Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 2.
- [15].Farosanti, L., Mubarak, H., & Indrianto., 2022, Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan. *JIMP: Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 7, no 1.
- [16].Hastomo, W., Karno, A. S. B., Kalbuana, N., Nisfiani, E., & Lusiana., 2021, Optimasi Deep Learning untuk Prediksi Saham di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 7, no. 2.
- [17].Puspita, D., & Aminah, S., 2022, Implementasi Naïve Bayes Untuk Sistem Prediksi Mahasiswa Berprestasi. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, vol. 8, no. 2.
- [18].Arfida, S., & Waseso, B., 2022, Pengujian Sistem Prediksi Penjualan Makanan dengan Menggunakan Metode Black-Box. *Jurnal Teknika*, vol. 16, no. 2, pp. 289–293.