

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	8

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 3 (2024): July

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i3.1164 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Indonesia's Breakthrough in Optimized Yarn Forecasting for Textile Demand Accuracy

Terobosan Indonesia dalam Peramalan Benang yang Dioptimalkan untuk Akurasi Permintaan Tekstil

Lely Lindyawati, 191020700101@umsida.ac.id, (1)

, Indonesia

Indah Apriliana Sari W, indahapriliana@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvgd88>], Indonesia

Atikha Sidhi Cahyana, Atikhasidhi@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvgd88>], Indonesia

Tedjo Sukmono, Tedjosukmono@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvgd88>], Indonesia

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

PT. XY, a textile company specializing in woven sarongs, faces fluctuating demand during Islamic religious celebrations, impacting production. In Ramadhan 2023, production increased by 30%, but warp yarn availability was insufficient. This study forecasts warp yarn production over twelve periods, comparing Double Exponential Smoothing Holt's (DES) and Holt-Winter's Exponential Smoothing (WES) methods, optimized using the golden section method. Using historical data from January 2021 to April 2023, WES with golden section parameters ($\alpha_1 = 0.67387$, $\beta_1 = 0.08756$, $\gamma_2 = 0.85408$) achieved the best accuracy with a MAPE of 5.5437%. The WES method is recommended for improving production planning at PT. XY, with future research suggested to explore production correlations and procurement costs.

Highlight:

Demand Fluctuation: PT. XY experiences significant demand changes during Islamic religious celebrations.

Forecasting Methods: Comparing DES and WES methods for predicting warp yarn production.

Optimal Accuracy: WES with golden section optimization achieved the lowest MAPE of 5.5437%.

Keyword: Textile Industry, Warp yarn forecasting, Production Planning, Holt-Winter's method, Golden section optimization

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 3 (2024): July

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i3.1164 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

Published date: 2024-06-11 00:00:00

PENDAHULUAN

PT. XY merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri tekstil berupa sarung tenun. Perusahaan membagi alur produksi menjadi beberapa departemen, salah satunya adalah departemen persiapan bahan baku. Departemen ini bertugas untuk mengolah *raw material* menjadi bahan setengah jadi berupa benang lusi, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan sarung tenun. Benang lusi adalah gulungan benang dalam *beam* yang telah dilapisi oleh campuran kimia dan kanji, serta disusun vertikal dan sejajar dengan mesin tenun[1].

Berdasarkan data yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik (BPS) industri pakaian dan tekstil tercatat mengalami pertumbuhan 9,34% pada tahun 2022, hingga pada kuartal keempat terjadi penurunan sebesar 1,02% % [2]. Meskipun begitu, permintaan pada industri ini diperkirakan akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2023. Fakta tersebut selaras dengan apa yang sedang terjadi di PT. XY. Perusahaan sering mengalami situasi dimana terjadi fluktuasi permintaan, seperti bulan ramadhan atau hari-hari besar islam lainnya. Hal ini tentu berdampak pada kegiatan produksi yang terjadi di perusahaan. Pada bulan ramadhan 2023, perusahaan mencatat kenaikan produksi hingga 30%. Setelahnya, produksi terus mengalami fluktuasi hingga pada akhir kuartal pertama produksi benang lusi meningkat sebesar 20% dibandingkan tahun 2022. Pada kondisi ini, jumlah persediaan benang lusi sebagai bahan baku utama belum mampu memenuhi permintaan.

Persediaan merupakan stok yang digunakan dalam kegiatan produksi guna memenuhi permintaan konsumen, seperti *raw material*, bahan setengah jadi, dan produk jadi [3]. Persediaan menjadi hal yang krusial dalam kegiatan produksi[4], termasuk pada produksi sarung. Perusahaan akan dihadapkan pada resiko berupa kehilangan keuntungan apabila persediaan tidak mencukupi dan keinginan konsumen tidak dapat terpenuhi[5]. Produksi yang berlebihan juga akan berdampak pada membengkaknya biaya simpan, sehingga menimbulkan kerugian. Oleh karena itu, dilakukan peramalan hasil produksi untuk memenuhi persediaan serta mengendalikan fluktuasi permintaan tanpa menimbulkan penimbunan produk yang akan melebihi kapasitas perusahaan.

Peramalan adalah sebuah langkah dalam merencanakan dan menentukan sikap dalam menghadapi situasi ke depan dengan lebih baik dan terperinci[6]. Dengan melibatkan data historis pada periode sebelumnya, peramalan dapat dijadikan sebagai alat untuk mendukung keputusan dengan melibatkan dugaan atau prediksi tentang apa yang mungkin terjadi di masa mendatang[7]. Terdapat beberapa metode dalam peramalan, salah satunya adalah *time series forecasting* (peramalan deret waktu). Peramalan deret waktu adalah peramalan yang didasarkan pada data yang berubah dari waktu ke waktu[8]. Adapun tahapan dalam melakukan peramalan yaitu perumusan masalah, pengumpulan data, menganalisis data, memilih model ramalan, memverifikasi model peramalan, peramalan, dan memvalidasi akurasi peramalan[9]. *Double Exponential Smoothing Holt's(DES)* dan *Holt-Winter's Exponential Smoothing(WES)* adalah dua contoh model peramalan dengan seri waktu. DES *Holt's* menggunakan dua parameter pemulusan level (α) dan *trend* (β), sedangkan WES menambahkan parameter pemulusan γ sehingga cocok digunakan untuk pola data musiman[8].

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dalam menentukan model peramalan terbaik[10], peramalan penjualan songkok[4], memprediksi dan memberikan masukan ketika terjadi pertambahan jumlah[11], dan pergerakan harga[12]. Keempatnya menghasilkan metode WES merupakan model terbaik yang dapat diterapkan dalam peramalan. Pendekatan berbeda dilakukan pada penelitian ini, karena baik metode DES maupun WES tidak memberikan metode untuk mendapatkan parameter pemulusan yang optimal sehingga teknik *trial and error* digunakan dalam menentukan parameter pemulusan. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode optimasi algoritma *golden section* akan diintegrasikan dengan metode DES dan WES, dengan tujuan untuk mempersingkat waktu serta mendapatkan nilai akurasi peramalan yang lebih baik. Penelitian serupa dengan kombinasi metode DES dan *golden section* pernah dilakukan oleh Yani untuk memprediksi angka NTPT di Kalimantan Timur yang menghasilkan tingkat akurasi sangat baik[13].

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi produksi benang lusi dalam dua belas periode mendatang dengan mengevaluasi serta membandingkan rata-rata tingkat kesalahan absolut (MAPE) dari dua metode peramalan deret waktu, yaitu *Double Exponential Smoothing Holt's* dan *Holt-Winter's Exponential Smoothing* yang akan dikombinasikan dengan metode optimasi *golden section*.

METODE

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif analisis dengan tujuan untuk mendeskripsikan dan memebrikan gambaran terhadap masalah atau objek penelitian yang diangkat. Berikut adalah alur penelitian dalam meramalkan produksi benang lusi di PT. XY, seperti yang terlihat pada gambar 1.

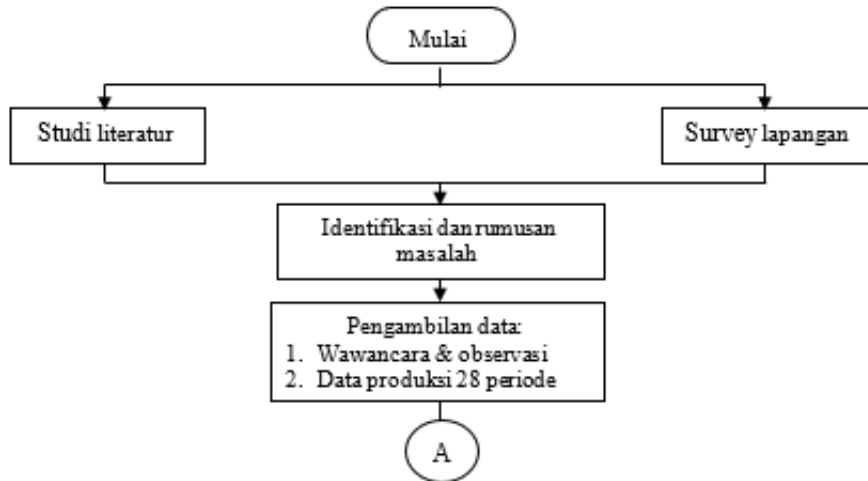


Figure 1.

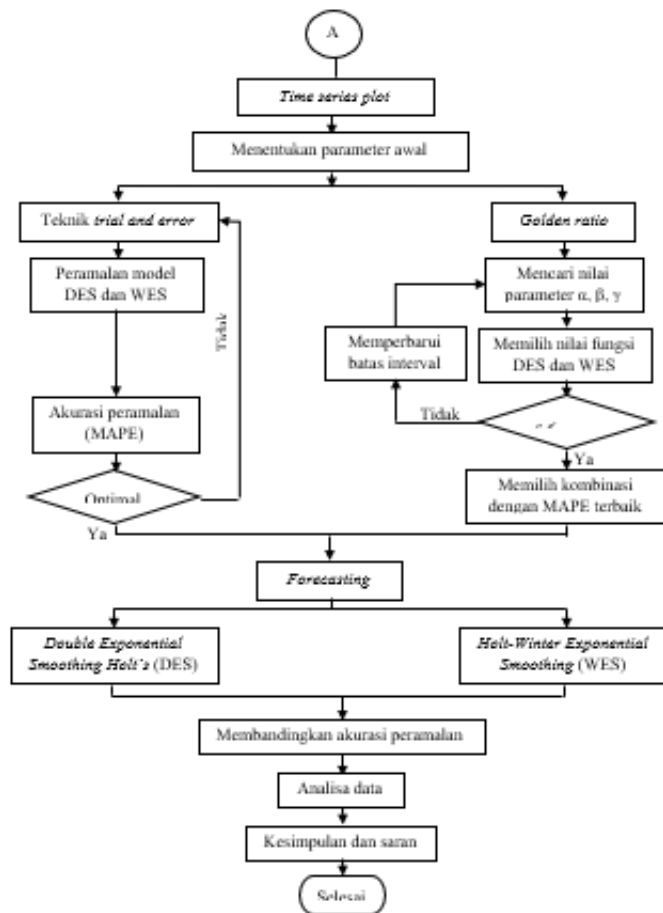


Figure 2. Diagram Alir Penelitian

A. Business Understanding

Pada tahapan ini dilakukan pengamatan secara langsung di perusahaan untuk mengidentifikasi hambatan atau permasalahan yang terjadi. Kemudian, ditemukan bahwa perusahaan masih belum melakukan metode peramalan dalam perencanaan produksi, sehingga terjadi kendala dalam persediaan bahan setengah jadi yang membuat kegiatan produksi terhambat. Adapun data historis yang digunakan adalah data produksi periode Januari 2021 – April 2023.

B. Time Series Plot

Data *time series* atau runtun waktu dibutuhkan dalam melakukan peramalan[14]. Oleh karena itu, pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data melalui wawancara untuk kemudian dipetakan dalam bentuk grafik *time series*. Tujuannya adalah untuk mendeskripsikan dan menggambarkan pola data historis yang ada apakah mengandung unsur *trend* atau *seasonal*[8].

C. Memilih Parameter Pemulusan

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan parameter pemulusan α , β untuk DES dan α , β , γ untuk WES dengan interval $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$. Pada penelitian ini, parameter pemulusan akan dipilih dengan dua cara, yaitu teknik *trial and error* dan algoritma *golden section*. Pembaruan parameter akan terus dilakukan sampai mencapai nilai akurasi yang diinginkan. Jika teknik *trial and error* hanya menggunakan intuisi dan pemilihan *random* dalam menentukan parameter, sebaliknya optimasi *golden section* menyediakan persamaan dan kriteria untuk mengeliminasi daerah batas[15] sehingga dapat ditemukan titik minimum dari fungsi dengan lebih cepat. Berikut adalah tahapan dan kriteria *golden section* yang akan digunakan.

1. Menentukan *golden ratio* (r) dan interval awal parameter.

$$r = 0,61803(1)$$

2. Menentukan batas bawah (a), batas atas (b), dan batas henti iterasi yang menunjukkan tingkat ketelitian (ϵ) = 0,0001.

3. Menentukan nilai x_1 dan x_2 .

$$x_1 = (r)(a) + (1 - r)(b) (2)$$

$$x_2 = a + b - x_1(3)$$

4. Substitusi nilai x_1 dan x_2 ke dalam fungsi tujuan $f(x)$.

5. Membandingkan nilai $f(x_1)$ dan $f(x_2)$, serta mengeliminasi batas interval sesuai dengan kriteria *golden section*. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan nilai minimum, maka kriteria yang berlaku: jika $f(x_1) > f(x_2)$ maka daerah minimasi terletak di antara x_1 dan b , sehingga a akan diubah menjadi x_1 baru dan b tetap. Jika $f(x_1) < f(x_2)$ maka daerah minimasi terletak di antara a dan x_2 , dengan demikian a tetap dan b diganti menjadi x_2 baru[16].

6. Melakukan pembaruan batas interval dengan mengulangi langkah 3 sampai 6 hingga didapatkan nilai konvergensi $||b - a|| \leq \epsilon$. [17]

D. Forecasting

Pada tahapan ini akan dilakukan peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing Holt's* (DES) dan *Holt-Winter's Exponential Smoothing* (WES) untuk memprediksi produksi benang lusi selama 12 periode ke depan. Proses inialisasi metode DES memerlukan dua pemulusan *trend*, yaitu α untuk L_t dan β untuk pemulusan *trend* T_t [18], sedangkan metode WES menambahkan faktor musiman atau *seasonal* (γ) dalam pemulusannya[8]. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam model *Double Exponential Smoothing Holt's* (DES).

$$L_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})(4)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}(5)$$

$$F_{t+m} = L_t + T_t(m)(6)$$

$$T_1 = x_2 - x_1(7)$$

Keterangan:

L_t = pemulusan level.

L_{t-1} = pemulusan level periode t-1.

X_t = data aktual.

T_t = *trend smoothing*.

T_{t-1} = *trend smoothing* periode t-1.

α , β = parameter pemulusan ($0 < \alpha, \beta < 1$).

F_{t+m} = forecasting.

Berikut adalah tahapan dan persamaan yang digunakan dalam peramalan model *Holt-Winter's Exponential Smoothing* (WES).

1. Inisialisasi peramalan.

$$L_t = (x_1 + x_2 + \dots + x_t) / t \quad (8)$$

$$T_t = (9)$$

$$I_t = \dots \quad (10)$$

2. Menentukan pemulusan level, *trend*, dan musiman.

$$L_t = \alpha + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (12)$$

$$I_t = \gamma + (1 - \gamma) I_{t-1} \quad (13)$$

3. *Forecast*.

$$F_{t+m} = (S_t + mT_t)I_{t-L+m} \quad (14)$$

Keterangan:

α = level smoothing.

β = trend smoothing.

γ = seasonal smoothing.

X_t = data periode ke-t.

L_t = nilai level periode t.

I_t = nilai musiman.

T_t = nilai *trend*.

m = jumlah periode yang akan diramalkan.

F_{t+m} = forecasting.

E. Akurasi Peramalan

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi terhadap keakuratan hasil peramalan metode DES dan WES. Akurasi peramalan dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Tingkat akurasi peramalan terbaik dinilai dengan cara melihat kriteria indeks *error* [19] atau kriteria persentase MAPE pada tabel 1 [20] dengan persamaan:

$$MAPE = 100\% \quad (15)$$

Keterangan:

= nilai x periode ke-t.

= peramalan periode ke-t.

n = banyaknya data.

MAPE	Tingkat Akurasi
<10%	Sangat baik
10-20%	Baik
20-50%	Cukup
>50%	Buruk

Table 1. *Kriteria Akurasi Peramalan*

F. Membandingkan Akurasi Peramalan

Pada tahap ini hasil akurasi peramalan yang didapatkan dari metode DES dan WES teknik *trial and error* akan dibandingkan dengan hasil akurasi peramalan yang didapatkan dari metode DES dan WES kombinasi *golden section*. Kemudian, dipilih metode terbaik yang akan digunakan untuk memberikan usulan kepada perusahaan terkait dengan hasil peramalan produksi benang lusi 12 periode ke depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Time Series Plot

Grafik *time series* dari data produksi benang lusi di PT. XY periode Januari 2021 sampai April 2023 dapat dilihat pada gambar 2. Pemetaan data dalam bentuk grafik bertujuan untuk memvisualisasikan pola data historis sehingga memudahkan untuk memilih metode peramalan yang sesuai[8].

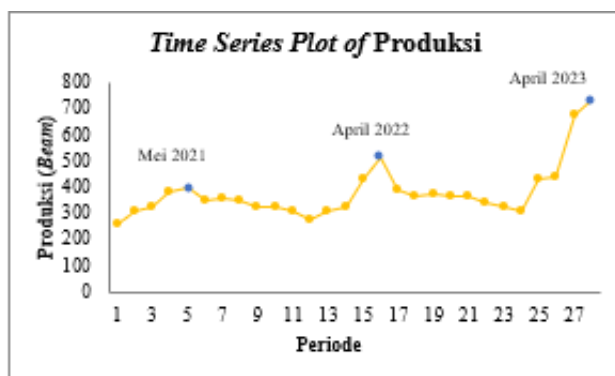


Figure 3. *Grafik Time Series Produksi*

Berdasarkan pada gambar di atas, dapat diketahui bahwa grafik membentuk pola *trend* dan musiman. Hal ini ditandai dengan adanya peningkatan produksi yang terjadi secara periodik pada bulan-bulan tertentu. Produksi tertinggi terjadi pada periode 5 (Mei 2021), periode 16 (April 2022), dan periode 27 (April 2023), yakni pada saat perayaan Idul Fitri. Oleh karena itu, analisa peramalan dapat dilakukan dengan metode DES *Holt's* dan WES[9].

B. Peramalan dengan Pemilihan Parameter Teknik *Trial and Error*

Metode yang digunakan untuk meramalkan produksi benang lusi, yaitu *Double Exponential Smoothing Holt's* dan *Holt-Winter's Exponential Smoothing*. Parameter pemulusan α , β , dan γ ditentukan melalui teknik *trial and error*. Pemilihan parameter dengan teknik ini mengacu pada intuisi dan berapa banyak kombinasi yang mungkin dapat dibentuk dari masing-masing parameter.

1. *Double Exponential Smoothing Holt's* (DES)

Hasil perhitungan MAPE untuk metode DES dengan parameter α dan β yang diperoleh dari teknik *trial and error*. Sehingga didapatkan jumlah iterasi dan kombinasi parameter pemulusan yang dapat dibentuk adalah 81 iterasi, seperti yang terlihat pada gambar 3.

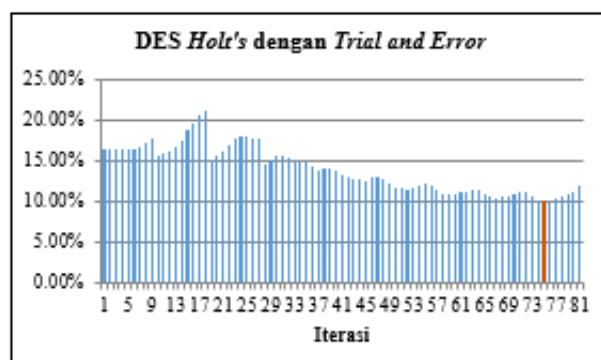


Figure 4. MAPE Metode DES Holt's Teknik Trial and Error

Parameter pemulusan α dan β yang dikombinasikan merupakan angka-angka yang berada di antara batas interval $[0,1]$ yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9, sehingga didapatkan total 81 kombinasi yang mungkin. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan parameter terbaik metode DES Holt's adalah pada iterasi ke-75 dengan $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,3$ dan nilai MAPE 9,95%.

2. Holt-Winter's Exponential Smoothing (WES)

Hasil perhitungan MAPE untuk metode WES dengan parameter α , β , dan γ yang didapatkan dengan teknik *trial and error*, seperti yang disajikan pada gambar 4.

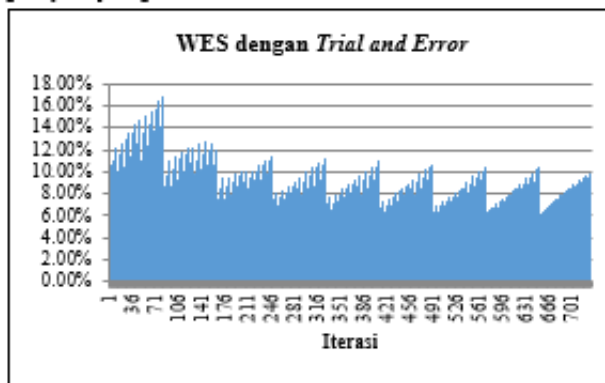


Figure 5. MAPE Metode WES Teknik Trial and Error

Sama halnya dengan metode DES, metode WES dengan teknik *trial and error* juga mengombinasikan parameter pemulusan α , β , dan γ yang berada di antara $[0,1]$. Dengan menggunakan tiga parameter tersebut, maka didapatkan sebanyak 729 kombinasi yang mungkin dapat dibentuk. Berdasarkan pada gambar 4, diketahui bahwasannya parameter terbaik metode WES dengan teknik *trial and error* didapatkan pada iterasi ke-487 dengan $\alpha = 0,7$, $\beta = 0,1$, dan $\gamma = 0,1$ dan nilai MAPE sebesar 5,83%.

C. Peramalan dengan Optimasi Golden Section

Pada tahap ini, langkah pertama yang harus dilakukan sebelum peramalan dengan metode DES Holt's dan WES adalah menentukan parameter pemulusan terbaik pada masing-masing metode melalui perhitungan optimasi *golden section* dengan menggunakan persamaan (2) dan (3). Iterasi akan terus dilakukan hingga mencapai batas ketelitian (ϵ) yang telah ditetapkan sebelumnya [17].

1. Double Exponential Smoothing Holt's (DES) dengan Golden Section

Peramalan metode DES Holt's diawali dengan optimasi *golden section* yang dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel dengan interval awal $[0,1]$ pada iterasi 1 dan batas berhentinya toleransi $\epsilon = 0,0001$. Nilai interval akan terus diperbarui dengan mengikuti kriteria *golden section*. Setelah ditemukan semua kombinasi dari parameter pemulusan, maka akan ditentukan parameter optimal yang didasarkan pada nilai MAPE terkecil. Hasil perhitungan DES Holt's dengan optimasi *golden section* disajikan pada tabel 2.

Iterasi	α	β	b - a	MAPE (%)
1	0,381966	0,381966	1	10,55690
2	0,618034	0,763932	0,6180	10,03986
3	0,763932	0,854102	0,3820	10,25874
4	0,90983	0,90983	0,2361	10,55779
...
...
19	0,837561	0,839669	0,0002	10,38346
20	0,837602	0,839678	0,0001	10,38349

Table 2. Hasil Perhitungan Metode DES Holt's dengan Optimasi Golden Section

Perhitungan berhenti pada iterasi ke-20, karena nilai $0,0001 \leq \epsilon$. Berdasarkan tabel 2, didapatkan MAPE minimum untuk metode DES Holt's dengan optimasi *golden section* adalah pada iterasi ke-2 dengan kombinasi parameter $\beta = 0,763932$ dan $\alpha = 0,618034$ yaitu sebesar 10,038986%. Gambar 5 menunjukkan visualisasi nilai MAPE yang

dihasilkan pada optimasi *golden section* dengan fungsi tujuan DES *Holt's* dari iterasi 1 sampai 20. Grafik menunjukkan bahwa semakin mendekati nilai konvergensi $||b-a||$, selisih standar *error* yang dihasilkan tidak terlampau jauh, sehingga iterasi sudah selesai dan sudah dianggap optimal[17].

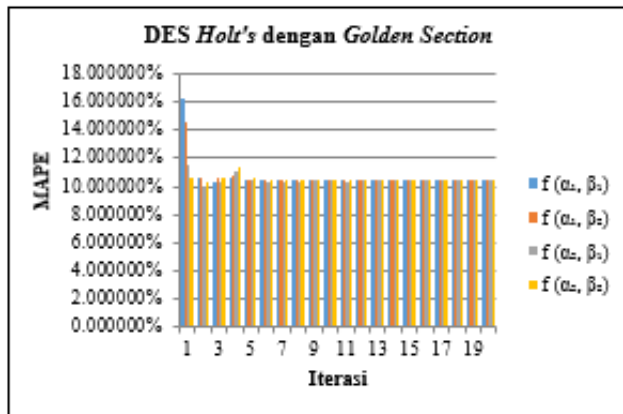


Figure 6. MAPE Metode DES *Holt's* dengan Optimasi *Golden Section*

2. Holt-Winter's Exponential Smoothing (WES) dengan *Golden Section*

Peramalan metode WES diawali dengan optimasi *golden section* yang dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel* dengan interval awal α , β , dan γ adalah $[0,1]$ dan batas toleransi berhentinya iterasi $\epsilon = 0,0001$. Interval akan terus diperbarui mengikuti kriteria *golden section*. Selanjutnya, parameter akan disubstitusikan ke dalam fungsi WES (8) sampai (13), kemudian akan ditentukan parameter optimal yang didasarkan pada perhitungan MAPE pada semua kombinasi yang telah dibentuk. Hasil perhitungan MAPE metode WES dengan optimasi *golden section* disajikan pada tabel 3.

Iterasi	α	β	γ	b - a	MAPE (%)
1	0,61803	0,38197	0,68103	1	6,32692
2	0,61803	0,23607	0,76393	0,6180	5,77108
3	0,61803	0,1459	0,76393	0,3820	5,68102
4	0,67376	0,09017	0,76393	0,2361	5,59870
...
...
19	0,67387	0,08758	0,85406	0,0002	5,54308
20	0,67387	0,08756	0,85408	0,0001	5,54307

Table 3. Hasil Perhitungan Metode WES dengan Optimasi *Golden Section*

Berdasarkan tabel 3, didapatkan MAPE minimum metode WES dengan *golden section* berada pada iterasi 20 dengan kombinasi parameter optimal $\alpha_1 = 0,67387$, $\beta_1 = 0,08756$, dan $\gamma_2 = 0,85408$ yaitu sebesar 5,543075%. Grafik hasil perhitungan MAPE dari iterasi 1 sampai 20 disajikan pada gambar 6. Visualisasi nilai MAPE pada gambar 6 menunjukkan bahwa semakin mendekati tingkat ketelitian, selisih *error* dari masing-masing iterasi tidak terlampau jauh. Sehingga optimasi dengan jumlah 20 iterasi sudah cukup untuk memilih parameter terbaik.

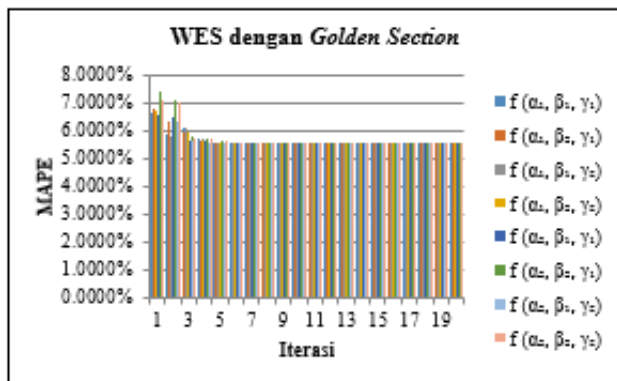


Figure 7. MAPE Metode WES dengan Optimasi Golden Section

D. Perbandingan Akurasi Peramalan

Perbandingan nilai akurasi peramalan MAPE pada metode *Double Exponential Smoothing Holt's* (DES) dan *Holt-Winter's Exponential Smoothing* (WES) dengan atau tanpa optimasi parameter *golden section* dapat dilihat pada tabel 4.

Metode Peramalan	MAPE Minimum
Double Exponential Smoothing Holt's dengan trial and error	9,95%
Holt-Winter's Exponential Smoothing dengan trial and error	5,83%
Double Exponential Smoothing Holt's dengan golden section	10,039%
Holt-Winter's Exponential Smoothing dengan golden section	5,5437%

Table 4. Akurasi Peramalan (MAPE)

Menilai tingkat akurasi peramalan adalah hal yang penting untuk dilakukan, karena hal tersebut akan berdampak pada proses pengambilan keputusan[21]. Berdasarkan pada tabel 4, dapat dilihat bahwa perhitungan standar *error* peramalan yang dihasilkan oleh teknik *trial and error* dan optimasi *golden section* tidak berbeda jauh, namun kombinasi peramalan dengan optimasi *golden section* masih lebih baik dalam menentukan parameter pemulusan optimal[22]. Metode WES dengan optimasi *golden section* menghasilkan nilai MAPE terbaik, yaitu sebesar 5,543075%. Oleh karena itu, metode ini dipilih untuk memprediksi produksi benang lusi selama 12 periode mendatang.

E. Peramalan *Holt-Winter's Exponential Smoothing* (WES)

Parameter pemulusan yang digunakan untuk peramalan produksi benang lusi adalah parameter optimum yang diperoleh dengan optimasi *golden section*. Periode yang akan diramalkan adalah periode ke-29 sampai 40 seperti yang disajikan pada tabel 5.

Tahun	Bulan	Forecast (Beam)	Tahun	Bulan	Forecast (Beam)
2023	Mei	708,33	2024	Januari	734,09
	Juni	697,75		Februari	761,42
	Juli	744,82		Maret	949,06
	Agustus	744,93		April	1028,32
	September	725,47		Mei	
	Oktober	724,92		Juni	
	November	717,07		Juli	
	Desember	670,02		Agustus	

Table 5. Hasil Peramalan WES dengan Golden Section

Berdasarkan pada tabel 5, dapat diketahui bahwa produksi tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan Maret dan April 2024 yang bertepatan pada bulan Ramadhan dan Syawal. Hasil peramalan tersebut dapat dijadikan dasar dalam merencanakan kegiatan produksi benang lusi untuk dua belas periode mendatang.

Kesimpulan

Metode *Holt-Winter's Exponential Smoothing* dengan optimasi parameter *golden section* adalah metode terbaik untuk memprediksi produksi benang lusi selama 12 periode ke depan. Metode tersebut dipilih setelah membandingkan nilai MAPE terkecil dari metode DES dan WES. Hasilnya, metode *Holt-Winter's Exponential Smoothing* dengan kombinasi *golden section* memiliki MAPE minimum sebesar 5,5437% dengan kombinasi parameter $\alpha_1 = 0,67387$, $\alpha_2 = 0,08756$, dan $\alpha_3 = 0,85408$. Nilai MAPE yang dihasilkan metode ini masuk dalam kategori <10%, sehingga dapat diartikan tingkat akurasi peramalan metode WES dengan kombinasi *golden section* adalah sangat baik. Penggunaan teknik *trial and error* pada metode WES juga menghasilkan nilai MAPE yang masuk dalam kategori sangat baik. Akan tetapi, penggunaan teknik *trial and error* membutuhkan iterasi yang lebih banyak serta waktu yang lebih lama untuk mendapatkan parameter terbaik.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya dapat mempelajari lebih mendalam terkait studi kasus peramalan produksi. Apakah ada korelasi antara kegiatan produksi dan faktor lain dalam perusahaan yang mungkin berpengaruh terhadap jumlah produksi. Selain itu, penelitian berikutnya juga dapat mempertimbangkan biaya pengadaan, sehingga diharapkan hasil penelitian akan menguntungkan perusahaan.

References

1. E. Apriyanty and F. Desiyanto, "Pengaruh Sudut Timing Main Nozzle Terhadap Putus Benang Pakan Polyester 100% 30/2 Dtex di Mesin Air Jet Loom Merk Toyota T-810," 2020.
2. W. Islamiati, "Pertumbuhan Semu Industri Tekstil, PHK Masih Terus Berlanjut," *bisnis.com*, 2023. [Online]. Available: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20230209/257/1626312/pertumbuhan-semu-industri-tekstil-phk-masih-terus-berlanjut>. [Accessed: Feb. 3, 2023].
3. M. Ayub Ardirakhmanto, S. Rahayuningsih, and A. Komari, "Persediaan Bahan Baku Pada 'Medali Mas' Kediri," *J. Ilm. Mhs. Tek. Ind. Univ. Kadiri*, vol. 2, no. 2, pp. 75-83, 2020.
4. A. Rufaidah and A. Effindi, "Perbandingan Peramalan Dengan Metode Eksponensial Smoothing dan Winter Multiplicative Seasonality pada Data Penjualan Songkok Nasional UMKM di Kabupaten Gresik," 2019.
5. Q. A. Mahmuda, W. Sari, and D. Agustin, "Analisis Pengendalian Internal Persediaan Bahan Baku terhadap Aktivitas Produksi," *Jurnal Mahasiswa Akuntansi (JAMAK)*, vol. 1, no. 1, pp. 11-19, 2019.
6. F. Ahmad, "Penentuan Metode Peramalan Pada Produksi Part New Granada Bowl St di PT.X," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 31, May 2020.
7. N. P. Dewi and I. Listiowarni, "Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan," 2019.
8. R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, "Forecasting: Principles and Practice," 2014. [Online]. Available: <https://otexts.com/fpp3/>. [Accessed: Feb. 3, 2023].
9. D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Wiley Series in Probability and Statistics*. Hoboken, NJ: Wiley, 2008.
10. G. A. N. Pongdatu and E. Abinowi, "Peramalan Transaksi Penjualan Dengan Metode Holt-Winter's Exponential Smoothing," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 100-110, 2018.
11. A. D. Pramesti, M. Jajuli, B. N. Sari, and F. I. Komputer, "Implementasi Metode Double Exponential Smoothing dalam Memprediksi," *ULTIMATICS*, vol. XII, no. 2, p. 95, 2020.
12. A. Muchayan, "Comparison of Holt and Brown's Double Exponential Smoothing Methods in The Forecast of Moving Price for Mutual Funds," *J. Appl. Sci. Eng. Technol. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 183-192, Dec. 2019.
13. T. Anggre, R. Yani, S. Wahyuningsih, and D. M. Siringoringo, "Optimasi Parameter Pemulusan Pada Metode Peramalan Double Exponential Smoothing Holt Menggunakan Golden Section," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 13, no. 1, pp. 1-15, 2020.
14. M. I. Wiladibrata and N. A. Komara Rifai, "Peramalan Produksi Mobil Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dengan Algoritma Golden Section," *Bandung Conference Series: Statistics*, vol. 2, no. 2, pp. 507-511, Aug. 2022.
15. N. Walida, S. Wahyuningsih, and F. Amijaya, "Pemilihan Parameter Optimum Menggunakan Exponential Smoothing dengan Metode Golden Section untuk Peramalan Jumlah Titik Panas di Kalimantan Timur," *Jambura Journal of Probability and Statistics*, vol. 2, no. 2, pp. 75-85, Nov. 2021.
16. S. C. Chapra and R. P. Canale, *Numerical Methods for Engineers*, 8th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2020.
17. J. Mantik, I. M. D. P. Asana, I. M. D. Kurniadi, S. A. Dwipayani, and K. J. Atmaja, "Forecasting Production with Holt-Winters Method in East Kalimantan," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 14, no. 1, pp. 1603-1611, 2022.
18. Y. I. Ajunu, N. Achmad, and M. R. F. Payu, "Perbandingan Metode Autoregressive Integrated Moving Average dan Metode Double Exponential Smoothing dari Holt dalam Meramalkan Nilai Impor di Indonesia," *Jambura Journal of Probability and Statistics*, vol. 1, no. 1, pp. 37-46, May 2020.
19. H. Apriliana, R. T. Purba, and A. K. Nugraha, "TTL & Monte Carlo Simulation for Inventory Optimization," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 4, pp. 12-19, 2022.
20. T. R. Radamuri, C. K. Ekowati, and O. E. Nubatonis, "Perbandingan Metode Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing pada Peramalan Garis Kemiskinan Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, vol. 10, no. 2, pp. 99-110, 2022.
21. T. Syifahati, A. Triska, and J. Nahar, "Forecasting the Indonesian Coffee Production and Consumption Using the Modified Golden Section Search to Estimate the Smoothing Parameters," *Jurnal Matematika Integratif*, vol. 19, no. 1, p. 41, Jun. 2023.
22. I. D. Febrianti, M. Hani'ah, U. D. Rosiani, and P. Studi, "Optimasi Double Exponential Smoothing menggunakan Metode Golden Section untuk Peramalan Penjualan Sparepart," *Seminar Nasional Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 55-62, 2021.