

Optimasi *Golden Section* pada Metode *Double Exponential Smoothing* untuk Meramalkan Indeks Harga Konsumen di Indonesia

ZUMROTUL MUALLIFAH¹, WIKA DIANITA UTAMI², HANI KHAULASARI³,
M. LAIL KURNIAWAN⁴

^{1,2,3}) Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
Surabaya, Indonesia

⁴) Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pasuruan, Indonesia
e-mail: wikadianita@uinsby.ac.id

ABSTRAK

Indeks Harga Konsumen (IHK) dapat digunakan sebagai indikator ekonomi dan ukuran tingkat biaya produksi, serta berguna dalam memantau tingkat kenaikan harga dan pendapatan. Pemerintah perlu secara berkala menyesuaikan kebijakan inflasi IHK untuk menjaga stabilitas situasi ekonomi rakyat, mengingat tingkat inflasi IHK berubah setiap bulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter dan melakukan peramalan IHK untuk periode November 2022 hingga Oktober 2023 menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dengan optimasi parameter menggunakan metode *Golden Section*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 0,8140406%, dengan nilai parameter optimal sebesar 0,9957141 dan 0,0127842. Peramalan menunjukkan tingkat stabilitas yang baik dari bulan November 2022 hingga Oktober 2023.

Kata Kunci: *Double Exponential Smoothing, Golden Section, IHK, Optimisasi Parameter.*

ABSTRACT

The Consumer Price Index (CPI) can be used as an economic index and a measure of production costs, and it is useful for examining price increases and income levels. The government needs to periodically adjust CPI inflation policies to ensure the stability of the people's economy since the CPI inflation rate changes every month. The research aims to obtain optimized parameter results and forecasts for the CPI from November 2022 to October 2023 using the Golden Section parameter optimization in Double Exponential Smoothing Holt. The research results using the Double Exponential Smoothing Holt method and Golden Section parameter optimization show an MAPE value of 0.8140406% and parameter values of 0.9957141 and 0.0127842. The forecasted results indicate a stable trend from November 2022 to October 2023.

Kata Kunci: *Double Exponential Smoothing, Golden Section, CPI, Parameter Optimization.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu indikator untuk mengukur keberhasilan pengendalian inflasi merupakan indeks harga konsumen (IHK) (Mukron *et al.*, 2021). IHK memberikan gambaran kondisi ekonomi secara umum (Afiyah and Wijaya, 2018). IHK menunjukkan perbandingan harga untuk berbagai barang dan jasa yang biasanya dibeli rumah tangga selama periode waktu tertentu (Dewi, Adikara and Adinugroho, 2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi IHK juga memiliki dampak terhadap tingkat inflasi, menunjukkan bahwa IHK dan inflasi memiliki hubungan yang saling terkait (Fengki, Notodiputro and Sadik, 2020). Beberapa faktor yang memengaruhi IHK meliputi korelasi permintaan dan penawaran, nilai tukar mata uang, inflasi mitra dagang, harga komoditas internasional, serta ekspektasi inflasi yang diharapkan oleh pelaku pasar (Indonesia, 2020). Analisis IHK diperlukan di Indonesia karena perubahan IHK dapat menginformasikan tingkat harga barang dan jasa yang dibeli oleh masyarakat. Indeks harga konsumen (IHK) dapat digunakan baik sebagai indeks ekonomi maupun sebagai indikator tingkat biaya produksi. CPI berguna dalam melihat tingkat pendapatan dan kenaikan harga (Sumantri and Latifah, 2019).

Saat ini di Indonesia telah terjadi kenaikan inflasi salah satunya dipicu oleh adanya pandemi Covid-19 dimana inflasi di Indonesia pada triwulan I tahun 2022 sudah mencapai 1,2% (year to date) selama 3 bulan terakhir. Apabila dibandingkan dengan tahun 2021, jumlah inflasi tersebut telah 3 kali lipat lebih besar. Adanya kenaikan inflasi menjadikan turunnya nilai mata uang (Sayekti, 2022). Salah satu tanda kenaikan inflasi yang mempengaruhi pertumbuhan IHK adalah kenaikan harga BBM. Harga BBM seperti LPG, Pertamina, Solar dan Paltalite mengalami kenaikan (Haryono, 2022). Peningkatan harga BBM tidak hanya disebabkan oleh naiknya inflasi tetapi juga disebabkan peningkatan harga pada mayoritas indeks golongan pengeluaran, yakni golongan minuman, makanan, serta tembakau sebesar 1,77 % (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022c). IHK melonjak dipengaruhi oleh pemulihan sisi permintaan bersamaan dengan kenaikan mobilitas masyarakat di tengah harga global yang makin menekan serta peningkatan berbagai komoditas barang serta jasa, terutama peningkatan inflasi barang atau jasa serta peningkatan pangan yang disebabkan oleh cuaca (Makro, 2022).

Pada tahun ini tingkat inflasi IHK memperlihatkan kecenderungan yang terus meningkat. Hal ini, perlu diwaspadai karena memicu terjadinya pemindahan inflasi impor akibat tingginya tekanan harga global yang berakibat pada naiknya harga impor dari luar negeri (Makro, 2022). Perubahan tingkat inflasi IHK akibat dari perekonomian global yang sedang menghadapi *turbulence* dan ketidakpastian menyebabkan pemerintah menyesuaikan kebijakan tingkat inflasi IHK agar kondisi ekonomi masyarakat tetap stabil (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI, 2022). Dalam perkembangan perekonomian, perencanaan sangat penting karena waktu yang dibutuhkan untuk membuat keputusan dapat bervariasi dari tahun ke hari atau bahkan berjam-jam. (Nabilah, Nasution and Purnamasari, 2022). Perencanaan untuk mendukung aktivitas sosial ekonomi di Indonesia salah satunya adalah peramalan.

Peramalan dapat dikatakan sebagai pembuatan asumsi tentang peristiwa masa depan. Menurut Afiah dan Wijaya prosedur peramalan dilakukan dengan menerapkan proses-proses tertentu untuk menganalisis data historis dari masa lalu hingga masa kini (Afiah and Wijaya, 2018). *Double Exponential Smoothing Holt* merupakan pendekatan untuk peramalan. Dengan memperhatikan tren saat ini, strategi ini digunakan untuk memuluskan data dan mengantisipasi data yang akan datang. Gaya peramalan ini menggunakan data historis untuk memperkirakan data masa depan (Fajri and Johan, 2017). Dikarenakan data Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia menunjukkan tren naik atau turun, metode pemulusan eksponensial ganda cocok untuk pengumpulan data ini. Istilah "pola tren" digunakan untuk menggambarkan data yang menunjukkan kenaikan atau penurunan yang stabil selama periode waktu yang lama (Afiah and Wijaya, 2018). Penelitian sebelumnya menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* untuk mengestimasi tuntutan program jaminan hari tua BPJS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MAPE sebesar 27,44% menunjukkan akurasi prediksi yang baik, karena nilai MAPE sebesar 20 hingga 50% dianggap cukup baik (Ifadah *et al.*, 2022). Nilai MAPE sebesar 24% juga dicapai pada penelitian sebelumnya tentang peramalan penjualan produk, menunjukkan tingkat akurasi peramalan yang cukup (Sidqi and Sumitra, 2019).

Faktor optimisasi tambahan diperlukan untuk mengatasi nilai kesalahan yang besar atau biasa disebut dengan MAPE. Menemukan nilai terbaik untuk memastikan MAPE yang dihasilkan serendah mungkin dapat dicapai melalui optimalisasi parameter smoothing (Harahap *et al.*, 2022). *Golden Section* merupakan metode optimisasi parameter yang bertujuan untuk mengurangi atau memaksimalkan pemrograman nonlinier suatu variabel. (Akbari, Setyanto and Wibowo, 2018). Nilai parameter metode peramalan dioptimalkan menggunakan teknik *Golden Section* untuk mencapai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) serendah mungkin (Sutriani, 2022). Penelitian sebelumnya yang menggabungkan metode *Double Exponential Smoothing* dengan optimisasi parameter *Golden Section* dilakukan pada peramalan Nilai Tukar Petani (NTPT) di Provinsi Kalimantan Timur, dan hasilnya menunjukkan hasil MAPE sebesar 0,8856663%, menunjukkan tingkat peramalan yang sangat baik. akurasi (Anggre *et al.*, 2022), Studi lain tentang peramalan harga produk ekspor juga mencapai nilai MAPE sebesar 0,20%, menunjukkan tingkat peramalan yang sangat baik Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini akan melakukan peramalan CPI di Indonesia menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt* dan optimisasi parameter dengan *Golden Section* metode (Maulana and Mulyantika, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Data yang disajikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia digunakan dalam penelitian ini. Data tersebut meliputi data IHK Indonesia periode Januari 2017 hingga Oktober 2022 (Badan

Pusat Statistik Indonesia, 2022b). Tujuh puluh data digunakan untuk menentukan parameter untuk peramalan dan pengoptimalan. Untuk periode prakiraan selanjutnya dari November 2022 hingga Oktober 2023, data diolah untuk mendapatkan nilai optimal dari parameter α dan γ Ini dilakukan dengan menggunakan *Golden Ratio* dalam penyeimbangan parameter *Double Exponential Smoothing Holt* yang kemudian dilakukan peramalan periode November 2022 hingga Oktober 2023. Berikut langkah-langkah dari pengoptimalan *Golden Ratio* untuk parameter di *Double Exponential Smoothing*:

Langkah 1: Menginputkan data IHK di Indonesia periode Januari 2017 sampai Oktober 2022.

Langkah 2: Identifikasi pola data menggunakan plot time series IHK Indonesia periode Januari 2017 – Oktober 2022.

Langkah 3: Menghitung optimasi *Golden Section* dengan memastikan batasan bawah (a, a_2) dan batasan atas (b, b_2) dan nilai *epsilon* berhentinya perulangan yang ditetapkan yaitu 0,00001, untuk metode *Exponential Smoothing* batas bawah memiliki nilai 0 dan batas atas memiliki nilai 1.

Langkah 4: Menghitung nilai ratio (r) dimana nilainya sudah ditentukan yaitu 0,6180339.

Langkah 5: Menetapkan nilai awal

$$\alpha_1 = ra + (1 - r)b$$

$$\gamma_1 = ra_2 + (1 - r)b_2$$

$$\alpha_2 = a + b - \alpha_1$$

$$\gamma_2 = a_2 + b_2 - \gamma_1$$

Langkah 6: Mencari $f(x)$ maksimum antara kombinasi $x = \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1$ dan γ_2

Langkah 7: Mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *Golden Section*.

Langkah 8: Mengulangi langkah 6 dan 7 sampai $|b - a| \leq \epsilon$

Langkah 9: Mencari $f(x)$ minimum dengan kombinasi $x = \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2, a, a_2, b, b_2$

Langkah 10: Menentukan hasil $x_{min} = x$ dan $f(x_{min}) = f(x)$.

Langkah 11: Melakukan perhitungan *Double Exponential Smoothing* dengan α dan γ yang diperoleh dari optimasi parameter *Golden Section* untuk memperoleh peramalan periode selanjutnya.

Langkah 12: Menghitung nilai MAPE untuk mengetahui kemampuan model peramalan.

2.1 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks harga konsumen (IHK) dipergunakan menghitung harga rata-rata barang dan jasa yang digunakan oleh konsumen (Afiyah and Wijaya, 2018). IHK menggambarkan indikator ekonomi berupa data pertumbuhan dan perumahan harga untuk barang maupun jasa yang paling sering digunakan oleh penduduk pada waktu tertentu (Radjabaycolle and Permadi, 2020). Indeks harga yang dikenal sebagai IHK dapat digunakan untuk mengukur transformasi inflasi. (Azizah and Athoillah, 2021). IHK di Indonesia diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik pada tiap bulan berupa data yang bersumber pada Survei Biaya Hidup dimana data tersebut digolongkan menjadi 11 golongan, yaitu golongan minuman, makanan, dan tembakau; golongan alas kaki dan pakaian; golongan listrik, perumahan, air dan bahan bakar rumah tangga; golongan pemeliharaan rutin rumah tangga, peralatan dan perlengkapan; golongan kesehatan; golongan transportasi; golongan jasa keuangan, komunikasi dan informasi; golongan olahraga, rekreasi dan budaya; golongan pendidikan; golongan penyediaan minuman/restoran dan makanan; golongan perawatan pribadi dan jasa lainnya (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022a). Golongan bahan makanan merupakan golongan yang dipakai untuk acuan dalam perhitungan IHK (Zahara and Sugianto, 2021).

Rumus perhitungan IHK (Sirusa Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022):

$$IHK_n = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{P_{ni}}{P_{(n-1)i}} P_{(n-1)i} Q_{0i}}{\sum_{i=1}^k P_{0i} Q_{0i}} \quad \dots(1)$$

IHK_n : Indeks Periode ke- n

P_{ni} : Harga tipe barang i , pada rentang ke- (n)

- $P_{(n-1)i}$: Harga tipe barang i , pada rentang ke- $(n - 1)$
- $P_{(n-1)i} \cdot Q_{0i}$: Nilai konsumsi tipe barang i , rentang ke- $(n - 1)$
- $P_{0i} \cdot Q_{0i}$: Nilai konsumsi tipe barang i , pada tahun dasar
- k : Jumlah tipe barang paket komoditas

2.2 Golden Section

Metode *Golden Section* adalah algoritma yang menggunakan konsep pengurangan batas x untuk menghasilkan nilai fungsi rasional optimal (maksimum atau minimum) secara periodik. Nilai r (*Golden Ratio*) diperlukan untuk mencari titik sejajar baru (Walida, Wahyuningsih and Fidia Deny Tisna Amijaya, 2021). Misalnya, $x[a, d]$ adalah nilai fungsi yang paling sesuai untuk tingkat iterasi. Selanjutnya temukan dua nilai x simetris pada interval b serta c , ini dan kurangi interval probabilitas dari fungsi nilai ideal $[a, d]$ menjadi $[a, c]$ dan $[b, d]$ berturut-turut tergantung dari nilai $x = b$ serta pada $x = c$, dimana a, b, c dan d adalah limit awal dan limit akhir. Untuk mendapatkan interval b dan c yang simetris dalam interval $[a, d]$ dibuat perbandingan sebagai berikut r , sehingga (Harahap *et al.*, 2022):

$$\frac{c - a}{d - a} = \frac{d - b}{d - a} = r \tag{2}$$

Dapat dituliskan:

$$b = ra + (1 - r)d \tag{3}$$

$$c = a + d - b \tag{4}$$

Pada setiap iterasi, hanya satu titik baru yang dibuat untuk mengurangi jumlah langkah yang diperlukan untuk perhitungan. Semua poin lainnya menggunakan poin yang ditetapkan pada langkah sebelumnya. Misalnya, dimungkinkan untuk mengurangi rentang $[a, d]$ menjadi $[a, c]$ yang mewakili rentang baru, yang kemudian dapat ditulis sebagai $[a_1, d_1]$. dikarenakan titik b digunakan sebagai titik c_1 , maka hanya satu titik baru yang ditentukan b_1 , Sehingga diperoleh hubungan (Harahap *et al.*, 2022):

$$b = ra_1 + (1 - r)d_1 \tag{5}$$

$$r = \frac{c_1 - a_1}{d_1 - a_1} = \frac{b - a}{c - a} \tag{6}$$

Nilai r dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan di atas dengan mensubstitusikan persamaan (3) dan (4) ke Persamaan (6). Jadi dengan memecahkan persamaan di atas untuk mendapatkan r sebagai berikut (Harahap *et al.*, 2022):

$$r_1 = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} = 0,618033989 \tag{7}$$

$$r_2 = \frac{-1 - \sqrt{5}}{2} = -1,618033989 \tag{8}$$

Kondisi $0 < r < 1$ terpenuhi untuk memperkecil interval, sehingga nilai r_1 yakni 0,6180339 (Harahap *et al.*, 2022). Berikut merupakan langkah-langkah dalam optimasi menggunakan *Golden Section* (Walida, Wahyuningsih and Fidia Deny Tisna Amijaya, 2021):

Langkah 1: Tunjukkan batas bawah (a), batas atas (b), dan hentikan nilai iterasi (ϵ).

Langkah 2 : Pada metode *exponential smoothing* nilai golden ratio (r) bernilai 0,618.

Langkah 3: Menentukan nilai tebakan awal atau batas interval untuk parameter *smoothing*:

$$x_1 = (r)(a) + (1 - r)b \tag{9}$$

$$x_2 = a + b - x_1 \tag{10}$$

Langkah 4 : Mencari fungsi objektif $f(x)$ di antara dua titik tersebut (x_1 dan x_2).

Langkah 5: Mengurangi batas jarak yang ditetapkan oleh *Golden Section*.

$$\text{Jika } f(x_1) > f(x_2) \text{ maka } b \rightarrow x_2 \tag{11}$$

$$\text{Jika } f(x_2) > f(x_1) \text{ maka } a \rightarrow x_1 \tag{12}$$

Langkah 6 : Mengulangi langkah e dan f sampai $|b - a| < \varepsilon$.

2.3 Double Exponential Smoothing Holt (DES Holt)

Pada data dengan pola data tren, pemulusan *Double Exponential Smoothing* bekerja dengan baik (Aimran and Afthanorhan, 2014). Nilai α serta γ ditentukan oleh konstanta pemulusan, yang memiliki nilai antara 0 dan 1 (Gide, 2016). Pendekatan ini menggunakan beberapa konstanta pemulusan, tidak hanya menghaluskan kecenderungan dan kemiringan secara langsung, tetapi juga memberikan lebih banyak fleksibilitas dalam memilah tingkatan di mana kecenderungan dan kemiringan dilacak (Hansun and Subanar, 2016). Proses *Double Exponential Smoothing* adalah seperti berikut (Dorestin, YS and Vulandari, 2022) :

Langkah 1: Menentukan *Smoothing* Pertama

$$S^1 = \alpha X_t + (1 - \alpha)S^1_{t-1} \quad \dots(13)$$

Langkah 2 : Menentukan *Smoothing* Kedua

$$S^2 = \alpha S^1_t + (1 - \alpha)S^2_{t-1} \quad \dots(14)$$

Langkah 3 : Menentukan Nilai *slope*

$$a_t = \alpha X_t + (S^1_t - S^2_t) = 2 S^1_t - S^2_t \quad \dots(15)$$

Langkah 4 : Menentukan Nilai konstanta Kedua

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S^1_t - S^2_t) \quad \dots(16)$$

Langkah 5 : Menentukan Besarnya *Forecast*

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad \dots(17)$$

Keterangan :

- S^1 = Nilai pemulusan tunggal periode ke- t
- S^2 = Nilai pemulusan ganda periode ke- t
- X_t = Data konkret ke- t
- b_t = konstanta pemulusan kecenderungan periode ke- t
- a_t = konstanta pemulusan kecenderungan periode ke- t
- F_{t+m} = Nilai peramalan pada periode ke- t
- m = Jumlah periode ke depan
- α = Koefisien pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

2.4 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Metode MAPE digunakan untuk menentukan rata-rata persentase kesalahan tuntas dalam penelitian, dengan rumus:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|aktual - forecast|}{aktual}}{n} \times 100\% \quad \dots(18)$$

Keterangan:

- Konkret = Data konkret ke- t
- Forecast = Hasil pendugaan ke- t
- n = Jumlah data

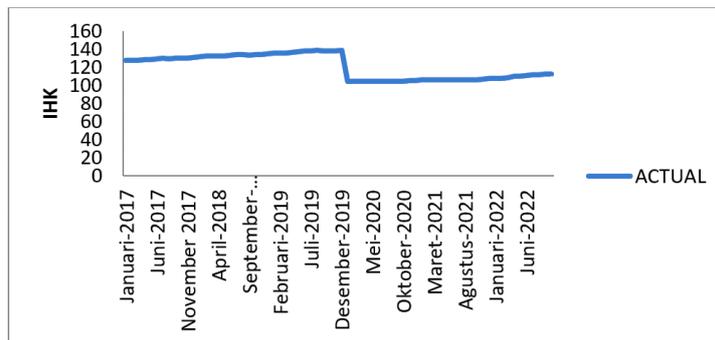
Persamaan (18) menunjukkan bahwa hasil pengurangan nilai konkret dan ramalan harus dibagi dengan nilai konkret pada setiap periode yang dimutlakkan. Selanjutnya, hasil dijumlahkan dengan mengalikan persen terbaik, yaitu 100, dan dibagi dengan n , yaitu jumlah periode yang harus dihitung. Nilai MAPE yang lebih kecil diperoleh menunjukkan bahwa kemampuan model dalam melakukan peramalan lebih baik. Nilai MAPE berada dalam rentang yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam melakukan peramalan, dan rentang nilai ini disajikan dalam Tabel 1 (Aulina *et al.*, 2022).

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Tingkat Keakuratan Hasil Peramalan
≤ 10%	Peramalan Sangat Baik
10%-20%	Peramalan Baik
20%-50%	Peramalan Cukup Baik
≥ 50%	Peramalan Buruk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada penelitian ini adalah data IHK yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, pada periode Januari 2017 sampai Oktober 2022. Berikut adalah data bulanan dari IHK.



Gambar 1. Data Bulanan IHK Indonesia

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa data Indeks Harga Konsumen (IHK) di Indonesia pada periode Januari 2017-Desember 2019 memiliki pola data kecenderungan naik sedangkan untuk periode Januari 2020-Oktober 2022 memiliki pola data kecenderungan turun drastis dari tahun sebelumnya. Pada data bulanan Indeks Harga Konsumen (IHK) dapat diketahui bahwa pada Januari tahun 2020 diperoleh titik minimum sebesar 104,33 atau nilai terkecil dalam 5 tahun, lalu pada Desember 2019 merupakan nilai IHK terbesar dalam 5 tahun ini yaitu 139,07 dan dalam 5 tahun memiliki nilai rata-rata sebesar 120,950735.

3.1 Menentukan Nilai Optimal Parameter α dan γ Menggunakan *Golden Section*

Optimasi *Golden Section* menentukan nilai batas a dan b sebagai 0 dan 1, dimana batas $(a, a_2)=0$ merupakan batas bawah dan $(b, b_2)=1$ batas atas. Nilai r (ratio) juga telah ditetapkan supaya interval menjadi semakin kecil dimana nilai ratio (r) adalah 0,6180339. Berikut merupakan hasil penentuan *Golden Section* untuk data IHK Indonesia. Iterasi pertama didapat $(a, a_2)=(0,0)$ dan $(b, b_2)=(1,1)$ sehingga diperoleh nilai $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ melalui rumus *Golden Section* untuk menentukan nilai awal yang dapat dilihat pada metode penelitian sehingga iterasi pertama diperoleh empat kombinasi yaitu $f(\alpha_1, \gamma_1), f(\alpha_1, \gamma_2), f(\alpha_2, \gamma_1), f(\alpha_2, \gamma_2)$ dimana MAPE optimal terdapat pada kombinasi $f(\alpha_2, \gamma_1)$. Selanjutnya berdasarkan kriteria *Golden Section* yaitu jika $f(\alpha_2, \gamma_1)$ adalah nilai minimum maka:

1. a baru = α_1
2. a_2 baru nilainya tetap
3. b baru nilainya tetap
4. b_2 baru = γ_2

Berikutnya menghitung nilai $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ yang baru untuk iterasi kedua;

Iterasi kedua diperoleh dari perhitungan $(a, a_2) = (0,381966, 0)$ dan $(b, b_2) = (1, 0,618034)$ lalu diperoleh nilai $\alpha_1 = 0,6180340, \alpha_2 = 0,7639320, \gamma_1 = 0,3819660, \gamma_2 = 0,6180340$ lalu diperoleh kombinasi antara $f(\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2)$ yang menjadi empat kombinasi yaitu $f(\alpha_1, \gamma_1), f(\alpha_1, \gamma_2), f(\alpha_2, \gamma_1), f(\alpha_2, \gamma_2)$. Melalui empat kombinasi tersebut diperoleh nilai MAPE yang paling optimal berada pada kombinasi $f(\alpha_2, \gamma_1)$, dari kombinasi tersebut selanjutnya adalah mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *Golden Section* yaitu jika $f(\alpha_2, \gamma_1)$ adalah nilai minimum maka:

1. a baru = α_1
2. a_2 baru nilainya tetap
3. b baru nilainya tetap

4. b_2 baru = γ_2

Berikutnya menghitung nilai $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ yang baru untuk iterasi selanjutnya.

Iterasi ke dua puluh enam diperoleh dari perhitungan $(a, a_2) = (0,995712, 0,0127783)$ dan $(b, b_2) = (0,995717784, 0,0127879)$ lalu diperoleh nilai $\alpha_1 = 0,9957141, \alpha_2 = 0,9957155, \gamma_1 = 0,0127819, \gamma_2 = 0,0127842$ lalu diperoleh kombinasi antara $f(\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2)$ yang menjadi empat kombinasi yaitu $f(\alpha_1, \gamma_1), f(\alpha_1, \gamma_2), f(\alpha_2, \gamma_1), f(\alpha_2, \gamma_2)$. Melalui empat kombinasi tersebut diperoleh nilai MAPE yang paling optimal berada pada kombinasi $f(\alpha_1, \gamma_2)$, disebabkan pada iterasi ke dua puluh enam sudah memenuhi syarat berhenti maka tidak dilanjutkan untuk ke iterasi selanjutnya.

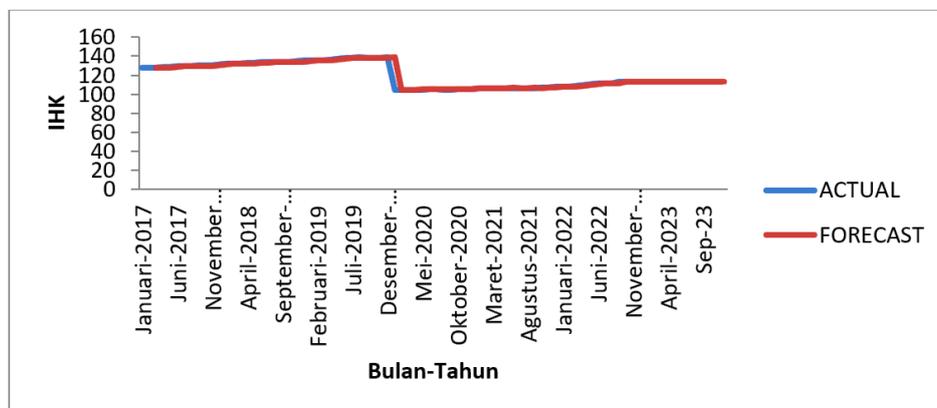
Tabel 2. Hasil Perhitungan Optimasi Parameter dengan *Golden Section*

Iterasi	α_1	α_2	γ_1	γ_2	MAPE optimal	$ b - a $
1	0,3819660	0,6180340	0,3819660	0,6180340	1,4802044	1,0000000
2	0,6180340	0,7639320	0,2360680	0,3819660	1,3594667	0,6180340
3	0,7639320	0,8541020	0,2360680	0,3819660	1,2903677	0,6180340
4	0,8541020	0,9098300	0,1458980	0,2360680	1,2094134	0,2360680
5	0,9098301	0,9442719	0,0901699	0,1458980	1,1162129	0,1458980
6	0,9442719	0,9655581	0,0557281	0,0901699	1,0110715	0,0901699
7	0,9655581	0,9787137	0,0344419	0,0557280	0,9155922	0,0557281
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	0,9957141	0,9957177	0,0127783	0,0127842	0,8140406	2,525E-05
25	0,9957118	0,9957141	0,0127842	0,0127879	0,8140406	1,561E-05
26	0,9957141	0,9957155	0,0127819	0,0127842	0,8140406	9,645E-06

Hasil perhitungan pada Tabel 2 optimasi dengan algoritma *Golden Section* menunjukkan bahwa kombinasi $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1$ dan γ_2 menghasilkan nilai MAPE yang optimal dengan pasangan α_1 dan γ_2 dengan α sebesar 0,9957141 dan γ sebesar 0,0127842 dengan $|b - a| < \epsilon$ dimana epsilon yang ditetapkan adalah 0,00001. Pada iterasi ke 26 dengan nilai MAPE optimal sebesar 0,8140406.

3.2 Menghitung Peramalan IHK menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt*

Berdasarkan penentuan optimasi nilai α dan γ dengan *Golden Section* diperoleh α sebesar 0,9957141 dan γ sebesar 0,0127842 sehingga untuk peramalan IHK diperoleh perhitungan seperti dalam grafik Gambar (2).



Gambar 2. Hasil Peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt*

Gambar 2 menunjukkan hasil ramalan untuk periode November 2022 hingga Oktober 2023. Hasil tersebut berdasarkan perhitungan estimasi dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Terlihat untuk periode berikutnya yaitu periode November 2022 sampai dengan Oktober 2023 memiliki nilai yang stabil daripada periode sebelumnya. Pada Tabel 3 disajikan adalah hasil peramalan.

Tabel 3. Hasil Peramalan IHK Menggunakan *Double Exponential Smoothing* Holt

Bulan-Tahun	Forecast
November-2022	112,7485111
Desember-2022	112,7505052
Januari-2023	112,7524992
Februari-2023	112,7544933
Maret-2023	112,7564874
April-2023	112,7584814
Mei-2023	112,7604755
Juni-2023	112,7624695
Juli-2023	112,7644636
Agustus-2023	112,7664576
September-23	112,7684517
Oktober-2023	112,7704458

Berdasarkan Tabel 3 perhitungan peramalan dengan *Double Exponential Smoothing*, diperoleh hasil peramalan yang cenderung stabil pada setiap periode. Kestabilan IHK di Indonesia tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa hal salah satunya karena penurunan inflasi. Hasil yang diperoleh dari perhitungan peramalan pada IHK dilakukan perhitungan MAPE dan diperoleh nilai sebesar 0,8140406%, dimana dapat dikatakan bahwa peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* Holt menggunakan *Golden Section* memiliki hasil yang peramalan sangat baik disebabkan MAPE yang dihasilkan kurang dari 10%. Kestabilan IHK ini menggambarkan bahwa inflasi di Indonesia perlahan membaik sehingga masyarakat tidak perlu terlalu khawatir pada kenaikan harga barang ataupun jasa.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian penerapan optimasi *Golden Section* dalam *Double Exponential Smoothing* Holt pada data Indeks Harga Konsumen di Indonesia periode September 2022 sampai Oktober 2023, diperoleh optimasi parameter yaitu nilai α sebesar 0,9957141 dan γ sebesar 0,0127842. Hasil peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* diperoleh nilai yang sedikit meningkat namun tetap stabil untuk periode yang akan datang dengan nilai MAPE yang diperoleh sebesar 0,8140406% artinya peramalan yang diperoleh memiliki hasil peramalan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyah, S. N. and Wijaya, D. K. (2018) 'Sistem Peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 12(1), p. 56. doi: 10.32815/jitika.v12i1.243.
- Aimran, A. N. and Afthanorhan, A. (2014) 'A comparison between single exponential smoothing (SES), double exponential smoothing (DES), holt's (brown) and adaptive response rate exponential

- smoothing (ARRES) techniques in forecasting Malaysia population', *Global Journal of Mathematical Analysis*, 2(4), p. 276. doi: 10.14419/gjma.v2i4.3253.
- Akbari, F., Setyanto, A. and Wibowo, F. W. (2018) 'Optimasi Parameter Pemulusan Algoritma Brown Menggunakan Metode Golden Section Untuk Prediksi Data Tren Positif dan Negatif', *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(1), pp. 307-314. doi: 10.29207/resti.v2i1.263.
- Anggre, T. *et al.* (2022) 'Optimasi Parameter Pemulusan Pada Metode Peramalan Double Exponential Smoothing Holt Menggunakan Golden Section (Studi Kasus : NTPT Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2014-2019) Optimization of Smoothing Parameters in the Double Exponential Smoothing Holt', *Jurnal EKSPONENSIAL Volume 13, Nomor 1, Mei 2022 p-ISSN*, 13, pp. 51-56.
- Aulina, V. R. *et al.* (2022) 'Peramalan jumlah klaim jaminan hari tua pada bpjs ketenagakerjaan dengan menggunakan arima', 03(01), pp. 63-75.
- Azizah, F. and Athoillah, M. (2021) 'Analisis Dampak Covid-19 Terhadap Indeks Harga Konsumen dengan K-Means dan Regresi Berganda', *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 4(1), p. 21. doi: 10.13057/ijas.v4i1.46329.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2022a) *Indeks Harga Konsumen*. Available at: <https://www.bps.go.id/subject/3/inflasi.html#subjekViewTab1> (Accessed: 20 November 2022).
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2022b) *Inflasi, 1 November 2022*. Available at: <https://www.bps.go.id/> (Accessed: 29 November 2022).
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2022c) *Inflasi terjadi pada Juni 2022 sebesar 0,61 persen. Inflasi tertinggi terjadi di Gunungsitoli sebesar 2,72 persen.*, Badan Pusat Statistik Indonesia. Available at: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/07/01/1862/inflasi-terjadi-pada-juni-2022-sebesar-0-61-persen--inflasi-tertinggi-terjadi-di-gunungsitoli-sebesar-2-72-persen-.html> (Accessed: 5 October 2022).
- Dewi, K., Adikara, P. P. and Adinugroho, S. (2018) 'Prediksi Indeks Harga Konsumen (IHK) Kelompok Perumahan , Air , Listrik , Gas Dan Bahan Bakar Menggunakan Metode Support Vector Regression', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(10), pp. 3856-3862.
- Dorestin, N. A., YS, W. L. and Vlandari, R. T. (2022) 'Implementasi Metode Double Exponential Smoothing pada Prediksi Jumlah Penjualan Kain Pantai', *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 10(1). doi: 10.30646/tikomsin.v10i1.596.
- Fajri, R. and Johan, T. M. (2017) 'Implementasi Peramalan Double Exponential Smoothing Pada Kasus Kekerasan Anak Di Pusat Pelayanan Terpadu Pemberdayaan Perempuan Dan Anak', *Jurnal ECOTIPE*, 4(2), pp. 6-13. doi: 10.33019/ecotipe.v4i2.6.
- Fengki, A. O., Notodiputro, K. A. and Sadik, K. (2020) 'Bisakah Memperoleh Statistik Indeks Harga Konsumen Tingkat Provinsi Di Indonesia Dengan Ketelitian Yang Lebih Baik?', *Seminar Nasional Official Statistics*, 2019(1), pp. 297-306. doi: 10.34123/semnasoffstat.v2019i1.178.
- Gide, A. (2016) 'Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Dan Holt Untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea Dan Cukai', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952., pp. 5-24.
- Hansun, S. and Subanar (2016) 'H-WEMA: A New Approach of Double Exponential Smoothing Method', *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 14(2), pp. 772-777. doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v14i1.3096.
- Harahap, F. R. *et al.* (2022) 'Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Optimization Of Holt-Winters Exponential Smoothing Parameters Using The Golden Section And Dichotomous Search Method', *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Optimization*, 5 Nomor 2, pp. 104-115.
- Haryono, E. (2022) *PENYESUAIAN HARGA BBM DORONG INFLASI IHK SEPTEMBER 2022*. Available at: https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2426222.aspx.
- Ifadah, C. *et al.* (2022) 'Peramalan Jumlah Klaim Program Jaminan Hari Tua Di Bpjs Ketenagakerjaan Dengan Metode', *Jurnal Matematika Algebra*, 03(01), pp. 32-40.
- Indonesia, B. (2020) *Inflasi*. Available at: <https://www.bi.go.id/id/fungsi-utama/moneter/inflasi/default.aspx> (Accessed: 20 November 2022).
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI (2022) 'Upaya Pengendalian Inflasi, Melalui Sinergi Pusat - Daerah, Menjaga Produksi (Suplai) dan Menanggung Ongkos Transportasi', *Ekon.go.id*. Available at: <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/4587/upaya-pengendalian-inflasi-melalui-sinergi-pusat-daerah-menjaga-produksi-suplai-dan-menanggung-ongkos-transportasi>.
- Makro, B. P. A. K. & B. T. K. dan P. K.-P. K. E. (2022) *DI TENGAH ESKALASI KASUS OMICRON, PEREKONOMIAN INDONESIA MASIH MENGALAMI PENGUATAN*, *kementerian Keuangan RI*.
- Maulana, H. and Mulyantika, U. (2020) 'The Prediction of Export Product Prices with Holt's Double Exponential Smoothing Method', *2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering, IC2IE 2020*, pp. 372-375. doi: 10.1109/IC2IE50715.2020.9274679.

- Mukron, H. M. *et al.* (2021) 'Peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Avarage', *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 6(1), pp. 20–25.
- Nabilah, G. B., Nasution, Y. N. and Purnamasari, I. (2022) 'PROVINSI KALIMANTAN TIMUR DENGAN METODE GREY DOUBLE EXPONENTIAL', *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya Terbitan II, Mei 2022, Samarinda, Indonesia e-ISSN: 2657-232X*, pp. 69–80.
- Radjabaycolle, J. E. T. and Permadi, J. (2020) 'Prediksi Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Ambon Menggunakan Elman Recurrent Neural Network (ERNN)', *Jurnal Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura*, 1(1), pp. 65–76.
- Sayekti, N. W. (2022) 'Upaya Mengatasinya', *Info Singkat*, XIV, p. 6.
- Sidqi, F. and Sumitra, I. D. (2019) 'Forecasting Product Selling Using Single Exponential Smoothing and Double Exponential Smoothing Methods', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(3). doi: 10.1088/1757-899X/662/3/032031.
- Sirusa Badan Pusat Statistik Indonesia (2022) *Indeks Harga Konsumen (IHK), 2022*. Available at: <https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/52> (Accessed: 20 November 2022).
- Sumantri, F. and Latifah, U. (2019) 'Pengaruh Ekonomi Makro Terhadap Indeks Harga Konsumen', *Widya Cipta - Jurnal Sekretari dan Manajemen*, 3(1), pp. 25–34. doi: 10.31294/widyacipta.v3i1.4638.
- Sutriani, V. (2022) 'Peramalan Tingkat Inflasi di Indonesia Tahun 2022 Menggunakan Metode Holt-Winters dengan Optimasi Golden Section Berbantu Pemrograman Python', *Seminar Nasional Matematika, Geometri, Statistika, dan Komputasi SeNa-MaGeStiK 2022* <https://magestic.unej.ac.id/>.
- Walida, N., Wahyuningsih, S. and Fidia Deny Tisna Amijaya (2021) 'Pemilihan Parameter Optimum Menggunakan Exponential', *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 2(November), p. 11.
- Zahara, S. and Sugianto, S. (2021) 'Prediksi Indeks Harga Konsumen Komoditas Makanan Berbasis Cloud Computing Menggunakan Multilayer Perceptron', *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 6(1), p. 21. doi: 10.31328/jointecs.v6i1.1702.