

PENERAPAN GOLDEN SECTION TERHADAP OPTIMASI PARAMETER SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA NILAI IMPOR DI INDONESIA TAHUN 2022-2023

Wita Hanifa Widiya¹, Dede Brahma Arianto²

¹Universitas Diponegoro, Departemen Statistika, Kota Semarang

²Universitas Islam Indonesia, Departemen Informatika

¹witahanifa@gmail.com

²dede.brahma2@gmail.com

Abstrak

Pada era perekonomian global yang semakin terintegrasi, nilai impor memiliki peran krusial dalam menentukan stabilitas ekonomi Indonesia. Perekonomian yang semakin bergantung pada perdagangan internasional, khususnya impor barang dan jasa, menimbulkan kebutuhan akan pengelolaan yang efisien terhadap variabel ini. Penelitian ini berfokus pada pengoptimalan parameter dalam metode peramalan Single Exponential Smoothing untuk meramalkan nilai impor di Indonesia dalam rentang waktu tahun 2022-2023. Dalam upaya meningkatkan akurasi peramalan, penelitian ini menerapkan metode Golden Section sebagai alat optimasi untuk menemukan parameter alpha optimal pada model Single Exponential Smoothing. Dalam konteks ini, nilai yang dicari adalah meminimalkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE), sebagai indikator performa model peramalan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter (alpha) yang optimal untuk melakukan peramalan nilai impor dengan metode Single Exponential Smoothing dan melakukan optimasi untuk parameter model menggunakan metode Golden Section dengan tujuan meminimumkan nilai MAPE. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan panduan praktis dalam pengelolaan impor dan menawarkan kontribusi signifikan dalam konteks pengembangan kebijakan ekonomi di masa depan. Data nilai impor yang disajikan menunjukkan pola stasioner dan diselesaikan menggunakan metode Single Exponential Smoothing untuk mencari error terkecil yang diukur melalui nilai MAPE. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode golden section memberikan parameter alpha yang optimal sebesar 0.141817 dengan nilai batas bawah $\alpha_0 = 0.1$ dan nilai batas atas $\alpha_1 = 0.9$. Penentuan ini menggunakan metode golden section dengan jumlah iterasi sejumlah 22 kali dengan nilai akhir MAPE terkecil yang dihasilkan sebesar 0,09253.

Kata Kunci: Nilai Impor, Single Exponential Smoothing, Golden Section, Mean Absolute Percentage Error.

PENDAHULUAN

Masalah optimasi muncul di berbagai bidang ekonomi, salah satunya instabilitas nilai impor. Perekonomian Indonesia yang semakin terbuka dan bergantung kepada luar negeri khususnya impor barang dan jasa, menyebabkan kebutuhan dolar AS meningkat tajam. Tanpa diimbangi dengan ekspor yang meningkat juga maka dolar AS cenderung semakin langka di pasar. Apalagi

kebutuhan sektor ekonomi lain terhadap dolar AS juga tinggi, seperti pembayaran pinjaman luar negeri pokok yang jatuh tempo dan bunganya setiap tahun, maka turut memperlemah rupiah karena dibutuhkan mata uang dolar AS untuk pembayarannya (Saragih, 2016).

Ketika mata uang dolar AS (USD) mempunyai peranan utama dalam mengendalikan nilai impor terhadap seluruh negara di dunia, pemimpin negara

harus mengambil keputusan pada situasi dimana beberapa tujuan yang sering kali saling bertentangan serentak harus dipenuhi secara optimal. Akan tetapi, keputusan yang diambil harus mempertimbangkan terbatasnya sumber daya yang ada. Salah satu alasan utama Indonesia masih mengimpor barang dari luar negeri adalah karena Indonesia masih belum mampu memproduksi barang yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam negeri. Umumnya karena sumber daya alam yang tidak menyediakan barang-barang yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan produksi tersebut (Anonim, 2023).

Dengan kata lain, kebutuhan masyarakat jauh lebih tinggi dibanding dengan hasil produksi barang di dalam negeri sehingga Indonesia harus mengimpor barang agar tidak terjadi kelangkaan barang di pasar. Maka dari itu, dibutuhkan penyeimbangan antara kebutuhan dengan barang yang ada dengan cara melakukan optimasi (Fauziyah).

Optimasi merupakan suatu proses untuk mencari kondisi yang optimum, dalam arti paling menguntungkan. Optimasi bisa berupa maksimasi atau minimasi. Jika berkaitan dengan masalah impor, maka keadaan optimum adalah keadaan yang memberikan impor yang minimum (Clarissa, Annebel D, 2021).

I. Rumusan Masalah

Dalam permasalahan ini, data statistik nilai impor akan dilakukan peramalan untuk periode berikutnya dengan menentukan parameter (α) optimal dengan rentang nilai $0 < \alpha < 1$ pada metode *Single Exponential Smoothing* dengan cara mencari ukuran kesalahan MAPE pada data impor di Indonesia tahun 2022-2023.

II. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal untuk metode *Single Exponential Smoothing* dan melakukan optimasi untuk parameter model pada metode *Single Exponential Smoothing* menggunakan metode *Golden Section* dengan fungsi tujuan adalah meminimumkan nilai MAPE.

III. Tinjauan Pustaka

A. Nilai Impor

Dalam perdagangan internasional, ada istilah kegiatan ekspor dan impor. Adanya kegiatan ekspor dan impor sangat berpengaruh pada pertumbuhan perekonomian suatu negara. Impor adalah kegiatan memasukkan barang dari suatu negara (luar negeri) ke dalam wilayah negara lain yang melibatkan dua negara. Tujuan lainnya dari kegiatan impor adalah untuk memperkuat neraca pembayaran dan mengurangi keluarnya devisa ke luar negeri. Nilai impor adalah nilai transaksi barang dagangan yang diimpor dari luar negeri dalam keadaan *cost, insurance, and freight* (c.i.f) (Anonim, 2023).

B. Metode Golden Section

Golden section merupakan metode optimasi numerik yang dapat diterapkan untuk satu variabel yang sederhana dan fungsi yang bersifat unimodal, yaitu fungsi yang hanya mempunyai satu puncak (maksimum) atau satu lembah (minimum). Metode ini mempunyai pendekatan mirip dengan metode *bisection* dalam penentuan akar persamaan tak linier, yaitu

memanfaatkan nilai yang lama sebagai nilai yang baru secara iteratif. Sebagai akibatnya, rentang atau interval awal variabel yang dipilih semakin lama akan semakin menyempit, karena ada sebagian sub-interval variabel yang dieliminasi hingga diperoleh tingkat konvergensi yang diinginkan. Misal fungsi unimodal dengan interval $[a_0, b_0]$ akan dicari nilai optimalnya, maka kita tidak dapat mengambil 1 nilai tengah karena wilayahnya tidak dapat dipersempit untuk mendapatkan nilai optimalnya, sehingga yang perlu dilakukan adalah menentukan 2 nilai tengah sebarang untuk memperkecil wilayah hingga mendapatkan nilai minimumnya. Terdapat 2 kemungkinan, yaitu :

- Jika maka lokasi minimal x^* berada pada interval $[a_0, b_1]$
- Jika maka lokasi minimal x^* berada pada interval $[a_1, b_0]$

C. Single Exponential Smoothing

Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) atau dikenal dengan pemulusan eksponensial tunggal adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua. Artinya, data yang lebih baru diberikan bobot yang relatif lebih besar daripada data observasi yang lebih lama. Metode *Single Exponential Smoothing* tidak dipengaruhi oleh data trend dan musiman, sehingga metode ini hanya bisa menangani

jenis data stasioner. Adapun rumus SES sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$$

Dengan :

F_{t+1} = Nilai peramalan untuk periode berikutnya

F_t = Nilai peramalan

α = Konstanta pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

X_t = Data pada periode ke-t

Nilai parameter (α) besar memberikan hasil pemulusan yang kecil, sedangkan nilai parameter (α) kecil memberikan hasil pemulusan yang besar. Namun, jika menggunakan nilai parameter (α) optimum akan meminimumkan ukuran kesalahan relatif, salah satunya *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

D. Mean Absolute Percentage Error

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah alat statistik yang digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan peramalan. MAPE termasuk alat ukur ketepatan model peramalan yang paling sering digunakan dibandingkan ukuran ketepatan lainnya karena lebih mudah diinterpretasikan. Semakin kecil MAPE maka semakin akurat sebuah model dalam melakukan peramalan. Rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|A_i - F_i|}{A_i} \right) \cdot 100\%$$

Dengan :
 n = ukuran sampel
 A_i = nilai data aktual
 F_i = nilai data peramalan

Feb	15.919
Mar	20.588
Apr	15.348

Gambar 5.1.
 Nilai Impor di Indonesia (Milyar)

Namun, MAPE memiliki kelemahan dalam kasus ketika ada nilai aktual yang sangat kecil atau sama dengan nol. Hal ini dapat menyebabkan nilai MAPE menjadi tak terhingga atau tidak dapat dihitung.

IV. Metode Penelitian

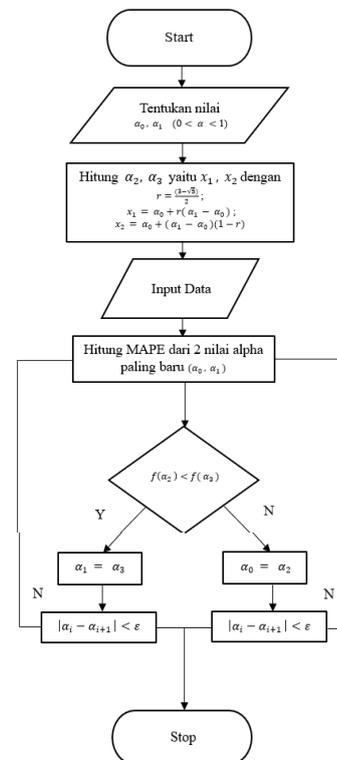
A. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan termasuk data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara, biasanya dicatat dan disimpan oleh instansi terkait. Data penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, yaitu nilai impor di Indonesia periode 2022-2023 (Badan Pusat Statistika, 2023). Adapun data yang akan di analisis adalah sebagai berikut:

Tahun	Bulan	Nilai Impor
2022	Jan	18.211
	Feb	16.639
	Mar	21.962
	Apr	19.757
	Mei	18.609
	Jun	21.004
	Jul	21.345
	Aug	22.151
	Sep	19.808
	Okt	19.135
	Nov	18.962
	Des	19.863
2023	Jan	18.443

B. Metode Penelitian

Pada tahap ini dilakukan implementasi metode ke dalam bentuk aplikasi menggunakan bahasa pemrograman R. Optimasi dilakukan untuk parameter α pada Single Exponential Smoothing (SES) yang nilainya berada di antara 0 dan 1. Optimasi parameter dilakukan untuk meminimumkan nilai MAPE. Berikut adalah langkah dalam penerapan SES dan *golden section*.



Gambar 4.1 Flow Chart Algoritma

Berikut langkah-langkah algoritma yang dilakukan, antara lain:

- 1) Menentukan dua nilai pada parameter alpha (α) dengan nilai

alpha berada di $0 < \alpha < 1$. Pada analisis ini digunakan $\alpha_0 = 0.1$ dan $\alpha_0 = 0.9$.

- 2) Menghitung dua titik tengah antara α_0 dan α_1 , yaitu $\alpha_2 = \alpha_0 + (\alpha_1 - \alpha_0)\rho$ dan $\alpha_3 = \alpha_0 + (\alpha_1 - \alpha_0)(1 - \rho)$ dengan ρ adalah golden ratio $(3 - \sqrt{5}) / 2$.

- *Syntax* R untuk menghitung ρ, α_2, α_3

```
rho <- (3 - sqrt(5)) / 2
x1 <- a + rho*(b - a)
x2 <- a + (b - a)*(1-rho)
```

Gambar 4.2.

Syntax untuk menghitung ρ, α_2, α_3

- 3) Menghitung ukuran relatif, yaitu nilai kesalahan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) menggunakan α_2 dan α_3 sebagai parameter.

- *Syntax* ukuran relatif (MAPE)

```
MAPE <- function(alpha,data){
  SES <- Holtwinters(data, alpha = alpha, beta = FALSE,
  gamma = FALSE)
  error <- residuals(SES)
  pe <- error / data
  mape <- mean(abs(pe))
  return(mape)
}
```

Gambar 4.3. *Syntax* MAPE

- 4) Jika $error$ MAPE (α_2) < $error$ MAPE (α_3), maka α_1 diubah mejadi α_3 dan kembali ke langkah 3. Jika $error$ MAPE (α_2) > $error$ MAPE (α_3), maka α_0 diubah menjadi α_2 dan kembali ke langkah 3.

- *Syntax* R

```
while ((x2 - x1) > tol) {
  if (f(x1,data) < f(x2,data)) {
    cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), "
", x2-x1, "\n")
    b <- x2
    x2 <- x1
    x1 <- a + rho*(b - a)
  } else {
    cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), "
", x2-x1, "\n")
    a <- x1
    x1 <- x2
    x2 <- a + (b - a)*(1-rho)
  }
  cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), " ",
x2-x1, "\n")
}
```

Gambar 4.4. *Syntax* menentukan keputusan

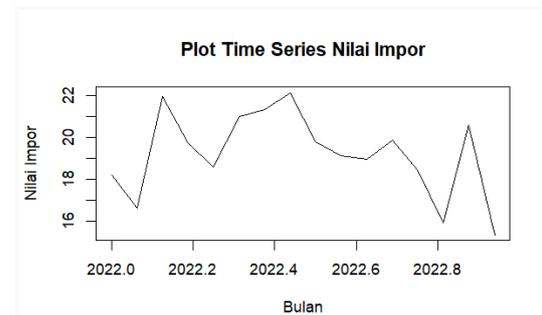
- 5) Melakukan iterasi dengan langkah 2 sampai 4 hingga nilai $|a_i - a_{i-1}| \leq \epsilon$, dengan

$\epsilon = 0.00001$.

- 6) Nilai alpha yang dihasilkan adalah nilai α yang menghasilkan error MAPE terkecil.

BAHASAN UTAMA

Berdasarkan tabel nilai impor, data nilai impor di Indonesia periode 2022-2023 mempunyai nilai rata-rata sebesar 19.234, mempunyai nilai tertinggi pada 2022 Bulan Agustus sebesar 22.151, dan nilai terendah pada 2023 Bulan April sebesar 14.348. Kemudian, data nilai impor dipresentasikan dalam bentuk diagram plot time series untuk mengetahui pola data. Berdasarkan diagram garis, dapat dilihat bahwa data nilai impor di Indonesia tidak memiliki pola trend naik dan tidak memiliki pola musiman sehingga data yang digunakan merupakan data stasioner.



Gambar 4.5. Plot Time Series Nilai Impor Indonesia Periode 2022 – 2023 (Milyar)

Analisis Perhitungan Software R

Berikut langkah-langkah pengerjaan dengan menggunakan software Rstudio :

- *Syntax* R memasukkan data (*Time Series*).

```
# data nilai impor setiap bulan
nilai_impor <- c(18.211, 16.639, 21.962, 19.757, 18.609,
21.004, 21.345, 22.151, 19.808, 19.135, 18.962, 19.863, 18.443,
15.919, 20.588, 15.348)
tanggal <- as.Date(c("2022-01-01", "2022-02-01", "2022-03-01",
"2022-04-01", "2022-05-01", "2022-06-01", "2022-07-01",
"2022-08-01", "2022-09-01", "2022-10-01", "2022-11-01", "2022-12-01", "2023-01-01", "2023-02-01",
"2023-03-01", "2023-04-01"))

# Membuat objek time series
time_series <- ts(data = nilai_impor, start = c(2022, 1),
frequency = 16)
```

Gambar 4.6. Syntax R memasukkan data

- Syntax R menghitung MAPE dengan satu parameter alpha.

```
MAPE <- function(alpha,data){
  SES <- Holtwinters(data, alpha = alpha, beta = FALSE,
gamma = FALSE)
  error <- residuals(SES)
  pe <- error / data
  mape <- mean(abs(pe))
  return(mape)
}
```

Gambar 4.7. Syntax R menghitung MAPE

- Syntax R iterasi golden section hingga didapat nilai error < 0.00001.

```
golden_section <- function(data,a,b,f,tol=1e-5){
  rho <- (3 - sqrt(5)) / 2
  x1 <- a + rho*(b - a)
  x2 <- a + (b - a)*(1-rho)
  cat(" ", " ", a2 " ", " ", a3 " ", " ", MAPE(a2)
", " ", MAPE(a3) " ", " a3-a2 " ,"\n")
  while ((x2 - x1) > tol) {
    if (f(x1,data) < f(x2,data)) {
      cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), "
", x2-x1, "\n")
      b <- x2
      x2 <- x1
      x1 <- a + rho*(b - a)
    } else {
      cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), "
", x2-x1, "\n")
      a <- x1
      x1 <- x2
      x2 <- a + (b - a)*(1-rho)
    }
  }
  cat(" ", x1, " ", x2, " ", f(x1,data), " ", f(x2,data), " ",
x2-x1, "\n")
}

golden_section(time_series, 0.1, 0.9, MAPE)
```

Gambar 4.8. Syntax R iterasi golden section

- Hasil iterasi golden section.

```
> golden_section(time_series, 0.1, 0.9, MAPE)
a2 a3 MAPE(a2) MAPE(a3) a3-a2
0.4055728 0.5944272 0.09675464 0.09971864 0.1888544
0.2888544 0.4055728 0.09596964 0.09675464 0.1167184
0.2167184 0.2888544 0.09485734 0.09596964 0.07213595
0.172136 0.2167184 0.09355546 0.09485734 0.04458247
0.1445825 0.172136 0.09255219 0.09355546 0.02755348
0.1275535 0.1445825 0.09257462 0.09255219 0.01702899
0.1445825 0.155107 0.09255219 0.09285785 0.01052449
0.138078 0.1445825 0.09257418 0.09255219 0.006504495
0.1445825 0.1486025 0.09255219 0.09255443 0.004019999
0.142098 0.1445825 0.09256242 0.09255219 0.002484496
0.1445825 0.146118 0.09255219 0.09254478 0.001535503
0.146118 0.147067 0.09254478 0.09253979 0.000948993
0.147067 0.1476535 0.09253979 0.09253655 0.0005865099
0.1476535 0.148016 0.09253655 0.09253449 0.0003624831
0.148016 0.14824 0.09253449 0.09253687 0.0002240269
0.1478775 0.148016 0.09253528 0.09253449 0.0001384562
0.148016 0.1481015 0.09253449 0.092534 8.557065e-05
0.1481015 0.1481544 0.092534 0.09253369 5.288557e-05
0.1481544 0.1481871 0.09253369 0.0925343 3.268508e-05
0.1481342 0.1481544 0.09253381 0.09253369 2.020049e-05
0.1481544 0.1481669 0.09253369 0.09253362 1.248459e-05
0.1481669 0.1481746 0.09253362 0.09253369 7.715901e-06
```

Gambar 4.9. Hasil iterasi golden section

PENUTUP

Pada data nilai impor periode 2022 – 2023 menunjukkan data stasioner sehingga analisis dengan menggunakan metode Single Exponential Smoothing adalah penanganan yang tepat untuk melakukan peramalan pada data time series. Berdasarkan analisis, metode Single Exponential Smoothing menghasilkan nilai parameter α yang optimal sebesar 0.141817 dengan nilai batas bawah $\alpha_0 = 0.1$ dan nilai batas atas $\alpha_1 = 0.9$. Penentuan ini menggunakan metode golden section dengan jumlah iterasi sejumlah 22 kali dengan nilai akhir MAPE yang dihasilkan sebesar 0,09253.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2023, Mei 23). Rumus Nilai Impor sebagai Dasar Pengenaan Pajak dan Pengertiannya. *Berita dan Informasi Praktis soal Ekonomi Bisnis*.
- Badan Pusat Statistika (BPS). (2023). *Nilai Impor (Juta US\$), 2023*. Nilai Impor. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDk3IzI=/nilai-impor.html>.
- Clarissa, Annebel D. (2021). Optimasi. https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/744870_1a7d391a43b94c7794e13ee491dd93f3.html.
- Fauziyah, R. N. (n.d.). Memahami Faktor-Faktor Penyebab Kelangkaan dan Dampaknya. *Gramedia Blog*.
- Hartono, A. D. (2012). Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Metode Exponential Smoothing Adjusted Fortrend (Holt's Method) Untuk Meramalkan Penjualan. *Jurnal Eksplorasi Karya Sistem Informasi dan Sains*, 2.
- Makridakis, S. (1992). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika.

-
- Noeryanti, Oktafiani, E., & Andriyani, F. (2012). APLIKASI PEMULUSAN EKSPONENSIAL DARI BROWN DAN DARI HOLT UNTUK DATA YANG MEMUAT TREND. *PROSIDING SNAST*, 1.
- Quadratullah, M. F. (n.d.). Cara Menghitung MAPE (Mean Absolute Percentage Error) di Excel dan R. *Rumus Statistik*.
- Saragih, J. P. (2016). Depresiasi Rupiah Terhadap Dolar AS dan Pengaruhnya Terhadap Ekspor dan Impor. *JURNAL BUDGET*, 79.
- Siregar, B. (2022, Oktober 7). OPTIMASI. *R Pubs by RStudio*.

BIOGRAFI PENULIS

Wita Hanifa Widiya

Penulis adalah mahasiswa Program Studi Statistika Universitas Diponegoro, Kota Semarang.

Dede Brahma Arianto

Penulis adalah professional IT berpengalaman sebagai seorang Web Developer dan telah terlibat dalam beberapa proyek pengembangan aplikasi web. Pendidikan terakhir penulis adalah Program Magister (S2) Informatika konsentrasi Sains Data Universitas Islam Indonesia, lulus tahun 2023.