

**PENGOPTIMALAN PARAMETER *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*  
MENGUNAKAN *GOLDEN SECTION METHOD* PADA PERAMALAN VOLUME  
IMPOR MIGAS INDONESIA**



**AFILIANI  
H011201021**



**Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)**

**SKRIPSI  
M STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**PENGOPTIMALAN PARAMETER *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*  
MENGUNAKAN *GOLDEN SECTION METHOD* PADA PERAMALAN  
VOLUME IMPOR MIGAS INDONESIA**

**AFILIANI  
H011201021**



**STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA  
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)**

**PENGOPTIMALAN PARAMETER *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*  
MENGUNAKAN *GOLDEN SECTION METHOD* PADA PERAMALAN  
VOLUME IMPOR MIGAS INDONESIA**

**AFILIANI  
H011201021**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Matematika

pada



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SKRIPSI**  
**PENGOPTIMALAN PARAMETER *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING***  
**MENGGUNAKAN *GOLDEN SECTION METHOD* PADA PERAMALAN**  
**VOLUME IMPOR MIGAS INDONESIA**

**AFILIANI**  
**H011201021**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sains pada 14 Juni 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Matematika  
Departemen Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



i., M.Si.  
200212 1 001

Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

Mengetahui:

Ketua Program Studi,

Dr. Fiman, S.Si., M.Si.  
NIP.19680429 200212 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pengoptimalan Parameter *Double Exponential Smoothing* Menggunakan *Golden Section Method* pada Peramalan Volume Impor Migas Indonesia" adalah benar karya saya dengan arahan dari Bapak Dr. Firman, S.Si., M.Si. sebagai Pembimbing. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 14 Juni 2024



Afiliani

NIM H011201021



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Pengoptimalan Parameter *Double Exponential Smoothing* Menggunakan *Golden Section Method* pada Peramalan Volume Impor Migas Indonesia” dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada kedua orang tua penulis Bapak **Lukman** dan Ibu **Asmah** yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kesabaran serta selalu mencurahkan kasih sayang yang tak pernah putus, memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Begitu pula kepada kedua kakak penulis **Aksa** dan **Susi Infantri** serta adik tercinta **Muhammad Rizki** yang telah memberikan dukungan pada penulis. Terima kasih telah menjadi sumber motivasi dan kekuatan bagi penulis selama perjalanan akademik ini.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, dan Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.**, selaku pembimbing utama atas ilmu, nasihat, dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis, serta bersedia meluangkan waktunya untuk mendampingi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak **Prof. Dr. Budi Nurwahyu, MS.** selaku penguji dan penasihat akademik, dan Ibu **Jusmawati Massalesse, S.Si., M.Si.** selaku penguji penulis yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu **Dosen** Departemen Matematika yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya, serta **Staf Departemen Matematika** atas segala bantuannya.
5. Sahabat-sahabat penulis **Asfi, Hilda, Alya, Gito, Fahira, Ayu, Indah, Mega**, yang telah membantu, menemani, menyemangati, dan tempat berbagi keluh-kesah penulis selama perkuliahan dan proses penulisan skripsi. Serta teman-teman **Matematika 2020** dan **KKNT G-110 Posko 2 Tekolabbua** atas segala dukungan, kebersamaan, dan kerjasamanya selama ini.
6. Serta segala pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademisi, praktisi, dan semua pihak.



Penulis,

Afiliani

## ABSTRAK

**AFILIANI. Pengoptimalan Parameter *Double Exponential Smoothing* Menggunakan *Golden Section Method* Pada Peramalan Volume Impor Migas Indonesia** (dibimbing oleh Dr. Firman, S.Si., M.Si.).

**Latar Belakang.** Peramalan volume impor migas Indonesia memiliki peran penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan di sektor energi. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan volume impor migas Indonesia menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan dua pendekatan, yaitu DES Brown dan DES Holt. Metode DES dipilih karena mampu mempertimbangkan tren dan fluktuasi musiman dalam data impor migas. Untuk meningkatkan akurasi peramalan, penelitian ini menggunakan metode *Golden Section* untuk mengoptimalkan parameter DES. **Metode.** Data bulanan volume impor migas Indonesia periode Januari 2012 hingga Desember 2023 digunakan untuk membangun model dan mengevaluasi kinerjanya. Parameter pembobot  $\alpha$  untuk DES Brown dan parameter  $\alpha$  serta  $\beta$  untuk DES Holt dioptimalkan menggunakan metode *Golden Section* untuk meminimalkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang dihitung menggunakan program Python. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter optimal untuk model DES Brown adalah  $\alpha$  sebesar 0.5616 dengan MAPE 2.5668%. Semetara itu, untuk model DES Holt, parameter optimal adalah  $\alpha$  sebesar 0.8265 dan  $\beta$  sebesar 0.3820 dengan MAPE 2.8168%. Hasil peramalan dengan parameter optimal menggunakan data uji menunjukkan bahwa DES Brown menghasilkan perkiraan yang lebih akurat dengan MAPE minimum dibandingkan DES Holt. Ini menunjukkan bahwa DES Brown dapat menjadi pilihan dalam memprediksi volume impor migas Indonesia. **Kesimpulan.** Peramalan volume impor migas Indonesia untuk periode Januari hingga Mei 2024 menghasilkan MAPE sebesar 2.4547%, menunjukkan bahwa DES Brown dengan parameter optimal memberikan hasil peramalan yang sangat baik karena nilai MAPE yang diperoleh kurang dari 10%. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengambilan kebijakan terkait impor migas di Indonesia.

**Kata kunci :** Peramalan; DES; Brown; Holt; *Golden Section*; Impor



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## ABSTRACT

AFILIANI. **Optimization of Double Exponential Smoothing Parameters Using the Golden Section Method in Forecasting Indonesia's Oil and Gas Import Volume** (supervised by Dr. Firman, S.Si., M.Si.).

**Background.** Forecasting the volume of Indonesian oil and gas imports has an important role in planning and decision-making in the energy sector. This study aims to forecast Indonesia's oil and gas import volume using Double Exponential Smoothing (DES) with two approaches: DES Brown and DES Holt. DES methods are chosen for their ability to capture trends and seasonal fluctuations in oil import data. To enhance forecasting accuracy, this research employs the Golden Section method to optimize DES parameters. **Method.** Monthly data of Indonesia's oil and gas import volume from January 2012 to December 2023 is utilized for model development and performance evaluation. The smoothing parameter  $\alpha$  for DES Brown and parameters  $\alpha$  and  $\beta$  for DES Holt are optimized using the Golden Section method to minimize Mean Absolute Percentage Error (MAPE), calculated using Python programming. **Results.** Findings indicate the optimal parameter for DES Brown is  $\alpha = 0.5616$  with MAPE of 2.5668%. Meanwhile, for DES Holt, optimal parameters are  $\alpha = 0.8265$  and  $\beta = 0.3820$  yielding MAPE of 2.8168%. Forecasting results using optimal parameters on test data show DES Brown provides more accurate estimates with the minimum MAPE compared to DES Holt, suggesting DES Brown as a preferable choice for predicting Indonesia's oil and gas imports. **Conclusion.** The forecast for January to May 2024 yields a MAPE of 2.4547%, indicating DES Brown with optimal parameters delivers highly reliable predictions, achieving MAPE below 10%. This research serves as a valuable reference for policy-making related to oil and gas imports in Indonesia.

**Keywords:** Forecasting; DES; Brown; Holt; Golden Section; Import.



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Landasan Teori .....	4
1.6.1. Runtun Waktu .....	4
1.6.2. Peramalan ( <i>Forecasting</i> ) .....	6
1.6.3. Metode <i>Exponential Smoothing</i> .....	7
1.6.4. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda ( <i>Double Exponential Smoothing</i> ) .....	7
1.6.5. Metode Pengukuran Akurasi Peramalan .....	10
1.6.6. Metode <i>Golden Section</i> .....	11
1.6.7. Impor .....	13
1.6.8. Python .....	14
2.1.1. Tujuan Penelitian .....	15
2.1.2. Sumber Data Penelitian .....	15
2.1.3. Output Penelitian .....	15
2.1.4. Langkah Penelitian .....	15
2.1.5. Kesimpulan Penelitian .....	17



BAB 3 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
3.1. Hasil Penelitian.....	18
3.1.1. Deskripsi Data.....	18
3.1.2. Plot Data.....	18
3.1.3. Uji Stasioner Data.....	19
3.1.4. Pembagian Data.....	20
3.1.5. Implementasi Algoritma.....	20
3.1.6. <i>Double Exponential Smoothing</i> Brown menggunakan Metode <i>Golden Section</i> .....	21
3.1.7. <i>Double Exponential Smoothing</i> Holt menggunakan Metode Modifikasi <i>Golden Section</i> .....	23
3.2. Pembahasan.....	25
3.2.1. Perbandingan dan Pemilihan Model Terbaik.....	25
3.2.2. Peramalan dengan Model Terbaik.....	28
3.2.3. Akurasi Model <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan Parameter Optimal.....	30
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN .....	31
4.1. Kesimpulan.....	31
4.2. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN .....	35



## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Kriteria Nilai MAPE .....	11
2. Deskripsi Data Volume Impor Migas Indonesia .....	18
3. Hasil Perhitungan Nilai Alpha <i>Double Exponential Smoothing</i> Brown .....	22
4. Hasil Perhitungan Nilai Alpha dan Beta <i>Double Exponential Smoothing</i> Holt.....	24
5. Hasil Parameter Optimal dengan Metode <i>Golden Section</i> .....	26
6. Perbandingan Data Aktual dan Data Peramalan .....	27
7. Hasil Peramalan untuk 5 Bulan Selanjutnya .....	29



## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Pola Data Horizontal.....	4
2. Pola Data <i>Trend</i> .....	5
3. Pola Data Musiman.....	5
4. Pola Data Siklis.....	6
5. Pengurangan Interval Pencarian $x$ optimal (i) dari $[a,d]$ menjadi $[a,c]$ (ii) dari $[a,d]$ menjadi $[b,d]$ .....	11
6. <i>Flowchart</i> Alur Penelitian .....	17
7. Pola Data Volume Impor Migas Indonesia Periode Januari 2012 - Desember 2023 .....	18
8. Uji Stasioner Data.....	19
9. Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> .....	20
10. <i>Flowchart</i> Implementasi Algoritma .....	21
11. Peramalan dengan Data <i>Training</i> (a) DES Brown (b) DES Holt .....	26
12. Grafik Peramalan dengan Data <i>Testing</i> (a) DES Brown, (b) DES Holt.....	28
13. Hasil Peramalan 5 bulan selanjutnya.....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Data Volume Impor Migas Indonesia Periode Januari 2016-Desember 2022.....	36
2. <i>Source Code</i> Program Python untuk Plot Data.....	45
3. <i>Source Code</i> Program Uji Stasioner Data .....	45
4. <i>Source Code</i> Program Python untuk Memuat Data Dari File Excel .....	46
5. <i>Source Code</i> Program Python untuk Pembagian Data .....	46
6. <i>Source Code</i> Program Python untuk Perhitungan Parameter DES Brown Menggunakan Metode <i>Golden Section</i> .....	47
7. <i>Source Code</i> Program Python Peramalan dengan DES Brown.....	49
8. <i>Source Code</i> Program Python untuk Perhitungan Parameter DES Holt menggunakan metode modifikasi <i>Golden Section</i> .....	50



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Hubungan antarnegara di era globalisasi sangat penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, salah satunya melalui perdagangan internasional. Perdagangan internasional dapat diartikan sebagai interaksi ekonomi antar negara yang melibatkan pertukaran barang, jasa, ataupun modal. Melalui perdagangan internasional, negara-negara dapat memenuhi kebutuhan yang tidak dapat diproduksi sendiri (Wijaya, et al., 2017). Impor merupakan salah satu aktivitas dalam perdagangan internasional. Proses impor umumnya melibatkan pemasukan barang dari luar negeri ke dalam negeri. Impor Minyak dan Gas Bumi (Migas) menjadi salah satu kegiatan impor yang dilakukan oleh pemerintah sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan migas dalam negeri.

Kebutuhan minyak bumi di Indonesia cukup tinggi karena merupakan sumber energy utama untuk kehidupan sehari-hari, terutama dalam industry, transportasi, dan rumah tangga (Andriani, et al., 2018). Hal ini menjadi salah satu penyebab tingginya kebutuhan migas di Indonesia dalam beberapa waktu ke depan. Berdasarkan uraian tersebut jumlah impor migas Indonesia dipandang perlu untuk diramalkan sebagai acuan pembuatan perencanaan yang matang terkait dengan perkembangan perekonomian Indonesia. Peramalan yang akurat terkait jumlah impor migas Indonesia diharapkan dapat membantu pemerintah dan perusahaan membuat keputusan yang tepat terkait manajemen sumber daya migas dan pemenuhan kebutuhan energi domestik.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan peramalan, salah satunya adalah metode *Exponential Smoothing*. Meskipun sudah berusia, metode ini tetap memberikan kinerja yang sangat efektif dalam peramalan, bahkan lebih baik dibandingkan dengan pendekatan yang lebih kompleks (Moiseev, et al., 2021). Metode *Exponential Smoothing* dibagi menjadi tiga berdasarkan pola data yang terbentuk yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES). Metode *Single Exponential Smoothing* digunakan untuk data yang mempunyai pola stasioner tanpa *tren* atau komponen musiman. Metode *Double Exponential Smoothing* dapat digunakan untuk data yang mempunyai pola *tren*. Metode *Triple Exponential Smoothing* digunakan untuk data yang mempunyai pola *tren* dan musiman secara bersamaan (Septianor, et al., 2021).



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

menggunakan data volume impor migas Indonesia dari periode Desember 2023, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Data tersebut menunjukkan pola *trend* yang berfluktuasi. *Trend* dengan kenaikan volume impor migas Indonesia hingga diikuti penurunan hingga pertengahan 2020, dan kembali naik di *trend* ini memungkinkan penerapan metode *Double Exponential*

*Smoothing* untuk meramalkan volume impor migas Indonesia. Metode DES memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan metode *exponential smoothing* yang lain, termasuk efisiensi operasional, kebutuhan data yang relative sedikit, serta kemampuan untuk mengatasi data yang memiliki *trend* atau pola musiman.

Meskipun sederhana, implementasi *Double Exponential Smoothing* dalam peramalan sering kali menghasilkan nilai prediksi yang lebih tinggi dari data aktual (*over forecasting*). Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan nilai parameter yang mampu mengendalikan pertumbuhan eksponensial, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat. (Zahrunnisa et al., 2021). Nilai parameter terbaik adalah nilai yang dapat memberikan peramalan yang mendekati data sebenarnya. Dalam penerapan metode ini, menemukan nilai parameter yang sesuai sering melibatkan pendekatan coba-coba (*trial and error*) untuk mencapai tingkat kesalahan yang minimum. Penggunaan metode *trial and error* ini dapat mengakibatkan tingkat akurasi peramalan yang kurang optimal dan membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk mendapatkan parameter yang meminimumkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang lebih efisien dalam mendapatkan parameter optimal agar nilai MAPE yang dihasilkan dapat seminimum mungkin. Adapun cara lain untuk menentukan nilai parameter terbaik dan optimal dapat dilakukan dengan optimasi menggunakan metode *non-linear*, salah satunya adalah metode *golden section*. Metode ini termasuk dalam metode optimasi numerik yang dapat diterapkan untuk fungsi yang bersifat unimodal. Metode *golden section* menggunakan prinsip mengurangi daerah batas parameter yang menghasilkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) minimum yang dihitung secara berulang (Wiladibrata, 2022).

Terdapat beberapa penelitian mengenai metode *golden section* sebagai metode optimasi parameter pemulusan, seperti yang dilakukan oleh Kinasih, et al., (2018) tentang optimasi parameter pada model *exponential smoothing* menggunakan metode *golden section* untuk pemilihan model terbaik dan peramalan jumlah wisatawan provinsi jawa tengah, diperoleh metode terbaik adalah *Single Exponential Smoothing* dengan tingkat akurasi 6,27370%, artinya tingkat akurasi peramalan sangat baik. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Widitriani, et al., (2020) menunjukkan hasil bahwa *golden section* menemukan nilai peramalan yang optimal dengan tingkat MAPE sebesar 43,39%. Penelitian yang telah dilakukan juga oleh Andriani, et al., (2022), menunjukkan bahwa peramalan nilai ekspor menggunakan *Holt DES*, *additive Holt-Winter TES*, dan perkalian *Holt-Winter TES* dengan metode optimasi *golden section* mempunyai MAPE kurang dari 10% yang berarti peramalan menggunakan metode tersebut sangat baik.



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

ini, metode *golden section* belum pernah diterapkan dalam menentukan parameter pemulusan yang optimal dalam meramalkan Indonesia. Peramalan terhadap volume impor migas Indonesia untuk menyusun perencanaan ekonomi yang matang. Seiring kebutuhan impor migas di Indonesia, diperlukan analisis lebih impor migas untuk mengetahui tingkat ketergantungan negara. Kebutuhan impor migas diperkirakan akan semakin meningkat

seiring dengan bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk (Gunawan, et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk meramalkan volume impor migas Indonesia menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan dua pendekatan, yaitu DES Brown dan DES Holt. Peneliti memilih metode DES karena metode ini mampu mempertimbangkan *trend* dan fluktuasi musiman dalam data impor migas. Lebih lanjut, penelitian ini menggunakan metode *Golden Section* untuk menemukan nilai parameter optimal yang meminimumkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Penelitian ini akan dituangkan dalam tulisan Skripsi dengan judul “**Pengoptimalan Parameter *Double Exponential Smoothing* Menggunakan *Golden Section Method* pada Peramalan Volume Impor Migas Indonesia**”.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan nilai parameter optimal *Double Exponential Smoothing* Brown dan *Double Exponential Smoothing* Holt menggunakan Metode *Golden Section* untuk peramalan volume impor migas Indonesia?.
2. Bagaimana hasil peramalan volume impor migas Indonesia untuk 5 periode kedepan?

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam Penelitian ini diberikan batasan masalah pada pembahasan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan dua pendekatan, yaitu DES Brown dan DES Holt dan penentuan parameter optimal menggunakan metode *Golden Section* untuk data Volume Impor Migas Indonesia periode Januari 2012 sampai Desember 2023. Dan peramalan yang dilakukan hanya memprediksi volume impor migas Indonesia untuk 5 bulan kedepan (Januari – Mei 2024).

## 1.4. Tujuan Penelitian

1. Menemukan nilai parameter optimal untuk model peramalan *Double Exponential Smoothing* (DES) Brown dan *Double Exponential Smoothing* (DES) Holt menggunakan metode *Golden Section* dengan fungsi tujuan adalah meminimumkan nilai MAPE.
2. Mendapatkan nilai prediksi volume impor migas Indonesia periode Januari sampai dengan Mei 2024.

## 1.5. Manfaat Penelitian



tingkatkan pemahaman tentang metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Golden Section* dalam konteks peramalan volume impor



## 1.6. Landasan Teori

### 1.6.1. Runtun Waktu

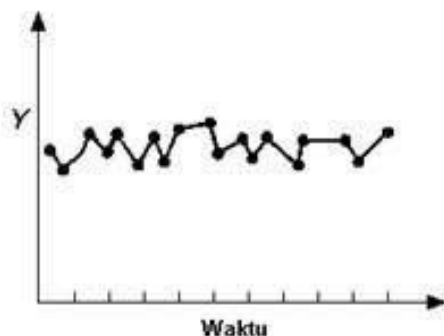
Runtun waktu adalah sekumpulan titik data yang diurutkan berdasarkan waktu. Selain itu, data seringkali mempunyai jarak waktu yang sama artinya interval yang sama memisahkan setiap titik data (Peixeiro, 2022).

Data runtun waktu adalah data yang terkumpul secara terus-menerus selama suatu periode, dengan interval waktu yang bisa berupa tahunan, bulanan, mingguan, atau bahkan harian dalam beberapa kasus. Tujuan dari analisis runtun waktu adalah mengidentifikasi pola variasi masa lalu, yang nantinya dapat digunakan untuk meramalkan nilai masa depan dan memberikan dukungan dalam pengelolaan operasional serta perencanaan. Runtun waktu bisa diinterpretasikan sebagai data yang terkumpul atau dicatat pada lebih dari satu titik waktu (Hamidi, 2023). Salah satu tujuan terpenting dalam analisis runtun waktu adalah meramalkan nilai masa depan. Sekalipun tujuan akhir pemodelan *time series* adalah untuk mengendalikan suatu sistem, pengoperasiannya biasanya didasarkan pada peramalan.

Menurut Makridakis (1992), Langkah penting dalam memilih suatu metode runtun waktu yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis (*cyclical*) dan *trend*.

#### 1. Pola Horizontal

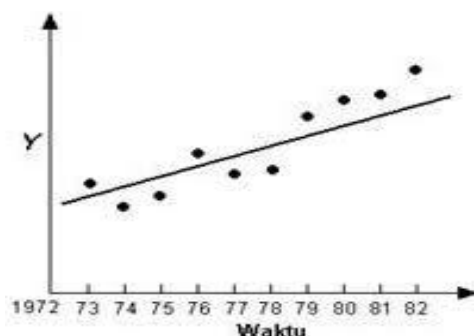
Pada pola horizontal, data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan (deret seperti dikatakan stasioner dalam nilai rata-rata). Kejadian horizontal merujuk pada pola yang muncul secara tidak terduga dan bersifat acak, namun kemunculannya memiliki potensi untuk memengaruhi fluktuasi data runtun waktu. Bentuk dari pola horizontal dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola Data Horizontal  
Sumber: Makridakis, et al., (1992)



dapat terjadi apabila pada data terjadi kenaikan atau penurunan yang signifikan. Bentuk pola data *trend* dapat dilihat pada gambar 2.

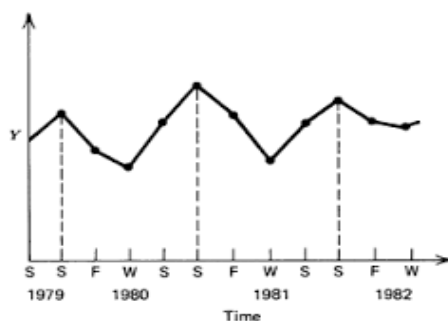


**Gambar 2.** Pola Data *Trend*

Sumber: Makridakis, et al., (1992)

### 3. Pola Musiman

Pola musiman terjadi apabila suatu daerah pada grafik pola data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal pada tahun tertentu, bulanan, mingguan atau hari-hari pada minggu tertentu). Karakteristik pola ini terlihat dari perulangan puncak dan lembah yang konsisten dalam suatu periode. Sebagai ilustrasi, suatu negara mengalami pergantian cuaca empat kali, melibatkan musim semi (*spring*), musim panas (*Summer*), musim gugur (*fall*), dan musim dingin (*winter*). Gambar 3 menggambarkan bahwa nilai tertinggi pada interval tahunan terjadi selama musim panas.



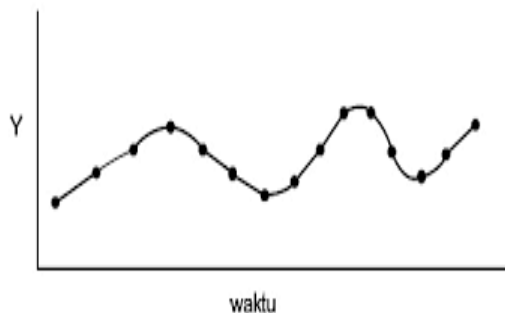
**Gambar 3.** Pola Data Musiman

Sumber: Makridakis, et al., (1992)

### 4. Pola Siklis

Pola siklis ditandai oleh pergerakan yang menyerupai gelombang dengan panjang gelombang yang melebihi satu tahun, dan belum tentu mengulang pada sama. Ini berbeda dengan pola musiman yang menunjukkan osnsisten. Pola siklis mengacu pada pengulangan antar waktu iriodik. Komponen siklis sangat berguna dalam melakukan k jangka waktu menengah. Pola data siklis dapat dilihat pada





**Gambar 4.** Pola Data Siklis  
Sumber: Makridakis, et al., (1992)

### 1.6.2. Peramalan (*Forecasting*)

Menurut Yunita (2020), peramalan adalah proses memperkirakan nilai di masa mendatang dengan menggunakan data yang ada di masa lampau. Data di masa lampau secara sistematis dikombinasikan dan diolah untuk memperkirakan suatu nilai di masa mendatang. Penentuan periode waktu peramalan tergantung pada situasi dan kondisi aktual dan tujuan peramalan.

Periode waktu yang biasa digunakan harian, mingguan, bulanan, semesteran dan tahunan. Semakin jauh periode mendatang yang akan diramalkan maka hasil ramalan akan semakin kurang akurat (Muhartini, 2021). Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian terhadap sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang. Suatu usaha untuk mengurangi ketidakpastian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode peramalan.

#### 1.6.2.1. Langkah-Langkah Peramalan

Menurut Rusyida, et al., (2022) langkah-langkah yang diperlukan dalam proses peramalan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Tujuan Peramalan

Perlu diingat bahwa, forecasting diperlukan untuk merencanakan masa depan, oleh karena itu kita harus mempertimbangkan dan memutuskan peramalan apa yang sebenarnya dibutuhkan oleh kita. Kesalahan dalam menentukan tujuan peramalan akan menghasilkan hasil yang berbeda sehingga keakuratan peramalan akan diragukan.

2. Mengevaluasi dan menganalisis data yang sesuai

Langkah ini melibatkan identifikasi data apa yang diperlukan dan data apasaja yang tersedia. Pengidentifikasi data ini akan berdampak pada pemilihan

malan nanti.

menguji metode peramalan

menentukan model atau metode peramalan yang tepat. Cara

umum adalah dengan mencari dua atau tiga metode yang terbaik

mengujinya pada data historis untuk melihat metode atau model

mana yang paling akurat.



4. Menghasilkan peramalan  
Setelah menentukan metode peramalan yang tepat yang akan digunakan, selanjutnya adalah menghasilkan ramalan yang kita butuhkan.
5. Memantau keakurasian peramalan  
Setelah membuat ramalan, perlu untuk mencatat apa yang sebenarnya terjadi dan kemudian menggunakan informasi tersebut untuk memantau keakurasian peramalan.

### 1.6.3. Metode *Exponential Smoothing*

Para ahli penelitian operasional mengembangkan metode pemulusan pada akhir 1950-an. Tidak jelas apakah Holt (1957) atau Brown (1956) yang pertama kali memperkenalkan pemulusan eksponensial, atau mungkin Magee. Sebagian besar upaya pengembangannya selesai pada akhir 1950-an dan diterbitkan menjelang awal 1960-an. Ini termasuk upaya Brown (1956) dan Holt (1957) serta upaya berikutnya oleh Magee (1958), Brown (1959), Holt dan kawan-kawan (1960), Winters (1960), Brown dan Mayer (1961), dan Brown dan Mayer (1963). Konsep pemulusan eksponensial telah berkembang sejak saat itu dan sekarang digunakan secara luas, terutama dalam peramalan (Makridakis,1992).

Metode *Exponential Smoothing* merupakan peramaan rata-rata bergerak dengan pembobotan, Metode ini menggunakan data masa lalu yang sedikit. Prinsip dari metode ini adalah menerapkan pembobotan dari data masa lalu untuk diprediksi kedepannya. Metode ini memberikan bobot berlandaskan level  $\alpha$  (Ardiansah,2021). Dimana  $\alpha$  adalah sebuah bobot atau konstantan penghalus yang dipilih oleh peramal yang mempunyai nilai antara 0 dan 1. Secara sistematis, metode *exponential smoothing* dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan  $F_t$  adalah peramalan permintaan di periode berikutnya,  $F_{t-1}$  adalah peramalan permintaan di periode sebelumnya,  $A_{t-1}$  adalah permintaan aktual di periode sebelumnya, dan  $\alpha$  adalah konstantan *exponential* ( $0 < \alpha < 1$ ).

### 1.6.4. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda (*Double Exponential Smoothing*)

Pendekatan lain untuk meramalkan data dengan *tren linier* dan beberapa keacakan menggunakan pemulusan eksponensial dan disebut pemulusan eksponensial ganda (DES). Mirip dengan rata-rata pergerakan ganda, *double exponential smoothing* menghaluskan data yang dihaluskan secara eksponensial (Lawrence, et al., 2009).

*Double Exponential Smoothing* merupakan sebuah teknik yang mengatasi perbedaan antara data aktual dan nilai perkiraan, dapat *trend* pada grafik data. Semakin banyak data yang analisis peramalan, persentase kesalahan yang dihasilkan akan berkurang. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah  $\alpha$  antara 0 dan 1 (Febrianti,et al.,2021).



Parameter ini mengindikasikan perbedaan antara prediksi dan data aktual. Ketika nilai  $\alpha$  mendekati 1, hal itu mengimplikasikan bahwa bobot yang diberikan pada data terbaru lebih tinggi, sehingga efek pemulusannya menjadi minim. Sebaliknya, jika  $\alpha$  mendekati 0, hal itu menunjukkan respon yang rendah terhadap data terbaru, sehingga efek pemulusannya menjadi signifikan (Primandari, 2016).

Nilai pemulusan eksponensial tunggal adalah (Lawrence, et al., 2009):

$$L'_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)L'_{t-1} \quad (2)$$

Dengan,  $L'_t$  adalah nilai pemulusan eksponensial tunggal periode ke- $t$ ,  $\alpha$  adalah konstanta pemulusan, dan  $Y_t$  adalah data runtun waktu pada periode  $t$ .

Terdapat dua pendekatan dalam *Double Exponential Smoothing*, pendekatan pertama menggunakan nilai  $\alpha$  yang sama untuk kedua operasi pemulusan, yang dikenal sebagai metode *Double Exponential Smoothing* Brown. Pendekatan kedua yaitu menggunakan dua koefisien yang berbeda untuk dua operasi pemulusan, disebut  $\alpha$  dan  $\beta$ . Pendekatan dua koefisien ini dikenal sebagai metode *Double Exponential Smoothing* Holt (Makridakis, et al., 1992).

#### 1.6.4.1. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Brown (DES Brown)

Seperti metode rata-rata pergerakan ganda (*double moving average*), *Double Exponential Smoothing* Brown juga memasukkan nilai yang telah dihaluskan untuk menilai tren. Metode *Double Exponential Smoothing* oleh Brown digunakan untuk menyesuaikan perbedaan antara data aktual dan nilai peramalan, terutama ketika terdapat *trend* dalam grafik data. Oleh karena itu, ramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing* Brown adalah (Lawrence, et al., 2009):

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (3)$$

$$a_t = L'_t + [L'_t - L''_t] = 2L'_t - L''_t \quad (4)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (L'_t - L''_t) \quad (5)$$

Dimana  $F_{t+m}$  adalah nilai peramalan pada periode  $t + m$ ,  $a_t$  adalah nilai konstanta pemulusan pada periode  $t$ ,  $b_t$  adalah nilai konstanta *trend* pada periode  $t$ , dan  $m$  adalah jumlah periode ke depan yang akan diramalkan.

Nilai pemulusan eksponensial ganda adalah :

$$L''_t = \alpha L'_t + (1 - \alpha)L''_{t-1} \quad (6)$$

Dengan,  $L''_t$  adalah nilai pemulusan eksponensial ganda periode ke- $t$ . Seperti halnya pemulusan eksponensial sederhana, untuk memulai proses perhitungan, nilai awal  $L''_1$  harus diidentifikasi. Jadi, definisi berikut digunakan :

$$L'_1 = L''_1 = Y_1 \quad (7)$$

$$a_1 = Y_1 \quad (8)$$



$$b_1 = \frac{(Y_2 - Y_1) + (Y_4 - Y_3)}{2} \quad (9)$$

Dalam Purwanti, et al., (2019) dijelaskan langkah-langkah peramalan menggunakan *metode Double Exponential Smoothing Brown*, sebagai berikut:

1. Memilih nilai parameter pemulusan  $\alpha$  dengan ketentuan ( $0 < \alpha < 1$ ). Nilai  $\alpha$  dipilih secara acak.
2. Menginisialisasi nilai  $L'_1 = L''_1 = X_1$ .
3. Menghitung untuk periode berikutnya nilai  
 $L'_t$  menggunakan Persamaan (2);  
 $L''_t$  menggunakan Persamaan (6);  
 $a_t$  menggunakan persamaan (4); dan  
 $b_t$  menggunakan persamaan (5);
4. Melakukan prediksi satu periode berikutnya menggunakan persamaan (3).
5. Mengulangi langkah 3 dan 4 untuk seluruh kelompok data inisialisasi.
6. Menggunakan nilai  $a_t$  dan  $b_t$  terakhir untuk prediksi berapa periode kedepan.

#### 1.6.4.2. Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Holt (DES Holt)

Pendekatan pemulusan eksponensial ganda (DES) Holt memperluas metode pemulusan eksponensial sederhana untuk mempertimbangkan tren dengan menggunakan dua parameter  $\alpha$  dan  $\beta$ , ( $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ ). DES Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memuluskan nilai tren dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli (Makridakis, 1992).

Kedua parameter ini digunakan untuk memuluskan level ( $\alpha$ ) dan tren ( $\beta$ ). Levelnya dihitung sebagai (Lawrence, et al., 2009):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (10)$$

Dimana  $L_t$  adalah pemulusan level pada periode  $t$ . Sedangkan untuk parameter  $\beta$  (*Tren*) adalah sebagai berikut :

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (11)$$

Untuk melakukan peramalan dihitung sebagai berikut:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (12)$$

Dengan  $b_t$  adalah pemulusan *trend* pada periode  $t$ , dan  $m$  adalah jumlah periode yang diramalkan.



utra, et al., (2021) disebutkan langkah-langkah peramalan menggunakan *metode Double Exponential Smoothing Holt*, sebagai berikut:  
 1. Memilih nilai parameter pemulusan  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan ketentuan ( $0 < \alpha, \gamma < 1$ ). Nilai  $\alpha$  dan  $\gamma$  dipilih secara acak.

2. Menginisialisasi nilai  $L_t$  pertama yakni  $L_1 = Y_1$  dan  $b_t$  pertama menggunakan persamaan (7) dan (9).
3. Menghitung untuk satu periode berikutnya nilai  $L_t$  menggunakan persamaan (10) dan  $b_t$  menggunakan persamaan (11).
4. Melakukan satu prediksi satu periode berikutnya menggunakan persamaan (12).
5. Mengulangi langkah 3 dan 4 untuk seluruh kelompok data inialisasi
6. Menggunakan nilai  $L_t$  dan  $b_t$  terakhir untuk prediksi beberapa periode kedepan.
7. Menghitung nilai MAPE menggunakan persamaan (13) dengan membandingkan nilai prediksi dari langkah 6 dengan kelompok data pengujian.

Walaupun pemulusan eksponensial ini sederhana, namun metode ini pun mempunyai masalah. Salah satunya adalah meminimumkan akurasi kesalahan peramalan seperti MSE, MAPE, atau ukuran lainnya. Misalkan meminimumkan MSE, untuk pemulusan eksponensial minimum MSE harus ditentukan melalui cara coba dan salah (*trial and error*). Suatu nilai  $\alpha$  dipilih, dihitung MSE pada kelompok pengujian, dan kemudian dicoba nilai  $\alpha$  yang lain. Lalu seluruh MSE tersebut dibandingkan untuk menemukan nilai  $\alpha$  yang memberikan minimum MSE (Makridakis, 1992). Penggunaan metode *trial and error* ini dapat mengakibatkan tingkat akurasi peramalan yang kurang optimal dan membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk mendapatkan parameter yang meminimumkan tingkat akurasi kesalahan seperti MSE, MAPE, atau ukuran lainnya. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang lebih efisien dalam mendapatkan parameter optimal agar nilai MAPE yang dihasilkan dapat seminimum mungkin.

### 1.6.5. Metode Pengukuran Akurasi Peramalan

Mengukur akurasi ramalan merupakan salah satu cara untuk mengetahui tingkat kesalahan hasil ramalan. Akurasi peramalan dapat diartikan sebagai seberapa tepat hasil peramalan dibandingkan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin kecil selisihnya, semakin tepat ramalan tersebut (Purwanti, et al., 2019). Ukuran kesalahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran statistik standar, yaitu nilai rata-rata kesalahan persentase *absolute* (*Mean Absolute Percentage Error*).

#### 1.6.5.1. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan diukur. MAPE merupakan pengukuran akurasi peramalan dalam bentuk persentase dari data sebenarnya. Secara matematis, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dirumuskan sebagai berikut

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (13)$$



Dengan,  $Y_t$  adalah nilai aktual dalam periode waktu  $t$ ,  $F_t$  adalah nilai ramalan dalam periode waktu  $t$ , dan  $n$  adalah jumlah data runtun waktu.

Semakin kecil nilai MAPE menandakan nilai tersebut memiliki nilai peramalan yang mendekati nilai yang valid, berikut adalah nilai kriteria dari MAPE (Syifahati, et al., 2023).

**Tabel 1.** Kriteria Nilai MAPE

MAPE	Tingkat Keakuratan Hasil Peramalan
$MAPE \leq 10\%$	Peramalan Sangat Baik
$10 < MAPE \leq 20\%$	Peramalan Baik
$20 < MAPE \leq 50\%$	Peramalan Cukup Baik
$MAPE > 50\%$	Peramalan Buruk

### 1.6.6. Metode Golden Section

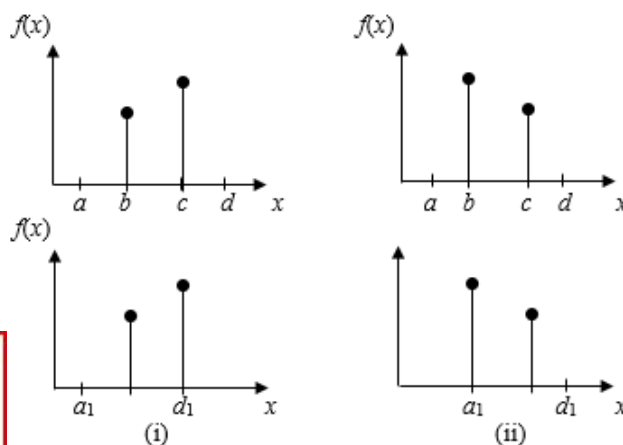
Metode *Golden Section* merupakan metode untuk menentukan titik optimum (titik maksimum atau minimum) untuk satu variable. Metode *golden section* memerlukan syarat batas-batas dari interval optimasi atau dengan kata lain metode ini memerlukan dua nilai tebakan berupa interval dimana diperkirakan titik optimum tersebut berada (Saputra, 2020).

Saputra, N. dan Harjito, B. (2021) menjelaskan bahwa pada umumnya metode *golden section* digunakan untuk menyelesaikan NLP (*non-linear programming*) satu variable yang berbentuk

Maksimasi atau minimasi :  $f(x)$

Dengan kendala :  $a \leq x \leq d$

Metode ini menggunakan prinsip mengurangi daerah batas  $x$  yang mungkin menghasilkan suatu fungsi objektif optimum (maksimum atau minimum) secara iteratif.



dengan Interval Pencarian  $x$  optimal (i) dari  $[a, d]$  menjadi  $[a, c]$  (ii) dari  $[a, d]$  menjadi  $[b, d]$ .

Sumber : Yuwida, et al., (2012)





Misalnya, nilai fungsi yang optimal mungkin berada dalam rentang  $[a,d]$  untuk tingkat iterasi. Kemudian ditentukan dua nilai  $x$  yang simetris pada interval tersebut, yaitu  $b$  dan  $c$ , dan interval probabilitas dari fungsi nilai optimal dikurangi dari  $[a,d]$  menjadi  $[a,c]$  dan  $[b,d]$  masing-masing. Tergantung pada nilai  $x = b$  dan  $x = c$ . Secara grafis ditunjukkan pada Gambar 2.5 (Yuwida,2012).

Untuk mendapatkan interval  $b$  dan  $c$  simetris dalam interval  $[a,d]$  digunakan nilai perbandingan  $r$ , sehingga :

$$\frac{c-a}{d-a} = \frac{d-b}{d-a} = r \quad (14)$$

Dapat dituliskan:

$$b = d - r(d - a) = ra + (1 - r)d \quad (15)$$

$$c = a + r(d - a) = a + d - b \quad (16)$$

Pada setiap langkah iterasi, ditentukan dua titik pada interval yang ada. Untuk menghemat langkah perhitungan, hanya satu titik baru yang ditentukan untuk setiap langkah iterasi. Titik berikutnya adalah titik yang ditentukan pada langkah sebelumnya. Misalnya, rentang  $[a,d]$  dapat dikurangi menjadi  $[a,c]$ . Rentang  $[a,c]$  adalah rentang baru, sehingga dapat ditulis sebagai  $[a_1,d_1]$ . Hanya satu titik baru yang didefinisikan, yaitu  $b_1$ , karena titik  $b$  digunakan sebagai titik  $c_1$ . Sehingga diperoleh hubungan:

$$b_1 = ra_1 + (1 - r)d_1 \quad (17)$$

$$r = \frac{c_1 - a_1}{d_1 - a_1} = \frac{b - a}{c - a} \quad (18)$$

Untuk mendapatkan nilai  $r$  diperoleh dengan cara menyelesaikan persamaan diatas yaitu dengan mensubstitusikan persamaan (15) dan (16) ke persamaan (18).

$$\begin{aligned} r &= \frac{b - a}{c - a} \\ r &= \frac{d - r(d - a) - a}{a + r(d - a) - a} = \frac{d - a - r(d - a)}{r(d - a)} \\ r^2 &= \frac{d - a}{d - a} = \frac{r(d - a)}{d - a} \\ r^2 &= 1 - r \\ r^2 + r - 1 &= 0 \end{aligned} \quad (19)$$

Persamaan (19) diselesaikan maka diperoleh nilai  $r$  sebesar  $\frac{1}{2}(-1 - \sqrt{5}) = -1,618033989$  atau  $\frac{1}{2}(-1 + \sqrt{5}) = 0,618033989$ . Agar didapat interval yang semakin kecil diperlukan syarat  $0 < r < 1$ , maka nilai  $r$  yang digunakan adalah  $\frac{1}{2}(-1 + \sqrt{5}) = 0,618033989$ .

Svifahati, et al. (2023) menjelaskan bahwa metode *golden section* hanya optimasi pada satu variabel *non-linier*. Hal ini membatasi dalam menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks, yang melibatkan banyak variabel. Sebagai solusi, metode *golden section* dimodifikasi untuk optimasi multi-variabel *non-linear*. Bentuk umum dari metode *golden section* adalah sebagai berikut:



Maksimasi atau minimasi :  $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

Dengan kendala : 
$$\begin{cases} a_1 \leq x \leq d_1 \\ a_2 \leq x \leq d_2 \\ \vdots \\ a_n \leq x \leq d_n \end{cases}$$

Dalam Saputra, et al., (2021) disebutkan langkah-langkah metode *golden section* untuk mengoptimalkan parameter *Double Exponential Smoothing*, sebagai berikut:

1. Menentukan fungsi tujuan, batas toleransi berhentinya ( $\epsilon$ ), batas bawah ( $a$ ) dan batas atas ( $d$ ) yang merupakan kendala dari optimasi yakni batas nilai  $\alpha$  yaitu  $0 < \alpha < 1$ .
2. Menghitung dua titik tengah antara  $a$  dan  $d$ , yaitu  $b$  dan  $c$  menggunakan persamaan (15) dan (16).
3. Menghitung nilai  $f(b)$  dan  $f(c)$  yang merupakan nilai MAPE jika menggunakan nilai  $\alpha = b$  dan  $\alpha = c$ .
4. Menghitung  $d - a$  dan membandingkannya dengan toleransi ( $\epsilon$ )  
Jika  $|d - a| < \epsilon$  atau jumlah iterasi emcapai iterasi maksimum, iterasi selesai dan diperoleh nilai  $b = c = \alpha$  (Konvergen).  
Jika tidak, lakukan langkah 6 kemudian ulangi langkah 4 dan 5.
5. Membandingkan nilai  $f(b)$  dan  $f(c)$  dan melakukan pembaruan selang dengan ketentuan sebagai berikut.

$$\text{Jika } f(b) < f(c), \begin{cases} d = c, \\ c = b, \\ a = a, \\ b = ra + (1 - r)d \end{cases}$$

$$\text{Jika } f(b) > f(c), \begin{cases} a = b, \\ b = c, \\ d = d, \\ c = a + d - b \end{cases}$$

### 1.6.7. Impor

Impor adalah salah satu aktivitas dalam perdagangan internasional. Aktivitas ini mencakup perpindahan barang secara legal dari satu negara ke negara lain dalam konteks perdagangan. Proses impor umumnya melibatkan pemasukan barang dari luar negeri ke dalam negeri (Brata, et al., 2021). Salah satu cara untuk meningkatkan pendapatan suatu negara adalah melalui kegiatan impor dan ekspor sebagai bagian perdagangan internasional. Perdagangan internasional merupakan suatu aktivitas yang melibatkan pertukaran barang maupun jasa antar negara dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan. Peranan perdagangan internasional sangat penting bagi perekonomian di Indonesia (Putri, et al., 2023). Perdagangan internasional adalah untuk mengambil keuntungan dari sumber daya alam negara lain, yang mengandalkan impor untuk



memenuhi kebutuhan yang tidak dapat dipenuhi di dalam negeri. Oleh karena itu, kerjasama antar negara sangat penting untuk memenuhi kebutuhan yang terbatas tersebut, karena suatu negara tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhannya tanpa bantuan negara lain (Brata, et al., 2021).

#### 1.6.8. Python

Python merupakan sebuah bahasa pemrograman interpretatif yang memiliki banyak fungsi, dan didesain dengan fokus pada kejelasan dan kemudahan pemahaman kode. Python dianggap sebagai bahasa yang menggabungkan kemampuan dan kejelasan sintaks kode. Bahasa pemrograman Python dirancang khusus untuk memudahkan programmer dalam membuat program dengan efisiensi waktu, kemudahan pengembangan, dan kompatibilitas dengan system (Triono,2023).



## BAB 2

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 2.1. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Jenis Data Penelitian  
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, karena data penelitian yang digunakan berupa angka dan analisis menggunakan statistik.
- b. Sumber Data Penelitian  
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang dikutip dari laman Badan Pusat Statistik Indonesia.

#### 2.2. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, variable yang digunakan adalah data volume impor migas Indonesia pada bulan Januari 2012 – Desember 2023. Data yang digunakan adalah data dengan periode bulanan sehingga banyaknya data yang dimiliki adalah 144 data.

#### 2.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 yang bertempat di Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

#### 2.4. Langkah - Langkah Penelitian

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Double Exponential Smoothing* Brown dan *Double Exponential Smoothing* Holt, dengan optimasi parameter melalui metode *Golden Section*. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel serta program khusus yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman *Python*. Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mulai  
Pada tahap awal, peneliti melakukan persiapan dan menentukan topik yang akan diangkat.
2. Identifikasi Masalah

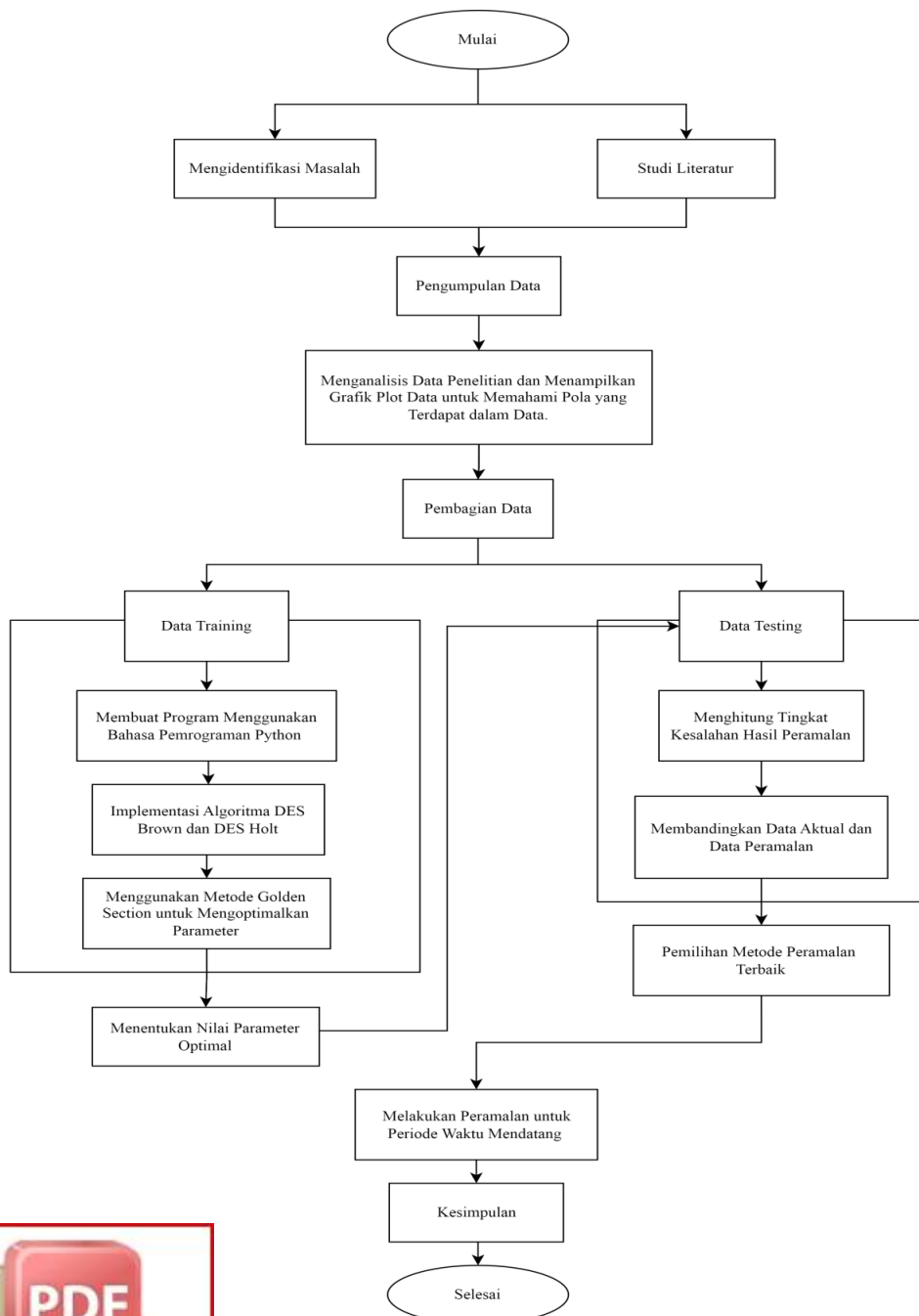
Identifikasi masalah adalah proses mengenali, mendefinisikan, dan masalah atau pertanyaan yang ingin diselesaikan melalui tahap ini sangat penting karena menentukan fokus dan tujuan serta membantu peneliti merancang metode dan strategi yang menyelesaikan masalah.



3. Studi Literatur  
Studi literatur melibatkan pencarian dan analisis sumber-sumber tertulis, termasuk buku-buku yang mengulas landasan teori serta data dan informasi terkait objek penelitian.
4. Pengumpulan Data  
Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengakses data historis volume impor migas Indonesia dari situs resmi Badan Pusat Statistik Indonesia, <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjE3MyMy/volume-impor-migas-nonmigas--ribu-ton-.html>. Data kemudian dimasukkan kedalam lembar kerja Microsoft Excel.
5. Analisis Data Penelitian dan Menampilkan Plot Data  
Tahap ini melibatkan analisis deskriptif dari data untuk memahami pola, tren, grafik, stasioner data, pemilihan metode peramalan, serta metode optimasi parameter. Peneliti memilih metode peramalan *Double Exponential Smoothing* sebagai metode peramalan volume impor migas Indonesia. Metode ini terdiri dari dua variasi, yaitu DES Brown dan DES Holt, yang memerlukan optimasi parameter untuk meningkatkan kualitas peramalan. Kemudian Metode *Golden Section* digunakan untuk menemukan parameter terbaik dalam model *Double Exponential Smoothing*, dengan tujuan untuk meminimumkan tingkat kesalahan peramalan atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
6. Pembagian Data  
Membagi data menjadi data pelatihan (*training data*) dan data pengujian (*testing data*), memungkinkan untuk melatih model pada data pelatihan dan menguji kinerja model pada data pengujian.
7. Implementasi Algoritma  
Pada tahap ini, digunakan sebuah program yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python untuk memfasilitasi proses perhitungan peramalan, optimasi parameter, dan evaluasi kinerja model.
8. Pemilihan model peramalan terbaik
9. Melakukan peramalan volume impor migas indonesia periode Januari hingga Mei 2024
10. Kesimpulan



## 2.5. Diagram Alur Penelitian



Gambar 6. Flowchart Alur Penelitian

