

TESIS

**OPTIMALISASI NILAI BOBOT METODE DOUBLE EXPONENTIAL
SMOOTHING DENGAN PENDEKATAN GOLDEN SECTION
PADA DATA REKSA DANA**



Disusun oleh:

Nama : Muhammad Noor Arridho
NIM : 20.51.1297
Konsentrasi : Business Intelligence

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

TESIS

**OPTIMALISASI NILAI BOBOT METODE DOUBLE EXPONENTIAL
SMOOTHING DENGAN PENDEKATAN GOLDEN SECTION
PADA DATA REKSA DANA**

**WEIGHT VALUE OPTIMIZATION ON DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING
METHOD WITH GOLDEN SECTION APPROACH TO MUTUAL FUND DATA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

Nama : Muhammad Noor Arridho
NIM : 20.51.1297
Konsentrasi : Business Intelligence

PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMALISASI NILAI BOBOT METODE DOUBLE EXPONENTIAL
SMOOTHING DENGAN PENDEKATAN GOLDEN SECTION
PADA DATA REKSA DANA**

**WEIGHT VALUE OPTIMIZATION ON DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING
METHOD WITH GOLDEN SECTION APPROACH TO MUTUAL FUND DATA**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Muhammad Noor Arridho

20.51.1297

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Rabu, 1 Maret 2023

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 1 Maret 2023

Rektor

Prof. Dr. M. Suyanto, M.M.

NIK. 190302001

HALAMAN PERSETUJUAN

OPTIMALISASI NILAI BOBOT METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DENGAN PENDEKATAN GOLDEN SECTION PADA DATA REKSA DANA

WEIGHT VALUE OPTIMIZATION ON DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING METHOD WITH GOLDEN SECTION APPROACH TO MUTUAL FUND DATA

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Muhammad Noor Arridho

20.51.1297

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Rabu, 1 Maret 2023

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

Pembimbing Pendamping

M. Rudyanto Arief, M.T.
NIK. 190302098

Anggota Tim Penguji

Dr. Andi Sunyoto, M.Kom.
NIK. 190302052

Hanafi, S.Kom., M.Eng., Ph.D.
NIK. 190302024

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 1 Maret 2023
Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : **Muhammad Noor Arridho**
NIM : **20.51.1297**
Konsentrasi : **Business Intelligence**

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:

Optimalisasi Nilai Bobot Metode Double Exponential Smoothing dengan Pendekatan Golden Section pada Data Reksa Dana

Dosen Pembimbing Utama : **Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.**
Dosen Pembimbing Pendamping : **M. Rudyanto Arief, M.T.**

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta *sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi*

Yogyakarta, 1 Maret 2023
Yang Menyatakan,



Muhammad Noor Arridho

HALAMAN PERSEMBAHAN

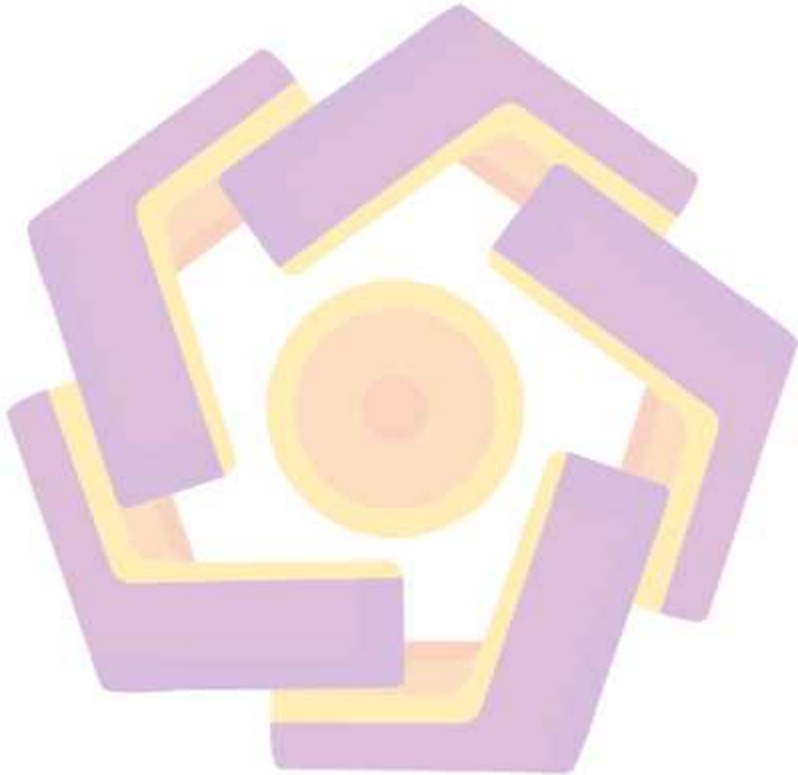


Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan berkat yang luar biasa kepada saya, sehingga saya bisa menyelesaikan tesis ini dengan baik. Saya juga sangat berterima kasih kepada orang-orang yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini. Tesis ini saya persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibu yang selalu mendoakan saya, selalu *men-support* baik finansial maupun dukungan *lainnya*. Selalu menjadi alarm ibadah kepadanya. Terimakasih tanpa kalian saya tidak akan sampai dititik ini, terima kasih sudah mengorbankan banyak hal untuk keberhasilan putramu ini.
2. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom. dan Pak M. Rudyanto Arief, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan serta bimbingan positif dalam menyelesaikan tesis ini. Terima kasih juga atas ilmu yang telah diberikan.
3. Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat selama saya kuliah.
4. Teman-teman Angkatan 24A untuk memori indah yang pernah kita rajut bersama selama perkuliahan. Terima kasih atas bantuan dan ilmu yang pernah kalian bagi.
5. Serta semua pihak yang telah membantu serta mendukung saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

HALAMAN MOTTO

اليفين لايزال بالشك



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Optimalisasi Nilai Bobot Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Pendekatan *Golden Section* pada Data Reksa Dana” ini dengan baik dan sesuai waktu yang diharapkan. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan bagi setiap mahasiswa Universitas AMIKOM Yogyakarta. Selain itu juga merupakan suatu bukti bahwa mahasiswa telah menyelesaikan kuliah jenjang program Strata-2 dan untuk memperoleh gelar Master Komputer.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini sangat jauh dari kesempurnaan. Walaupun sangat sederhana, tanpa bantuan dari berbagai pihak pastinya penulis akan mengalami berbagai macam kesulitan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua dan saudara serta keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan serta memberi nasihat kepada penulis.
2. Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur atas bantuan dana pendidikan dan uang saku kepada penulis melalui Program Beasiswa Kaltim Tuntas selama penulis mengenyam studi.
3. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom. selaku Direktur Program Pascasarjana sekaligus sebagai Pembimbing Utama.
4. Bapak M. Rudyanto Arief, M.T. selaku Pembimbing Pendamping.

5. Bapak Tonny Hidayat, M.Kom., Ph.D. dan Hanif A Fatta, M.Kom. selaku Penguji Seminar Proposal Tesis.
6. Bapak Dr. Andi Sunyoto, M.Kom. dan Hanafi, S.Kom., M.Eng., Ph.D. selaku Penguji Seminar Hasil dan Ujian Tesis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, motivasi, pengalaman setiap mengajar selama penulis menempuh kuliah.
8. Saudara Muh Wal Ikram, Andhika Wisnu Widyatama dan Afis Julianto serta saudari Hani Setiani, M.Kom. yang saling bahu membahu memberikan dukungan dan keluh kesah dalam segala hal.
9. Teman-teman Angkatan 24A yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan dan berbagi canda tawa bersama.
10. Saudara Nirmolo Yekti, S.Kom., Aman Sistyawan, S.Kom. dan Muhammad Roziqin, S.Kom. yang selalu menghampiri penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tesis ini masih banyak kekurangan dan kelemahannya. Oleh karena itu penulis berharap kepada semua pihak agar dapat menyampaikan kritik dan saran yang membangun untuk menambah kesempurnaan tesis ini. Namun, penulis tetap berharap tesis ini akan bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.


Yogyakarta, 9 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	7
1.3. Batasan Masalah.....	7
1.4. Tujuan Penelitian.....	8
1.5. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Tinjauan Pustaka.....	10
2.2. Keaslian Penelitian.....	16

2.3. Landasan Teori.....	24
2.3.1. Prediksi / Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	24
2.3.2. Analisis Runtun Waktu (<i>Time Series Analysis</i>).....	24
2.3.3. <i>Demand Pattern</i>	25
2.3.4. <i>Average Demand Interval (ADI)</i>	26
2.3.5. <i>Square of The Coefficient of Variation (CV²)</i>	26
2.3.6. <i>Exponential Smoothing</i>	26
2.3.7. <i>Double Exponential Smoothing</i>	27
2.3.8. <i>Golden Section</i>	30
2.3.9. <i>Mean Absolute Deviation (MAD)</i>	32
2.3.10. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian.....	34
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	35
3.3. Metode Analisis Data.....	36
3.4. Alur Penelitian.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Pengumpulan Data.....	42
4.1.1. <i>Collect Dataset</i>	42
4.1.2. <i>Time Dimension</i>	46
4.1.3. <i>Scrapping Data and Data Selection</i>	46



4.1.4. <i>Data Filter</i>	48
4.2. <i>Demand Pattern</i>	49
4.3.1. Plot Data, ADI dan CV^2	49
4.3. <i>Data Processing</i>	52
4.3.1. <i>Brown's DES</i>	52
4.3.2. <i>Golden Section</i>	53
4.4. Evaluasi dan Perbandingan	56
4.4.1. Hasil Evaluasi menggunakan MAD dan MAPE	56
4.4.2. Perbandingan dengan Hasil Penelitian Sejenis	60
BAB V PENUTUP	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian.....	16
Tabel 2.2 Panduan Penggunaan Metode <i>Exponential Smoothing</i>	27
Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi Kesalahan Prediksi.....	33
Tabel 3.1 Daftar Sampel Data Reksa Dana yang digunakan	35
Tabel 4.1 Daftar Data Reksa Dana.....	42
Tabel 4.2 <i>Time Dimension</i>	46
Tabel 4.3 Sampel <i>script</i> data yang digunakan dan diambil	47
Tabel 4.4 Hasil <i>filtering</i> Data.....	49
Tabel 4.5 Visualisasi Plot Data.....	50
Tabel 4.6 <i>Demand pattern</i>	51
Tabel 4.7 Hasil nilai <i>alpha</i> dan <i>error rate</i> dari setiap <i>dataset</i>	53
Tabel 4.8 Sampel Hasil <i>Objective Function Value</i>	55
Tabel 4.9 Hasil Parameter <i>Alpha</i> Optimal	56
Tabel 4.10 Hasil Evaluasi Penelitian	58
Tabel 4.11 Faktor Pengaruh Evaluasi Prediksi.....	60
Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Penelitian Data Investasi	60
Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kategori Pola Permintaan (<i>Demand Pattern</i>)	25
Gambar 2.2 Tahap Pencarian <i>Golden Section</i>	31
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Grafik NAB BNI-AM Dana Lancar Syariah.....	43
Gambar 4.2 Grafik NAB BNI-AM Ardhani Pendapatan Tetap Syariah	43
Gambar 4.3 Grafik NAB BNI-AM Dana Campuran Investasi Gemilang	43
Gambar 4.4 Grafik NAB BNI-AM Dana Saham <i>Inspiring Equity Fund</i>	44
Gambar 4.5 Sampel Data NAB BNI-AM Dana Lancar Syariah	44
Gambar 4.6 Sampel Data NAB BNI-AM Ardhani Pendapatan Tetap Syariah	45
Gambar 4.7 Sampel Data BNI-AM Dana Campuran Investasi Gemilang.....	45
Gambar 4.8 Sampel Data BNI-AM Dana Saham <i>Inspiring Equity Fund</i>	45
Gambar 4.9 Perbandingan MAD (<i>Mean Absolute Deviation</i>).....	59
Gambar 4.10 Perbandingan MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	59
Gambar 4.11 Perbandingan MAPE Penelitian Sebelumnya.....	61

INTISARI

Sejalan dengan pertumbuhan perkembangan teknologi disertai hadirnya beberapa penyedia aplikasi layanan pasar modal, emas, *cryptocurrency* memudahkan pengguna dalam melakukan investasi. Adanya kemudahan tersebut mendorong masyarakat untuk melakukan investasi. Salah satu pilihan menarik dalam berinvestasi adalah reksa dana. Instrumen ini dapat dipergunakan sebagai aset untuk berinvestasi dengan modal rendah, memiliki risiko kecil, namun memberikan imbal hasil kompetitif. Namun, bagaimana meminimalkan hadirnya risiko yang cukup tinggi seiring bertambahnya modal. Penelitian ini bertujuan melakukan eksperimen untuk meminimalkan risiko, memberikan preferensi informasi harga dalam mengambil keputusan pembelian dan penjualan bagi pengguna dan pematkhiran teknologi informasi penyedia layanan dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi kesalahan prediksi.

Dalam penelitian ini membahas Metode *Double Exponential Smoothing* yang dalam memprediksi data runtun waktu secara statistik lebih mengungguli di semua lini. Namun penelitian yang ada belum pernah menganalisis efek pola permintaan, *time dimension* (jangkauan) dan kuantitas data. Dalam prosesnya peneliti menggunakan *Brown's* metode DES dengan melibatkan metode *Golden Section* dalam pemilihan konstanta *smoothing* berdasarkan pengaruh setiap nilai bobot di mana nilai yang dihasilkan hanya 1 nilai fungsi optimal.

Eksperimen yang dilakukan memberikan pengaruh pada evaluasi prediksi secara keseluruhan memperoleh nilai MAPE di bawah 1%. Selain itu, diperoleh faktor yang mempengaruhi kesalahan prediksi yaitu semakin rendah nilai variansi dalam data maka semakin kecil kesalahan prediksi yang diperoleh. Adapun penerapan metode yang diusulkan lebih cocok digunakan untuk data jenis RDPU (Reksa Dana Pasar Uang) dan RDPT (Reksa Dana Pendapatan Tetap).

Kata kunci: Prediksi, Data Runtun Waktu, *Double Exponential Smoothing*

ABSTRACT

In line with the growth in technological developments accompanied by the presence of several capital market application service providers, gold, cryptocurrencies make it easier for users to make investments. The existence of these facilities encourages people to invest. One interesting option in investing is mutual funds. This instrument can be used as an investment asset with low capital, has little risk, but provides competitive returns. However, how to minimize the presence of high enough risk as capital increases. This study aims to conduct experiments to minimize risk, give preference to price information in making buying and selling decisions for users and updating information technology for service providers and the factors that influence predictions.

This study discusses the Double Exponential Smoothing Method which statistically outperforms all lines in predicting time series data. However, existing research has never analyzed the effect of demand patterns, time dimensions (reach) and data quantity. In the process, the researcher uses Brown's DES method by involving the Golden Section method in selecting smoothing constants based on the effect of each weight value where the resulting value is only 1 optimal function value.

The experiments carried out had an influence on the evaluation of the predictions as a whole obtaining a MAPE value below 1%. In addition, factors that affect the prediction errors are obtained, namely the lower the variance value in the data, the smaller the prediction error obtained. The application of the proposed method is more suitable for data types of RDPU (Money Market Mutual Funds) and RDPT (Fixed Income Mutual Funds).

Keyword: Predictions, Time Series Data, Double Exponential Smoothing

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Peminatan masyarakat Indonesia dalam melakukan investasi di pasar modal tergolong rendah, hal ini terlihat dari jumlah investor sebesar 3.022.366 mencakup setidaknya 1,125% dari total populasi Indonesia sebanyak 268.835.016 penduduk (Rizal, 2021). Hakikatnya, melakukan investasi dapat meningkatkan kesejahteraan dimasa yang akan datang, terdapat beberapa cara dalam berinvestasi antara lain aset berwujud dan tidak berwujud. Aset nyata (berwujud) dapat berupa bangunan, emas, surat berharga dan uang sedangkan aset tidak berwujud seperti hak paten hak cipta serta merek dagang (Fitriyani & Triayudi, 2022; Jacob, Sondakh, & Pusung, 2022).

Berdasarkan hal tersebut, banyak perusahaan pasar modal mulai menyediakan layanan untuk memberikan kemudahan bagi nasabah dalam mengakses informasi keuangan (Fitriyani & Triayudi, 2022). Hal ini sejalan dengan pertumbuhan perkembangan teknologi, dibuktikan dengan hasil pendataan survei Susenas 2020 oleh Badan Pusat Statistik pertumbuhan angka pengguna internet sebesar 53,73 % populasi Indonesia telah mengakses internet di tahun 2020. Tingginya pengguna mencerminkan suatu keterbukaan informasi dan penerimaan masyarakat terhadap perkembangan teknologi dan perubahan menuju masyarakat informasi (Statistik, 2021).

Hadirnya beberapa penyedia aplikasi layanan pasar modal, emas, *cryptocurrency* memudahkan pengguna ponsel pintar untuk melakukan investasi.

Salah satu pilihan menarik dalam berinvestasi adalah reksa dana. Menurut UU No: 8 Tahun 1995 tentang Pasar Modal, Reksa dana merupakan wadah untuk menghimpun dana dari masyarakat pemodal untuk diinvestasikan dalam portofolio efek oleh manajer investasi. Instrumen ini dapat dipergunakan sebagai aset untuk berinvestasi dengan modal rendah, memiliki risiko kecil, namun memberikan imbal hasil kompetitif (Huda & Hambali, 2020; Krisnawangsa, Hasiholan, Adhyaksa, & Maspaitella, 2021; Masruroh, 2014). Investasi reksa dana terbagi atas beberapa profil risiko antara lain konservatif, moderat dan agresif (Rudiyanto, 2019). Sebagai salah satu instrumen investasi, reksa dana terbagi ke dalam beberapa macam jenis yang dibedakan berdasarkan risiko dan pertumbuhan nilai antara lain reksa dana saham, pasar uang, pendapatan tetap dan campuran (Dewi, 2013; Muchayan, 2019).

Tingkat pertumbuhan imbal hasil pada reksa dana mendorong masyarakat untuk melakukan investasi. Namun, bagaimana meminimalkan hadirnya risiko yang cukup tinggi seiring bertambahnya modal (Muchayan, 2019), hasil negatif menjadi masalah untuk dihindari (Taufik, Afrah, Sintiya, & Hariyanto, 2020). Sejalan dengan permasalahan tersebut melakukan prediksi pergerakan harga yang akan datang dapat dipergunakan sebagai pertimbangan untuk meminimalkan risiko, melihat kemungkinan hasil atas investasi (Jayanti, 2018) memberikan preferensi informasi harga yang akan datang untuk mengambil keputusan terkait pembelian maupun penjualan unit investasi bagi pengguna dan pemutakhiran teknologi informasi investasi reksa dana bagi penyedia layanan terhadap pengguna. (Muchayan, 2019) pernah melakukan penelitian untuk melihat efektivitas nilai MAPE terhadap pergerakan harga nilai aktiva bersih reksa dana dengan metode

Brown's dan *Holt's DES* di mana perolehan metode terbaik didapatkan dengan MAPE 0,61604262 pada *dataset* Cipta Dana AM. Ini yang menjadi tolak ukur penulis dalam melakukan prediksi harga reksa dana di Indonesia. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Taufik et al., 2020) diperoleh hasil lebih baik pada penerapan *Fuzzy Time Series Markov Chain* diperoleh MAPE 0,30% dan penelitian (Sholeh, Dermawan, & Maulana, 2021) menerapkan *DES Damped Trend* dengan perolehan MAPE 0,49% menggunakan *dataset* emas Antam. Pada penelitian (Promptsook & Waiyamai, 2021) melakukan prediksi dengan melibatkan *computer modeling techniques* dengan mempelajari data historis pergerakan harga nilai aktiva bersih menggunakan *Neural Network*, *Short-Term Memory* (LSTM) dan *Decision tree* dengan perolehan akurasi di atas 80% yang diterapkan *dataset Equity Mutual Fund Thailand*. Penelitian (Hota, Jena, Gupta, & Mishra, 2021) pada *SBI Magnum Equity Mutual Fund India* membandingkan kinerja *Multilayer Perceptron* (MLP), *Functional Link Artificial Neural Network* (FLANN) dan *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan melibatkan *statistical features* dengan perolehan MAPE 0,00519% pada ELM model. Sedangkan penelitian (Chiang, Urban, & Baldrige, 1996) hanya melibatkan *Neural Network* diperoleh MAPE 8,76% pada *US Mutual Fund*. Penggunaan metode *Machine Learning* dalam literatur akademisi sebagai alternatif statistik dalam prediksi data runtun waktu memiliki sedikit bukti yang tersedia mengenai kinerja relatif dalam hal akurasi dan persyaratan komputasi, sehingga prediksi secara statistik umumnya lebih unggul di semua lini (Makridakis, Spiliotis, & Assimakopoulos, 2018). Selain itu terdapat Beberapa penelitian berkenan dengan data investasi menggunakan pendekatan statistik

berdasarkan analisis runtun waktu, hal ini didukung pada prediksi harga kripto *dogecoin* (Sudiatmika, Indrawan, & Divayana, 2022) memperoleh MAPE 1,322% pada penerapan optimasi *Multiple Genetik* dengan *Brown's DES*, harga emas (Sholeh et al., 2021; Taufik et al., 2020), saham (Anggraeni, 2019) dan reksa dana (Jayanti, 2018; Muchayan, 2019).

Prediksi data runtun waktu merupakan data yang dikumpulkan, dicatat atau diobservasi berdasarkan urutan waktu yang bertujuan untuk menemukan sebuah pola variasi dari data-data dimasa lampau dan menggunakan pengetahuan ini sebagai prediksi terhadap sifat-sifat dari data di masa yang akan datang (Rosadi, 2011). Terdapat berbagai cara melakukan prediksi secara statistik, di mana pemilihan metode tersebut dipengaruhi oleh berbagai aspek seperti pola data dan tingkat keakuratan (Romaita, Bachtiar, & Furqon, 2019). Adapun metode *Exponential Smoothing* (ES) digunakan untuk mengurangi variasi acak yang tidak beraturan (*irregular*) (Rosadi, 2011), kemampuan dalam menggabungkan unsur tren maupun musim dalam data (Hansun, Wicaksana, & Kristanda, 2021). Secara khusus, terdapat beberapa pemodelan antara lain *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) (Wilson & Keating, 2019). SES digunakan dengan fluktuasi data stabil tanpa adanya unsur tren maupun musiman (Rosyid, Widiyaningtyas, & Hadinata, 2019), DES cocok dengan data yang mengandung tren tanpa adanya musiman, sedangkan TES digunakan untuk data tren musiman (Wilson & Keating, 2019). Namun, dalam penerapannya memiliki kelemahan dalam penentuan nilai bobot dan para peneliti melakukan *trial* dan *error* dengan kombinasi alfa, beta dan gamma dalam

melakukan pencarian nilai untuk melihat pengaruh hasil prediksi di setiap penggunaan nilai bobot (Arifin, Herliani, & Hamdani, 2019; Chusyairi, Ramadar N. S, & Bagio, 2017; Khairina, Muaddam, Maharani, & Rahmania, 2019; Muchayan, 2019; Nurhaliza, Hatta, & Amroni, 2021).

Menurut hasil studi investigasi, pola permintaan (*demand pattern*) merupakan prekursor yang sangat baik dalam menentukan nilai optimal konstanta *smoothing* (Musibaudeen, Busayo, Kareem, Enwerem, & Adekanye, 2022). Namun, beberapa penelitian yang telah dilakukan belum pernah menganalisis efek pola permintaan. Selain itu, beberapa penelitian berkenaan dengan ES tidak memperhatikan *time dimension* (jangkauan) dari metode yang digunakan dan kuantitas data. Hal ini terlihat pada prediksi laporan kehilangan pada layanan kepolisian (Chusyairi et al., 2017), harga pangan (Rosyid et al., 2019) penelitian tersebut menggunakan beberapa metode ES tanpa memperhatikan jangkauan dalam memprediksi dari masing-masing metode dan kuantitas data yang digunakan sehingga memperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAPE) tinggi, prediksi pajak air tanah dengan metode SES memperoleh hasil (MAPE) sebesar 45,87% di mana cukup beralasan untuk tidak digunakan. Hal ini terjadi dikarenakan banyaknya data dan tidak sesuai dengan karakteristik jangkauan penggunaan metode (Khairina et al., 2019).

Terdapat beberapa penelitian yang dikombinasikan dengan metode tertentu dengan tujuan memperoleh nilai bobot optimal dan meningkatkan hasil evaluasi kesalahan prediksi, salah satunya penggunaan *Golden Section* pada peramalan nilai ekspor (Andriani, Wahyuningsih, & Siringoringo, 2022), penjualan pada retail

(Febrianti, Hani, & Rosiani, 2021; Hani'ah, Putri, & Ririd, 2021; Putra, Kurniadi, Dwipayani, & Atmaja, 2022), Algoritma *multiple* genetik pada pergerakan harga kripto (Sudiatmika et al., 2022) dan *Neural Network* pada jumlah pita lebar (*broadband*) (Gunaryati, Fauziah, & Andryana, 2019). Beberapa penelitian tersebut hanya berfokus pada pencarian nilai bobot optimal tanpa mempertimbangkan kondisi *error rate* pada data dalam melakukan optimasi dan di antaranya mengabaikan nilai lain yang tidak terpilih dalam prosesnya.

Sejalan dengan permasalahan yang telah dijelaskan, peneliti menitikberatkan preferensi pemilihan nilai bobot tanpa mengabaikan nilai yang tidak terpilih dalam proses optimasi dan melihat pengaruh pola permintaan terhadap evaluasi prediksi. Dalam prosesnya, peneliti menggunakan *Brown's* metode DES dengan melibatkan metode *Golden Section* dalam pemilihan konstanta *smoothing* berdasarkan pengaruh setiap nilai bobot. Adapun pemilihan *Brown's* metode DES dipilih karena dalam prosesnya menggunakan pendekatan *Golden Section* di mana nilai yang dihasilkan hanya 1 nilai fungsi optimal. *Golden Section* berprinsip untuk mengurangi daerah batas x yang dapat menghasilkan satu nilai fungsi objektif optimum (Saputra, Aziz, & Harjito, 2022). Prediksi didasarkan pada data tren runtun waktu (*time series*) dari historis NAB (Nilai Aktiva Bersih) / harga instrumen investasi reksa dana pada manajer investasi BNI *Asset Management* bersumber dari laman resmi AMII (Asosiasi Manajer Investasi Indonesia) dan Pasar Dana (Portal web Informasi Investasi berbasis Internet). AMII dan Pasar Dana merupakan salah satu penyedia layanan literasi keuangan dan investasi. Kontribusi tambahan dari penelitian ini adalah pengaruh modifikasi yang peneliti buat dalam

menentukan nilai bobot menggunakan *Golden Section*, faktor-faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi prediksi serta penggunaan beberapa *dataset* guna mengetahui jenis reksa dana apa saja yang cocok dengan metode yang diusulkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Apakah modifikasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* berpengaruh terhadap hasil evaluasi prediksi terhadap harga reksa dana pada manajer investasi *BNI Asset Management*?
- b. Faktor apa saja yang mempengaruhi hasil evaluasi prediksi terhadap harga reksa dana manajer investasi *BNI Asset Management*?
- c. Berapa hasil evaluasi prediksi dari prediksi data runtun waktu (*time series*) menggunakan modifikasi nilai bobot dengan pendekatan *Golden Section* terhadap harga reksa dana pada manajer investasi *BNI Asset Management*?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah, pembahasan yang relevan dan membatasi ruang lingkup yang luas maka diberi batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya membahas performa modifikasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* dalam melakukan prediksi.
- b. Peneliti menggunakan 1 variabel parameter *alpha* (α) dalam pembobotan.

- c. Penelitian ini hanya fokus terhadap penggunaan data tren dengan mempertimbangkan *time dimension*.
- d. *Dataset* yang digunakan berasal dari laman resmi AMII (Asosiasi Manajer Investasi Indonesia) dengan periode data harian selama 6 bulan dengan total 113 data.
- e. Penelitian ini akan ditampilkan *output* hasil prediksi berupa analisa komparasi, tingkat kesalahan dan evaluasi kesalahan prediksi serta kesimpulan dari modifikasi *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section*.
- f. Penelitian ini menggunakan metode *ADI* (*Average Demand Interval*) dan CV^2 (*Square of The Coefficient of Variation*) untuk mengklasifikasi pola permintaan (*demand pattern*).
- g. Penelitian ini menggunakan metode *MAD* (*Mean Absolute Deviation*) dan *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk pengujian nilai kesalahan prediksi.
- h. Penelitian ini tidak sampai membuat *GUI* (*Graphic User Interface*) sistem prediksi hingga jadi, akan tetapi berupa model matematis dari modifikasi *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh modifikasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* berdasarkan

evaluasi kesalahan prediksi terhadap harga reksa dana pada manajer investasi *BNI Asset Management*.

- b. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi evaluasi kesalahan prediksi terhadap harga reksa dana manajer investasi *BNI Asset Management*.
- c. Mengetahui hasil evaluasi prediksi dari prediksi data runtun waktu (*time series*) menggunakan modifikasi nilai bobot dengan pendekatan *Golden Section* terhadap harga reksa dana pada manajer investasi *BNI Asset Management*.
- d. Mengetahui jenis-jenis reksa dana yang cocok dalam penerapan metode yang diusulkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pembaca, menjadi salah satu bahan bacaan untuk menambah ilmu dan wawasan tentang penelitian sistem prediksi.
- b. Penulis, mendapatkan banyak ilmu, wawasan dan pengalaman baru serta dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah dipelajari selama kuliah pada sebuah penelitian yang bermanfaat.
- c. Peneliti lain, menjadi salah satu referensi untuk menambah ilmu dan wawasan serta saran inovasi pembaruan model prediksi.
- d. Bidang lain yang terkait, penelitian ini dapat menjadi salah satu sumbangsih kebaruan penelitian dalam pemodelan prediksi untuk memudahkan dalam menemukan hasil prediksi yang relevan dan sesuai kebutuhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu berkenaan dengan data investasi yang dijadikan acuan dan tinjauan pustaka pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Sudiatmika, dkk (2022) tentang Optimasi Nilai Parameter Pada Metode *Brown's Exponential Smoothing* Dengan Algoritma *Multiple Genetik* bertujuan untuk mendapatkan nilai *alpha* optimal dan presisi. Pada penelitian tersebut peneliti melakukan 2 proses, yaitu menggunakan algoritma genetika dan *multiple genetik*, berdasarkan kedua proses tersebut akan dilihat nilai yang diperoleh apakah mencapai solusi optimal. Namun, dalam proses pencarian akan mengabaikan nilai lain yang mulanya dianggap tidak optimal. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai *alpha* optimal 0,74 dengan MAPE sebesar 1,3224%.

Penelitian yang dilakukan oleh Sholeh, dkk (2021) tentang Peramalan Harga Emas Indonesia menggunakan Algoritma Double Exponential Smoothing Damped Tren. Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa *Double Exponential Smoothing Damped Trend* dalam *forecasting* harga emas. Hasil dari penelitian ini menunjukkan performa yang sangat baik dalam peramalan harga emas dan diperoleh nilai MAPE sebesar 0,49%. Namun percobaan parameter *smoothing* yang terbatas mengakibatkan tingkat performa model yang digunakan kurang maksimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Promptsook, dkk (2021) tentang *Thai Equity Mutual Fund Net Asset Value Return Prediction Using Internal Factor*. Penelitian

ini bertujuan untuk membantu investor memutuskan dalam membeli reksa dana menggunakan *mathematical modeling techniques / computer modeling techniques* diantaranya *Neural Network, Short-Term Memory (LSTM)* dan *Decision tree*. Adapun hasil eksperimen memperoleh akurasi di atas 80% dengan menggunakan *Random Forest Algorithm, XGboost* dan *Decision Trees*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hota (2021) tentang *An Empirical Comparative Analysis of NAV Forecasting Using Machine Learning Techniques*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja prediksi menggunakan *Multilayer Perceptron (MLP)*, *Functional Link Artificial Neural Network (FLANN)* dan *Extreme Learning Machine (ELM)*. Adapun eksperimen menggunakan model ELM memperoleh hasil terbaik dengan nilai MAPE 0,00516% dan RMSE 0,00061.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Majhi (2021) tentang *On Development of Novel Hybrid and Robust Adaptive Models for Net Asset Value Prediction*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *novel hybrid adaptive ensemble* menggunakan 6 *dataset* berbeda. Adapun hasil penelitian diperoleh model *Robust Ensemble* yang diusulkan memperoleh nilai baik dalam MAPE dan RMSE di setiap *dataset* NAB dengan perbedaan dari *strength of contamination of outliers*.

Penelitian yang dilakukan oleh Taufik, dkk (2020) tentang *A Comparative Study of Time Series Models for Forecasting the Indonesian Gold Prices*. Penelitian ini bertujuan menentukan model deret waktu yang tepat dalam memprediksi harga emas untuk meminimalkan risiko dalam membuat keputusan dalam berinvestasi. Penelitian ini menggunakan model *Brown's, Holt's Double Exponential Smoothing*

dan *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Adapun hasil evaluasi di setiap model memperoleh MAPE sangat rendah (dibawah 10%) di mana hasil terbaik pada *Fuzzy Time Series* memperoleh MAPE 0,3% dan RMSE 3269.022.

Penelitian yang dilakukan oleh Muchayan (2019) tentang Perbandingan MAPE pada peramalan pergerakan harga reksa dana menggunakan metode *Holt's* dan *Brown's Double Exponential Smoothing*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat tingkat efektivitas penerapan metode *Brown's* dan *Holt's*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode *Holt's* memiliki tingkat kesalahan lebih kecil dengan nilai α (*alpha*) dan β (*beta*) yaitu 0,9 dan 0,1 dengan nilai MAPE 0,61604262 sedangkan metode *Brown's* dengan nilai α (*alpha*) yaitu 0,6 dengan nilai MAPE 0,644373568.

Penelitian yang dilakukan oleh Chiang (1996) tentang *A Neural Network Approach to Mutual Fund Net Asset Value Forecasting*. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi pengembangan model *Neural Network* dibandingkan dengan analisis regresi untuk memprediksi nilai aktiva bersih berbagai jenis reksa dana Amerika Serikat pada akhir tahun. Hasil penelitian ini menunjukkan model yang diusulkan lebih baik dan memperoleh nilai MAPE 8,76%.

Selanjutnya beberapa penelitian terdahulu berkenaan dengan pemilihan pendekatan optimasi yang dijadikan acuan dan tinjauan pustaka pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Andriani, dkk (2022) tentang Aplikasi *Double Exponential Smoothing Holt* dan *Triple Exponential Smoothing Holt-Winter* dengan Optimasi *Golden Section* untuk Meramalkan Nilai Ekspor Provinsi Kalimantan Timur. Pada penelitian tersebut peneliti menggunakan optimasi *Golden*

Section dalam penentuan nilai bobot terhadap 3 metode (*DES Holt*, *TES Holt-Winter Aditif* dan *TES Holt-Winter Multiplikatif*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh metode terbaik dalam melakukan peramalan nilai ekspor provinsi Kalimantan Timur. Hasil dari penelitian ini didapatkan metode *TES Holt-Winter Aditif* memperoleh nilai *MAPE* terkecil sebesar 8,042%.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk (2022) tentang *Sales Forecasting Applications For Retail Companies Using Double Exponential Smoothing And Golden Section Methods* bertujuan untuk menerapkan *Golden Section* guna mengoptimalkan penentuan nilai *smoothing*. Pada penelitian ini penentuan interval batas nilai *alpha* dan *beta* berdasarkan acuan nilai *smoothing*. Hasil akhir penelitian tersebut memperoleh nilai kesalahan prediksi *MAPE* pada data latih sebesar 26.460474% dan data *test* sebesar 21.89696%.

Penelitian yang dilakukan oleh Hansun, dkk (2021) tentang Indeks Kualitas Udara / *Air Quality Indeks (AQI)* Kota Jakarta menggunakan *Double Exponential Smoothing* yang dimodifikasi, pada metode tersebut peneliti melakukan penelitian kombinasi antara *Weighted Moving Average (WMA)* dengan *Brown's Double Exponential Smoothing (DES)* dan *WMA* dengan *Holt's DES*, adapun dalam penentuan nilai bobot dilakukan dengan pendekatan *brute-force* yang dijalankan secara berulang sebanyak 100 kali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi tingkat *AQI* kota Jakarta. Hasil dari penelitian ini didapatkan metode *B-WEMA* mendapatkan hasil prediksi lebih baik dengan hasil evaluasi prediksi *MSE* 129,65414, *MAPE* 10.40268 untuk Jakarta Utara dan *MSE* 130,18710, *MAPE* 7,12362 untuk Jakarta Selatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Febrianti, dkk (2021) tentang Optimasi *Double Exponential Smoothing* menggunakan *Golden Section* untuk peramalan penjualan *sparepart*. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi dalam pencarian nilai α (*alpha*) optimal dari metode *Brown DES*. Dalam penerapannya tidak dijelaskan mengenai penentuan batas nilai interval pada nilai α . Penelitian tersebut menggunakan data yang terbagi kedalam 5 macam. Adapun hasil dari penelitian tersebut didapatkan metode *Brown DES* dengan optimasi *Golden Section* mendapatkan hasil evaluasi kesalahan lebih baik dari pada metode *Brown DES* tanpa optimasi meskipun terdapat 1 macam data yang mendapatkan hasil sebaliknya.

Penelitian yang dilakukan oleh Hani'ah dkk (2021) tentang *Parameter Optimization of Holt-Winters Exponential Smoothing Using Golden Section Method for Predicting Indonesian Car Sales*. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan parameter optimal sebagai *input* pada metode *Holt-Winter Exponential Smoothing*. Dalam penerapannya tidak dijelaskan mengenai batas nilai interval pada inisialisasi awal *Golden Section*. Penelitian tersebut menggunakan data penjualan mobil dari merek Toyota, Honda, Daihatsu dan Suzuki. Adapun hasil dari penelitian tersebut diperoleh waktu berjalan rata-rata (*average running time*) lebih kecil dari pada pendekatan *trial-error*. Namun hasil perbandingan MAPE pendekatan *trial-error* memiliki hasil lebih baik dari pada metode yang diusulkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Widitriani, dkk (2020) tentang sistem prediksi *Single Exponential Smoothing* dengan optimasi *Golden Section*. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan proses perhitungan yang dapat memprediksi

jumlah kebutuhan oleh unit produksi sebagai upaya untuk mencegah kehabisan stok. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai MAPE terendah 22,04% dan tertinggi 43,39%.

Penelitian yang dilakukan oleh Yeng, dkk (2020) tentang *Golden Exponential Smoothing: a Self-Adjusted Method for Identifying Optimum Alpha*. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah dalam mencari nilai optimasi dari alpha. *Golden Exponential Smoothing* dalam penelitian ini mengkombinasikan metode *Brown's DES* sebagai dasar persamaan prediksi dan *Golden Section* sebagai penentu nilai *alpha*. Dalam penentuan nilai batas bawah dan atas berdasarkan acuan nilai *alpha*. Hasil akhir penelitian memperoleh nilai MAPE kurang dari 6%.



2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian
Optimalisasi Nilai Bobot Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Pendekatan *Golden Section* pada Data Reksa Dana

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1	Optimasi Nilai Parameter Pada Metode <i>Brown's Exponential Smoothing</i> Dengan Algoritma <i>Multiple Genetik</i>	Sudiatmika, dkk Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI) 2022	Untuk memperoleh nilai <i>alpha</i> optimal dan presisi.	Hasil penelitian ini memperoleh nilai <i>alpha</i> optimal sebesar 0,74 dengan MAPE sebesar 1,3224%.	Dalam proses pencarian nilai <i>alpha</i> menggunakan <i>Multiple Genetik</i> akan mengabaikan nilai lain yang mulanya dianggap tidak optimal.	Pada penelitian Sudiatmika melakukan optimasi menggunakan <i>Multiple Genetik</i> sedangkan pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan <i>Golden Section</i> . Selain itu pada penelitian sebelumnya tidak memperhatikan pengaruh penggunaan nilai bobot, hal ini terlihat pada penjelasan yang menyatakan mengabaikan nilai lain yang mulanya dianggap tidak optimal.
2	Peramalan Harga Emas Di Indonesia Menggunakan Algoritma <i>Double Exponential Smoothing Damped Trend</i>	Sholeh, dkk <i>Journal of Information Technology and Computer Science</i> 2021	Menguji performa <i>Double Exponential Smoothing Damped Trend</i> untuk forecasting harga emas	Penerapan model menghasilkan performa yang sangat baik dengan MAPE sebesar 0,49%	Penggunaan parameter <i>smoothing</i> terbatas serta hanya memiliki nilai (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9) mengakibatkan tingkat performa model yang digunakan kurang maksimal	Pada penelitian Sholeh menguji performa <i>DES Damped Trend</i> pada harga emas sedangkan pada penelitian ini akan menguji performa <i>Brown DES</i> dengan pendekatan <i>Golden Section</i> dalam penggunaan parameter <i>smoothing</i> pada reksa dana.

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
3	<i>Thai Equity Mutual Fund Net Asset Value Return Prediction Using Internal Factor</i>	Promptsook, dkk <i>International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP)</i> 2021	Membantu investor memutuskan dalam membeli reksa dana menggunakan <i>mathematical modeling techniques / computer modeling techniques</i> .	Hasil eksperimen memperoleh akurasi di atas 80% dengan menggunakan <i>Random Forest Algorithm, XGboost dan Decision Trees</i>	Agar dikembangkan <i>API Service</i> berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.	Pada penelitian Promptsook melakukan perbandingan prediksi berdasarkan faktor internal menggunakan metode <i>Machine Learning</i> , sedangkan pada penelitian ini akan melakukan optimasi dengan pendekatan <i>Golden Section</i> terhadap metode <i>Brown Double Exponential Smoothing</i> menggunakan metode statistika.
4	<i>An Empirical Comparative Analysis of NAV Forecasting Using Machine Learning Techniques</i>	Hota, dkk <i>Intelligent and Cloud Computing: Smart Innovation, Systems and Technologies vol 153. Springer. Conference Proceeding</i> 2021	Membandingkan kinerja prediksi menggunakan <i>Perceptron (MLP), Functional Link Artificial Neural Network (FLANN)</i> dan <i>Extreme Learning Machine (ELM)</i> .	Eksperimen menggunakan model ELM memperoleh hasil terbaik dengan nilai MAPE 0,005196% dan RMSE 0,00061	Agar memperhatikan adanya faktor tren maupun musiman dalam melakukan <i>statistical features</i> dalam <i>input pattern</i> sebelum diterapkan dalam teknik <i>Machine Learning</i> .	Pada penelitian Hota melakukan perbandingan prediksi menggunakan teknik <i>Machine Learning</i> , sedangkan pada penelitian ini melakukan optimalisasi nilai bobot menggunakan metode statistika.
5	<i>A Comparative Study of Time Series Models for Forecasting the</i>	Taufik, dkk <i>ACM International Conference Proceeding Series</i>	Menentukan model deret waktu yang tepat dalam	Penerapan beberapa model yaitu <i>Brown's DES, Holt's DES</i> dan	Agar mempertimbangkan penggunaan metode	Pada penelitian Taufik melakukan perbandingan prediksi menggunakan metode <i>Brown's DES</i> .

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	<i>Indonesian Gold Price</i>	2020	memprediksi harga emas Indonesia	<i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i> menunjukkan hasil evaluasi MAPE sangat rendah (dibawah 10%) di mana hasil terbaik pada <i>Fuzzy Time Series</i> memperoleh MAPE 0,3% dan RMSE 3269.022.	optimasi lain untuk memperoleh nilai parameter <i>smoothing</i> optimal.	<i>Holt's DES</i> dan <i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i> sedangkan pada penelitian ini akan melakukan optimasi dengan pendekatan <i>Golden Section</i> terhadap metode <i>Brown Double Exponential Smoothing</i> .
6	<i>On Development of Novel Hybrid and Robust Adaptive Models for Net Asset Value Prediction</i>	Majhi, dkk <i>Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences</i> 2021	Mengembangkan <i>novel hybrid adaptive ensemble</i> menggunakan 6 <i>dataset</i> berbeda.	Model <i>Robust Ensemble</i> yang diusulkan memperoleh nilai baik dalam MAPE dan RMSE di setiap <i>dataset</i> NAB dengan perbedaan dari <i>strength of contamination of outliers</i>	Agar mempertimbangkan jangkauan cakrawala prediksi dengan mempertimbangkan adanya unsur tren maupun musiman.	Pada penelitian Rajhi melakukan pengembangan antara model linear dan non-linear adaptif dikombinasikan dengan <i>Hybrid Neural Network</i> dan <i>Robust Ensemble</i> . Sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode <i>Brown's DES</i> dengan optimasi <i>Golden Section</i> . Adapun pendekatan optimasi dilakukan berdasarkan <i>error rate</i> terendah.

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
7	<i>Comparison of Holt and Brown's Double Exponential Smoothing Methods in The Forecast of Moving Price for Mutual Funds</i>	Muchayan <i>Journal of Applied Science, Engineering, Technology and Education</i> 2019	Untuk melihat efektivitas nilai MAPE terhadap pergerakan harga reksa dana menggunakan <i>Brown's</i> dan <i>Holt's</i> DES	Diperoleh metode <i>Holt's</i> memiliki tingkat kesalahan lebih kecil dengan nilai α (alpha) dan β (beta) yaitu 0,9 dan 0,1 dengan nilai MAPE 0,61604262.	Perlu dibuat sebuah aplikasi peramalan dengan metode <i>Holt</i> agar lebih mudah dimanfaatkan bagi para investor.	Pada penelitian Muchayan melakukan perbandingan prediksi menggunakan metode <i>Brown</i> dan <i>Holt Double Exponential Smoothing</i> sedangkan pada penelitian ini akan melakukan optimasi dengan pendekatan <i>Golden Section</i> terhadap metode <i>Brown Double Exponential Smoothing</i> .
8	<i>A Neural Network Approach to Mutual Fund Net Asset Value Forecasting</i>	Chiang, dkk <i>Omega, Volume 24, Issue 2, Elsevier B.V. 1996</i>	Mengevaluasi pengembangan model <i>Neural Network</i> dibandingkan dengan analisis regresi untuk memprediksi nilai aktiva bersih berbagai jenis reksa dana Amerika Serikat pada akhir tahun.	Model <i>Neural Network</i> yang dikembangkan memperoleh nilai MAPE 8,76%	Adanya batas <i>degrees of freedom</i> dalam kemampuan untuk mengevaluasi hubungan antar variabel di mana dalam penerapannya menggunakan model dasar <i>Back-propagation Neural Network</i> .	Pada penelitian Chiang melakukan pengembangan model menggunakan <i>Neural Network</i> sedangkan penelitian ini melakukan optimasi dengan pendekatan <i>Golden Section</i> terhadap metode <i>Brown Double Exponential Smoothing</i> .
9	<i>Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple</i>	Andriani, dkk Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi 2022	Melakukan peramalan dan memperoleh metode terbaik untuk meramalkan nilai	Nilai ekspor menggunakan metode <i>DES Holt, TES Holt-Winter Aditif, TES Holt-Winter</i>	Saran untuk penelitian selanjutnya untuk menggunakan metode <i>forecasting</i> lain dengan penerapan metode	Pada penelitian Andriani, melakukan perbandingan prediksi metode <i>DES Holt, TES Holt-Winter Aditif, TES Holt-Winter</i>

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	<i>Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province</i>		eksplor provinsi Kalimantan Timur.	Multiplikatif dengan optimasi <i>Golden Section</i> mengalami kenaikan dan didapatkan metode terbaik menggunakan metode <i>TES Holt-Winter Aditif</i> .	optimasi yang sama sehingga diperoleh hasil evaluasi kesalahan MAPE di bawah 8%.	Multiplikatif dengan optimasi <i>Golden Section</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan metode <i>Brown's DES</i> dengan optimasi <i>Golden Section</i> . Selain itu pendekatan optimasi dilakukan berdasarkan <i>error rate</i> terendah.
10	<i>Sales Forecasting Applications For Retail Companies Using Double Exponential Smoothing And Golden Section Methods</i>	Putra, dkk Jurnal Manrik (Manajemen, Teknologi Informatika Dan Komunikasi) 2022	Menerapkan <i>Golden Section</i> untuk optimalisasi dalam penentuan nilai <i>smoothing</i> .	Diperoleh hasil kesalahan prediksi MAPE sebesar 26,460474% pada data latih dan 21,89696% pada data <i>test</i> .	Berdasarkan hasil MAPE diperoleh nilai evaluasi kesalahan MAPE di atas 20% yang menunjukkan tingkat prediksi sedang. Peneliti mengharapkan perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam pemilihan penggunaan metode.	Pada penelitian Putra, menetapkan batas yang sama antara nilai <i>alpha</i> dan <i>beta</i> dalam penentuan nilai interval <i>Golden Section</i> sedangkan pada penelitian ini penentuan nilai interval berdasarkan pergerakan pola pembobotan.
11	<i>Prediction Of Jakarta City Air uality Indeks: Modified Double Exponential Smoothing Approach</i>	Hansun, dkk <i>International Journal of Innovative Computing, Information and Control (UICIC)</i> 2021	Memprediksi tingkat <i>AQI</i> kota Jakarta.	Didapatkan metode <i>B-WEMA</i> mendapatkan hasil prediksi lebih baik dengan hasil evaluasi prediksi MSE 129,65414, MAPE 10,40268 untuk	Agar melakukan kombinasi menggunakan metode <i>machine learning</i> untuk mendapatkan hasil yang baik.	Pada penelitian Hansun menggunakan kombinasi metode <i>WMA</i> dan <i>Brown's DES</i> yang mana penentuan nilai bobotnya menggunakan pendekatan <i>brute-force</i> dan diterapkan

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				Jakarta Utara dan MSE 130,18710, MAPE 7,12362 untuk Jakarta Selatan.	Dalam penentuan nilai konstanta setiap faktor menggunakan <i>brute-force</i> sebanyak 100 menggunakan data acak, selain itu hal ini juga akan memakan proses waktu komputasi yang lebih lama.	pada data indeks kualitas udara sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode <i>Brown's DES</i> adapun nilai bobot ditentukan dengan pendekatan <i>Golden Section</i> berdasarkan pola permintaan pembobotan dalam menentukan daerah batas interval dan diterapkan pada data investasi reksa dana.
12	Optimasi <i>Double Exponential Smoothing</i> menggunakan Metode <i>Golden Section</i> untuk Peramalan Penjualan Sparepart	Febrianti, dkk Seminar Informatika Aplikatif Polinema 2021	Melakukan optimasi dalam pencarian nilai α (<i>alpha</i>) optimal dari metode <i>Brown DES</i>	Didapatkan metode <i>Brown DES</i> dengan optimasi <i>Golden Section</i> memperoleh nilai kesalahan lebih kecil dibandingkan tanpa optimasi. Dengan tingkat prediksi sedang pada rentang nilai 10%-20%	Agar mengembangkan penelitian dengan menambah data <i>sparepart</i> untuk mendapatkan hasil yang bervariasi, menerapkan metode berbeda untuk mendapatkan nilai <i>error</i> rendah. Peneliti mengharapkan perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam pemilihan penggunaan metode.	Pada penelitian Febrianti melakukan optimasi <i>Golden Section</i> terhadap metode <i>Brown's DES</i> terhadap data <i>sparepart</i> sedangkan pada penelitian ini melakukan hal serupa namun diterapkan pada data investasi reksa dana.

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
13	<i>Parameter Optimization of Holt-Winters Exponential Smoothing Using Golden Section Method for Predicting Indonesian Car Sales</i>	Hani'ah dkk <i>International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT)</i> 2021	Untuk menemukan parameter optimal sebagai input pada metode <i>Holt-Winter Exponential Smoothing</i> .	Diperoleh waktu berjalan rata-rata (<i>average running time</i>) lebih kecil dari pada pendekatan <i>trial-error</i> . Namun hasil perbandingan MAPE pendekatan <i>trial-error</i> memiliki hasil lebih baik dari pada metode yang diusulkan	Agar melakukan penelitian lebih lanjut dalam menemukan parameter optimal dengan melakukan modifikasi algoritma <i>Golden Section</i> . Agar mempertimbangkan penggunaan metode optimasi lain seperti algoritma genetika, <i>fruit fly</i> dsb.	Pada penelitian Hani'ah menggunakan metode <i>Holt-Winter Exponential Smoothing</i> dengan <i>Golden Section</i> sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan pendekatan <i>Golden Section</i> dan dilakukan modifikasi dalam penerapan optimasinya.
14	<i>Forecasting system using single exponential smoothing with golden section optimization</i>	Widitriani, dkk <i>Journal of Physics: Conference Series, 2nd International Conference on Vocational Education and Technology (IconVET)</i> 2020	Menerapkan proses perhitungan yang dapat memprediksi jumlah kebutuhan oleh unit produksi sebagai upaya untuk mencegah kehabisan stok.	Hasil nilai MAPE terkecil 22,04% dan terbesar 43,39%.	Pada penelitian ini didapatkan hasil MAPE yang terbilang tinggi, dikarenakan penerapan metode menggunakan beberapa macam data yang beragam plot pola data.	Penelitian Widitriani menerapkan metode <i>Single Exponential smoothing</i> sedangkan penelitian ini menggunakan modifikasi metode <i>Double Exponential Smoothing</i> , penentuan nilai bobot sama-sama menggunakan pendekatan <i>Golden Section</i> namun dalam penerapannya peneliti melibatkan pola pembobotan.

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
15	<i>Golden Exponential Smoothing: a Self-Adjusted Method for Identifying Optimum Alpha</i>	Yeng, dkk Malaysian Journal of Computing 2020	Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah dalam memilih nilai optimal dari alpha.	Pada simulasi yang dibuat menunjukkan hasil yang baik dalam mencari nilai <i>alfa</i> , dibuktikan dengan nilai MAPE berada kurang dari 6%.	Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melihat pola adaptif nilai <i>alfa</i> optimal.	Pada penelitian Fong Yeng menggunakan pendekatan <i>Golden Section</i> dan menggunakan nilai interval batas yaitu 0 dan 1, sedangkan pada penelitian ini melakukan modifikasi nilai bobot dengan pendekatan <i>Golden Section</i> , dalam penentuan interval batas nilai berdasarkan pergerakan pola pembobotan.

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Prediksi / Peramalan (*Forecasting*)

Forecasting adalah memprediksi dari beberapa peristiwa atau banyak peristiwa yang akan datang. Seperti yang dikatakan oleh Neils Bohr seorang Fisikawan Denmark yang dikutip oleh Montgomery, untuk membuat suatu prediksi yang baik tidak selalu mudah. *Forecasting* merupakan permasalahan penting yang dapat mencakup banyak bidang termasuk bisnis dan industri, pemerintahan, ekonomi, ilmu lingkungan, medis, ilmu sosial, politik dan keuangan (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2008).

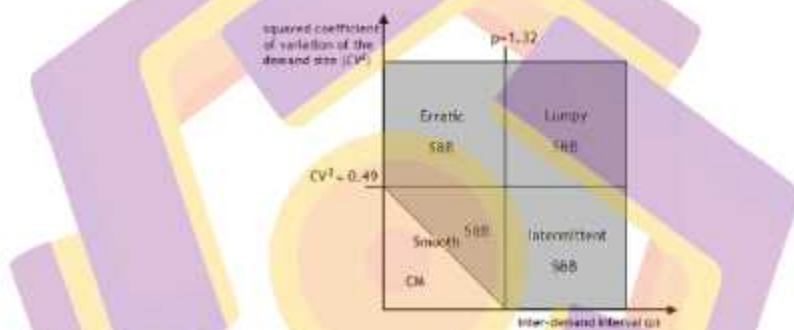
2.3.2. Analisis Runtun Waktu (*Time Series Analysis*)

Salah satu unsur terpenting yang pertama kali harus diketahui apabila kita ingin melakukan prediksi / peramalan dengan bantuan analisis statistik adalah runtun waktu (*time series*). Analisis runtun waktu merupakan data statistik yang disusun berdasarkan urutan waktu. Adapun analisis runtun waktu itu sendiri menurut Thomas Herbert Wonnacott merupakan "Suatu alat yang dapat digunakan untuk mengetahui kecenderungan suatu nilai dari waktu ke waktu, serta alat analisis yang dapat diterapkan guna memprediksi nilai suatu variabel pada kurun waktu tertentu". Dalam Hal ini, kurun waktu yang dimaksud bisa saja berupa tahun, bulan, kuartal, minggu, catur wulan dan lain sebagainya (Santosa & Hamdani, 2007). Tujuan analisis runtun waktu secara umum adalah untuk menemukan bentuk atau pola variasi dari data di masa lampau dan menggunakan pengetahuan statistika untuk melakukan peramalan terhadap sifat-sifat dari data di masa yang akan datang.

2.3.3. Demand Pattern

Kategori pola permintaan (*demand pattern*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Eugenia, Grinón, Carboneras, Guillem, & Gato, 2010):

1. Pendekatan berdasarkan partisi varians (*variance partition*).
2. Keakuratan berdasarkan prosedur prediksi (*forecasting procedures*).
3. Pendekatan berdasarkan bentuk permintaan (*demand shape*).



Gambar 2.1 Kategori Pola Permintaan (*Demand Pattern*)

Pada gambar 2.1 dapat dilihat penggunaan S&B (*Syntetos & Boylan method*) direkomendasikan pada setiap kali pola permintaan dikategorikan dalam tidak menentu (*erratic*), kental (*lumpy*), terputus-putus (*intermittent*) dan halus (*smooth*). Sedangkan CM (*Croston's method*) hanya muncul untuk beberapa pola halus (*smooth*).

2.3.4. *Average Demand Interval (ADI)*

Average Demand Interval digunakan untuk mengukur keteraturan pola permintaan dalam waktu yang dilakukan dengan mencari nilai interval rata-rata diantara dua permintaan (Kostenko & Hyndman, 2006; Musibaudeen et al., 2022; Syntetos, Boylan, & Croston, 2005).

$$ADI = \frac{m}{n}$$

di mana:

m = Total number of periods

n = Number of demand buckets

2.3.5. *Square of The Coefficient of Variation (CV²)*

Square of The Coefficient of Variation digunakan untuk mengukur nilai variansi yang ada dalam jumlah (Kostenko & Hyndman, 2006; Musibaudeen et al., 2022; Syntetos et al., 2005).

$$CV^2 = \frac{\text{std of a population}}{\text{average value of a population}}$$

2.3.6. *Exponential Smoothing*

ES (Exponential Smoothing) adalah proses pemulusan rata-rata bergerak dari data runtun waktu dengan memberikan faktor bobot (Yamin & Kurniawan, 2014). *ES* terbagi atas beberapa turunan dan penjelasan tiap karakteristik turunan tersebut antara lain dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Panduan Penggunaan Metode *Exponential Smoothing*

Metode Prediksi	Pola Data	Kuantitas Data	Jangkauan
<i>Single/Simple ES</i>	Stasioneritas	5-10	Pendek
<i>Double Exponential Smoothing</i>	Tren	10-15	Pendek hingga sedang
<i>Triple/Winters Exponential Smoothing</i>	Tren dan musiman	Minimal 4-5 musiman	Pendek hingga sedang

Sumber: *Forecasting and Predictive Analytics with ForecastX* (Wilson, 2019)

Prediksi jangka pendek mencakup hingga 3 bulan, untuk jangka menengah mencakup 4 bulan hingga sekitar 2 tahun sedangkan jangka panjang untuk periode setidaknya lebih dari 2 tahun (Wilson & Keating, 2019).

2.3.7. *Double Exponential Smoothing*

Double Exponential Smoothing merupakan prosedur pemulusan terus menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru, dalam penerapannya terdapat faktor pertumbuhan (*trend factor*) sebagai upaya untuk membawa perkiraan lebih dekat terhadap data yang diamati. Kenyataannya di kehidupan sehari-hari sering ditemukan data yang tidak stasioner dan menyertakan pola *trend* maupun musiman.

Dalam penerapannya diperlukan setidaknya 10 sampai 15 pengamatan data historis dalam menentukan bobot nilai, metode ini sangat efektif dalam pengamatan data yang memiliki tren baik positif (naik) maupun negatif (turun) serta sangat sesuai digunakan untuk melakukan prediksi jangka pendek hingga menengah (Wilson & Keating, 2019).

Prediksi metode *Double Exponential Smoothing* dapat dilakukan menggunakan 1 variabel yang dikemukakan oleh *Brown's* dan 2 variabel oleh *Holt's*. Adapun *Brown's Exponential Smoothing* menggunakan perhitungan dasar

dari *Single Exponential Smoothing* sebagai penentu nilai *Double* berdasarkan nilai variabel bobot *alpha* (a) sedangkan *Holt's Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari *SES* dengan menambahkan 1 variabel *gamma* (γ) yang berfungsi untuk menentukan bobot nilai pemulusan dari *trend* secara tersendiri.

$$S'_t = aX_t + (1 - a)S'_{t-1} \quad (1)$$

$$S''_t = aS'_t + (1 - a)S''_{t-1} \quad (2)$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (3)$$

$$b_t = \frac{a}{1-a} + (S'_t - S''_t) \quad (4)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (5)$$

$$er = \sum(F_{t+m} - X_t)$$

di mana:

S'_t = Nilai *single smoothed*

S''_t = Nilai *double smoothed*

a = Parameter pemulusan ($0 < a < 1$)

a_t, b_t = Konstanta pemulusan

F_{t+m} = Nilai prediksi *Brown's* periode $t + m$

m = Jumlah periode

X_t = Nilai aktual (periode t)

Pada persamaan (1) S'_t digunakan untuk menentukan nilai *single smoothing* yang mana hasil dari proses perhitungan digunakan sebagai penentu nilai *double smoothing* pada persamaan (2). Adapun a_t pada persamaan (3) berfungsi untuk menentukan nilai konstanta *smoothing* yang hasilnya kemudian dijumlahkan dengan nilai nilai koefisien dari tren yang ditentukan menggunakan persamaan (4)

(Muchayan, 2019; Purwanti & Purwadi, 2019; Retno Deswita, Hoyyi, & Widiarihi, 2020).

$$F_{t+1} = aX_t + (1 - a) + (F_t + T_t) \quad (6)$$

$$T_{t+1} = \gamma(F_{t+1} - F_t) + (1 - \gamma)T_t \quad (7)$$

$$H_{t+m} = F_{t+1} + mT_{t+1} \quad (8)$$

di mana:

F_{t+1} = Nilai pemulusan pada periode $t + 1$

a = Konstanta pemulusan level ($0 < a < 1$)

X_t = Nilai Aktual (periode t)

F_t = Nilai prediksi pemulusan pada periode t

T_{t+1} = Estimasi tren

γ = Konstanta pemulusan tren ($0 < \gamma < 1$)

m = Jumlah Periode

H_{t+m} = Nilai prediksi *Holt's* periode $t + m$

Pada persamaan (6) F_{t+1} digunakan untuk data pertumbuhan periode sebelumnya, untuk melakukan perhitungan terhadap pergerakan tren data menggunakan persamaan (7) di mana terdapat perbedaan terhadap 2 pemulusan dalam perhitungan hasil nilainya, dikarenakan kedua nilai tersebut telah memiliki pemulusan yang diasumsikan sebagai estimasi dari data tren. Pada nilai konstanta kedua, nilai γ didapatkan dengan konsep yang sama dengan metode *SES*. Adapun nilai tren terbaru pada $(F_{t+1} - F_t)$ diberi bobot berdasarkan γ dan nilai tren terakhir T_t yang di haluskan diberi bobot $(1 - \gamma)$. Adapun jumlah dari nilai terbobot merupakan nilai baru yang dihaluskan.

Pada persamaan (8) digunakan untuk memprediksi m periode kedepannya dengan menambahkan produk dari komponen tren T_{t+1} dikalikan dengan jumlah periode yang akan diprediksi m ke nilai saat dari data yang telah dihaluskan F_{t+1} (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 1998; Wilson & Keating, 2019).

2.3.8. Golden Section

Metode *Golden Section* menggunakan prinsip mengurangi daerah batas x sehingga menghasilkan nilai fungsi objektif optimum (maksimum / minimum). Metode ini merupakan optimasi numerik yang digunakan dalam menyelesaikan *Non Linear Programming* (NLP) satu variabel (Febrianti et al., 2021). Optimasi Golden section merupakan solusi klasik untuk masalah optimalisasi puncak tunggal.

$$\lambda = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,618 \quad (9)$$

$$ax_2 = x_1b = \lambda L \quad (10)$$

Di mana nilai dari λ sama dengan 0,618. Untuk mendapatkan nilai optimal dibuat sebuah interval pencarian $[a, b]$ yang mana dibagi ke dalam dua poin yaitu x_1 dan x_2 , hal ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan nilai fungsi yang sesuai $f(x_1)$ dan $f(x_2)$ (Kinasih, Agoestanto, & Sugiman, 2018; Widitriani et al., 2020).

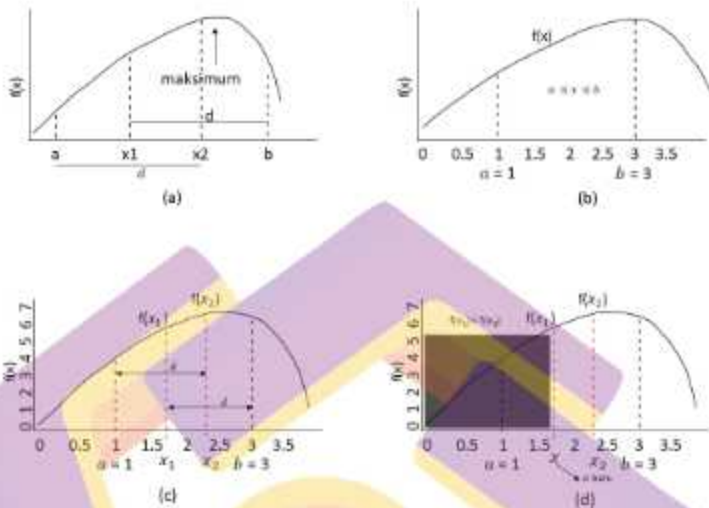
$$d = \lambda(b - a) \quad (11)$$

$$\text{Maksimasi / minimasi: } f(x) \quad (12)$$

$$\text{Dengan kendala} \quad : a \leq x \leq b \quad (13)$$

$$x_1 = (b - d) \quad (14)$$

$$x_2 = (a + d) \quad (15)$$



Gambar 2.2 Tahap Pencarian *Golden Section*

Berikut tahap-tahap alur pencarian *Golden Section*:

1. Tentukan interval nilai batas atas (a) dan batas bawah (b), di mana akan diperoleh satu nilai optimum.
2. Lakukan perhitungan setiap fungsi dari masing-masing batas dengan $f(x) = 4x - 1,8x^2 + 1,2x^3 - 0,3x^4$
3. Menghitung nilai titik tengah x_1 dan x_2 .
4. Mengevaluasi hasil dari nilai fungsi x_1 dan x_2 . Dengan ketentuan jika $f(x_1) > f(x_2)$ maka nilai optimum berada diantara a dan x_2 , sedangkan jika $f(x_1) < f(x_2)$ maka nilai optimum berada diantara x_1 dan b .
5. Selanjutnya hilangkan area yang lebih kecil dan pindahkan nilai batas.
6. Ulangi langkah 4 hingga didapatkan selisih nilai a dan b (f_0) \leq nilai toleransi (*convergent*).

2.3.9. Mean Absolute Deviation (MAD)

Mean Absolute Deviation merupakan metode untuk mengevaluasi hasil prediksi dalam menentukan nilai kesalahan prediksi. Pastinya diinginkan hasil dengan kesalahan yang minimum dengan kata lain semakin kecil nilai kesalahan yang didapat maka semakin tepat hasil prediksi yang didapat. Dalam prosesnya dilakukan pencarian terhadap rata-rata dari selisih nilai *error*.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t| \quad (16)$$

$$E_t = X_t - F_t \quad (17)$$

di mana:

n = Jumlah data

E_t = Nilai kesalahan prediksi

Dalam persamaan (16) digunakan untuk mengukur variabilitas (keadaan bervariasi) dalam kesalahan prediksi dengan menghitung nilai kumulatif dari kesalahan prediksi kemudian dibagi dengan jumlah periode (Sutisna & Hendi, 2019). Kelebihan dari penggunaan metode evaluasi ini mudah dalam penafsiran dan penjelasan kepada non-spesialis (orang yang tidak ahli) (Montgomery et al., 2008).

2.3.10. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error melakukan kalkulasi absolut terhadap nilai *error* dari setiap periode dibagi dengan nilai amatan pada periode tersebut. Kemudian dihitung nilai rata-rata persentase (Khair, Fahmi, Hakim, & Rahim, 2017).

Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi Kesalahan Prediksi

Rentang Nilai	Keterangan
< 10%	Tinggi
10% - 20%	Sedang
20% - 50%	Cukup
> 50%	Rendah

Sumber: Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi

Komoditas Laut (Nabillah dkk, 2020)

Berdasarkan paparan tabel 2.3 dapat dilihat suatu permodelan dapat dikatakan memiliki kinerja sangat baik jika nilai berada di bawah 10%, kinerja baik jika berada diantara 10 dan 20% (Nabillah & Ranggadara, 2020; Raharja, Angraeni, & Aulia Vinarti, 2010).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad (18)$$

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100 \quad (19)$$

di mana:

n = Jumlah data

PE_t = Presentase nilai kesalahan prediksi

Dalam persamaan (18) n menunjukkan jumlah dari akumulasi setiap jumlah, umumnya nilai tersebut kurang dari 1 dari pengamatan data historis, dalam penggunaannya cara ini merupakan proses pengukuran yang paling mudah dipahami dikarenakan tidak bergantung terhadap unit dari variabel yang akan di prediksi serta dinyatakan secara jelas dalam bentuk persentase (Albright, Winston, & Zappe, 2006).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian eksperimen, di mana data yang akan digunakan bersifat kuantitatif dan dilakukan investigasi hubungan sebab akibat terhadap pendekatan *Golden Section* pada *Brown's* metode DES dalam proses prediksi berdasarkan modifikasi pemilihan nilai interval yang penentuannya mengacu pada kesinambungan teori antara *Golden Section* dengan *Brown's* metode DES, lalu dilakukan pengujian *error* prediksi yang diperoleh pada penelitian ini dan membandingkan dengan referensi teori dan penelitian sebelumnya yang menggunakan *Golden Section* ataupun metode optimasi lainnya dengan pendekatan yang berbeda dalam prediksi data investasi untuk menguatkan hasil pengujian yang diperoleh dan mendapatkan kesimpulan yang berupa fakta data statistik.

Sifat penelitian berupa kausal, yaitu untuk memperoleh informasi dan pengetahuan dari hubungan sebab akibat antara pola dalam pembobotan dengan nilai bobot yang diperoleh dengan pendekatan *Golden Section*. Dalam penerapannya, peneliti akan melakukan pendekatan kuantitatif dengan memperbaiki performa *rate error* prediksi pada *Brown's* metode DES dengan pendekatan *Golden Section* berdasarkan pendekatan penelitian sebelumnya. Jenis data yang digunakan adalah kuantitatif berupa angka *numeric* untuk mengukur

tingkat kesalahan prediksi dari hasil pengujian dan perbandingan guna memperoleh kesimpulan.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk kebutuhan penelitian ini dilakukan pertama kali sebelum dilakukan kegiatan analisis data. Adapun dalam penelitian ini, metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti bersumber dari data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data yang diperoleh dari media perantara / secara tidak langsung dapat berasal dari buku, jurnal ataupun *dataset* publik yang cocok dan sesuai untuk kebutuhan penelitian ini.

Dalam pengumpulan data sekunder, peneliti menggunakan pergerakan data harga reksa dana / NAB (Nilai Aktiva Bersih) yang diakses dan diperoleh secara bebas karena bersifat publik dari penyedia data pada laman resmi AMII dan Pasar Dana. Reksa dana dipilih karena memiliki atribut / variabel yang diperlukan untuk kebutuhan penelitian ini yang meliputi data runtun waktu dan data harga / NAB (Nilai Aktiva Bersih). Adapun data yang digunakan berupa data runtun waktu dalam bentuk *numeric* dari manajer investasi BNI *Asset Management* sebanyak 4 *dataset* yang mewakili dari masing-masing jenis reksa dana yaitu RDPU (Reksa Dana Pasar Uang), RDPT (Reksa Dana Pendapatan Tetap), RDS (Reksa Dana Saham) dan RDC (Reksa Dana Campuran) yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Sampel Data Reksa Dana yang digunakan

Jenis	Dataset	Reksa Dana	Atribut	Jumlah
RDPU	D1	BNI-AM Dana Lancar Syariah	Tanggal, NAB	113
RDPT	D2	BNI-AM Ardhani Pendapatan Tetap Syariah	Tanggal, NAB	113
RDS	D3	BNI-AM Dana Campuran Investasi Gemilang	Tanggal, NAB	113
RDC	D4	BNI-AM Dana Saham <i>Inspiring Equity Fund</i>	Tanggal, NAB	113

Data yang diperoleh kemudian dilakukan identifikasi *time dimension* (jangkauan) sebagai dasar awal untuk menetapkan panjangnya cakrawala prediksi. Menurut (Wilson & Keating, 2019) penggunaan metode DES mencakup jangkauan pendek hingga sedang. Dalam hal ini peneliti melakukan eksperimen prediksi menggunakan data sebanyak 6 bulan pada tahun 2022. Adapun data runtun waktu yang digunakan dimulai dari bulan Januari hingga Juni. Adapun data tersebut terdiri atas data runtun waktu harian. Selanjutnya dilakukan *scrapping data* menggunakan fitur *inspect element*. Adapun data yang akan diambil berdasarkan *time dimension* yang telah ditetapkan di awal.

3.3. Metode Analisis Data

Setelah proses pengumpulan data selesai dilakukan, selanjutnya akan dilakukan proses analisis data. Langkah pertama *dataset* akan melalui proses *data filtering* yaitu memisahkan variabel atribut data yang akan digunakan. Adapun atribut yang digunakan adalah tanggal dan NAB (Nilai Aktiva Bersih).

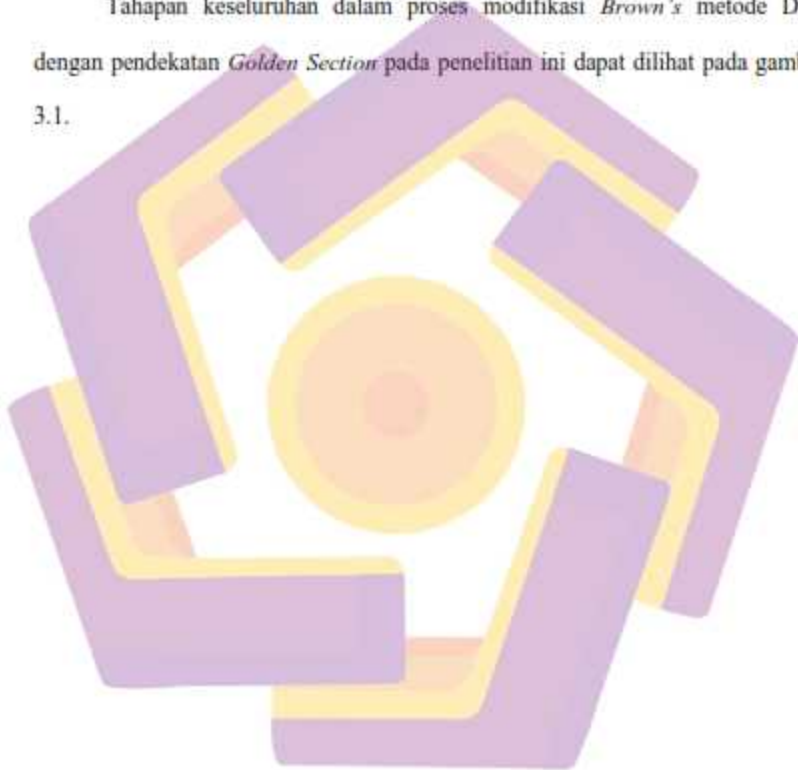
Kemudian tahap awal analisa data dilakukan klasifikasi pola permintaan (*demand pattern*) dengan melibatkan *plotting data* (Plot Data), ADI (*Average Demand Interval*) dan CV^2 (*Square of The Coefficient of Variation*) dengan tujuan untuk mengetahui dan melihat klasifikasi *demand pattern* (pola permintaan) yang terdapat di dalam data.

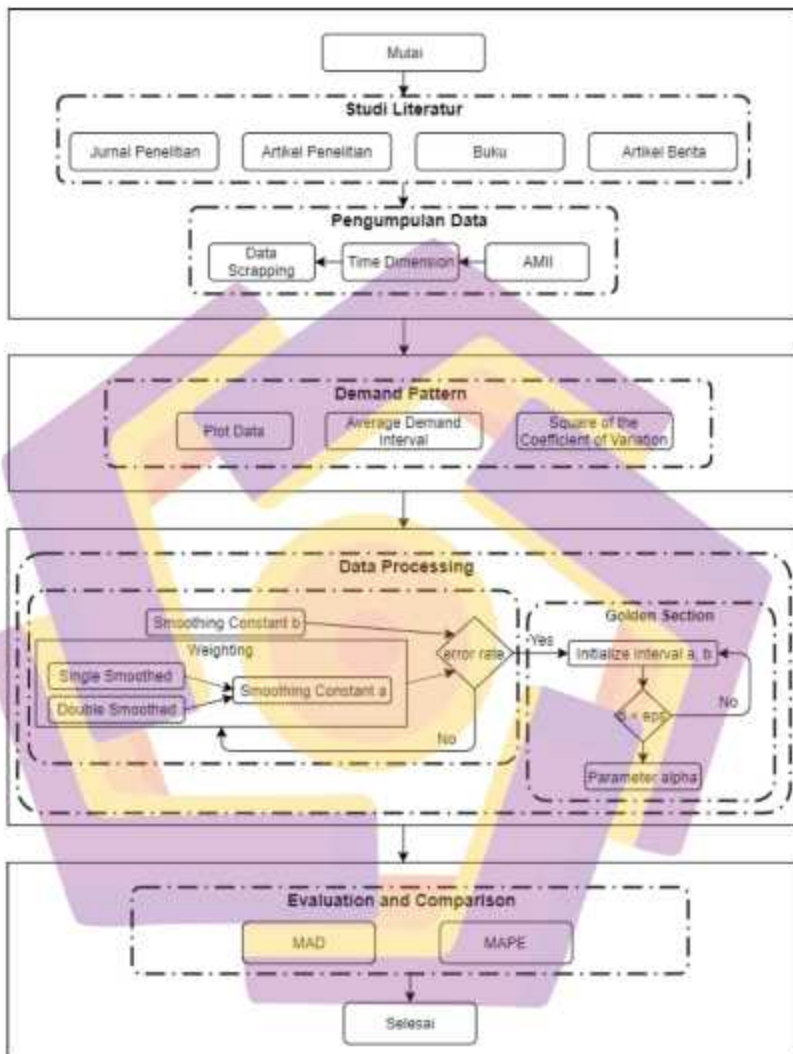
Selanjutnya *dataset* yang telah diubah menjadi *time series* kemudian dilakukan proses prediksi menggunakan metode *Brown's DES* dengan pendekatan *Golden Section*. Terakhir dilakukan pengujian terhadap sampel data untuk

mengukur tingkat kesalahan prediksi dari hasil prediksi dan perbandingan guna memperoleh kesimpulan.

3.4. Alur Penelitian

Tahapan keseluruhan dalam proses modifikasi *Brown's* metode DES dengan pendekatan *Golden Section* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Alur Penelitian

1. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan oleh peneliti dengan melakukan literasi terhadap materi yang berkaitan dengan pembahasan tema penelitian dan memperkaya pengetahuan mengenai permasalahan yang dikaji serta pemahaman konsep terhadap langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Sehingga informasi yang didapat dari studi literatur ini menjadi rujukan untuk memperkuat argumen. Penggunaan pustaka jurnal penelitian maksimal 3 tahun dengan tujuan untuk menjaga kebaruan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengunjungi laman resmi AMII dan Pasar Dana. Data yang diambil berupa data sekunder berupa data harga reksa dana dalam bentuk *numeric* dari manajer investasi BNI *Asset Management* sebanyak 4 *dataset*. Adapun laman Pasar Dana digunakan untuk mencocokkan kesesuaian data yang ada.

Selanjutnya data yang diperoleh dilakukan identifikasi *time dimension* (jangkauan) sebagai dasar awal untuk menetapkan panjangnya cakrawala prediksi. Setelah ditetapkan jangkauan data dilakukan *scrapping data* menggunakan fitur *inspect element* berdasarkan *time dimension* yang telah ditetapkan. Adapun data *time series* yang diperoleh sebanyak 113 data.

3. Demand Pattern

Pada tahap klasifikasi pola permintaan (*demand pattern*) dilakukan pengklasifikasian *dataset* dengan melibatkan *plotting data* (Plot Data), ADI (*Average Demand Interval*) dan CV^2 (*Square of The Coefficient of Variation*). Hasil klasifikasi yang diperoleh digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi kesalahan prediksi.

4. Data Processing

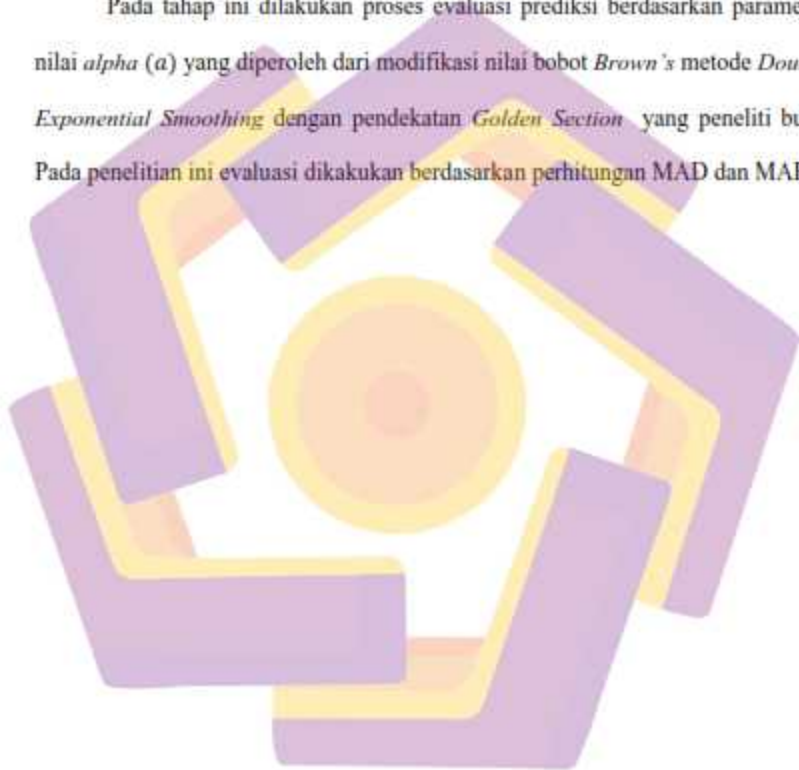
Pada tahap ini langkah awal dilakukan dengan menentukan nilai *single smoothing* dan *double smoothing*. Kemudian kedua nilai tersebut digunakan sebagai dasar penencarian *smoothing constant α* berdasarkan parameter pemulusan. Adapun nilai parameter yang digunakan antara nilai 0 hingga 1. Dalam prosesnya, atribut NAB yang berjumlah 113 data digunakan sebagai inputan nilai *single smoothing*. Data inputan diproses secara runtun waktu berdasarkan urutan data yang mengacu pada tanggal setiap data. Setiap inputan data yang telah selesai diproses akan memperoleh *error rate* berbeda-beda berdasarkan parameter pemulusan yang digunakan. Hasil tersebut dikelompokkan secara berurutan dan diambil nilai *error rate* terkecil sebagai dasar penentuan nilai inisialisasi *interval* pada *Golden Section*.

Proses inisialisasi *interval* didasarkan pada nilai parameter pemulusan dengan *error rate* terkecil. Nilai yang diperoleh digunakan sebagai penentu nilai batas atas (*a*) dan batas bawah (*b*). Adapun nilai batas ditentukan dengan menggunakan nilai terdekat tertinggi dan terendah dari *error rate*. Setelah nilai *interval* diperoleh selanjutnya dilakukan pencarian nilai fungsi objektif, nilai fungsi

ini yang akan digunakan sebagai nilai parameter dalam pembobotan *Brown's* metode DES.

5. *Evaluation and Comparison*

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi prediksi berdasarkan parameter nilai α (a) yang diperoleh dari modifikasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* yang peneliti buat. Pada penelitian ini evaluasi dilakukan berdasarkan perhitungan MAD dan MAPE.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. *Collect Dataset*

Proses mengumpulkan dan menyiapkan *dataset* dilakukan dengan mencari pilihan reksa dana yang akan digunakan kemudian inspeksi halaman pada laman *website* dan dilakukan penyalinan dan penempelan data. Data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1.

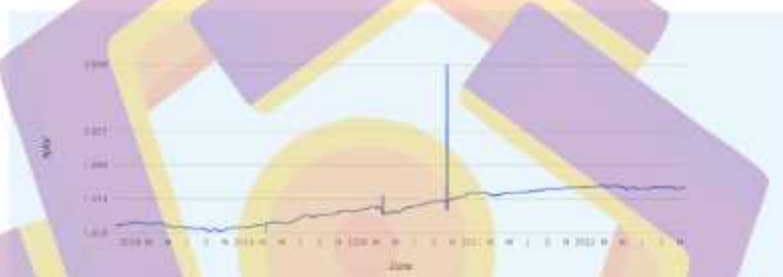
Tabel 4.1 Daftar Data Reksa Dana

Jenis	Dataset	Reksa Dana	Jumlah
RDPU	D1	BNI-AM Dana Lancar Syariah	113
RDPT	D2	BNI-AM Ardhani Pendapatan Tetap Syariah	113
RDS	D3	BNI-AM Dana Campuran Investasi Gemilang	113
RDC	D4	BNI-AM Dana Saham <i>Inspiring Equity Fund</i>	113

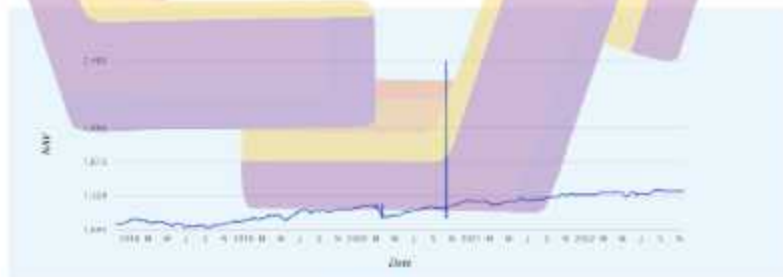
Adapun sampel dari masing-masing *dataset* yang akan digunakan berupa *numeric* yang terlampir dalam bentuk grafik pada laman resmi AMII. Untuk mengetahui total keseluruhan data yang akan digunakan harus melalui tahap *time dimension*, *data selection* dan *data filtering*. Adapun masing-masing sampel *dataset* sebelum dilakukan *scrapping* dapat dilihat pada gambar 4.1 hingga 4.4.



Gambar 4.1 Grafik NAB BNI-AM Dana Lancar Syariah
Sumber: www.amii.or.id (2022)



Gambar 4.2 Grafik NAB BNI-AM Ardhani Pendapatan Tetap Syariah
Sumber: www.amii.or.id (2022)



Gambar 4.3 Grafik NAB BNI-AM Dana Campuran Investasi Gemilang
Sumber: www.amii.or.id (2022)

4.1.2. *Time Dimension*

Proses ini dilakukan dengan menetapkan panjang cakrawala prediksi. Dalam hal ini jangkauan prediksi diidentifikasi berdasarkan (Wilson & Keating, 2019) yang menyatakan penggunaan metode DES mencakup jangkauan pendek hingga sedang di mana prediksi jangka pendek mencakup hingga 3 bulan, untuk jangka menengah mencakup 4 bulan hingga sekitar 2 tahun. Adapun *time dimension* dari *dataset* yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Time Dimension*

Dataset	Periode	Atribut	Jangkauan
D1	Januari - Juni	Tanggal, NAB	Pendek - Menengah
D2	Januari - Juni	Tanggal, NAB	Pendek - Menengah
D3	Januari - Juni	Tanggal, NAB	Pendek - Menengah
D4	Januari - Juni	Tanggal, NAB	Pendek - Menengah

Pada penelitian ini ditetapkan panjang cakrawala prediksi dengan jangkauan pendek hingga menengah. Peneliti menggunakan data sebanyak 6 bulan pada tahun 2022. Adapun data runtun waktu yang digunakan dimulai dari bulan Januari hingga Juni. Adapun data tersebut terdiri atas periode bulan Januari hingga bulan Juni.

4.1.3. *Scrapping Data and Data Selection*

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mencari pilihan reksa dana yang akan digunakan selanjutnya atur periode data yang akan diambil berdasarkan *time dimension* yang telah ditetapkan kemudian inspeksi halaman pada laman website dan dilakukan penyalinan dan penempelan data. Berikut sampel salah satu *script* data yang akan digunakan dan diambil dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Sampel *script* data yang digunakan dan diambil

```

<script type="text/javascript">
New Chartkick.LineChart("chart-1", [{"2022-01-03": "1593.72", "2022-01-04": "1594.09", "2022-01-05": "1594.28", "2022-01-06": "1594.32", "2022-01-07": "1594.22", "2022-01-10": "1594.38", "2022-01-11": "1594.49", "2022-01-12": "1594.54", "2022-01-13": "1594.6", "2022-01-14": "1594.82", "2022-01-17": "1595.42", "2022-01-18": "1595.79", "2022-01-19": "1595.95", "2022-01-20": "1596.16", "2022-01-21": "1596.23", "2022-01-24": "1596.91", "2022-01-25": "1596.96", "2022-01-26": "1597.12", "2022-01-27": "1597.23", "2022-01-28": "1597.25", "2022-01-31": "1597.52", "2022-02-02": "1597.98", "2022-02-03": "1598.32", "2022-02-04": "1598.53", "2022-02-07": "1598.73", "2022-02-08": "1598.76", "2022-02-10": "1599.05", "2022-02-11": "1599.21", "2022-02-14": "1599.77", "2022-02-15": "1600.03", "2022-02-16": "1600.28", "2022-02-17": "1600.24", "2022-02-18": "1600.23", "2022-02-21": "1600.75", "2022-02-22": "1600.9", "2022-02-23": "1600.9", "2022-02-24": "1600.96", "2022-02-25": "1601.02", "2022-03-01": "1601.55", "2022-03-02": "1601.73", "2022-03-04": "1601.96", "2022-03-07": "1602.32", "2022-03-08": "1602.35", "2022-03-09": "1602.17", "2022-03-10": "1602.07", "2022-03-11": "1602.21", "2022-03-14": "1602.64", "2022-03-15": "1602.76", "2022-03-16": "1602.94", "2022-03-17": "1603.18", "2022-03-21": "1603.58", "2022-03-

```

Tabel 4.3 Sampel *script* data yang digunakan dan diambil (Lanjutan)

```

22": "1603.58", "2022-03-23": "1603.75", "2022-03-
24": "1603.72", "2022-03-25": "1603.48", "2022-03-
28": "1604.0", "2022-03-29": "1604.13", "2022-03-
30": "1604.34", "2022-03-31": "1604.39"},
{"adapter": "google", "library": {"pointSize": 0, "backgroundColor": {
"fill": "#EBF5FC"}, "hAxis": {"title": "Date"}, "annotations": {"style
": "line"}, "vAxis": {"ticks": [1583, 1590, 1597, 1604, 1615], "title": "N
AV", "viewWindow": {"max": 1615, "min": 1583}}}});
</script>

```

Pada tabel 4.3 dapat dilihat *script* data yang telah disalin, pada data tersebut terlihat masih tercampur dengan sintaks lain yang tidak diperlukan dalam pengolahan data.

4.1.4. Data Filter

Setelah dilakukan pengambilan data selanjutnya dilakukan *filtering data* menggunakan bantuan fitur *excel*. Tujuan *filtering* untuk melakukan penyeleksian atribut data yang digunakan. Adapun atribut yang digunakan adalah tanggal dan NAB (Nilai Aktiva Bersih) Proses filter dilakukan dengan menggunakan fitur *find and search* dan *text to column*. Proses *filtering data* kemudian dirangkum dalam setiap kategori seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil *filtering* Data

(t)	Tanggal	NAB			
		RDPU	RDPT	RDC	RDS
		D1	D3	D5	D7
1	03/01/2022	1593,720	1478,700	1341,700	1019,013
2	04/01/2022	1594,090	1478,770	1342,450	1021,490
3	05/01/2022	1594,280	1477,900	1337,850	1010,172
4	06/01/2022	1594,320	1476,550	1336,480	1010,751
5	07/01/2022	1594,220	1474,510	1337,120	1023,973
6	10/01/2022	1594,380	1474,610	1335,410	1019,216
7	11/01/2022	1594,490	1475,970	1334,490	1013,213
...
...
113	30/06/2022	1617,180	1464,890	1345,910	1013,587

Pada tabel 4.4 dapat dilihat masing-masing *dataset* yang telah diseleksi dan di filter. Pada data tersebut terdiri atas 3 atribut yaitu periode (t), tanggal dan NAB, data tersebut telah ditetapkan berdasarkan *time dimension* yang telah ditentukan diawal sehingga diperoleh total data yang akan digunakan sebanyak 113 data.

4.2. Demand Pattern

4.3.1. Plot Data, ADI dan CV²

Tahap ini diawali dengan melakukan plot data dari setiap *dataset*. Dalam penelitian ini melibatkan 4 *dataset* berbeda, adapun paparan visualisasi plot data dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Visualisasi Plot Data

Dataset	Visualisasi
D1	
D2	
D3	
D4	

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat hasil visualisasi plot data. Pada gambaran tersebut terlihat masing-masing *dataset* membentuk pola grafik adanya unsur tren menaik dan menurun tanpa adanya unsur musiman dikarenakan data yang digunakan tidak menunjukkan adanya syarat minimal data dapat dikatakan musiman.

Dari keseluruhan *dataset* yang telah terbagi atas data latih dan data uji, dilakukan perhitungan ADI dan CV^2 . Berdasarkan kedua persamaan tersebut diperoleh keteraturan *demand pattern* dan jumlah nilai variansi dalam data. Adapun model perhitungan ADI dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$ADI = \frac{m}{n}$$

$$ADI = \frac{113}{113}$$

$$ADI = 1$$

Dalam mencari keteraturan pola permintaan dalam waktu diketahui jumlah total periode (m) diketahui sebanyak 113 dan jumlah keseluruhan NAB mewakili jumlah total permintaan sebanyak 113 mewakili keseluruhan data latih yang digunakan untuk prediksi. Selanjutnya dilakukan perhitungan CV^2 dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$CV^2 = \frac{\text{std of a population}}{\text{average value of a population}}$$

$$CV^2 = \frac{7,060}{1605,086}$$

$$CV^2 = 1,93496E-05$$

Sedangkan untuk mencari nilai variansi data dalam jumlah diketahui dari total keseluruhan 113 data diperoleh nilai standar deviasi sebesar 7,060 sedangkan nilai rata-rata dari keseluruhan data diperoleh sebesar 1605,086. Adapun hasil dari klasifikasi *demand pattern* tersebut berdasarkan nilai ADI dan CV^2 ditunjukkan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Demand pattern*

Dataset	ADI	CV^2	Klasifikasi
D1	1	0,0000193	<i>Smooth</i>
D2	1	0,0000622	<i>Smooth</i>
D3	1	0,0000731	<i>Smooth</i>
D4	1	0,000897	<i>Smooth</i>

Dari tabel tersebut dapat dilihat masing-masing *dataset* dari data latih dan data uji diperoleh hasil klasifikasi yang sama yaitu *smooth*. Dari keseluruhan data

yang digunakan diperoleh ADI cenderung sama. Sedangkan CV^2 memperoleh nilai variansi berbeda-beda.

4.3. Data Processing

4.3.1. Brown's DES

Langkah pertama dilakukan dengan menentukan nilai *single smoothing* sebagai dasar penetapan nilai *double smoothing*. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$S'_t = aX_t + (1 - a)S'_{t-1}$$

$$S'_t = 0,1 \cdot 1594,09 + (1 - 0,1) \cdot 1593,72$$

$$S'_t = 1594,036$$

$$S''_t = aS'_t + (1 - a)S''_{t-1}$$

$$S''_t = 0,1 \cdot 1594,036 + (1 - 0,1) \cdot 1594,03$$

$$S''_t = 1594,0306$$

Nilai *smoothing constant* digunakan sebagai penentu hasil prediksi. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$a_t = 1594,036 - 2 \cdot 1594,0306$$

$$a_t = 1594,0414$$

$$b_t = \frac{a}{1-a} + (S'_t - S''_t)$$

$$b_t = \frac{0,1}{1-0,1} + (1594,036 - 2 \cdot 1594,0306)$$

$$b_t = 0,0006$$

Adapun nilai α (a) yang digunakan pada *single smoothing* (S'_t), *double smoothing* (S''_t) dan *smoothing constant* (b_t) berdasarkan parameter yang telah ditetapkan dalam metode yaitu antara ($0 < a < 1$). Selanjutnya diperoleh hasil prediksi yang dapat dilihat pada sampel data berikut:

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

$$F_{t+m} = 1594,0414 + 0,0006$$

$$F_{t+m} = 1594,03$$

Setelah dilakukan proses perhitungan secara menyeluruh terhadap semua *dataset* dan diperoleh parameter α (a) berdasarkan *error rate* terendah yang dapat dilihat hasil keseluruhan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil nilai α dan *error rate* dari setiap *dataset*

Dataset	Alpha	Error rate
D1	0,5	23,0965
D2	0,8	163,5863
D3	0,6	291,6190
D4	0,3	881,3567

Parameter α (a) yang diperoleh berdasarkan *error rate* terendah digunakan sebagai acuan untuk melakukan inisialisasi batas atas (a) dan batas bawah (b) dari *Golden Section*.

4.3.2. Golden Section

Objective function value diperoleh berdasarkan nilai fungsi dari masing-masing batas sehingga diperoleh satu nilai optimum. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

Golden Ratio = λ

$$\lambda = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,618$$

Pada persamaan di atas, diperoleh *Golden Ratio* sebesar 0,618 yang digunakan sebagai salah satu data masukan dalam pencarian nilai tengah (d) selain nilai batas atas (a) dan batas bawah (b) yang telah diperoleh sebelumnya.

$$d = \lambda(b - a)$$

$$d = 0,618(0,4 - 0,6)$$

$$d = 0,1236$$

Selanjutnya terdapat dua poin yaitu x_1 dan x_2 . Kedua poin nilai tersebut bertujuan sebagai pembanding nilai fungsi yang sesuai pada $f(x_1)$ dan $f(x_2)$.

$$x_1 = (b + d)$$

$$x_1 = (0,4 + 0,1236)$$

$$x_1 = 0,5236$$

$$x_2 = (a - d)$$

$$x_2 = (0,6 - 0,1236)$$

$$x_2 = 0,4764$$

Penetapan nilai fungsi mengacu pada *rate error* yang diperoleh dari masing-masing nilai batas atas (a) dan batas bawah (b). Dari kedua nilai fungsi ditentukan satu nilai *objective function* yang akan digunakan sebagai inputan modifikasi nilai bobot dengan pendekatan *golden section* dengan ketentuan jika $f(x_1) > f(x_2)$ maka nilai optimum berada diantara a dan x_2 , sedangkan jika $f(x_1) < f(x_2)$ maka nilai optimum berada diantara x_1 dan b . Pencarian nilai *objective function* akan

dilakukan dalam beberapa kali iterasi hingga nilai x_1 dan x_2 atau dinyatakan *convergent* / $d < \epsilon$ (ϵ). Dalam penelitian ini ditetapkan nilai ϵ yaitu 0,0001.

$$f(x_1) = \text{rate error (a)}$$

$$f(x_1) = 23,435$$

$$f(x_2) = \text{rate error (b)}$$

$$f(x_2) = 23,1148$$

Inisialisasi Interval awal *Golden Section* mengacu pada nilai terdekat dari batas atas dan bawah nilai *alpha* berdasarkan *error rate* terendah. Sedangkan nilai fungsi $f(x_1)$ dan $f(x_2)$ mengacu pada *rate error* berdasarkan nilai *alpha*. Hasil dari pencarian *objective function value* dapat dilihat pada sampel data tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Sampel Hasil *Objective Function Value*

Iterasi	a	b	d	x1	x2	f(x1)	f(x2)
	0,4	0,6	0,1236	0,5236	0,4764	23,4350	23,1148
1	0,4764	0,6000	0,0764	0,5528	0,5236	23,1035	23,1148
2	0,4764	0,5528	0,0472	0,5236	0,5056	23,1035	23,0658
3	0,5056	0,5528	0,0292	0,5348	0,5236	23,0950	23,0658
4	0,5236	0,5528	0,0180	0,5416	0,5348	23,0992	23,0658
5	0,5348	0,5528	0,0111	0,5459	0,5416	23,0925	23,0658
...
16	0,5527	0,5528	0,0001	0,5528	0,5527	23,0659	23,0658

Dengan menggunakan $\epsilon = 0,0001$ iterasi dilakukan sebanyak 16 kali hingga dinyatakan *convergent*. Dilihat dari hasil optimasi yang dilakukan diperoleh nilai parameter *alpha* optimal menggunakan 0,5528 dengan *error rate* 23,0658. Pada tabel 4.9 dapat dilihat keseluruhan parameter *alpha* optimal dari masing-masing data latih dan data uji.

Tabel 4.9 Hasil Parameter *Alpha* Optimal

Dataset	Alpha	Rate Error
D1	0,5528	23,0658
D2	0,7695	162,5164
D3	0,5944	291,4668
D4	0,3405	874,3848

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat perolehan nilai *alpha* dan *rate error* yang berbeda-beda dengan nilai selisih cukup beragam pada ke empat *dataset* yang digunakan.

4.4. Evaluasi dan Perbandingan

4.4.1. Hasil Evaluasi menggunakan MAD dan MAPE

Evaluasi Model yang dilakukan oleh peneliti dengan melakukan pencarian nilai kesalahan prediksi dengan menggunakan MAD dan MAPE. Evaluasi ini diterapkan di setiap masing-masing *dataset*. Hasil evaluasi berdasarkan pendekatan model matematis yang telah peneliti buat. Adapun model perhitungan MAD dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$E_t = X_t - F_t$$

$$E_t = 1594,0900 - 1594,0300$$

$$E_t = 0,0600$$

Model perhitungan ini diterapkan ke setiap *dataset* yang telah dilakukan proses prediksi di mana X_t merupakan data aktual harga NAB dikurangi dengan F_t yang merupakan hasil prediksi dari data NAB pada periode tersebut sehingga diperoleh nilai selisih antara data aktual dengan prediksi. Setelah keseluruhan *dataset* dihitung nilai selisihnya kemudian mengakumulasikan keseluruhan nilai

selisih yang diperoleh. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t|$$

$$MAD = \frac{1}{113} \sum_{t=1}^{113} |23,0658|$$

$$MAD = \frac{23,0658}{113}$$

$$MAD = 0,2059$$

Pada Σ merupakan hasil akumulasi dari setiap E_t . Hasil tersebut kemudian dibagi dengan total keseluruhan *dataset* yang digunakan, pada sampel digunakan sebanyak 113 data sehingga diperoleh nilai MAD sebesar 0,2059.

Antara MAD dan MAPE memiliki konsep model matematis yang serupa. Perbedaan paling menonjol terdapat pada hasil akhir yang diberikan dengan dinyatakan dalam bentuk persentase. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100$$

$$PE_t = \left(\frac{1594,09 - 1594,03}{1594,09} \right) 100$$

$$PE_t = 0,004\%$$

Model ini diterapkan ke setiap *dataset* yang telah dilakukan proses prediksi di mana X_t merupakan data aktual harga NAB dikurangi dengan F_t yang merupakan hasil prediksi dari data NAB pada periode tersebut sehingga diperoleh nilai selisih antara data aktual dengan prediksi. Setelah keseluruhan *dataset* dihitung nilai selisihnya kemudian dihitung nilai persentase dan mengakumulasikan keseluruhan

nilai selisih yang diperoleh. Adapun model perhitungan dapat dilihat pada sampel data berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

$$\text{MAPE} = \frac{1}{113} \sum_{t=1}^{113} |1,4363\%|$$

$$\text{MAPE} = \frac{1,4363\%}{59}$$

$$\text{MAPE} = 0,0128\%$$

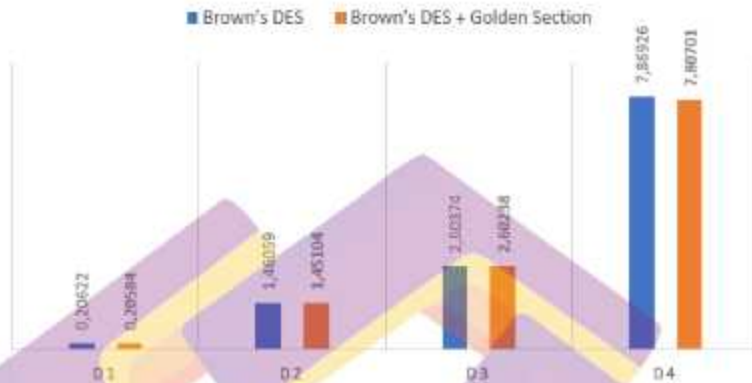
Pada Σ merupakan hasil akumulasi dari setiap PE_t . Hasil tersebut kemudian dibagi dengan total keseluruhan *dataset* yang digunakan, pada sampel digunakan sebanyak 113 data sehingga diperoleh nilai MAPE sebesar 0,0128%. Adapun hasil evaluasi berdasarkan model matematis penggunaan metode Brown's DES sebelum dan sesudah di optimasi menggunakan pendekatan Golden Section dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Evaluasi Penelitian

Dataset	Brown's DES		Brown's DES + Golden Section	
	MAD	MAPE	MAD	MAPE
D1	0,20622	0,01284%	0,20584	0,01282%
D2	1,46059	0,09948%	1,45104	0,09883%
D3	2,60374	0,19390%	2,60238	0,19380%
D4	7,86926	0,74590%	7,80701	0,74033%

Berdasarkan paparan hasil evaluasi dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh hasil evaluasi kesalahan prediksi secara keseluruhan berada di bawah 1% sehingga dapat diperoleh tingkat tinggi untuk evaluasi kesalahan prediksi.

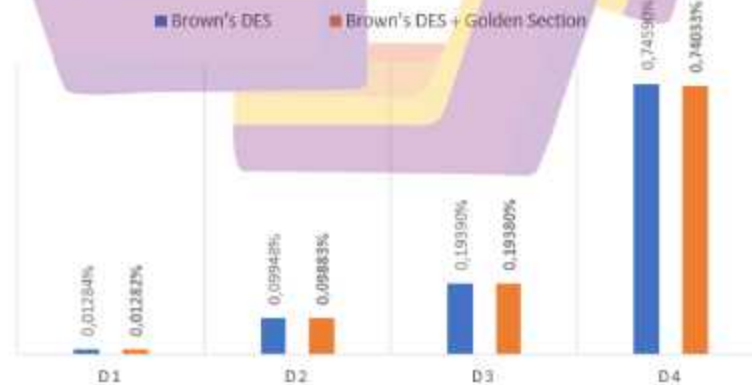
MAD



Gambar 4.9 Perbandingan MAD (*Mean Absolute Deviation*)

Berdasarkan Gambar 4.9 diketahui beberapa hasil MAD yang telah dilakukan dengan 4 *dataset* berbeda menggunakan metode *Brown's DES* dengan pendekatan *Golden Section* memperoleh nilai lebih baik.

MAPE



Gambar 4.10 Perbandingan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Berdasarkan Gambar 4.10 diketahui beberapa hasil MAPE yang telah dilakukan dengan 4 *dataset* berbeda menggunakan metode *Brown's DES* dengan pendekatan *Golden Section* memperoleh nilai lebih baik.

Tabel 4.11 Faktor Pengaruh Evaluasi Prediksi

Dataset	Klasifikasi	CV ²	MAPE
D1	<i>Smooth</i>	0,0000193	0,01282%
D2	<i>Smooth</i>	0,0000622	0,09883%
D3	<i>Smooth</i>	0,0000731	0,19380%
D4	<i>Smooth</i>	0,000897	0,74033%

Pada Tabel 4.11 terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi prediksi yaitu semakin rendah nilai variansi dalam data maka semakin kecil kesalahan prediksi yang diperoleh. Hal ini dibuktikan dengan perbedaan hasil signifikan antara *dataset* D1 dan D2 dengan D3 dan D4.

4.4.2. Perbandingan dengan Hasil Penelitian Sejenis

Berikut adalah perbandingan penelitian yang berkaitan dengan prediksi data investasi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Penelitian Data Investasi

No	Peneliti	Dataset	Jenis	Metode	MAPE
1	Sholeh, dkk. (2021)	Emas	Antam	<i>DES Damped Trend</i>	0,49%
2	Hota, dkk (2021)	SBI Magnum Equity Mutual Fund	Reksa Dana India	Statistical Features + Extreme Learning Machine	0,005196%
3	Taufik, dkk. (2020)	Emas	Antam	<i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>	0,30%
4	Sudiatmika, dkk. (2022)	Dogecoin	Kripto	<i>Brown's DES + Multiple Genetik</i>	1,322%
5	Muchayan, A. (2019)	Cipta Dana AM	RDS	<i>Holt-DES</i>	0,616%
6	Chiang, dkk (1996)	US Mutual Funds	Reksa Dana US	<i>Neural Network</i>	8,76%

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Penelitian Data Investasi (Lanjutan)

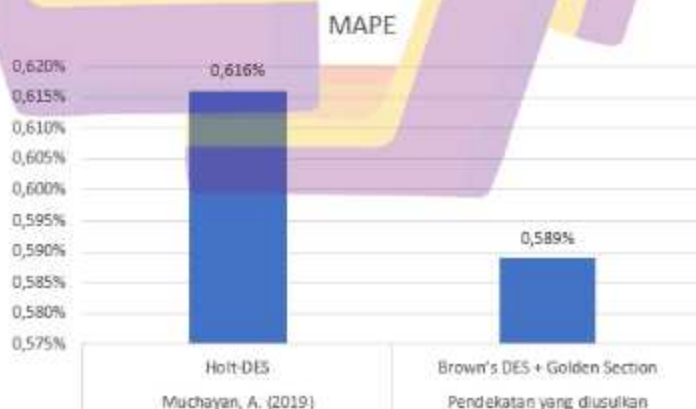
7	Pendekatan yang diusulkan	BNI AM	RDPU	<i>Brown's DES + Golden Section</i>	0,0128%
			RDPT		0,0988%
			RDS		0,193%
			RDC		0,7403%

Tabel 4.12 menunjukkan pendekatan yang diusulkan memperoleh evaluasi kesalahan prediksi sedikit lebih baik di bandingkan dengan beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti lainnya pada data investasi.

Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya

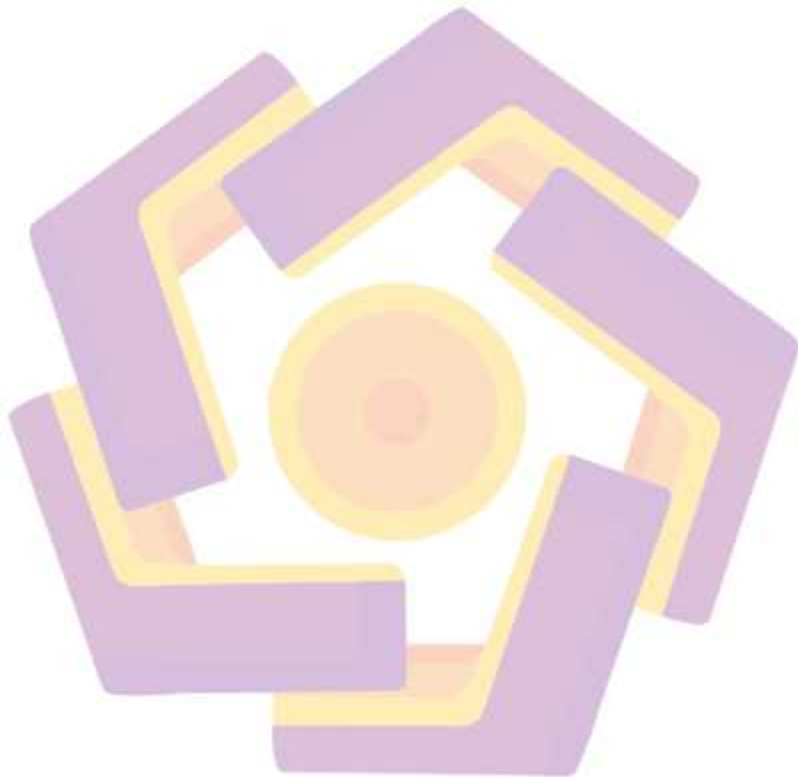
No	Peneliti	Dataset	Jenis	Metode	MAPE
1	Muchayan, A. (2019)	Cipta Dana AM	RDS	<i>Holt-DES</i>	0,616%
2	Pendekatan yang diusulkan			<i>Brown's DES + Golden Section</i>	0,589%

Adapun kontribusi dari penelitian ini dapat dilihat dari hasil evaluasi prediksi berdasarkan penelitian sebelumnya pada Tabel 4.13 menggunakan *dataset* yang sama.



Gambar 4.11 Perbandingan MAPE Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, peneliti mencoba menggunakan *dataset* dari penelitian sebelumnya sebagai pembandingan keberhasilan dari metode yang diusulkan, berdasarkan hasil MAPE metode yang diusulkan memiliki nilai kesalahan lebih rendah dari penelitian sebelumnya.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan peneliti dalam optimalisasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* berpengaruh terhadap hasil evaluasi prediksi. Hal ini terlihat pada perbandingan dari metode *Brown's* DES tanpa dan setelah dilakukan pendekatan *Golden Section* memperoleh nilai MAD dan MAPE lebih rendah.
2. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan peneliti dalam optimalisasi nilai bobot *Brown's* metode *Double Exponential Smoothing* dengan pendekatan *Golden Section* diperoleh hasil evaluasi kesalahan prediksi tingkat tinggi terhadap hasil evaluasi prediksi. Hal ini terlihat pada 4 *dataset* yang digunakan memperoleh nilai MAPE di bawah 1%.
3. Penerapan metode yang diusulkan lebih cocok digunakan untuk data jenis RDPU (Reksa Dana Pasar Uang) dan RDPT (Reksa Dana Pendapatan Tetap). Hal ini dibuktikan dengan hasil eksperimen pada *dataset* D1 dan D2 memperoleh nilai evaluasi kesalahan prediksi lebih rendah di bandingkan *dataset* D3 dan D4.
4. Adanya faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi prediksi yaitu semakin rendah nilai variansi dalam data maka semakin kecil kesalahan prediksi yang diperoleh.

Hal ini dibuktikan dengan perbedaan hasil signifikan antara *dataset* D1 dan D2 dengan D3 dan D4.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disimpulkan, terdapat beberapa saran sebagai upaya pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Penggunaan Metode *Brown's Double Exponential Smoothing* dengan Pendekatan *Golden Section* dapat dilakukan pada *dataset* yang berbeda. Apakah memperoleh nilai kesalahan prediksi lebih baik atau tidak guna sebagai alternatif dalam proses penyempurnaan metode yang telah ada.
2. Menggunakan *dataset* lebih banyak pada data reksa dana dengan mempertimbangkan faktor musiman dalam data sehingga dapat memprediksi NAB (Nilai Aktiva Bersih) berdasarkan preferensi pengguna yang berinvestasi jangka panjang.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggabungkan metode dengan pendekatan Algoritma Genetika, *Levenberg-Marquardt*, *Interval Halving* untuk memperoleh parameter optimal namun dengan mempertimbangkan *error rate* rentang nilai parameter.
4. Mempertimbangkan penggunaan faktor lain dalam melihat pengaruh hasil evaluasi kesalahan prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

PUSTAKA BUKU

- Albright, S. C., Winston, W. L., & Zappe, C. (2006). *Data analysis & decision making with Microsoft Excel* (Third edit). Ohio: THOMSON SOUTH-WESTERN.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications* (Third Edit). New York: John Wiley and Sons.
- Masruroh, A. (2014). Konsep Dasar Investasi Reksadana. *SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-J*, 1(1). <https://doi.org/10.15408/sjsbs.v1i1.1526>
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Rosadi, D. (2011). *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan EViews*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rudiyanto. (2019). *Reksa Dana: Pahami, Nikmati!* Retrieved from <https://ebooks.gramedia.com/id/buku/reksa-dana-pahami-nikmati>
- Santosa, P. B., & Hamdani, M. (2007). *Statistika Deskriptif dalam Bidang Ekonomi dan Niaga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Statistik, B. P. (2021). Statistik Telekomunikasi Indonesia 2020. *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2020*, (06300.2113), 329. Retrieved from <https://www.bps.go.id/publication/2021/10/11/e03aca1e6ae93396ee660328/statistik-telekomunikasi-indonesia-2020.html>
- Wilson, J. H., & Keating, B. (2019). *Forecasting and Predictive Analytics with ForecastX* (Seventh Ed). New York: Mc Graw Hill Education.
- Yamin, S., & Kurniawan, H. (2014). *SPSS Complete : Teknik Analisis Statistik Terlengkap dengan Software SPSS* (2nd ed.). Penerbit Salemba Infotek.

PUSTAKA MAJALAH, JURNAL ILMIAH ATAU PROSIDING

- Andriani, N., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2022). Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 18(3), 475–483. <https://doi.org/10.20956/j.v18i3.17492>
- Anggraeni, D. T. (2019). Forecasting Harga Saham Menggunakan Metode Simple Moving Average Dan Web Scrapping. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 21(3), 234–241. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v21i3.726>
- Arifin, Z., Herliani, J., & Hamdani. (2019). Peramalan Pengangguran Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Di Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 24–29.
- Chiang, W. C., Urban, T. L., & Baldrige, G. W. (1996). A Neural Network Approach to Mutual Fund Net Asset Value Forecasting. *Omega*, 24(2), 205–215. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(95\)00059-3](https://doi.org/10.1016/0305-0483(95)00059-3)
- Chusyairi, A., Ramadar N. S. P., & Bagio. (2017). The Use of Exponential Smoothing Method to Predict Missing Service E-Report. *Proceedings - 2017 2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering, ICITISEE 2017*, 39–44. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE.2017.8285535>
- Dewi, E. K. (2013). Analisis Investasi Reksadana Sebagai Alternatif Investasi di Masa Depan. *Jurnal Informasi Teknik Dan Niaga (Intekna)*, Vol 13 No(3), 235–241. Retrieved from <https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/intekna/article/download/233/226>
- Eugenia, M., Grinón, B., Carboneras, M. C., Guillem, J. M. A., & Gato, M. E. P. (2010). Demand Categorization, Forecasting, and Inventory Control for Intermittent Demand Items. *South African Journal of Industrial Engineering*, 21(2), 115–130. <https://doi.org/10.7166/21-2-54>
- Febrianti, I. D., Hani, M., & Rosiani, U. D. (2021). Optimasi Double Exponential Smoothing menggunakan Metode Golden Section untuk Peramalan Penjualan Sparepart. *Seminar Informatika Aplikatif Polinema (SIAP)*, 42–45.

- Fitriyani, A., & Triayudi, A. (2022). Sentiment Analysis of Reksadana on Bibit Applications Using the Naive Bayes Method and K-Nearest Neighbor (Knn). *Jurnal Riset Informatika*, 4(2), 127–134. <https://doi.org/10.34288/jri.v4i2.304>
- Gunaryati, A., Fauziah, F., & Andryana, S. (2019). Hybrid Exponential Smoothing Neural Network untuk Peramalan Data Pengguna Pita Lebar di Indonesia. *Jurnal Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan (SisKom-KB)*, II(2). Retrieved from <https://jurnal.tau.ac.id/index.php/siskom-kb/article/view/60>
- Hani'ah, M., Putri, I. K., & Ririd, A. R. T. H. (2021). Parameter Optimization of Holt - Winters Exponential Smoothing Using Golden Section Method for Predicting Indonesian Car Sales. *Proceedings - IEIT 2021: 1st International Conference on Electrical and Information Technology*, 21–26. <https://doi.org/10.1109/IEIT53149.2021.9587379>
- Hansun, S., Wicaksana, A., & Kristanda, M. B. (2021). Prediction of Jakarta City Air Quality Index: Modified Double Exponential Smoothing Approaches. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 17(4), 1363–1371. <https://doi.org/10.24507/ijicic.17.04.1363>
- Hota, S., Jena, S. K., Gupta, B. K., & Mishra, D. (2021). *An Empirical Comparative Analysis of NAV Forecasting Using Machine Learning Techniques BT - Intelligent and Cloud Computing* (D. Mishra, R. Buyya, P. Mohapatra, & S. Patnaik, eds.). Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6202-0_58
- Huda, N., & Hambali, R. (2020). Risiko dan Tingkat Keuntungan Investasi Cryptocurrency. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, (February). <https://doi.org/10.29313/performa.v17i1.7236>
- Jacob, Y., Sondakh, J. J., & Pusung, R. J. (2022). Penerapan Perlakuan Akuntansi Aset Tetap Berwujud Sesuai PSAK Nomor 16 pada PT. Megasurya Nusalestari Manado. *Jurnal LPPM Bidang EkoSosBudKum (Ekonomi, Sosial, Budaya, Dan Hukum)*, 5(2), 881–886. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/lppmekososbudkum/article/view/39695>
- Jayanti, H. (2018). Peramalan Pendapatan Reksa Dana Dalam Setahun Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana. *Jurnal FIKI (Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, VIII(2), 2087–2372. <https://doi.org/https://doi.org/10.56244/fiki.v8i2.316>

- Khair, U., Fahmi, H., Hakim, S. Al, & Rahim, R. (2017). Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012002>
- Khairina, D. M., Muaddam, A., Maharani, S., & Rahmania, H. (2019). Forecasting of Groundwater Tax Revenue Using Single Exponential Smoothing Method. *E3S Web of Conferences*, 125(2019), 1–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912523006>
- Kinasih, S., Agoestanto, A., & Sugiman. (2018). Optimasi Parameter pada Model Exponential Smoothing Menggunakan Metode Golden Section untuk Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah. *Unnes Journal of Mathematics*, 7(1), 38–46. <https://doi.org/10.15294/ujm.v7i1.27384>
- Kostenko, A. V., & Hyndman, R. J. (2006). A Note on The Categorization of Demand Patterns. *Journal of the Operational Research Society*, 57(10), 1256–1257. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602211>
- Krisnawangsa, H. C., Hasiholan, C. T. A., Adhyaksa, M. D. A., & Maspaitella, L. F. (2021). Urgensi Pengaturan Undang-Undang Pasar Fisik Aset Kripto (Crypto Asset). *Dialogia Iuridica: Jurnal Hukum Bisnis Dan Investasi*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.28932/di.v13i1.3718>
- Majhi, B., Anish, C. M., & Majhi, R. (2021). On Development of Novel Hybrid and Robust Adaptive Models for Net Asset Value Prediction. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(6), 647–657. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.04.011>
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward. *PLoS ONE*, 13(3), e0194889. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194889>
- Muchayan, A. (2019). Comparison of Holt and Brown's Double Exponential Smoothing Methods in The Forecast of Moving Price for Mutual Funds. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 1(2), 183–192. <https://doi.org/10.35877/454ri.asci1167>
- Musibaudeen, O. I., Busayo, S. A., Kareem, B., Enwerem, G. C., & Adekanye, S.

- A. (2022). Investigation of the Effects of Some Statistical Data Components on the Selection of Optimum Smoothing Constant. *Tanzania Journal of Science*, 48(1), 225–234. <https://doi.org/10.4314/tjs.v48i1.20>
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*, 5(November). <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Nurhaliza, S., Hatta, M., & Amroni, A. (2021). Penerapan Metode Exponential Smoothing pada Sistem Penjualan Terlaris di PT Graha Prima Mentari. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of U/MUS*, 3(02), 138–148. <https://doi.org/10.46772/intech.v3i02.586>
- Promptsook, N., & Waiyamai, K. (2021). Thai Equity Mutual Fund Net Asset Value Return Prediction Using Internal Factor. *International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP)*, 119–123. <https://doi.org/https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9552051>
- Purwanti, D., & Purwadi, J. (2019). Metode Brown's Double Exponential Smoothing dalam Peramalan Laju Inflasi di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v6i2.19548>
- Putra, I. M. D. A., Kurniadi, I. M. D., Dwipayani, S. A., & Atmaja, K. J. (2022). Sales Forecasting Applications For Retail Companies Using Double Exponential Smoothing And Golden Section Methods. *Jurnal Mantik (Manajemen, Teknologi Informatika Dan Komunikasi)*, 6(36), 1603–1611. <https://doi.org/https://doi.org/10.35335/mantik.v6i2.2584>
- Raharja, A., Angraeni, W., & Aulia Vinarti, R. (2010). Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di PT Telkomsel Divre3 Surabaya. *Undergraduate Thesis, Information System, RSI/519.72 Rah p. 2010.*
- Retno Deswita, D., Hoyyi, A., & Widiharih, T. (2020). Pemodelan Metode Brown's Double Exponential Smoothing (B-DES) dan Brown'S Weighted Exponential Moving Average (B-WEMA) menggunakan Optimasi Levenberg-Marquardt pada Jumlah Wisatawan di Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, 9(3), 316–325. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/download/27956/24509>

- Rizal, S. (2021). Fenomena Penggunaan Platform Digital Reksa Dana Online dalam Peningkatan Jumlah Investor Pasar Modal Indonesia. *Humanis: Humanities, Management and Science Proceedings*, 1(2), 851–861. Retrieved from <http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/SNH/article/view/11878>
- Romaita, D., Bachtiar, F. A., & Furqon, M. T. (2019). Perbandingan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Produk Olahan Daging Ayam Kampung (Studi Kasus: Ayam Goreng Mama Arka). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 3(11), 10387. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/6682>
- Rosyid, H. A., Widiyaningtyas, T., & Hadinata, N. F. (2019). Implementation of the Exponential Smoothing Method for Forecasting Food Prices at Provincial Levels on Java Island. *Proceedings of 2019 4th International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICIC47613.2019.8985872>
- Saputra, N. D., Aziz, A., & Harjito, B. (2022). Perhitungan Kompleksitas Metode Golden Section dalam Optimasi Parameter Pemulusan Eksponensial Ganda Brown dan Holt. *Jurnal Algoritma*, 18(2), 330–341. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-2.849>
- Sholeh, R. F., Dermawan, B. A., & Maulana, I. (2021). Peramalan Harga Emas di Indonesia Menggunakan Algoritma Double Exponential Smoothing Damped Trend. *Information Technology and Computer Science*, 4, 328–337. Retrieved from <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/INTECOM/article/view/2821>
- Sudiatnika, A., Indrawan, G., & Divayana, D. G. H. (2022). Optimasi Nilai Parameter pada Metode Brown's Exponential Smoothing dengan Algoritma Multiple Genetik. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 11(1), 39. <https://doi.org/10.23887/janapati.v11i1.34627>
- Sutisna, F., & Hendi. (2019). Analisis Perbandingan Tingkat Kesalahan Metode Peramalan Sebagai Upaya Perencanaan Pengelolaan Persediaan yang Optimal pada PT Duta Indah Sejahtera. *Jurnal Bina Manajemen*, 8(1), 34–57. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.52859/explorejbm>
- Syntetos, A. A., Boylan, J. E., & Croston, J. D. (2005). On The Categorization of Demand Patterns. *Journal of the Operational Research Society*, 56(5), 495–503. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601841>

- Taufik, M., Afrah, A. S., Sintiya, E. S., & Hariyanto, D. (2020). A Comparative Study of Time-Series Models for Forecasting The Indonesian Gold Price. *ACM International Conference Proceeding Series*, 79–83. <https://doi.org/10.1145/3427423.3427438>
- Widitriani, N. P. S., Parwita, W. G. S., & Meinarni, N. P. S. (2020). Forecasting system using single exponential smoothing with golden section optimization. *Journal of Physics: Conference Series, 2nd International Conference on Vocational Education and Technology (IconVET)*, 1516(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1516/1/012008>
- Yeng, F. F., Suhaimi, A., & Kum Yoke, S. (2020). Golden Exponential Smoothing: a Self-Adjusted Method for Identifying Optimum Alpha. *Malaysian Journal of Computing*, 5(2), 587–596. Retrieved from <https://mjoc.uitm.edu.my/main/index.php/journal/22-volume-5-2-2020/87-golden-exponential-smoothing-a-self-adjusted-method-for-identifying-optimum-alpha>

