

**IMPLEMENTASI METODE *SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* (SSA)
DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR INDONESIA**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
ADE CANDRA AGUSTINA
H92218036

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : ADE CANDRA AGUSTINA

NIM : H92218036

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "IMPLEMENTASI METODE *SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* (SSA) DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR INDONESIA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 13 Januari 2023

Yang menyatakan,



ADE CANDRA AGUSTINA

NIM. H92218036

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : ADE CANDRA AGUSTINA
NIM : H92218036
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE *SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* (SSA) DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR INDONESIA

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



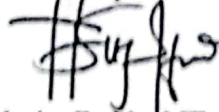
Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Pembimbing II



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, MT
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

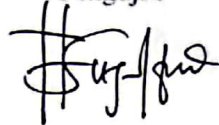
Skripsi oleh

Nama : ADE CANDRA AGUSTINA
NIM : H92218036
Judul Skripsi : PERAMALAN NILAI EKSPOR INDONESIA
MENGUNAKAN METODE *SINGULAR SPECTRUM
ANALYSIS (SSA)*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 13 Januari 2023

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Yuniar Farida, MT
NIP. 197905272014032002

Penguji II



Ahmad Hanif Ashyar, M.Si
NIP. 198601232014031001

Penguji III



Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Ul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ADE CANDRA AGUSTINA
NIM : H92218036
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : candra.ade12.acha@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

IMPLEMENTASI METODE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS
(SSA) DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR INDONESIA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 13 Januari 2023

Penulis

(ADE CANDRA AGUSTINA)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

IMPLEMENTASI METODE *SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* (SSA) DALAM MERAMALKAN NILAI EKSPOR INDONESIA

Pertumbuhan perekonomian suatu negara sangat berkaitan erat dengan kondisi perekonomian global. Kerjasama dalam bidang perekonomian (perdagangan internasional) sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan setiap negara. Perdagangan internasional atau kegiatan ekspor dan impor memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap negara. Pertumbuhan nilai ekspor Indonesia menunjukkan pergerakan yang fluktuatif, terjadi penurunan dimulai sejak 2011-2016 yang kemudian mengalami kenaikan di 2017-2018 namun kembali turun di 2019-2020. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa kejadian seperti pada tahun 2012 terjadi krisis hutang di negara-negara Eropa, pada tahun 2020 terjadi pandemi Covid-19. Berdasarkan pada hal tersebut maka dipandang perlu untuk dilakukan peramalan pada nilai ekspor Indonesia yang diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembuatan perencanaan yang matang terkait dengan perkembangan perekonomian dimasa yang akan datang sebab kegiatan ekspor memberikan pengaruh cukup besar dalam meningkatkan pendapatan negara. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengaplikasikan dan mengetahui hasil serta akurasi peramalan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dengan variabel penelitiannya adalah data nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas. Data akan dipisah menjadi dua bagian yaitu data bulan Januari 2012 - Desember 2019 sebanyak 96 data untuk data *training*, sedangkan data bulan Januari 2020 - Desember 2021 sebanyak 24 data untuk data *testing*. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 16.1456% sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dengan nilai $L = 45$ dan *Grouping Effect* (r) = 9 tergolong baik untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas di waktu mendatang.

Kata kunci: Ekspor dan Impor Indonesia, Peramalan, *Singular Spectrum Analysis* (SSA)

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE *SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS* (SSA) METHOD IN FORECASTING THE VALUE OF INDONESIA'S EXPORTS

A country's economic growth is closely related to global economic conditions. Cooperation in the economic field (international trade) is needed to meet the needs of each country. International trade or export and import activities have a considerable influence on the country. The growth in Indonesia's export value shows a fluctuating movement, there has been a decline starting in 2011-2016 which then increased in 2017-2018 but fell again in 2019-2020. This was caused by several incidents such as in 2012 the debt crisis occurred in European countries, in 2020 the Covid-19 pandemic occurred. Based on this, it is deemed necessary to forecast the value of Indonesian exports which are expected to be a reference in making careful planning related to future economic developments because export activities have a significant influence on increasing state revenues. This research aims to apply and find out the results and accuracy of forecasting using the *Singular Spectrum Analysis* (SSA) method with the research variable being data on the value of Indonesia's exports in the oil and gas and non-oil and gas sectors. The data will be separated into two parts, namely data for January 2012 - December 2019 as many as 96 data for *training* data, while data for January 2020 - December 2021 as many as 24 data for data testing. The MAPE value obtained is 16.1456% so that this shows that the results of forecasting using the *Singular Spectrum Analysis* (SSA) method with a value of $L = 45$ and *Grouping Effect* (r) = 9 are classified as good for predicting export values Indonesia in the oil and gas and non-oil and gas sectors in the future.

Keywords: Indonesian Exports and Imports, Forecasting, *Singular Spectrum Analysis* (SSA)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.4. Manfaat Penelitian	10
1.5. Batasan Masalah	11
1.6. Sistematika Penulisan	11
II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Ekspor Migas dan Non Migas	13
2.2. Peramalan	14
2.3. Teori Matriks Yang Terdapat Pada Metode <i>Singular Spectrum Analysis</i> (SSA)	15
2.3.1. Matriks Diagonal	15
2.3.2. Matriks Transpose	15
2.3.3. Matriks Simetris	15
2.3.4. Matriks Singular	16

2.3.5. Orthogonal dan Orthonormal	16
2.3.6. Nilai Eigen dan Vektor Eigen	16
2.4. <i>Singular Spectrum Analysis (SSA)</i>	17
2.4.1. Dekomposisi	17
2.4.2. Rekonstruksi	21
2.4.3. Peramalan dengan <i>R-Forecasting</i>	27
2.5. Akurasi Hasil Pengujian	29
2.6. Integrasi Keislaman	30
III METODE PENELITIAN	33
3.1. Jenis Penelitian	33
3.2. Sumber Data	33
3.3. Analisis Data	34
3.4. Tahapan Penelitian	34
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Analisis Data	37
4.2. Tahapan Peramalan Nilai Ekspor Indonesia Menggunakan Metode <i>Singular Spectrum Analysis (SSA)</i>	39
4.2.1. Tahap Dekomposisi	39
4.2.2. Tahap Rekonstruksi	46
4.2.3. Peramalan dengan <i>R-Forecasting</i>	51
4.3. Perhitungan Nilai Akurasi	53
4.4. Integrasi Keislaman	56
V PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR TABEL

2.1	Data <i>Sample</i> Perhitungan Manual SSA	23
2.2	Hasil Nilai eigen dan Nilai Singular	24
2.3	Hasil <i>Diagonal Averaging</i>	27
2.4	Keterangan Nilai MAPE	29
3.1	Data Nilai Ekspor	33
4.1	Data Nilai Ekspor	37
4.2	Hasil Analisis Deskriptif	38
4.3	Hasil Nilai MAPE Berdasarkan Nilai <i>L</i>	40
4.4	Hasil Nilai MAPE Berdasarkan Nilai <i>L</i>	40
4.5	Hasil Nilai Eigen dan Nilai Singular	42
4.6	Hasil Grouping	50
4.7	Hasil <i>Diagonal Averaging</i>	51
4.8	Nilai Hasil Peramalan	52
4.9	Hasil Perhitungan MAPE	54
4.10	Hasil Peramalan Nilai Ekspor	56

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

1.1 Grafik Nilai Ekspor Impor Indonesia	3
3.1 Tahapan Penelitian	36
4.1 Plot <i>Time Series</i> Data Nilai Ekspor	38
4.2 Plot <i>Eigentriple</i>	46
4.3 Plot <i>Eigentriple</i> 1-9	47
4.4 <i>Scatterplot</i> Untuk Pasangan Vektor Eigen	48
4.5 Plot <i>W-correlation</i>	49
4.6 Plot Komponen Tren, Musiman, <i>Noise</i>	50
4.7 Plot Hasil Peramalan	52
4.8 Plot Hasil Peramalan	53

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Eskalasi perekonomian negara memiliki kaitan yang erat dengan kondisi perekonomian global. Relasi yang dilakukan antar negara memiliki urgensi yang tinggi karena dapat memberikan peningkatan terhadap pertumbuhan perekonomian masing-masing negara, salah satu wujud relasi yang dilakukan yaitu perdagangan internasional. Perdagangan internasional sangat berpengaruh bagi perekonomian suatu negara, terutama bagi Indonesia yang merupakan negara berkembang karena perdagangan internasional dapat memberikan pengaruh pada pendapatan nasional, hal ini menjadi adanya integrasi antara perekonomian nasional dan perekonomian internasional. Kerjasama dalam bidang perekonomian terjalin sebab banyak dari beberapa negara melaksanakan sistem perekonomian terbuka agar mampu memenuhi kebutuhan masyarakat yang pada realitasnya masing-masing negara tidak mampu memenuhi kebutuhannya sendiri (Sedyaningrum et al., 2016). Kebutuhan suatu negara dapat terpenuhi dengan adanya kegiatan perdagangan internasional yang didalamnya terdapat aktivitas tukar menukar benda ataupun jasa antara dua negara ataupun lebih atau yang biasa disebut dengan aktivitas ekspor dan impor.

Ekspor ialah aktivitas seluruh bentuk penjualan dan pengiriman benda yang dilakukan dari dalam negeri ke luar negeri, sementara itu impor ialah aktivitas seluruh bentuk pembelian atau usaha untuk mendapatkan benda yang dilakukan

dari luar negeri ke dalam negeri. Kegiatan ekspor dapat memberikan dampak positif terhadap pendapatan negara apabila terjadi penekanan pada impor sehingga hal tersebut akan memberikan keuntungan pada neraca perdagangan. Kenaikan pada jumlah ekspor akan memicu kenaikan pada permintaan terhadap mata uang domestik serta dapat memperkuat nilai tukar rupiah. Kenaikan yang tinggi pada jumlah ekspor menyebabkan terserapnya secara penuh tenaga kerja pada negara tersebut sehingga hal ini dapat mengurangi jumlah pengangguran. Kenaikan yang terjadi pada jumlah ekspor juga dapat menjadi penyebab meningkatnya pendapatan perkapita suatu negara yang mana jika pendapatan perkapita meningkat maka daya beli juga mengalami peningkatan. Indonesia memiliki dua kategori komoditas ekspor yang masing-masing mempunyai kuantitas berbeda, komoditas tersebut yaitu komoditas ekspor migas dan non migas. Komoditas ekspor migas belum memberikan sumbasih yang cukup besar dibandingkan dengan komoditas ekspor non migas namun memiliki pertumbuhan yang sangat berfluktuatif. Grafik perkembangan nilai ekspor dan impor komoditas migas dan non migas di Indonesia dalam selang 10 tahun terakhir dapat disajikan pada Gambar 1.1 berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 1.1 Grafik Nilai Ekspor Impor Indonesia

Berdasarkan grafik diatas, perolehan nilai ekspor migas dan non migas tertinggi di Indonesia yaitu pada bulan November 2021 mencapai USD 22,84 miliar dan nilai impor pada bulan Desember 2021 mencapai USD 21,36 miliar. Sedangkan perolehan nilai ekspor migas dan non migas terendah di Indonesia yaitu pada bulan Juli 2016 mencapai mencapai USD 9,64 miliar dan nilai impor pada bulan Mei 2020 mencapai USD 8,43 miliar. Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dikatakan bahwa grafik tersebut memiliki pola musiman, sebab data mengalami pengulangan pola bulanan dipertengahan tahun (Juni, Juli, Agustus) dan data berpola naik turun (pola data berfluktuatif).

Nilai ekspor Indonesia menunjukkan pergerakan yang fluktuatif, terjadi penurunan dimulai sejak tahun 2011 hingga tahun 2016. Terdapat beberapa kejadian yang dapat menyebabkan nilai ekspor Indonesia mengalami penurunan, seperti pada tahun 2012 terjadi krisis hutang di negara-negara Eropa sehingga terjadi perlambatan laju ekspor Indonesia yang menyebabkan nilai ekspor Indonesia terkoreksi secara signifikan (Shabirina, 2021). Kemudian pada awal

tahun 2020 terjadi pandemi Covid-19 yang mengakibatkan adanya perubahan besar dalam perdagangan dunia, sistem lockdown yang diterapkan pada beberapa negara dapat menghambat laju ekspor Indonesia sehingga menyebabkan penurunan nilai ekspor terutama pada bulan Mei dan Juni (Putri et al., 2021). Pertumbuhan nilai ekspor baik pada sektor migas dan non migas yang sangat berfluktuatif ini dipandang perlu untuk dilakukan peramalan pada nilai ekspor Indonesia agar dapat menjadi rujukan dalam penyusunan perencanaan matang yang berkaitan dengan perkembangan perekonomian dimasa yang akan datang. Terdapat firman Allah Swt yang sesuai dengan pembahasan pada penelitian ini yaitu dalam QS. al-Hasyr ayat 18:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah Maha teliti terhadap apa yang kamu kerjakan”. (QS. al-Hasyr ayat 18)

Ayat di atas mendeskripsikan bahwa kita sebagai umat yang beriman dan bertaqwa diperintahkan agar selalu melakukan introspeksi dan perbaikan dengan melihat kejadian di masa lalu untuk dijadikan pelajaran agar mampu membangun masa depan yang lebih baik.

Terdapat beberapa hadits yang berkaitan dengan prediksi. Seperti hadits Rasulullah Saw yang berkaitan dengan prediksi yang terbagi dua macam, diantaranya adalah prediksi yang benar-benar telah terjadi dan belum terjadi sampai sekarang. Berikut contoh prediksi Rasulullah Saw yang telah terjadi :

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ سَمِعَ جَرِيرًا عَنْ عَبْدِ الْمَلِكِ عَنْ جَابِرِ بْنِ سَمْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا هَلَكَ كِسْرَى فَلَا كِسْرَى بَعْدَهُ وَإِذَا هَلَكَ قَيْصَرٌ فَلَا قَيْصَرَ بَعْدَهُ وَالَّذِي نَفْسِي بِيَدِهِ لَتُنْفَقَنَّ كُنُوزُهُمَا فِي سَبِيلِ اللَّهِ (رواه بخارى)

"Telah bercerita kepada kami Ishaq dia mendengar Jarir dari 'Abdul Malik dari Jabir bin Samrah Radliallahu 'anhu berkata Rasulullah Saw bersabda: "Jika Kisra (Raja Persia) binasa maka tidak akan ada lagi Kisra lain sesudahnya dan jika Qaishar (Raja Romawi) binasa maka tidak akan ada lagi Qaishar lain sesudahnya. Dan demi Dzat yang jiwaku berada di tangan-Nya, sungguh kalian akan mengambil perbendaharaan kekayaan keduanya (sebagai ghanimah) di jalan Allah". (HR. Bukhori)

Ternyata peristiwa itu benar-benar terjadi di masa tiga khalifah, yaitu : Abu Bakar, Umar dan Ustman. Hadits tersebut berisi berita gambaran tentang runtuhnya kekuasaan Persia dan Romawi. Sedangkan contoh prediksi Rasulullah Saw tentang hal-hal yang belum terjadi adalah sebagai berikut :

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ جَعْفَرٍ حَدَّثَنَا شُعْبَةُ عَنْ قَتَادَةَ قَالَ سَمِعْتُ أَنَسَ بْنَ مَالِكٍ يُحَدِّثُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا مِنْ نَبِيٍّ إِلَّا وَقَدْ أَنْذَرَ أُمَّتَهُ الْأَعْوَرَ الْكَافِرَ إِلَّا إِنَّهُ أَعْوَرَ وَإِنَّ رَبَّكُمْ لَيْسَ بِأَعْوَرَ مَكْتُوبٌ بَيْنَ عَيْنَيْهِ ك ف ر (رواه أنس بن مالك)

"Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Ja'far telah menceritakan kepada kami Syu'bah dari Qatadah berkata, saya telah mendengar Anas Bin Malik menceritakan berkata, Nabi Muhammad Saw bersabda, "Tidak ada satu nabi pun kecuali mengingatkan umatnya mengenai yang buta sebelah lagi pendusta (Dajjal), ketahulilah dia itu buta sebelah sedang Rabb kalian tidaklah buta sebelah. Tertulis di matanya ka fa ra". (HR. Anas bin Malik)

Dilihat dari hadits di atas menjelaskan bahwa di dalam Islam memperbolehkan adanya prediksi sebab konteks pembahasannya yaitu melakukan perkiraan dengan dasar ilmiah. Seperti yang kita ketahui bahwa prediksi yang boleh dipercaya adalah prediksi yang berlandaskan pada data-data aktual yang telah diperoleh pada masa lalu untuk memperbaiki masa depan. Masa depan yang baik dapat dicapai dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan yang akan terjadi, sehingga kita dituntut agar dapat merancang kegiatan untuk periode kedepan secara optimal yaitu dengan melakukan prediksi. Prediksi ini juga diharapkan dapat menambah kewaspadaan dalam mengambil suatu langkah maupun keputusan untuk masa depan yang lebih baik.

Terdapat kaidah fikih yang berbunyi:

الْمَنْعُ أَسْهَلُ مِنَ الرَّفْعِ

“Pencegahan itu lebih mudah/lebih kuat dari pada memberantas”.

Sebagaimana bunyi kaidah fikih di atas dapat diartikan bahwa segala perbuatan yang bisa mengantisipasi terbentuknya suatu hukum itu lebih mudah dibandingkan memberantas hukum yang telah berjalan. Dapat diambil pelajaran bahwa melakukan langkah-langkah pencegahan dalam berbagai aspek kehidupan tentu lebih mudah dari pada memberantas hal-hal yang sudah terjadi. Sebab langkah-langkah pencegahan dalam kehidupan bermasyarakat akan meminimalisir kejadian-kejadian yang tidak diinginkan. Dengan kata lain kita sebagai manusia disarankan melakukan perencanaan-perencanaan untuk kebaikan di masa yang akan datang, perencanaan tersebut dapat didukung dengan melakukan prediksi atau peramalan.

Peramalan dapat dikerjakan dengan menerapkan sejumlah metode salah satunya yaitu metode analisis runtun waktu atau yang biasa dikenal sebagai

metode analisis *time series* (Sismi and Darsyah, 2018). Metode analisis *time series* berhubungan dengan metode peramalan yang menggunakan data masa lampau sebagai bahan uji coba dalam memprediksikan masa yang akan datang. Pada saat ini penggunaan metode analisis *time series* parametrik lebih sering diterapkan dibandingkan dengan metode analisis *time series* non parametrik, dimana metode parametrik membutuhkan asumsi yaitu data *time series* yang akan dilakukan peramalan menyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal sedangkan metode non parametrik tidak harus berdistribusi normal (Ruhiat et al., 2020). Metode analisis *time series* parametrik yang sering digunakan baik yang mengandung ataupun tidak mengandung faktor musiman umumnya adalah metode Box-Jenkins seperti metode ARIMA, SARIMA, ARFIMA, dan SARFIMA, sedangkan metode analisis *time series* non parametrik yang sering digunakan salah satu diantaranya yaitu metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA).

Singular Spectrum Analysis (SSA) adalah metode analisis *time series* yang tergolong baru dimana metode tersebut tidak membutuhkan asumsi statistik seperti uji regresi linear yang mana syarat normalitas harus terpenuhi, dan juga tidak membutuhkan asumsi statistik seperti uji stasioneritas yang mana kestasioneran dalam rata-rata maupun varians harus terpenuhi (Angelaus, 2017). SSA terbentuk dari dua bagian yaitu *singular* dan *spectrum*, dimana *singular* dideskripsikan sebagai dekomposisi nilai eigen dari matriks lintasan sedangkan *spectrum* dideskripsikan sebagai penjumlahan satu set nilai eigen sesudah dilakukan proses dekomposisi (Elsner and Tsonis, 1996). SSA terbentuk dari dua tahapan proses yang sama-sama menyempurnakan, yaitu proses dekomposisi (*embedding* dan SVD) dan proses rekonstruksi (*grouping* dan *diagonal averaging*) (Angelaus, 2017). Metode SSA yang terlepas dari berbagai asumsi statistik seperti asumsi normalitas residual dan stasioneritas sehingga dapat digunakan pada data stationer maupun nonstationer menjadikan metode ini sebagai metode peramalan yang lebih

fleksibel dibanding metode yang lain (Lubis et al., 2017). SSA merupakan teknik analisis *time series* yang sesuai sebagai penguraian komponen tren maupun komponen lainnya dengan struktur yang lebih sederhana serta diketahui sangat kuat dalam meramalkan data yang memiliki pola-pola tertentu seperti pola musiman (Kang, 2009).

Terdapat beberapa penelitian mengenai pengaplikasian metode SSA. Penelitian yang dilakukan oleh Dini Andiani, Wulan N. Kamilah, dan Dadang Ruhiat mengatakan bahwa dalam melakukan peramalan pada data debit sungai yang memiliki pola musiman, metode SSA sangat cocok digunakan untuk *forecasting* sebab menghasilkan nilai MAPE yang sangat kecil yaitu bernilai 0,00000457% pada nilai parameter $L = 6$ (Ruhiat et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Nugraheny A. G. Utami, Winita Sulandari, Sri S. Handajani mengenai metode SSA dalam melakukan peramalan pada data curah hujan bulanan di Pos Hujan Jatrisrono memberikan kesimpulan bahwa metode SSA terbaik yaitu dengan $L = 33$ dan jumlah group (r) = 4 menghasilkan nilai MSE sebesar 4,79 yang menunjukkan bahwa metode SSA cukup baik diterapkan dalam melakukan peramalan pada data curah hujan bulanan di Pos Hujan Jatrisrono tahun 2010-2020 (Utami et al., 2021). Selain itu terdapat Maulinda Siti Nurrohmah Basari dan Anneke Iswani Achmad yang melakukan peramalan IHK Tahun 2019 dengan metode SSA membuktikan bahwa metode tersebut sudah cukup baik dengan nilai MAPE sebesar 0,2428% , nilai $L = 15$, dan jumlah group (r) = 4 (Siti et al., 2019). Selanjutnya terdapat penelitian yang dilakukan oleh Gilang B. Andhika, Wayan Sumarjaya dan I Gusti A. M. Srinadi yang meramalkan nilai tukar petani dengan metode SSA menyimpulkan bahwa metode SSA dengan nilai $L = 57$ merupakan model terbaik dengan MAPE sebesar 0,49% sehingga dikatakan bahwa metode SSA dapat digunakan dalam peramalan dengan sangat akurat (Andhika et al., 2020). Kemudian terdapat penelitian yang dilakukan oleh Titi P, Shailla R, Yusep

S, dan Widia Puspitasari yang membandingkan metode SARIMA dengan metode SSA dalam meramalkan curah hujan bulanan Kota Bogor menunjukkan bahwa MAPE yang dihasilkan metode SARIMA sebesar 24,74% sedangkan MAPE yang dihasilkan metode SSA sebesar 22% sehingga dapat disimpulkan bahwa metode SSA lebih baik dibanding metode SARIMA (Puspitasari et al., 2019).

Data nilai ekspor Indonesia yang mengandung pola musiman dan berdistribusi normal namun bukan merupakan data stasioner menjadikan data tersebut cocok untuk digunakan dalam peramalan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) sebab metode tersebut terbebas dari berbagai asumsi baik asumsi normalitas residual maupun stasioneritas. Metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) juga efektif mengurangi *noise* pada data nonstasioner melalui proses *Singular Value Decomposition* (SVD) (Sakinah, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan mengaplikasikan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dalam meramalkan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas, yang selanjutnya akan dilihat tingkat keakurasiannya dengan menghitung kesalahan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) hingga mendapatkan nilai *error* yang kecil. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi sumbangan ide serta pandangan untuk pemerintah Indonesia maupun instansi terkait dalam pencetusan strategi sebagai upaya peningkatan perkembangan perekonomian Indonesia di masa mendatang terkhusus pertumbuhan nilai ekspor pada sektor migas dan nonmigas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan oleh penulis pada latar belakang diatas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dalam peramalan nilai ekspor Indonesia ?

2. Bagaimana hasil peramalan nilai ekspor Indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)* ?
3. Bagaimana hasil akurasi peramalan nilai ekspor Indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dicantumkan diatas, maka pada penelitian ini memiliki tujuan diantaranya yaitu :

1. Mengimplementasikan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)* dalam peramalan nilai ekspor Indonesia
2. Mengetahui hasil peramalan nilai ekspor Indonesia dengan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)*
3. Mengetahui hasil akurasi peramalan nilai ekspor Indonesia dengan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)*

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, diharapkan mampu memberikan manfaat baik manfaat secara akademis maupun manfaat secara aplikatif:

1. Secara Akademis
 - (a) Dapat memberikan sumbangsih tulisan akademis *academis writing* dalam penelitian yang berkaitan dengan peramalan nilai ekspor Indonesia, terkhusus pada sektor migas dan non migas.
 - (b) Sebagai referensi, menambah pemahaman serta pengetahuan dalam melakukan peramalan nilai ekspor dengan mengaplikasikan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)*.

2. Secara Aplikatif

- (a) Untuk mengetahui perubahan nilai ekspor pada sektor migas dan non migas dalam pertumbuhannya terjadi peningkatan atau penurunan sehingga dapat dijadikan acuan dalam pembuatan strategi maupun kebijakan yang berkaitan dengan perdagangan internasional sebagai upaya peningkatan perekonomian nasional oleh pemerintah.

1.5. Batasan Masalah

Sebagai antisipasi terjadinya perluasan pembahasan pada penelitian ini, maka dicantumkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Peramalan nilai ekspor yang dilakukan pada penelitian berdasarkan sektor migas dan nonmigas.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data bulanan nilai ekspor Indonesia dari bulan Januari 2012 - Desember 2021.
3. Peramalan metode SSA menggunakan Algoritma *R-Forecasting*.
4. Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan atau tingkat akurasi dalam peramalan hanya MAPE (*Mean Absolute Percent Error*).

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan merupakan metode atau tatacara penulisan yang menjelaskan secara garis besar dari isi masing-masing bab.

1. BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menjelaskan terkait bagaimana latarbelakang permasalahan yang akan dijadikan topik pembahasan, rumusan masalah yang diambil,

tujuan dari penelitian, batasan masalah, manfaat yang dapat diberikan, dan menjelaskan bagaimana sistematika dalam penulisan penelitian.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menjelaskan terkait teori yang diterapkan dalam melakukan penelitian yaitu tentang ekspor migas dan non migas, peramalan, metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA), uji akurasi *Mean Absolute Percent Error* (MAPE).

3. BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan terkait cara yang diaplikasikan dalam melakukan penelitian diantaranya yaitu data yang digunakan, sumber data serta alur perhitungan dalam penelitian yang disajikan berupa bagan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menjelaskan terkait bagaimana hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan menguraikannya sesuai dengan apa yang ditanyakan dalam rumusan masalah.

5. BAB V PENUTUP

Penutup menjelaskan terkait simpulan dari seluruh hasil yang didapatkan pada bab IV serta berisi masukan terhadap subjek penelitian maupun pihak yang terkait dalam penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka mencantumkan semua rujukan yang digunakan dalam melakukan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ekspor Migas dan Non Migas

Ekspor adalah aktivitas ekonomi yang memiliki peranan sangat penting dan strategis karena dalam prosesnya yang meningkat diharapkan dapat menambah pendapatan, tenaga kerja dan devisa negara. Pengertian ekspor yang tercantum dalam Undang-Undang Kepabeanan merupakan proses pemindahan benda yang berasal dari daerah pabean (Pemerintah Indonesia, 2006). Ekspor Indonesia terbagi kedalam dua kategori komoditas yaitu komoditas migas dan non migas.

Migas merupakan singkatan dari kata minyak dan gas. Pengertian minyak bumi dalam Undang-Undang No. 22 Tahun 2001 merupakan hasil daripada rangkaian yang terjadi secara alami berwujud hidrokarbon yang dalam keadaan tekanan dan temperatur atmosfer berwujud fasa padat maupun cair, seperti ozokerit (lilin mineral), bitumen, aspal juga termasuk didalamnya. Segala sesuatu yang didapatkan dalam proses penambangan kecuali batu bara maupun endapan hidrokarbon lain yang berwujud padat hasil dari proses yang bukan termasuk dalam kegiatan usaha minyak dan gas bumi (Indonesia, 2001). Sedangkan gas bumi merupakan hasil daripada rangkaian yang terjadi secara alami berwujud hidrokarbon yang dalam keadaan tekanan dan temperatur atmosfer berwujud fasa gas hasil dari proses yang bukan termasuk dalam kegiatan usaha minyak dan gas (RI No. 43 20 Permenkes 19, 2019).

Nonmigas merupakan singkatan dari kata non serta migas. Non yang berarti tidak sementara itu migas merupakan singkatan dari minyak serta gas alam. Jadi nonmigas merupakan seluruh suatu yang termasuk hasil alam ataupun industri

namun bukan tergolong jenis minyak bumi serta gas alam. Contoh benda jenis nonmigas yaitu tembakau, ikan, emas, ayam, kayu, kaca, plastik dan lain-lain (RI No. 43 20 Permenkes 19, 2019).

2.2. Peramalan

Metode peramalan utamanya terbagi menjadi dua kategori yaitu kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif merupakan metode yang menjadikan persepsi para ahli sebagai acuan untuk mengambil langkah dalam melakukan peramalan, sedangkan metode kuantitatif dilakukan dengan menjadikan informasi di masa lampau yang disediakan dalam bentuk numerik sebagai acuan dalam melakukan peramalan sehingga metode ini lebih efektif dibandingkan metode kualitatif (Makridakis et al., 1999). Peramalan dengan metode kuantitatif dibedakan kedalam dua model, diantaranya model *time series* yang berdasar pada data dengan deret waktu (peramalan dengan pola tertentu) dan model *causal* yang berdasar pada hubungan sebab akibat (peramalan dengan asumsi terdapat korelasi antar variabel) (Santoso, 2009). Metode peramalan yang termasuk dalam model *time series* diantaranya ialah *naive*, *moving average*, *exponential smoothing*, dekomposisi, ARIMA dan lain-lain. Sedangkan metode peramalan yang termasuk dalam model *causal* diantaranya *regression causal* atau model regresi.

Peramalan yang tertulis dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu memprakirakan kejadian dengan berdasar pada ketepatan hasil perhitungan analisis data. Peramalan secara ilmiah adalah memperkirakan besar atau jumlah sesuatu berdasarkan data pada masa lalu yang dianalisa dengan metode statistik untuk mengetahui kejadian pada waktu yang akan datang (Eka Chandra and Sarinem, 2015). Pada dasarnya peramalan ialah pendugaan atau prediksi yang berkaitan dengan terjadinya peristiwa pada masa mendatang. Peramalan juga dapat dikatakan sebagai prakiraan ilmiah atau *educated guess* (Makridakis et al., 1998).

Dalam penentuan terkait keputusan yang berhubungan dengan masa depan selalu terdapat peramalan yang menjadi landasan dalam pengambilan keputusan tersebut (Assauri, 1984). Berdasarkan beberapa pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa melakukan peramalan (*forecasting*) dapat mendatangkan manfaat, sebab dapat membantu pada proses analisis yang dilakukan terhadap data masa lampau, sehingga bisa menyumbangkan cara pemikiran, pengerjaan yang terarah, perencanaan yang terstruktur serta memberikan hasil peramalan yang dilakukan. Peramalan yang tepat dapat membantu pemerintah atau instansi terkait untuk memperkirakan kejadian kedepannya, sehingga dapat membangun masa depan yang jauh lebih baik untuk generasi mendatang dan membantu kita dalam melakukan kontrol yang lebih baik (Makridakis et al., 2019).

2.3. Teori Matriks Yang Terdapat Pada Metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA)

2.3.1. Matriks Diagonal

Definisi 2.3.1 *Matriks diagonal merupakan matriks bujung sangkar yang setiap masukannya bernilai 0 kecuali diagonal utama (Gerber 1990).*

2.3.2. Matriks Transpose

Definisi 2.3.2 *Matriks transpose disebut juga matriks pertukaran (dalam hal ini baris dan kolom). Misal matriks A memiliki ukuran $m \times n$ maka hasil transpose dari matriks A adalah matriks yang memiliki ukuran $n \times m$. Dimana transpose matriks A dilambangkan dengan A^T (Riqmawatin, 2020).*

2.3.3. Matriks Simetris

Definisi 2.3.3 *Matriks simetris merupakan matriks A yang memiliki ukuran $n \times n$, apabila matriks tersebut ditranspose maka hasilnya adalah matriks itu sendiri*

($A^T = A$) serta setiap unsurnya simetris terhadap diagonal utama yaitu $a_{ij} = a_{ji}$ (Leon, 1998).

2.3.4. Matriks Singular

Definisi 2.3.4 Matriks singular merupakan matriks bujur sangkar yang memiliki ukuran $n \times n$ yang tidak mempunyai invers serta mempunyai determinan bernilai 0 (Amir, 2015).

2.3.5. Orthogonal dan Orthonormal

Definisi 2.3.5 Matriks orthogonal merupakan matriks yang memiliki ukuran $n \times n$ yang apabila ditranspose memiliki nilai yang sama dengan nilai inversnya atau dapat dinyatakan dengan $A^T = A^{-1}$ (Anton et al.).

Teorema 2.3.6 Untuk matriks A yang memiliki ukuran $n \times n$, berikut pernyataan yang ekuivalen: (Kaimuddin, 2022)

1. A merupakan matriks orthogonal
2. $\|Ax\| = \|x\|$ untuk semua x pada R^n
3. $Ax \cdot Ay = x \cdot y$ untuk semua x dan y pada R^n
4. Setiap kolom pada matriks A merupakan sebuah basis orthonormal di R^n
5. $A^T A = I_n$
6. $A^T = A^{-1}$

2.3.6. Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Definisi 2.3.7 Apabila terdapat matriks bujur sangkar A dengan sembarang ukuran yang memiliki vektor U tak nol ($U \neq 0$) serta memiliki suatu skalar λ sehingga

$AX = \lambda X, X \neq 0$. Maka skalar λ merupakan nilai eigen dari matriks A dan vektor $X \neq 0$ merupakan vektor eigen yang bersesuaian dengan λ (Leon, 1998).

2.4. Singular Spectrum Analysis (SSA)

Metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) salah satu metode baru dalam analisis *time series* yang dikemukakan oleh Broomhead dan King (Broomhead and King, 1986). SSA adalah sebuah metode analisis *time series* nonparametrik yang digunakan untuk peramalan dengan maksud melakukan proses dekomposisi pada serangkaian data untuk dijadikan beberapa komponen kecil yang mampu untuk diinterpretasikan. Metode SSA memiliki algoritma dasar yaitu memecah data *time series* awal menjadi data *time series* baru yang mencakup komponen tren, musiman, dan *noise*. Metode SSA dikerjakan melalui dua tahapan, yang pertama yaitu proses dekomposisi dan yang kedua yaitu proses rekonstruksi.

2.4.1. Dekomposisi

Pada proses dekomposisi terdiri dari dua tahapan utama yaitu *Embedding* dan *Singular Value Decomposition* (SVD). Pertama, melakukan proses *Embedding* yang merupakan proses mengubah data berdimensi satu menjadi data multidimensi yang kemudian menghasilkan matriks lintasan. Kedua, melakukan proses SVD yang merupakan proses membagi beberapa komponen berdasarkan *eigen triple* yang memiliki karakter berbeda (Kaimuddin, 2022).

1. *Embedding*

Embedding yaitu proses membentuk data *time series* awal menjadi matriks lintasan X , atau dapat diartikan dengan membentuk data awal yang merupakan data berdimensi satu menjadi data multidimensi (Asrof, 2017). Matriks lintasan X berdimensi $L \times K$, dimana L (*windows length*) merupakan total baris pada matriks X sementara itu K merupakan total

kolom pada matriks X . Sampai saat ini masih belum terdapat kriteria khusus dalam penentuan nilai L yang tepat, akan tetapi terdapat rentang dalam penentuan nilai L yaitu $2 \leq L \leq \frac{N}{2}$ dengan anggapan bahwa L harus bernilai besar namun tidak melebihi nilai dari $\frac{N}{2}$ serta nilai K yaitu $N - L + 1$.

Data *time series* dengan panjang periode N tidak memuat nilai yang hilang serta vektor x_i dimana $i = 1, 2, \dots, N$. Matriks X yang terbentuk (matriks lintasan) dapat disebut sebagai matriks Hankel yang merupakan matriks dengan elemen anti diagonalnya memiliki nilai yang sama dan dapat dinyatakan sebagai berikut: (Khaeri et al., 2018)

$$X = (x_i)_{L \times K} = [x_1, x_2, \dots, x_N] = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_K \\ x_2 & x_3 & x_4 & \dots & x_{K+1} \\ x_3 & x_4 & x_5 & \dots & x_{K+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{L+1} & x_{L+2} & x_{L+3} & \dots & x_{L+K} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

2. Singular Value Decomposition (SVD)

Singular Value Decomposition (SVD) merupakan proses dekomposisi untuk memisahkan data *time series* kedalam beberapa komponen. SVD diawali dengan mendapatkan nilai eigen $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L)$ dari matriks simetris $S = XX^T$ dimana $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_L > 0$, serta vektor eigen (u_1, u_2, \dots, u_L) dari matriks S tersebut. Berikut langkah-langkah dalam proses SVD: (Kaimuddin, 2022)

(a) Mendefinisikan matriks $S = XX^T$

Pada proses ini dilakukan perkalian matriks XX^T untuk mendapatkan matriks S dengan ukuran $L \times L$ yang merupakan matriks simetris dan

juga kovarians.

(b) Menentukan nilai eigen dan vektor eigen pada matriks S

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan nilai eigen dan vektor eigen dari matriks simetris S dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$\det(S - \lambda I) = 0 \quad (2.2)$$

Kemudian didapatkan nilai eigen λ_i untuk $i = 1, 2, \dots, L$ dan vektor eigen $U_i = (u_1, u_2, \dots, u_L)$ dari nilai eigen yang bersesuaian.

(c) Membentuk matriks nilai singular

Pada proses ini akan dibentuk matriks nilai singular yang merupakan matriks diagonal yang memiliki nilai diagonal utama berupa akar positif dari nilai eigen (λ_i) dengan urutan menurun $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_L > 0$

$$\text{Maka } \sqrt{\lambda_i} = \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} & \dots & 0_L \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0_L & \dots & \sqrt{\lambda_L} \end{bmatrix}$$

(d) Membentuk matriks *principal component*

Definisi 2.4.1 Misal S adalah matriks real dengan ukuran $K \times L$. σ adalah bilangan real positif yang merupakan nilai singular dari matriks S jika ada vektor tak nol $U \in R^{m \times 1}$ dan $V \in R^{m \times 1}$ sehingga $XV = \sigma_i U$ dan $X^T U = \sigma_i V$. Vektor singular kiri dilambangkan dengan U dan vektor singular kanan dilambangkan dengan V . Kemudian pasangan singular kiri dari S dilambangkan dengan (σ, U) dan pasangan singular kanan dari S dilambangkan dengan (σ, V) (Kaimuddin, 2022).

Dari penjelasan diatas didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$XV = \sigma_i U \quad \text{dan} \quad X^T U = \sigma_i V \quad (2.3)$$

Untuk vektor V_i dengan $i = (1, 2, \dots, L)$ menyesuaikan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} X^T U &= \sigma_i V \\ X^T U &= \sqrt{\lambda_i} V_i \\ V_i &= \frac{X^T U_i}{\sqrt{\lambda_i}} \end{aligned} \quad (2.4)$$

V_i^T merupakan transpose dari matriks V_i

$$V_i^T = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1L} \\ v_{21} & v_{21} & \dots & v_{2L} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{K1} & v_{K2} & \dots & v_{KL} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Setelah diperoleh nilai singular (σ_i), vektor eigen (U_i) dan *principal component* (V_i^T), maka SVD dari matriks lintasan X dapat dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$X = \sigma_i U_i V_i^T \quad (2.6)$$

Dengan:

σ_i = matriks diagonal berukuran $L \times K$

U_i = matriks orthonormal berukuran $L \times L$

V_i^T = matriks orthonormal berukuran $L \times K$

Komponen-komponen yang terdapat dalam matrix X_i diantaranya

adalah nilai singular (σ_i), vektor eigen (U_i) dan *principal component* (V_i^T) merupakan *eigentriple* ke- i dari SVD. Dengan demikian SVD dari matriks X_i dapat dinyatakan dalam bentuk berikut: (Jatmiko et al., 2017).

$$X_i = X_1 + X_2 + \cdots + X_d \quad (2.7)$$

2.4.2. Rekonstruksi

Pada proses rekonstruksi dilakukan rekonstruksi terhadap data yang akan dijadikan data *time series* baru (melakukan pembaruan). Pada proses rekonstruksi terdiri dari dua tahapan yaitu proses *grouping* dan *diagonal averaging*. Didalam proses *Grouping* dilakukan pengelompokkan X_i kedalam beberapa kelompok sesuai dengan karakteristik yang dimiliki sementara itu dalam proses *diagonal averaging* dilakukan perubahan setiap grup hasil *grouping* menjadi data *time series* berukuran N .

1. *Grouping*

Grouping yaitu proses pengelompokan matriks X_i . Proses tersebut bertujuan untuk memecah komponen-komponen *eigentriple* yang telah didapatkan pada proses SVD. Komponen-komponen tadi akan dipecah ke dalam beberapa sub kelompok diantaranya adalah kelompok tren, musiman, dan *noise*. Tren merupakan komponen data *time series* yang menunjukkan peningkatan atau penurunan dalam jangka panjang selama periode waktu tertentu. Musiman merupakan fluktuasi data yang berulang setiap beberapa periode tertentu seperti hari, minggu, bulan. Sedangkan *noise* merupakan data yang bergerak disebabkan oleh pengaruh yang tidak dapat diprediksi, tidak teratur, dan tidak berulang dalam pola tertentu (Firdaus, 2006).

Proses *grouping* yaitu proses pengelompokan set-set indeks $i = \{1, 2, \dots, d\}$ ke dalam m subset disjoint I_1, I_2, \dots, I_m dengan $m = d$

dimana $d = \max \{i, \lambda_i > 0\}$. Selanjutnya X_i akan disesuaikan dengan kelompok $I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$. Sehingga, $X_i = X_1 + X_2 + \dots + X_d$ dapat dituliskan menjadi

$$X_I = X_{I1} + X_{I2} + \dots + X_{Im} \quad (2.8)$$

Proses dalam pemilihan set $I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$ dinamakan *eigentriple grouping*. Proses tersebut dilakukan secara *trial and error*. Sedangkan proses pemilihan anggota dari grup dilakukan menggunakan diagram pencar dari X_I , dimana suatu grup akan terbentuk apabila diagram pencar dari X_I berbentuk sama sehingga dapat diartikan bahwa komponen-komponen tersebut mempunyai karakteristik yang hampir sama.

2. Diagonal Averaging

Proses paling akhir pada metode SSA yaitu menjadikan setiap matriks X_I pada persamaan (2.8) kedalam sebuah *time series* baru yang memiliki panjang N . Misal matriks Y merupakan matriks sembarang yang memiliki ukuran $L \times K$ dengan unsur y_{ij} untuk $1 \leq i \leq L$ dan $1 \leq j \leq K$, dimana $L \leq K$.

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_K \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & y_{K+2} \\ y_L & y_{L+1} & y_{L+2} & y_N \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Matriks Y melalui *diagonal averaging* akan diubah menjadi bentuk deret g_1, g_2, \dots, g_N dengan menggunakan persamaan berikut:

$$g_k = \frac{\sum_{(l,k) \in A_s} y_{ij}}{|A_s|} \quad (2.10)$$

Dimana $|A_s|$ menyatakan jumlah anggota himpunan A_s . Untuk $A_s = \{l, k : l + k = s, 1 \leq l \leq L, 1 \leq k \leq K\}$ dan $i + j = s$ (Golyandina and Korobeynikov, 2014).

Berdasarkan persamaan (2.10) apabila dipilih matriks Y . Untuk $k = 1$ didapatkan $g_1 = y_{11}$, untuk $k = 2$ maka $g_2 = \frac{y_{1,2} + y_{2,1}}{2}$, $g_3 = \frac{y_{1,3} + y_{2,2} + y_{3,1}}{2}$ dan begitu seterusnya (Asrof, 2017).

Misal diberikan data *sample* pada Tabel 2.1 untuk digunakan sebagai contoh perhitungan SSA.

Tabel 2.1 Data Sample Perhitungan Manual SSA

No	Nilai
1	14555
2	14867
3	16326
4	16938
5	17037
6	16728
7	16354
8	13814
9	15349
10	17208

Langkah pertama yaitu melakukan dekomposisi yang terdiri dari proses *embedding* dan SVD. Pada tahap *embedding* akan dibentuk matriks lintasan X yang memiliki dimensi $L \times K$, misal ditentukan besar nilai $L = 5$ maka $K = 6$

maka matriks lintasan X yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$X_{(5 \times 6)} = \begin{bmatrix} 14555 & 14867 & 16326 & 16938 & 17037 & 16728 \\ 14867 & 16326 & 16938 & 17037 & 16728 & 16354 \\ 16326 & 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & 13814 \\ 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & 15349 \\ 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & 15349 & 17208 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan matriks lintasan X , selanjutnya dilakukan proses SVD untuk mendapatkan nilai singular, vektor eigen, dan *principal component* dengan langkah awal membentuk matriks simetris $S = X X^T$ sebagai berikut:

$$S = X_{(5 \times 6)} \cdot X_{(5 \times 6)}^T$$

$$= \begin{bmatrix} 1556395187 & 1582774969 & 1560630792 & 1542034239 & 1547001984 \\ 1582774969 & 1612000478 & 1592299940 & 1574023408 & 1576921281 \\ 1560630792 & 1592299940 & 1581799385 & 1561612384 & 1559917474 \\ 1542034239 & 1574023408 & 1561612384 & 1550852910 & 1549208188 \\ 1547001984 & 1576921281 & 1559917474 & 1549208188 & 1560072330 \end{bmatrix}$$

Setelah diperoleh matriks simetris $S_{(5 \times 5)}$ selanjutnya dihitung nilai eigen dan nilai singular dari matriks simetris S dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2.2 Hasil Nilai eigen dan Nilai Singular

No	Nilai Eigen	Nilai Singular
1	7831257503.7	88494.3925
2	16084796.6	4010.5856
3	10629761.5	3260.3315
4	2728124.7	1651.7036
5	420103.5	648.1539

Setelah mendapatkan nilai singular maka selanjutnya dihitung nilai vektor eigen dan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$U_1 = \begin{bmatrix} -0.44481 \\ -0.45333 \\ -0.44866 \\ -0.44417 \\ -0.44504 \end{bmatrix} \quad U_2 = \begin{bmatrix} 0.60560 \\ 0.38034 \\ -0.00605 \\ 0.47182 \\ -0.51569 \end{bmatrix} \quad U_3 = \begin{bmatrix} -0.28164 \\ -0.03202 \\ 0.645482 \\ 0.304511 \\ -0.64053 \end{bmatrix} \quad U_4 = \begin{bmatrix} -0.16106 \\ -0.10904 \\ 0.60109 \\ -0.68949 \\ 0.35421 \end{bmatrix} \quad U_5 = \begin{bmatrix} -0.57458 \\ 0.79807 \\ -0.14394 \\ -0.10943 \\ 0.01567 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dihitung nilai *principal component* dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$V_1 = \begin{bmatrix} -0.40278 \\ -0.41387 \\ -0.42141 \\ -0.40878 \\ -0.40077 \\ -0.40147 \end{bmatrix} \quad V_2 = \begin{bmatrix} -0.60029 \\ -0.38766 \\ -0.02502 \\ 0.44785 \\ 0.535501 \\ 0.03758 \end{bmatrix} \quad V_3 = \begin{bmatrix} 0.06379 \\ 0.21363 \\ 0.14581 \\ 0.49487 \\ -0.12350 \\ -0.81786 \end{bmatrix} \quad V_4 = \begin{bmatrix} 0.12357 \\ 0.11195 \\ 0.01409 \\ -0.55316 \\ 0.71097 \\ -0.40067 \end{bmatrix} \quad V_5 = \begin{bmatrix} -0.67044 \\ 0.68935 \\ 0.17066 \\ -0.17962 \\ -0.09885 \\ 0.06443 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh hasil SVD sebagai berikut:

$$X_1 = \begin{bmatrix} 15854.75 & 16291.20 & 16587.95 & 16090.62 & 15775.31 & 15803.13 \\ 16158.40 & 16603.21 & 16905.64 & 16398.79 & 16077.44 & 16105.80 \\ 15991.95 & 16432.17 & 16731.49 & 16229.86 & 15911.82 & 15939.88 \\ 15831.92 & 16267.74 & 16564.06 & 16067.45 & 15752.59 & 15780.38 \\ 15863.17 & 16299.86 & 16596.76 & 16099.17 & 15783.69 & 15811.53 \end{bmatrix}$$

$$X_2 = \begin{bmatrix} -1457.98 & -941.53 & -60.76 & 1087.73 & 1300.61 & 91.29 \\ -915.68 & -591.33 & -38.16 & 683.15 & 816.85 & 57.33 \\ 14.57 & 9.41 & 0.60 & -10.87 & -13.00 & -0.91 \\ 1135.92 & 733.55 & 47.34 & -847.46 & -1013.32 & -71.12 \\ 1241.55 & 801.76 & 51.74 & -926.26 & -1107.54 & -77.74 \end{bmatrix}$$

$$X_3 = \begin{bmatrix} -58.57 & -196.15 & -133.87 & -454.40 & 113.39 & 750.98 \\ -6.65 & -22.29 & -15.21 & -51.65 & 12.89 & 85.37 \\ 134.24 & 449.57 & 306.83 & 1041.44 & -259.89 & -1721.16 \\ 63.33 & 212.09 & 144.75 & 491.31 & -122.60 & -811.97 \\ -133.21 & -446.12 & -304.48 & -1033.45 & 257.90 & 1707.96 \end{bmatrix}$$

$$X_4 = \begin{bmatrix} -32.87 & -29.78 & -3.74 & 147.15 & -189.13 & 106.58 \\ -22.25 & -20.16 & -2.53 & 99.62 & -128.05 & 72.16 \\ 122.68 & 111.14 & 13.99 & -549.18 & 705.86 & -397.79 \\ -140.72 & -127.49 & -16.04 & 629.95 & -809.67 & 456.29 \\ 72.29 & 65.49 & 8.24 & -323.62 & 415.95 & -234.41 \end{bmatrix}$$

$$X_5 = \begin{bmatrix} 249.68 & -256.72 & -63.55 & 66.89 & 36.81 & -23.99 \\ -346.79 & 356.58 & 88.27 & -92.91 & -51.13 & 33.32 \\ 62.54 & -64.31 & -15.92 & 16.75 & 9.22 & -6.01 \\ 47.55 & -48.89 & -12.10 & 12.74 & 7.01 & -4.56 \\ -6.81 & 7.00 & 1.73 & -1.82 & -1.00 & 0.65 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dihitung *diagonal averaging* dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$X_{1,1} = \frac{15854.75}{1} = 15854.75$$

$$X_{1,2} = \frac{16158.40 + 16291.20}{2} = 16224.80$$

$$X_{1,3} = \frac{15991.95 + 16603.21 + 16587.95}{3} = 16394.37$$

$$\vdots$$

$$X_{1,8} = \frac{16099.17 + 15752.59 + 15939.88}{3} = 15930.55$$

$$X_{1,9} = \frac{15783.69 + 15780.38}{2} = 15782.03$$

$$X_{1,10} = \frac{15811.53}{1} = 15811.53$$

Tabel 2.3 Hasil Diagonal Averaging

No	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	15854.75	-1457.98	-58.57	-32.87	249.68
2	16224.80	-928.60	-101.40	-26.01	-301.75
3	16394.37	-212.51	-7.31	32.92	118.52
4	16315.09	548.72	10.82	28.76	34.6
5	16207.30	791.89	142.77	-26.14	-19.18
6	16194.87	349.27	300.78	-104.24	-12.69
7	16170.46	-187.85	3.07	354.05	14.25
8	15930.55	-646.83	-959.07	-510.36	-0.27
9	15782.03	-589.33	-277.03	436.12	-2.78
10	15811.53	-77.47	1707.96	-234.41	0.65

2.4.3. Peramalan dengan *R-Forecasting*

Dalam melakukan peramalan menggunakan metode SSA terdapat dua metode yang dapat digunakan diantaranya adalah metode rekuren (*R-forecasting*) dan metode vektor (*V-forecasting*). *R-forecasting* merupakan metode peramalan yang umum digunakan karena dipercaya lebih mudah, metode ini melakukan kontinuitas secara langsung (dengan bantuan LRF). Sedangkan *V-forecasting* sendiri merupakan hasil modifikasi dari metode *R-forecasting*, metode ini berhubungan dengan *L-continuation*. Sehingga dalam approximate continuation antara keduanya memberikan hasil yang

berbeda (Golyandina et al., 2001).

Metode peramalan *R-forecasting* dan *V-forecasting* mempunyai dua tahapan umum yaitu *diagonal averaging* dan *continuation*. Pada metode *R-forecasting*, *diagonal averaging* berfungsi untuk mendapatkan hasil rekonstruksi dan *continuation* dikerjakan menggunakan LRF. Sementara pada metode *V-forecasting*, kedua tahapan tadi digunakan dalam urutan kebalik artinya dilakukan peramalan vektor terlebih dahulu yang selanjutnya *diagonal averaging* akan menghasilkan nilai ramalan. Pada metode peramalan *V-forecasting*, digunakan prosedur $M + L - 1$ langkah untuk mendapatkan M periode ke depan dengan tujuan untuk melihat kesesuaian variasi di bawah M langkah sehingga didapatkan $L - 1$ langkah tambahan (Sitohang and Darmawan, 2018).

Algoritma Peramalan dengan *R-forecasting*

Metode *R-forecasting* berhubungan dengan perhitungan *Linear Recurrent Formula* (LRF) yaitu a_1, \dots, a_d dengan eigen vektor yang telah didapatkan dari proses SVD. Misalkan $U = (u_1, u_2, \dots, u_{L-1}, u_L)^T$, $U^v = (u_1, u_2, \dots, u_{L-1})^T$, sedangkan π_q merupakan komponen terakhir dari eigen vektor U ($\pi_q = u_L$) maka dapat dilakukan perhitungan koefisien LRF dengan rumus berikut: (Jatmiko et al., 2017)

$$R = (a_{L-1}, a_{L-2}, \dots, a_1) = \frac{1}{1 - v^2} \sum_{q=1}^r \pi_q U^v \quad (2.11)$$

dengan $v^2 = \sum_{q=1}^r \pi_q^2$

Dalam peramalan SSA dengan menggunakan metode peramalan *R-forecasting*, *time series* yang digunakan merupakan deret hasil dari proses rekonstruksi yang didapatkan pada proses *diagonal averaging*. Selanjutnya akan ditentukan M yang merupakan sebuah titik data baru untuk diramalkan, dengan model peramalan yang dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$g_i = \begin{cases} \bar{y}_i & \text{untuk } i = 0, \dots, N \\ \sum_{j=1}^{L-1} a_j g_{i-1} & \text{untuk } i = N + 1, \dots, N + M \end{cases} \quad (2.12)$$

Dimana g_{N+1}, \dots, g_{N+M} merupakan hasil peramalan pada metode SSA (Christienova and , Evi Wahyu Pratiwi, 2018).

2.5. Akurasi Hasil Pengujian

Metode yang digunakan dalam mengukur tingkat akurasi dalam pengujian yaitu *Mean Absolute Percent Error* atau yang dikenal dengan MAPE. MAPE merupakan hasil perhitungan rata-rata persentase dari *error* pada proses peramalan, dalam definisi lain merupakan hasil *absolute* dari nilai aktual dikurangi nilai hasil peramalan yang dibagi dengan nilai aktual, yang selanjutnya dijumlahkan dan dibagi dengan nilai aktual per periode dan dikalikan seratus, atau dapat ditulis dalam bentuk rumus berikut: (Maricar, 2019)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft_i}{Ft_i} \right| \times 100\% \quad (2.13)$$

Dimana:

At = Nilai aktual permintaan

Ft = Nilai hasil peramalan

n = Banyaknya data

Tabel 2.4 Keterangan Nilai MAPE

No	Nilai MAPE	Keterangan
1	<10%	Sangat Baik
2	10-20%	Baik
3	20-50%	Cukup Baik
4	>50%	Buruk

Gaspersz mengungkapkan bahwa jika nilai dari perhitungan MAPE semakin kecil maka akurasi peramalan akan semakin tinggi (Gaspersz, 2005).

2.6. Integrasi Keislaman

Dilihat secara fisik, pengertian ekspor adalah kegiatan ekspedisi atau penjualan benda-benda yang diproduksi didalam negeri ke luar negeri. Pejualan yang dilakukan dapat menyebabkan adanya aliran pemasukan kedalam sektor perusahaan. Kegiatan ekspor baik benda mapupun jasa dapat meningkatkan pengeluaran agregat yang mana hal tersebut dapat meningkatkan pendapatan nasional (Sukirno, 2006). Kemampuan suatu negara dalam memproduksi benda-benda dengan kualitas yang baik sehingga dapat bersaing pada pasaran luar negeri menjadi salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan ekspor. Kualitas dan harga yang diberikan harus memiliki kapasitas yang sama dengan kualitas dan harga yang berlaku di pasar luar negeri.

Secara tidak langsung di dalam Islam juga terdapat ayat yang membahas mengenai jual beli yaitu dalam QS. al-Jumuah ayat 10 yang berbunyi:

فَإِذَا قُضِيَتِ الصَّلَاةُ فَانْتَشِرُوا فِي الْأَرْضِ وَابْتَغُوا مِنْ فَضْلِ اللَّهِ وَاذْكُرُوا اللَّهَ
كَثِيرًا لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

Artinya: “Apabila telah ditunaikan shalat, Maka bertebaranlah kamu dimuka bumi; dan carilah karunia Allah dan ingatlah Allah banyak-banyak supaya kamu beruntung”. (Qs. al-Jumuah ayat 10)

Penjelasan yang terkandung dalam ayat tersebut adalah Allah Swt mensyariatkan kepada umat Islam agar bergegas menyebar dimuka bumi sebagai upaya mendapatkan rezeki (melaksanakan kegiatan bisnis, kegiatan perdagangan atau jual beli) setelah melaksanakan kewajibannya. Dengan kata lain ayat di atas memerintahkan kaum muslimin agar mengerjakan kegiatan usaha sebagai upaya memperoleh rahmat dari Allah Swt dengan maksud untuk mencukupi kebutuhan hidupnya.

Terdapat sebuah hadist yang diriwayatkan oleh Imam Tirmidzi yang berbunyi:

حدثنا هنادٌ : حَدَّثَنَا قَبِيصَةُ عَنْ سُفْيَانَ، عَنْ أَبِي حَمْزَةَ، عَنِ الْحَسَنِ، عَنْ أَبِي سَعِيدٍ، عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : " التَّاجِرُ الصَّدُوقُ الْأَمِينُ، مَعَ النَّبِيِّينَ وَالصِّدِّيقِينَ وَالشُّهَدَاءِ ". (رواه الترمذي)

“Telah menceritakan kepadaku Qabisah dari Sufyan dari Abi Hamzah dari Hasan dari Abi Sa’id dari Nabi Saw beliau Bersabda: pedagang yang jujur (benar), dan dapat dipercaya nanti bersama-sama dengan Nabi, shiddiqin, dan syuhada”. (HR. At-Tirmidzi)

Dari hadits tersebut dapat diartikan, bahwa pedagang adalah salah satu pekerjaan yang halal dan mulia. Jika pedangan melakukan kegiatan jual beli dengan jujur, maka akan mendapatkan kedudukan yang setara dengan Nabi, Shadiqin, dan Syuhada diakhirat kelak. Ulama-ulama dan umat Islam bersepakat bahwa kegiatan jual beli itu diperbolehkan, sebab manusia sangat membutuhkan kegiatan tersebut untuk mencukupi kebutuhan hidup. Seperti yang kita tahu bahwa tidak semua orang memiliki apa yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, karena terkadang apa yang dibutuhkan berada di tangan orang lain. Sehingga perlu dilakukan kegiatan tukar-menukar barang atau biasa disebut jual beli untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut sebab pada hakikatnya setiap individu saling memerlukan satu dengan yang lainnya. (Muslich and Muslich, 2010).

Di dalam Islam, hubungan antara manusia dengan manusia lain tergolong pada pembahasan mengenai muamalah. Muamalah adalah ketentuan-ketentuan Allah Swt yang harus dipatuhi dalam mengelola terkait hubungan antar manusia yang berkaitan dengan bagaimana usaha untuk mendapatkan serta mengatur harta benda. Pada hakikatnya setiap kegiatan muamalah itu hukumnya adalah boleh sampai terdapat sebuah dalil yang mengharamkannya. Hal tersebut bertepatan dengan kaidah fikih berikut:

الْأَصْلُ فِي الْمَعَامَلَةِ الْإِبَاحَةُ إِلَّا أَنْ يَدُلُّ دَلِيلٌ عَلَى تَحْرِيمِهَا

“Hukum asal semua bentuk muamalah adalah boleh dilakukan kecuali ada dalil yang

mengharamkannya”.

Sebagaimana bunyi kaidah fikih di atas dapat diartikan bahwa pada hakikatnya semua kegiatan muamalah dan transaksi adalah boleh. Terdapat berbagai macam bentuk muamalah seperti gadai, kerja sama (*mudharabah* dan *musyarakah*), jual beli, perwakilan, sewa menyewa dan lain-lain. Didalam Islam kegiatan muamalah yang diperintahkan oleh Allah Swt salah satunya yaitu kegiatan perdagangan atau jual beli yang mana agama Islam pun sudah mengatur dan memberikan dasar hukum yang jelas serta tegas mengenai hal tersebut.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Terlihat pada tujuan yang tercantum yaitu untuk mengimplementasikan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dalam meramalkan nilai ekspor Indonesia, maka penelitian ini tergolong kedalam penelitian kuantitatif sebab pada proses pengerjaannya yang meliputi pengumpulan data, penafsiran data dan hasilnya menggunakan angka.

3.2. Sumber Data

Penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan data bulanan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas yang diambil dari bulan Januari 2012 - bulan Desember 2021. Data tersebut diperoleh melalui akses pada laman web <http://bps.go.id>.

Tabel 3.1 Data Nilai Ekspor

No	Tahun	Januari	Februari	Maret	...	Desember
1	2012	14555	14867	16326	...	15582
2	2013	15450	15313	14887	...	15456
3	2014	14916	13791	14524	...	14434
4	2015	12612	11510	12609	...	12077
5	2016	10467	10176	11302	...	12782
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	2021	13330	13265	16787	...	21359

3.3. Analisis Data

Variabel penelitian yang digunakan pada proses pengerjaan penelitian ini adalah data nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas. Data akan dipisah menjadi dua bagian diantaranya data pada bulan Januari 2012 - Desember 2019 sebanyak 96 data untuk membuat matriks lintasan X (*training*), sedangkan data pada bulan Januari 2020 - Desember 2021 sebanyak 24 data untuk validasi keakuratan peramalan (*testing*). Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk melakukan peramalan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas di waktu mendatang dengan mengaplikasikan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA).

3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam pengaplikasian metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia diantaranya adalah:

1. Menginput data nilai ekspor.
2. Membentuk data nilai ekspor kedalam bentuk *time series*.
3. Memplotkan data nilai ekspor untuk melihat bagaimana pola dari data tersebut.
4. Memisahkan data nilai ekspor kedalam dua bagian yaitu sebanyak 80% data sebagai data *training* dan sebanyak 20% data sebagai data *testing*.
5. Melakukan proses Dekomposisi yaitu *Embedding* dan *Singular Value Decomposition* (SVD):

(a) *Embedding*

Membentuk matriks lintasan X berdimensi $L \times K$ dari data *time series*. Pemilihan nilai L (*windows length*) dengan melakukan *trial and error* yang memenuhi $2 \leq L \leq \frac{N}{2}$ dengan $N = 96$ dan nilai $K = N - L + 1$.

(b) *Singular Value Decomposition* (SVD)

Menentukan nilai singular $(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_L)$ dari matriks simetris $S = XX^T$

berdasarkan Persamaan (2.2). Menentukan nilai vektor eigen (u_1, u_2, \dots, u_L) dari matriks S . Menentukan nilai *principal component* (v_1, v_2, \dots, v_L) dari matriks S berdasarkan Persamaan (2.4). Setelah diperoleh ketiga komponen *eigen triple* tersebut yaitu nilai singular (σ_i) , vektor eigen (U_i) dan *principal component* (V_i^T) , selanjutnya dilakukan perhitungan SVD dari matriks lintasan X berdasarkan Persamaan (2.6).

6. Melakukan tahap Rekonstruksi yaitu *Grouping* dan *Diagonal Averaging*:

(a) *Grouping*

Melakukan pengelompokkan *eigen triple* berdasarkan karakteristik setiap komponen.

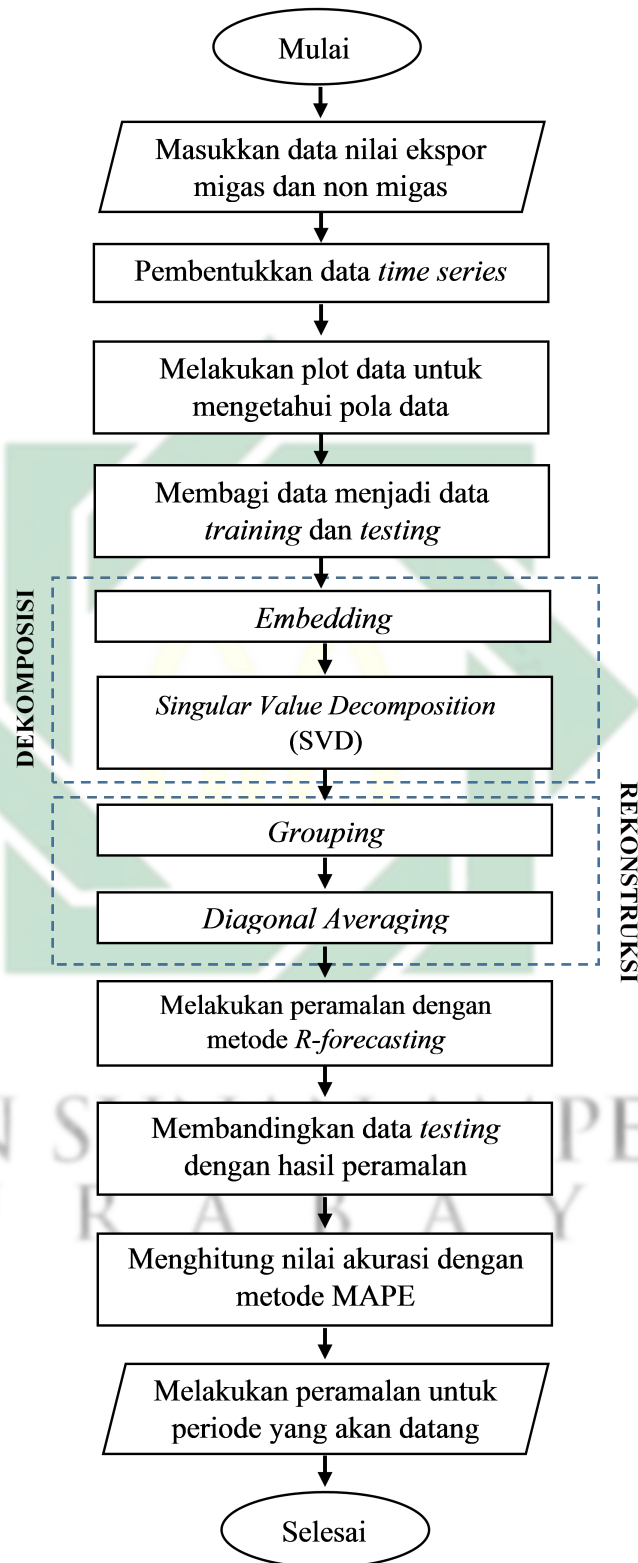
(b) *Diagonal Averaging*

Melakukan proses rekonstruksi pada setiap matriks yang berada didalam matriks X pada saat proses *grouping* menjadi data *time series* baru yang memiliki panjang N berdasarkan Persamaan (2.10).

7. Melakukan perhitungan peramalan menggunakan metode *R-forecasting* pada data hasil proses *diagonal averaging* berdasarkan Persamaan (2.12).

8. Melakukan perhitungan nilai akurasi menggunakan metode MAPE berdasarkan Persamaan (2.13).

9. Meramalkan data nilai ekspor untuk periode yang akan datang.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

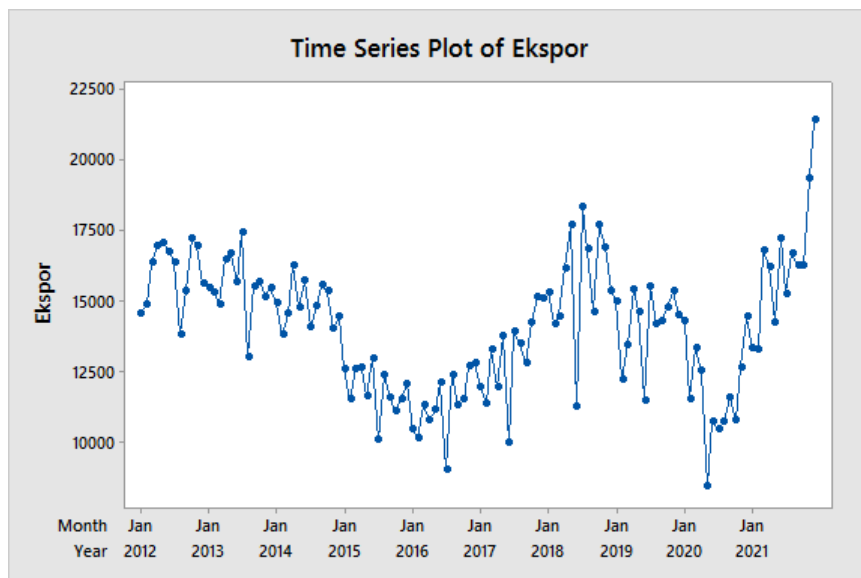
4.1. Analisis Data

Penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan data bulanan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas yang diambil dari bulan Januari 2012 - bulan Desember 2021 dengan jumlah 120 data. Data tersebut akan disusun menjadi bentuk data *time series* sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Nilai Ekspor

No	Nilai Ekspor
1	14555
2	14867
3	16326
4	16938
5	17037
6	16728
7	16354
8	13814
9	15349
10	17208
11	16935
12	15582
⋮	⋮
120	21359

Selanjutnya dilakukan plot data *time series* untuk melihat bagaimana pola data yang akan dikelola. Berikut plot *time series* data secara keseluruhan:



Gambar 4.1 Plot *Time Series* Data Nilai Ekspor

Berdasarkan Gambar 4.1 tersebut menunjukkan bahwa terdapat pola musiman, terlihat dengan adanya pola yang naik turun. Pola musiman dapat diketahui dari pola data yang mengalami naik turun dalam jangka waktu yang tetap, pada plot data tersebut mengalami pengulangan pola yaitu penurunan dipertengahan tahun (Juni, Juli, Agustus). Selanjutnya untuk mengetahui gambaran umum data dilakukan analisis statistik deskriptif dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisis Deskriptif

Deskripsi	Nilai
Maximum	21359
Minimum	8439
Mean	14075
StDev	2295

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa ekspor Indonesia dengan nilai

tertinggi yaitu sebesar 21359 USD dan nilai terendah yaitu sebesar 8439 USD. Adapun nilai rata-rata yang didapatkan yaitu sebesar 14075 dan standar deviasi yang didapatkan yaitu sebesar 2295, hal tersebut menunjukkan bahwa standar deviasi lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata yang mana hal tersebut menyatakan bahwa tidak ada outlier atau data ekstrim.

Dalam melakukan peramalan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) tidak membutuhkan asumsi statistik seperti stasioneritas maupun normalitas residual sehingga dapat langsung melakukan proses perhitungan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas di waktu mendatang. Sebelum masuk pada proses perhitungan, data akan dipisah menjadi dua bagian yaitu data bulan Januari 2012 sampai Desember 2019 sebanyak 96 data untuk membentuk matriks lintasan X (*training*), sedangkan data bulan Januari 2020 sampai Desember 2021 sebanyak 24 data untuk validasi keakuratan peramalan (*testing*).

4.2. Tahapan Peramalan Nilai Ekspor Indonesia Menggunakan Metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA)

Peramalan nilai ekspor Indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) melalui dua tahapan yaitu proses dekomposisi dan proses rekonstruksi.

4.2.1. Tahap Dekomposisi

Proses dekomposisi data dikerjakan melalui 2 langkah yaitu proses *Embedding* dan proses *Singular Value Decomposition* (SVD). Berikut uraian dari proses tersebut:

1. *Embedding*

Proses ini dilakukan untuk mengubah data pada Tabel 4.1 yang merupakan data berdimensi satu menjadi data multidimensi yang dinamakan matriks lintasan X yang memiliki ukuran $L \times K$. Penentuan nilai L (*window length*) ditentukan dengan melakukan uji coba (*trial and error*), karena data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 96 maka nilai L yang memenuhi adalah $2 \leq L \leq 48$. Untuk

memudahkan pencarian L optimum maka dilakukan uji coba nilai $L = 10, 20, 30, 40$ dengan nilai MAPE minimum. Hasil *trial and error* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Hasil Nilai MAPE Berdasarkan Nilai L

L	10	20	30	40
MAPE	18,29	19,54	17,27	16,70

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai L dengan nilai MAPE minimum adalah $L = 40$. Selanjutnya dilakukan *tracking* disekitar nilai $L = 40$ dengan cara yang sama untuk memperoleh nilai L dengan MAPE terkecil. Hasil *trial and error* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Nilai MAPE Berdasarkan Nilai L

L	40	41	42	43	44	45	46	47	48
MAPE	16.70	16.48	16.43	16.35	16.46	16.15	16.50	16.98	16.82

Terlihat pada Tabel 4.4 perolehan nilai MAPE minimum adalah 16,15% dengan demikian nilai L yang digunakan adalah $L = 45$ maka nilai $K = 96 - 45 + 1 = 52$. Sehingga matriks lintasan X (Matriks *Hankel*) dapat disusun sebagai berikut:

$$X_{(45 \times 52)} = \begin{bmatrix} 14555 & 14867 & 16326 & 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & \dots & 10814 \\ 14867 & 16326 & 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & \dots & 11141 \\ 16326 & 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & 15349 & \dots & 12095 \\ 16938 & 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & 15349 & 17208 & \dots & 9017 \\ 17037 & 16728 & 16354 & 13814 & 15349 & 17208 & 16935 & \dots & 12385 \\ 16728 & 16354 & 13814 & 15349 & 17208 & 16935 & 15582 & \dots & 11298 \\ 16354 & 13814 & 15349 & 17208 & 16935 & 15582 & 15450 & \dots & 11507 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 11559 & 11109 & 11520 & 12077 & 10467 & 10176 & 11302 & \dots & 14507 \end{bmatrix}$$

2. Singular Value Decomposition (SVD)

Proses ini dilakukan untuk membentuk *Singular Value Decomposition* (SVD) yang terdiri dari tiga elemen yaitu nilai singular, vektor eigen, dan *principal component* yang disebut dengan *eigen triple*.

Berdasarkan matriks lintasan $X_{(45 \times 52)}$ yang diperoleh dari proses *embedding* yang telah dilakukan selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai *eigen triple* yang diperlukan pada tahap *Singular Value Decomposition* (SVD).

Untuk memperoleh nilai-nilai *eigen triple* tersebut proses pertama akan dibentuk matriks simetris $S = XX^T$ sebagai berikut:

$$S = X_{(45 \times 52)} \cdot X_{(45 \times 52)}^T$$

$$= \begin{bmatrix} 10804954676 & 10715201019 & 10671294822 & \cdots & 9857966453 \\ 10715201019 & 10717228532 & 10633562229 & \cdots & 9816533699 \\ 10671294822 & 10633562229 & 10642489868 & \cdots & 8751356298 \\ 10572671073 & 10534128289 & 10499904202 & \cdots & 9657394143 \\ 10495393464 & 10464119768 & 10457257881 & \cdots & 9598564223 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 9857966453 & 9826533699 & 9751356298 & \cdots & 9618626497 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan matriks simetris $S_{(45 \times 45)}$ proses berikutnya akan dihitung nilai-nilai *eigen triple*:

(a) Nilai Singular (σ_i)

Dari matriks simetris $S_{(45 \times 45)}$ akan dihitung nilai eigen dan selanjutnya dari nilai eigen tersebut akan dihitung nilai singular yang merupakan akar dari nilai eigen yang bersesuaian, berikut hasil perhitungan nilai eigen dan nilai singular:

Tabel 4.5 Hasil Nilai Eigen dan Nilai Singular

No	Nilai Eigen	Nilai Singular
1	414658065064	643939.489
2	4700360267	68559.173
3	1328533913	36449.059
4	396755827	19918.731
5	382898366	19567.189
6	229731117	15156.883
7	204477142	14299.550
8	173228419	13161.627
9	169266623	13010.251
10	162142466	12733.517
11	146335946	12096.940
12	138138599	11753.238
13	103117860	10154.696
14	89352971	9452.670
15	82095816	9060.674
16	80871070	8992.834
17	66277948	8141.127
18	60686938	7790.182
19	57624078	7591.053
20	49229706	7016.388
21	38614073	6214.022
22	30984370	5566.361

No	Nilai Eigen	Nilai Singular
23	28806136	5367.135
24	22358788	4728.508
25	20441088	4521.182
26	17476505	4180.491
27	16520958	4064.598
28	14809246	3848.278
29	11844986	3441.654
30	10432378	3229.919
31	9188986	3031.334
32	8176146	2859.396
33	7942830	2818.303
34	6112377	2472.322
35	5748425	2397.587
36	5540984	2353.929
37	3889679	1972.227
38	3447322	1856.697
39	2996552	1731.055
40	2789508	1670.182
41	2571632	1603.631
42	2120745	1456.278
43	1934493	1390.861
44	1601721	1265.591
45	1172026	1082.601

Berdasarkan Tabel 4.5 terlihat bahwa nilai eigen memiliki urutan menurun

$$\lambda_1 = 414658065064 > \lambda_2 = 4700360267 > \lambda_3 = 1328533913 > \lambda_4 =$$

$$\begin{aligned}
&396755827 > \lambda_5 = 382898366 > \lambda_6 = 229731117 > \lambda_7 = 204477142 > \\
&\lambda_8 = 173228419 > \lambda_9 = 169266623 > \lambda_{10} = 162142466 > \lambda_{11} = \\
&146335946 > \lambda_{12} = 138138599 > \lambda_{13} = 103117860 > \lambda_{14} = 89352971 > \\
&\lambda_{15} = 82095816 \dots > \lambda_{45} = 1172026
\end{aligned}$$

(b) Vektor eigen (U_i)

Setelah mendapatkan nilai singular maka selanjutnya dihitung nilai vektor eigen dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c} -0.15980 \\ -0.15914 \\ -0.15860 \\ -0.15704 \\ -0.15608 \\ -0.15485 \\ -0.15376 \\ -0.15299 \\ -0.15286 \\ \vdots \\ -0.14611 \\ -0.14648 \\ -0.14641 \\ -0.14697 \\ -0.14725 \\ -0.14778 \\ -0.14808 \\ -0.14922 \\ -0.14964 \end{array} & U_1 = & \begin{array}{c} 0.15033 \\ 0.15888 \\ 0.16449 \\ 0.17271 \\ 0.17272 \\ 0.17458 \\ 0.17518 \\ 0.17275 \\ 0.17279 \\ \vdots \\ -0.20126 \\ -0.20369 \\ -0.19817 \\ -0.20059 \\ -0.19849 \\ -0.19400 \\ -0.19073 \\ -0.18400 \\ -0.17920 \end{array} & U_2 = & \begin{array}{c} -0.21932 \\ -0.19992 \\ -0.16980 \\ -0.17269 \\ -0.14851 \\ -0.13440 \\ -0.12594 \\ -0.09920 \\ -0.05554 \\ \vdots \\ -0.04439 \\ -0.07899 \\ -0.13002 \\ -0.14491 \\ -0.18344 \\ -0.21145 \\ -0.22935 \\ -0.24056 \\ -0.26693 \end{array} & U_3 = & \begin{array}{c} 0.11557 \\ -0.24424 \\ 0.20716 \\ -0.27033 \\ 0.28339 \\ -0.19854 \\ 0.14841 \\ -0.19379 \\ 0.26053 \\ \vdots \\ 0.10814 \\ -0.08628 \\ 0.18959 \\ -0.25137 \\ 0.12725 \\ -0.07994 \\ 0.19554 \\ -0.21035 \\ 0.10011 \end{array} & \dots U_{45} = & \begin{array}{c} \vdots \end{array}
\end{array}$$

(c) Principal Component (V_i^T)

Setelah didapatkan nilai eigen dan vektor eigen maka selanjutnya dihitung nilai *principal component* menggunakan Persamaan (2.4) dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{array}{l}
 V_1 = \begin{bmatrix} -0.15392 \\ -0.15316 \\ -0.15243 \\ -0.15145 \\ -0.14994 \\ -0.14835 \\ -0.14709 \\ -0.14582 \\ -0.14526 \\ -0.14452 \\ -0.14261 \\ \vdots \\ -0.13641 \\ -0.13765 \\ -0.13812 \\ -0.13809 \\ -0.13910 \\ -0.13971 \\ -0.14019 \\ -0.14119 \\ -0.14240 \\ -0.13264 \\ -0.14315 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 V_2 = \begin{bmatrix} 0.09477 \\ 0.10734 \\ 0.11715 \\ 0.12255 \\ 0.12945 \\ 0.13681 \\ 0.14166 \\ 0.14676 \\ 0.15578 \\ 0.15819 \\ 0.16300 \\ \vdots \\ -0.19436 \\ -0.19549 \\ -0.19276 \\ -0.19250 \\ -0.18164 \\ -0.17830 \\ -0.17142 \\ -0.16515 \\ -0.15465 \\ -0.14583 \\ -0.13738 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 V_3 = \begin{bmatrix} 0.61139 \\ 0.15714 \\ 0.14769 \\ 0.13184 \\ 0.13931 \\ 0.14491 \\ 0.13646 \\ 0.13552 \\ 0.10646 \\ 0.07454 \\ 0.08562 \\ \vdots \\ 0.00362 \\ 0.05739 \\ 0.06335 \\ 0.09645 \\ 0.15065 \\ 0.15775 \\ 0.18635 \\ 0.21360 \\ 0.21501 \\ 0.21520 \\ 0.22475 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \dots V_{45} = \begin{bmatrix} 0.25311 \\ 0.21486 \\ 0.20137 \\ 0.19814 \\ 0.17499 \\ 0.16946 \\ 0.16035 \\ 0.15970 \\ 0.14927 \\ 0.14368 \\ 0.14251 \\ \vdots \\ -0.13144 \\ -0.13439 \\ -0.13889 \\ -0.15525 \\ -0.15853 \\ -0.17911 \\ -0.18551 \\ -0.23596 \\ -0.23637 \\ -0.23787 \\ -0.30935 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

4.2.2. Tahap Rekonstruksi

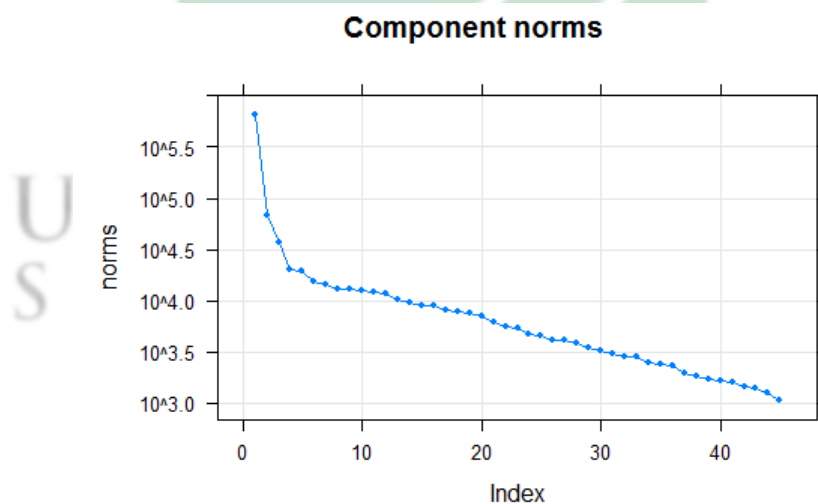
Proses rekonstruksi dikerjakan melalui 2 langkah yaitu *grouping* dan *diagonal averaging* pada data hasil dari tahap dekomposisi sebelumnya. Berikut uraian dari proses tersebut:

1. *Grouping*

Proses ini dilakukan untuk mengelompokkan *eigen triple* yang diperoleh pada proses SVD, pengelompokan tersebut dilakukan berdasarkan karakteristik setiap komponen yang berkaitan dengan tren, musiman, dan *noise*. Dalam proses *grouping* menggunakan *Grouping Effect* (r) sebagai parameter yang digunakan untuk menentukan komponen yang berkaitan dengan tren dan musiman.

(a) Pengelompokan Komponen *Noise*

Komponen *noise* dikelompokkan berdasarkan nilai parameter r yang ditentukan dengan melihat jumlah *eigen triple* yang tidak menggambarkan komponen *noise* pada plot berikut:



Gambar 4.2 Plot *Eigen triple*

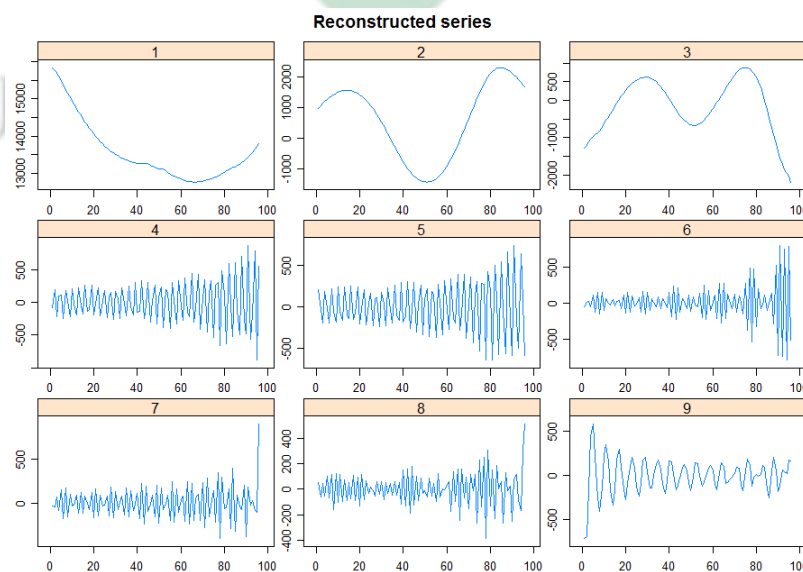
Dikatakan komponen *noise* apabila plot *eigen triple* menurun secara lambat. Terlihat pada Gambar 4.2 bahwa plot *eigen triple* mulai menurun secara

lambat pada *eigen triple* ke 10 sampai 45 sehingga dapat dikatakan bahwa *eigen triple* tersebut merupakan komponen *noise*. Berdasarkan hal tersebut maka 9 *eigen triple* yang tidak teridentifikasi sebagai komponen *noise* merupakan nilai parameter *Grouping Effect* (r) yang akan digunakan untuk mengidentifikasi komponen tren dan musiman.

Meskipun *eigen triple* yang mencerminkan komponen *noise* sudah teridentifikasi, namun masih terdapat kemungkinan bahwa jumlah komponen *noise* dapat bertambah. Hal tersebut terjadi karena sisa *eigen triple* yang tidak mencerminkan komponen tren dan musiman dari 9 *eigen triple* pertama akan dikelompokkan ke dalam komponen *noise*.

(b) Pengelompokan Komponen Tren dan Musiman

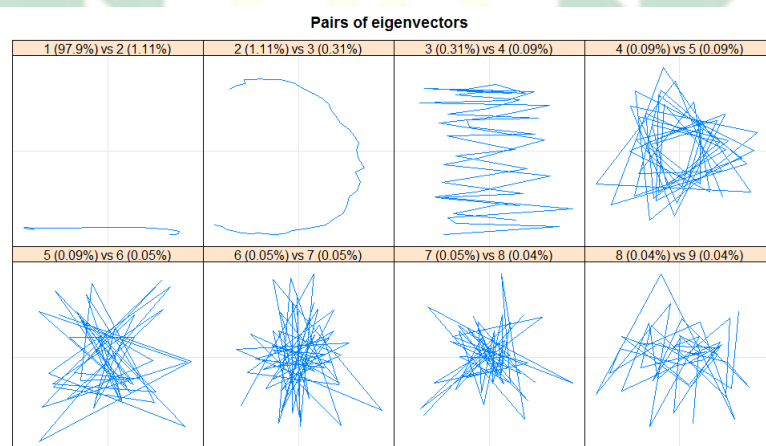
Setelah komponen *noise* berhasil dikelompokkan, maka selanjutnya akan dilakukan pengelompokan terhadap *eigen triple* yang mencerminkan komponen tren dan musiman. Jumlah *eigen triple* yang digunakan adalah 9 *eigen triple* yang terdiri dari *eigen triple* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9. Untuk melakukan identifikasi terhadap komponen tren dan musiman yaitu dengan menggunakan plot dari deret yang telah direkonstruksi berikut:



Gambar 4.3 Plot *Eigen triple* 1-9

Semua komponen pada plot yang memiliki variasi lambat ditentukan sebagai komponen tren. Terlihat pada Gambar 4.3 dapat dideskripsikan bahwa deret yang direkonstruksi oleh *eigen triple* 1 menggambarkan komponen yang memiliki variasi lambat, hal tersebut menjadikan *eigen triple* 1 teridentifikasi ke dalam komponen tren.

Setelah komponen tren teridentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi terhadap *eigen triple* yang mencerminkan komponen musiman. Pengelompokan komponen musiman dapat dilakukan secara subjektif yaitu dengan melihat kemiripan nilai singular dari *eigen triple* yang memiliki pola dan periode musiman yang sama. Terlihat pada Gambar 4.3 Plot Hasil Rekonstruksi diatas, terdapat sepasang *eigen triple* yang memiliki kemiripan pola yaitu *eigen triple* 4 dan 5.

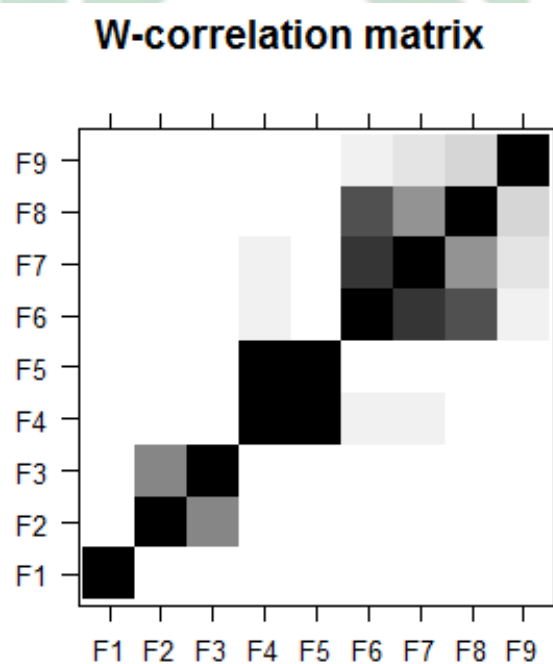


Gambar 4.4 Scatterplot Untuk Pasangan Vektor Eigen

Gambar 4.4 merupakan periodogram pasangan vektor eigen, pola lingkaran mengidentifikasi adanya komponen musiman dimana pola yang semakin menyerupai lingkaran maka periode komponen akan semakin besar. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pasangan *eigen triple* 4-5 memiliki periode 2.4 yang menghasilkan musiman, hal tersebut merujuk pada penelitian yang berjudul "Pengantar Singkat Analisis Spektrum Singular" yang dilakukan oleh Hassani (Hassani, 2014). Pasangan vektor eigen

(pasangan *eigen triple* 4-5) memiliki kolerasi tinggi antar keduanya serta tidak berkolerasi dengan yang lain.

Pengidentifikasi *eigen triple* yang menggambarkan komponen tren dan musiman tidak hanya dapat dilihat pada plot hasil rekonstruksi dan *scatterplot* untuk pasangan vektor eigen saja, namun pengidentifikasi juga dapat dengan melihat plot *w-correlation*. Plot tersebut berfungsi untuk mengetahui bagaimana korelasi antar *eigen triple*, jika warna plotnya bertambah tua maka *eigen triple* tersebut memiliki korelasi yang kuat. Plot *w-correlation* dari 9 *eigen triple* disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4.5 Plot *W-correlation*

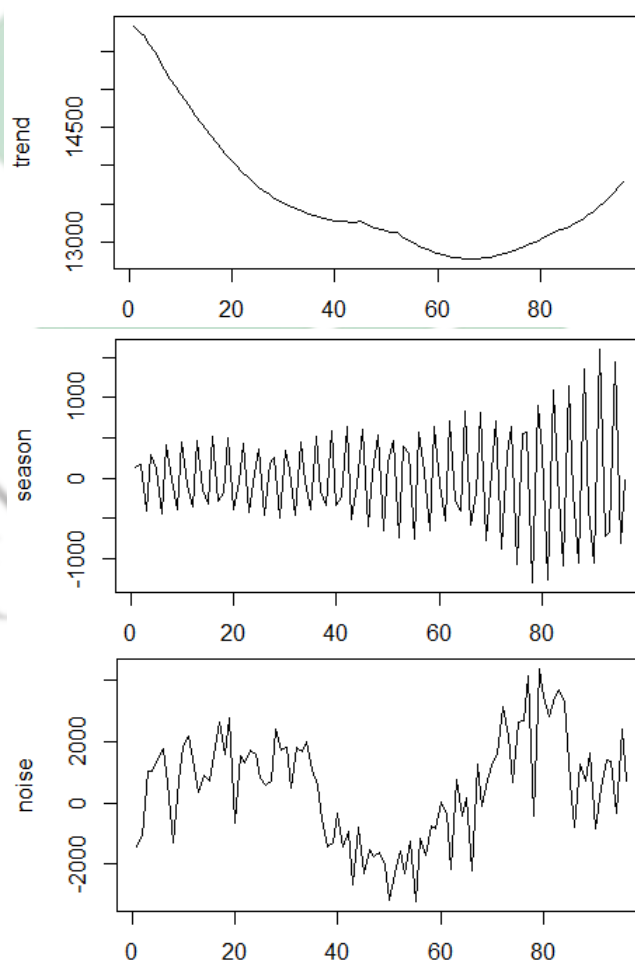
Gambar 4.5 diatas mendeskripsikan bahwa komponen F1 tidak memiliki korelasi dengan komponen lain melainkan hanya berkolerasi dengan dirinya sendiri sehingga dapat dikelompokkan ke dalam komponen tren, komponen F4 dan F5 memiliki korelasi yang kuat karena irisan antar komponen tersebut memiliki warna yang gelap sehingga dapat dikelompokkan ke dalam komponen musiman. Sementara komponen F2, F3, F6, F7, F8, F9 memiliki korelasi

yang lemah karena irisan antar komponen tersebut memiliki warna yang terang sehingga dapat dikelompokkan ke dalam komponen *noise*.

Berdasarkan beberapa plot di atas, maka grup yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Grouping

Grup	Komponen	<i>Eigen</i> triple
1	Tren	1
2	Musiman	4,5
3	<i>Noise</i>	2,3,6,7,8,9,10,11,12,13, ...,45



Gambar 4.6 Plot Komponen Tren, Musiman, *Noise*

Gambar 4.6 merupakan plot yang menggambarkan masing-masing komponen yaitu tren, musiman dan *noise* yang telah didapatkan dari proses *grouping*.

2. *Diagonal Averaging*

Setelah didapatkan grup dan anggota dari masing-masing grup, selanjutnya yaitu menghitung *diagonal averaging*. Pada langkah sebelumnya telah didapatkan matriks X_I yang mewakili karakter masing-masing komponen, matriks yang telah akan diubah menjadi data *time series* baru dengan panjang 96 berdasarkan Persamaan (2.10). Berikut adalah hasil dari perhitungan *diagonal averaging*:

Tabel 4.7 Hasil *Diagonal Averaging*

No	Tren	Musiman	<i>Diagonal Averaging</i>	<i>Residual</i>
1	15838.81	129.37045	15968.18	-1413.178
2	15766.82	166.76979	15933.59	-1066.586
3	15700.10	-408.97109	15291.13	1034.871
4	15602.99	282.07397	15885.06	1052.939
5	15494.98	107.20462	15602.18	1434.816
6	15375.69	-440.20342	14935.49	1792.511
7	15257.04	407.36636	15664.41	689.594
8	15142.85	-26.87719	15115.97	-1301.971
9	15046.61	-397.65919	14648.95	700.048
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
96	13793.25	-31.04214	13762.21	744.789

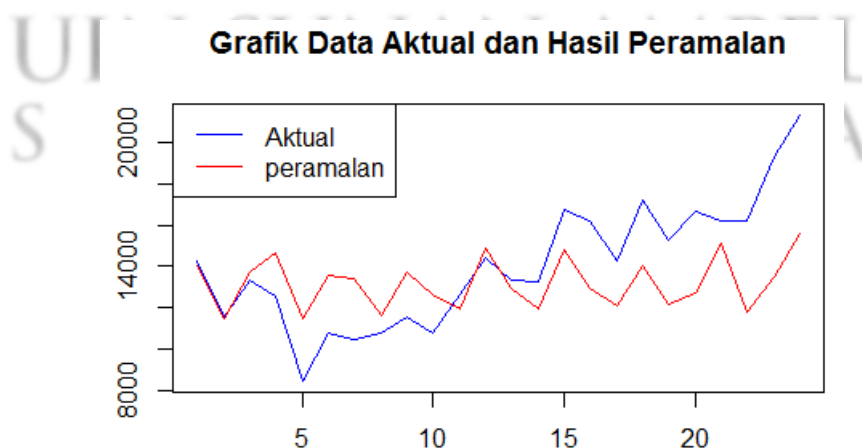
4.2.3. Peramalan dengan *R-Forecasting*

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan *diagonal averaging*, selanjutnya dilakukan peramalan pada data *testing* dengan menggunakan metode peramalan *R-forecasting* dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.8 Nilai Hasil Peramalan

No	Data Aktual	Data Ramalan	No	Data Aktual	Data Ramalan
1	14268	13901	13	13330	12977
2	11548	11644	14	13265	11860
3	13352	13362	15	16787	14385
4	12535	14209	16	16204	13041
5	8439	11978	17	14235	12388
6	10760	13467	18	17218	14425
7	10464	13672	19	15263	12703
8	10742	11928	20	16679	12590
9	11570	13658	21	16234	14323
10	10786	13350	22	16240	12317
11	12664	12258	23	19328	13199
12	14438	14392	24	21359	14666

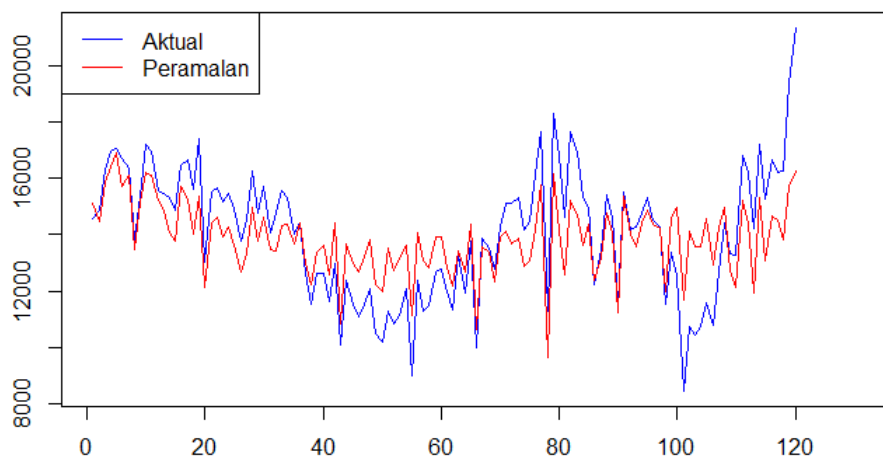
Untuk mengetahui perbandingan antara keduanya dapat dilihat pada plot hasil peramalan berikut:



Gambar 4.7 Plot Hasil Peramalan

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa plot data hasil peramalan memiliki pola perulangan yang hampir sama dengan data aktual, dimana data hasil peramalan mendekati data aktual. Berikut juga akan ditampilkan plot perbandingan antara data aktual dan data hasil peramalan untuk keseluruhan data.

Grafik Data Aktual dan Hasil Peramalan



Gambar 4.8 Plot Hasil Peramalan

Pada Gambar 4.8 terlihat bahwa plot data hasil peramalan memiliki pola perulangan yang hampir sama dengan data aktual, terdapat beberapa data hasil peramalan yang sangat mendekati data aktual namun juga terdapat beberapa data yang memiliki jarak sedikit jauh perbedaannya.

4.3. Perhitungan Nilai Akurasi

Akurasi hasil peramalan pada penelitian ini menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dilakukan perhitungan berdasarkan Persamaan 2.13 dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan MAPE

No	Data Aktual	Data Ramalan	Selisih	Error
1	14268	13901	367	0,0257
2	11548	11644	-96	0,0083
3	13352	13362	-10	0,0007
4	12535	14209	-1674	0,1335
5	8439	11978	-3539	0,4194
6	10760	13467	-2707	0,2516
7	10464	13672	-3208	0,3066
8	10742	11928	-1186	0,1104
9	11570	13658	-2088	0,1805
10	10786	13350	-2564	0,2377
11	12664	12258	406	0,0321
12	14438	14392	46	0,0032
13	13330	12977	353	0,0265
14	13265	11860	1405	0,1059
15	16787	14385	2402	0,1431
16	16204	13041	3163	0,1952
17	14235	12388	1847	0,1298
18	17218	14425	2793	0,1622
19	15263	12703	2560	0,1677
20	16679	12590	4089	0,2452
21	16234	14323	1911	0,1177
22	16240	12317	3923	0,2416
23	19328	13199	6129	0,3171
24	21359	14666	6693	0,3134
Total Error				3,8749
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)				16,1456%

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa hasil peramalan pada bulan Januari 2020 lebih rendah dibandingkan data aktual dengan selisih sebesar 369, sementara pada bulan Februari sampai Oktober 2020 menunjukkan bahwa hasil peramalan lebih tinggi dibandingkan data aktual dengan selisih masing-masing sebesar -96, -10, -1674, -3539, -2707, -3208, -1186, -2088, -2564 dan untuk bulan November sampai Desember 2020 menunjukkan bahwa hasil peramalan lebih rendah dibandingkan data aktual. Kemudian pada bulan Januari sampai Desember 2021 menunjukkan bahwa hasil peramalan lebih rendah dibandingkan data aktual dengan selisih masing-masing sebesar 353, 1405, 2402, 3163, 1847, 2793, 2560, 4089, 1911, 3923, 6129, 6693.

Dari Tabel 4.9 terlihat bahwa nilai MAPE yang diperoleh sebesar 16.1456% sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) dengan nilai $L = 45$ dan *Grouping Effect* (r) = 9 tergolong baik untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas di waktu mendatang. Selanjutnya dilakukan peramalan untuk 12 bulan kedepan dan didapatkan hasil sebagai berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.10 Hasil Peramalan Nilai Ekspor

No	Tahun	Bulan	Nilai Ekspor
1	2022	Januari	15893
2	2022	Februari	16173
3	2022	Maret	16593
4	2022	April	19705
5	2022	Mei	17748
6	2022	Juni	19612
7	2022	Juli	15154
8	2022	Agustus	24756
9	2022	September	21854
10	2022	Oktober	22306
11	2022	November	25131
12	2022	Desember	23771

Terlihat pada Tabel 4.10 diatas bahwa perolehan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas pada tahun 2022 tertinggi yaitu pada bulan November dengan nilai 25131 USD, sedangkan perolehan nilai terendah yaitu pada bulan Juli dengan nilai 15154 USD. Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dikatakan bahwa pada tahun 2022 nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas berpola fluktuatif sebab mengalami kenaikan dan penurunan.

4.4. Integrasi Keislaman

Perdagangan internasional artinya perdagangan yang merepresentasikan adanya hubungan yang saling keterkaitan antara dua atau lebih negara, sebab kita tahu bahwa suatu negara tidak bisa penuhi seluruh kebutuhan hidup penduduknya. Melakukan transaksi jual beli atau ekspor impor baik berupa barang dan jasa dengan beberapa negara di dunia dapat memberikan keuntungan dan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi bagi

masing-masing negara.

Secara tidak langsung di dalam al-Qur'an juga termuat ayat yang menjelaskan terkait jual beli yaitu dalam QS. an-Nisa' ayat 29 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُم بَيْنَكُم بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ
مِنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا

Artinya: “*Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu*”. (QS. an-Nisa' ayat 29).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa agama Islam memperbolehkan terjadinya transaksi perdagangan. Dalam melakukan transaksi perdagangan terdapat larangan menzalimi satu sama lain, dalam hal ini yang dimaksud adalah memakan harta orang lain dengan cara yang haram. Hal tersebut menjadikan perdagangan harus dilakukan dengan saling merelakan antara satu sama lain baik secara lahir ataupun batin, artinya segala macam transaksi perdagangan yang dilakukan harus dengan dasar suka sama suka. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa melakukan kegiatan ekspor atau penjualan hukumnya adalah boleh dengan ketentuan harus suka sama suka dan tidak ada unsur *zalim* didalamnya.

Pembenaran terkait diperbolehkannya kegiatan ekspor atau penjualan juga didukung dengan Hadits yang tercantum dalam kitab Musnad Ahmad pada bab Musnad al-Muqayyin No: 15276. Hadist tersebut riwayat Ahmad (Umma, 2018):

حَدَّثَنَا سُودْبَنُ عَامِرٍ قَالَ حَدَّثَنَا شَرِيكٌ عَنْ وَائِلٍ عَنْ جُمَيْعِ بْنِ عُمَيْرٍ عَنْ خَالِهِ قَالَ
سُئِلَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَنْ أَفْضَلِ الْكَسْبِ فَقَالَ بَيْعٌ مَبْرُورٌ وَعَمَلُ
الرَّجُلِ بِيَدِهِ . (رواه أحمد)

”Telah mengisahkan kepada kami Aswad bin Amir berkata : telah mengisahkan kepada kami Syarik daei Wail dari Jumai bin Umair dari pamannya, Nabi Saw diberi pertanyaan mengenai mata pencaharian yang paling utama. Kemudian beliau bersabda : Sebaik-baik mata pencaharian adalah jual beli yang sah, tidak terdapat unsur penipuan dan usaha seseorang dengan tangannya”. (HR. Ahmad)

Makna dari *mabrur* disini ialah transaksi jual beli yang terbebas dari unsur penipuan yang membuat orang lain merasa dirugikan. Dari Hadits di atas dapat diartikan bahwa Allah Swt menghalalkan transaksi jual beli yang mana dalam proses pelaksanaannya harus didasari rasa suka sama suka (saling meridai) yang tentunya berdasar pada al-Qur’an dan Hadits sesuai yang telah diajarkan dalam agama Islam, sehingga transaksi jual beli dapat memberikan kebermanfaatn. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan ekspor merupakan pekerjaan atau usaha yang paling utama dan paling baik karena kegiatan ekspor merupakan sumbu peradaban dan tatanan kehidupan yang dapat memberikan manfaat bagi masyarakat.

Terdapat kaidah fiqih yang selaras dengan penjelasan tersebut:

كُلُّ مَا صَحَّ نَفْعُهُ صَحَّ بَيْعُهُ إِلَّا بِدَلِيلٍ

“Semua yang boleh dimanfaatkan, boleh diperjual belikan, kecuali jika ada dalil”.

Hukum diperbolehkannya jual beli adalah disebabkan bahwa manusia tidak sanggup penuhi kebutuhan hidupnya tanpa uluran tangan orang lain, perihal tersebut yang kemudian menjadikan sebab bahwa transaksi jual beli itu penting karena seseorang dapat lebih mudah untuk mendapatkan sesuatu yang dibutuhkan. Dalam hal ini, sesuatu yang berada ditangan orang lain yang diinginkan harus ditukar dengan sesuatu yang lainnya atau juga dapat ditukar dengan uang dan sejenisnya yang sudah menjadi kesepakatan antara keduanya yaitu antara penjual dengan pembeli.

Perdagangan internasional atau yang biasa kita kenal dengan istilah kegiatan ekspor dan impor merupakan aktivitas transaksi jual beli berupa barang dan jasa yang dilakukan antar negara sebagai bentuk usaha untuk mencukupi kebutuhan masing-masing negara.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hukum melakukan kegiatan ekspor adalah boleh, sebab dengan melakukan kegiatan ekspor dapat memberikan kebermanfaatan seperti membantu memberikan keuntungan dan meningkatkan pertumbuhan perekonomian negara. Namun perlu digaris bawahi bahwa kegiatan ekspor itu diperbolehkan apabila memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan dalam pelaksanaan perdagangan internasional (ekspor impor). Sehingga tidak menutup kemungkinan akan terjadi perubahan status hukum apabila ketentuan dalam pelaksanaan perdagangan internasional tidak terpenuhi.

Kegiatan ekspor yang dapat memberikan pengaruh terhadap perekonomian negara menjadikan anggapan bahwa pengawasan terhadap pertumbuhan ekspor itu diperlukan. Dalam penelitian ini dilakukan peramalan sebagai salah satu upaya dalam pembuatan perencanaan terkait dengan perkembangan perekonomian dimasa yang akan datang. Hasil peramalan menunjukkan bahwa nilai ekspor pada tahun 2022 berpola fluktuatif sebab dalam pertumbuhannya mengalami kenaikan dan penurunan, hal tersebut dapat menjadi acuan dalam mengantisipasi ketika terjadi penurunan dalam pertumbuhan ekspor sehingga tidak terjadi hal-hal yang dapat merugikan. Jika hal-hal yang merugikan dapat dicegah maka pertumbuhan ekspor akan meningkat sehingga dapat memberikan kebermanfaatan bagi negara sekaligus masyarakat.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah didapatkan hasil penelitian dan dilakukan pembahasan terhadap hasil tersebut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses peramalan terhadap data nilai ekspor Indonesia telah dilakukan dengan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA). Pada tahap dekomposisi yang melakukan proses *embedding* didapatkan nilai L dengan MAPE minimum adalah $L = 45$ dan nilai $K = 52$ sehingga terbentuk matriks lintasan $X_{(45 \times 52)}$ yang digunakan pada proses selanjutnya yaitu SVD. Pada proses SVD dilakukan perhitungan nilai *eigen triple* yang terdiri dari tiga elemen yaitu nilai singular, vektor eigen dan *principal component* yang akan digunakan pada tahap rekonstruksi. Pada tahap rekonstruksi yang melakukan proses *grouping* didapatkan nilai parameter *grouping effect* (r) = 9 dengan hasil *grouping* yaitu komponen tren terdiri dari *eigen triple* (1), komponen musiman terdiri dari *eigen triple* (4,5) dan komponen *noise* terdiri dari *eigen triple* (2,3,6,7,8,9,10,11,12,13, ..., 45) serta telah didapatkan matriks X_I yang mewakili karakteristik setiap komponen yang kemudian akan dilakukan proses *diagonal averaging* untuk mengubah matriks tersebut menjadi data *time series* baru dengan panjang 96.
2. Hasil peramalan nilai ekspor Indonesia pada tahun 2022 diketahui memiliki pertumbuhan yang berfluktuatif sebab mengalami kenaikan dan penurunan. Terlihat bahwa capaian tertinggi perolehan nilai ekspor Indonesia pada tahun 2022 adalah pada bulan November dengan nilai sebesar 25131 USD dan capaian terendah perolehan nilai ekspor Indonesia pada tahun 2022 adalah pada bulan Juli dengan nilai sebesar 15154 USD.

3. Hasil akurasi peramalan nilai ekspor Indonesia dengan menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) menghasilkan nilai MAPE sebesar 16.1456%. sesuai dengan kriteria pada metode MAPE apabila nilai MAPE antara 10-20% maka hasil peramalan tergolong baik. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) ini baik dalam melakukan peramalan nilai ekspor Indonesia pada sektor migas dan non migas di tahun 2022.

5.2. Saran

Pada penelitian mengenai peramalan nilai ekspor indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) ini dilakukan dengan menggunakan metode peramalan *R-Forecasting* sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan metode peramalan *V-Forecasting* untuk hasil peramalan yang lebih baik dengan tingkat keakurasian yg lebih tinggi.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. F. B. H. P. (2015). *Buku Aljabar Matematika Dasar*, volume 3.
- Andhika, G. B., Sumarjaya, I. W., and Srinadi, I. G. A. M. (2020). Peramalan Nilai Tukar Petani Menggunakan Metode Singular Spectrum Analysis. *E-Jurnal Matematika*, 9(3):171.
- Angelaus, A. (2017). Forecasting the Amount of Foreign Tourist Travelers To Indonesia By Entrance Guide Using Singular Spectrum Analysis and Arima Forecasting the Amount of Foreign Tourist Travelers To Indonesia By Entrance Guide Using Singular Spectrum.
- Anton, L., Square, Principle, H., Rorres, C., Edition, T., and Wiley, J. Elementary Linear Algebra.
- Asrof, A. (2017). Peramalan Produksi Cabai Merah di Jawa Barat Menggunakan Metode Singular Spectrum Analysis (SSA). *STATISTIKA: Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, 17(2):77–87.
- Assauri, S. (1984). Teknik dan Metode Peramalan. Penerapannya Dalam Ekonomi dan Dunia Usaha Edisi Satu. *LP Fakultas Ekonomi UI, Jakarta*.
- Broomhead, D. S. and King, G. P. (1986). Extracting qualitative dynamics from experimental data. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 20(2-3):217–236.
- Christienova, S. I. and , Evi Wahyu Pratiwi, G. D. (2018). Perbandingan Model Peramalan Singular Spectrum Analysis (SSA) dan Fourier Series Analysis (FSA) pada Data Suhu Udara di Surabaya. *Bimipa*, 28(1):94–106.
- Eka Chandra, N. and Sarinem (2015). Peramalan Penyebaran Jumlah Kasus Virus Ebola Di Guinea Dengan Metode Arima. *Ujmc*, 2(November):28–35.

- Elsner, J. B. and Tsonis, A. A. (1996). *Singular spectrum analysis: a new tool in time series analysis*. Springer Science & Business Media.
- Firdaus, M. (2006). Analisis deret waktu satu ragam. *IPB. Bogor*.
- Gaspersz, V. (2005). Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi: Balanced Scorecard dengan Six Sigma Untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah.
- Gerber, H. (1990). *Elementary linear algebra*. Brooks/Cole Publishing Company.
- Golyandina, N. and Korobeynikov, A. (2014). Basic Singular Spectrum Analysis and forecasting with R. *Computational Statistics and Data Analysis*, 71:934–954.
- Golyandina, N., Nekrutkin, V., and Zhigljavsky, A. A. (2001). *Analysis of time series structure: SSA and related techniques*. CRC press.
- Hassani, H. (2014). A Brief Introduction to Singular Spectrum Analysis A Brief Introduction to Singular Spectrum Analysis. (December):1–11.
- Indonesia, R. (2001). Undang-Undang No. 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi.
- Jatmiko, Y. A., Rahayu, R. L., and Darmawan, G. (2017). Perbandingan Keakuratan Hasil Peramalan Produksi Bawang Merah Metode Holt-Winters Dengan Singular Spectrum Analysis (Ssa). *Jurnal Matematika "MANTIK"*, 3(1):13.
- Kaimuddin, A. (2022). Proyeksi Produksi Padi Kabupaten Pinrang Dengan Metode Singular Spectrum Analysis. 10(1).
- Kang, N. (2009). Singular Spectrum Analysis. *Master of Science in Statistics Dissertation, University of California, Los Angeles*.
- Khaeri, H., Yulian, E., and Darmawan, G. (2018). Penerapan Metode Singular Spectrum Analysis (Ssa) Pada Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Indonesia Tahun 2017. *Euclid*, 5(1):8.
- Leon, S. J. (1998). *Linear Algebra with Application Fifth Edition*. John Wiley & Sons.

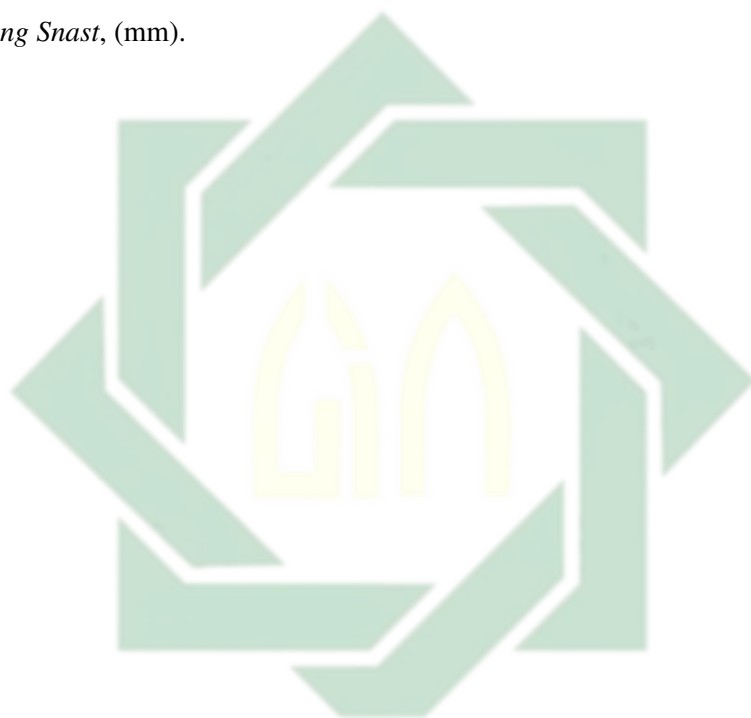
- Lubis, D. A., Johra, M. B., and Darmawan, G. (2017). Peramalan Indeks Harga Konsumen dengan Metode Singular Spectral Analysis (SSA) dan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Matematika "MANTIK"*, 3(2):74–82.
- Makridakis, S., Wakefield, A., Kirkham, R., and Others (2019). Predicting medical risks and appreciating uncertainty. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, (52):28–35.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., and Hyndman, R. J. (1998). Forecasting methods and applications, John Wiley & Sons. Inc, New York.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., and McGee, V. E. (1999). Metode dan aplikasi peramalan. Jakarta: Erlangga.
- Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 13(2):36–45.
- Muslich, H. A. W. and Muslich, H. A. W. (2010). *Fiqh muamalat*. Amzah.
- Pemerintah Indonesia (2006). Undang Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2006 Tentang Kepabeanaan Presiden Republik Indonesia , Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia Presiden Republik Indonesia. pages 1–36.
- Puspitasari, W., Rustiana, S., Suparman, Y., and Purwandari, T. (2019). Perbandingan Hasil Peramalan Curah Hujan Bulanan Kota Bogor Dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) Dan Singular Spectrum Analysis (SSA). *Prosiding Sendika*, 5(2).
- Putri, D. P. T., Damayanti, E. W. A., and Sianturi, I. (2021). Pengaruh COVID-19 Terhadap Kegiatan Ekspor Impor di Indonesia. *Dinamika Bahari*, 2(2):169–174.
- RI No. 43 20 Permenkes 19 (2019). Pengaruh Ekspor Migas dan Non Migas Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Periode 2004-2018 dalam Perspektif Ekonomi Islam. (2):1–13.

- Riqmawatin, S. R. (2020). Analisis data titik api dan curah hujan wilayah pulau Sumatra menggunakan metode Combined Empirical Orthogonal Function (CEOF) berbasis Singular Value
- Ruhiat, D., Andiani, D., and Kamilah, W. N. (2020). Forecasting Data Runtun Waktu Musiman Menggunakan Metode Singular Spectrum Analysis (Ssa). *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(1):47.
- Sakinah, A. M. (2019). Akurasi Peramalan Long Horizon dengan Singular Spectrum Analysis. *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 3(2):93–99.
- Santoso, S. (2009). Business forecasting: metode peramalan bisnis masa kini dengan minitab dan SPSS. *Elek Media Komputindo, Jakarta*.
- Sedyaningrum, M., Suhadak, S., and Nuzula, N. (2016). Pengaruh Jumlah Nilai Ekspor, Impor dan Perumbuhan Ekonomi Terhadap Nilai Tukar dan Daya Beli Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Administrasi Bisnis S1 Universitas Brawijaya*, 34(1):114–121.
- Shabirina, F. (2021). Analisis pengaruh nilai tukar, investasi asing langsung, nilai ekspor terhadap pertumbuhan output sektor industri pengolahan Indonesia tahun 2010-2019. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 9(2).
- Sismi and Darsyah, M. Y. (2018). Perbandingan Prediksi Harga Saham PT.BRI, Tbk dengan METODE ARIMA dan MOVING AVERAGE. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 1(1):351–360.
- Siti, M., Basari, N., and Achmad, A. I. (2019). Metode Singular Spectrum Analysis untuk Meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia Tahun 2019. pages 484–491.
- Sitohang, Y. O. and Darmawan, G. (2018). Perbandingan Akurasi Recurrent Forecasting Dan Vector Forecasting Pada Metode Singular Spectrum Analysis Dalam Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Yang Masuk Melalui Bandara Ngurah Rai Bali Tahun 2017. *Euclid*, 5(1):125.

Sukirno, S. (2006). Ekonomi pembangunan: proses, masalah dan dasar kebijakan.

Umma, R. H. (2018). Konsep Kapitalisme Max Weber Dalam Perspektif Islam. *Jurusan Aqidah Filsafat Islam Fakultas Ushuluddin . . .*

Utami, N. A. G., Sulandari, W., and Handajani, S. S. (2021). Peramalan Curah Hujan Bulanan Di Pos Hujan Jatisrono Dengan Metode Singular Spectrum Analysis (Ssa). *Prosiding Snast*, (mm).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A