

EXPECTED SHORTFALL DENGAN EKSPANSI CORNISH-FISHER UNTUK ANALISIS RISIKO INVESTASI SEBELUM DAN SESUDAH PANDEMI COVID-19 DILENGKAPI GUI R

Reyuli Andespa^{1*}, Di Asih I Maruddani², Tarno³

^{1,2,3} Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

*email: reyuliandespa037@gmail.com

ABSTRACT

In financial analysis, risk measurement is critical. Stocks are a sort of financial asset investment that is in high demand by investors. Expected Shortfall is one of the strategies used to assess stock investing risk (ES). ES is a risk metric that considers losses in excess of the Value at Risk (VaR). Cornish-Fisher Expansion (ECF) is used to calculate ES with data that deviates from normality and takes into account skewness and kurtosis values. This study used data from the closing price of Sri Rejeki Isman Tbk (SRIL) shares before and during the Covid-19 Pandemic (14 January 2019 to 18 May 2021), with non-normally distributed returns. According to the calculations, the risk that investors will bear using the ES ECF value for the next day before the Covid-19 Pandemic is 1.1752 and after the Covid-19 Pandemic is 3.3177% at a 95% confidence level. The risk that investors will bear for the next day before the Covid-19 Pandemic is 5.8928%, and after the Covid-19 Pandemic is 10.3703%, based on a 99% confidence level. The findings of the study reveal that the higher the amount of trust, the higher the risk.

Keywords: *Expected Shortfall, Value at Risk, Cornish-Fisher Expansion, Covid-19 Pandemic.*

1. PENDAHULUAN

Virus Covid-19 yang menyebar ke Indonesia pada awal Maret 2020 membuat IHSG melemah, sehingga harga saham mengalami penurunan namun secara umum masih baik untuk perspektif berinvestasi (Anisyah, 2020). Oleh karena itu, investor perlu memperhatikan *return* dari perusahaan yang akan diinvestasikan dan risiko dari investasi. Meskipun tidak mungkin untuk selalu menghilangkan risiko, langkah utamanya adalah memahami dan menentukan cara mengelola risiko. Ada beberapa strategi untuk mengelola risiko, salah satu alat yang bisa digunakan dalam bidang *financial* yaitu *Value At Risk* (VaR). Menurut Messaoud dan Aloui (2015) *Value at Risk* mengukur risiko kerugian terburuk dari waktu ke waktu pada tingkat kepercayaan tertentu. VaR dipakai untuk mengukur keuntungan dan kerugian yang memiliki Standar Internasional, tetapi VaR memiliki kelemahan yakni hanya mengukur persentil dari distribusi keuntungan atau kerugian tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat VaR, sehingga *Expected Shortfall* (ES) sebagai salah satu metode untuk mengatasi hal tersebut (Urysev, 2000).

Secara umum, *ES* diartikan sebagai ekspektasi ukuran risiko di atas VaR yang bisa digunakan untuk data Normal dan tidak Normal. Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian sebelumnya dengan penggunaan Ekspansi Cornish-Fisher dalam perhitungan ES data yang tidak Normal yaitu saham Sri Rejeki Isman Tbk Sebelum dan Setelah Pandemi Covid-19. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) R, dimana GUI R dapat memudahkan proses komputasi perhitungan sehingga akan lebih efektif dalam *running* atau pengolahan data penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pasar modal yang mencakup pasar umum, area di mana penjual dan pembeli bertemu untuk memperjualbelikan modal dalam bentuk kepemilikan perusahaan atau laporan utang perusahaan. Pasar modal adalah pertemuan antara pihak yang memiliki kelebihan dana dengan pihak yang kekurangan dana dengan cara memperjualbelikan surat berharga,

termasuk saham dan obligasi, yang umumnya berjangka waktu satu tahun atau lebih. (Sudirman, 2015).

Menurut Sudirman (2015) orang yang berinvestasi disebut sebagai investor yang dikategorikan menjadi 2 (dua) yaitu investor perorangan (*individual investors*) dan investor institusional (*institutional investors*). Aset keuangan dapat berupa saham.

Menurut Maruddani (2019), saham didefinisikan sebagai surat berharga sebagai bukti penyertaan atau kepemilikan orang atau perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), hal tersebut juga menyatakan bahwa pemilik sebagian dari perusahaan tersebut dengan demikian dirinya dapat disebut juga sebagai pemegang saham perusahaan. Umumnya harga yang dipakai untuk menentukan harga suatu saham adalah harga penutupan (*closing price*). Sebuah perusahaan dapat menjual hak kepemilikannya dalam bentuk saham (*stock*). Dengan menjual saham di bursa efek, perusahaan harus berbagi kepemilikan perusahaan dengan *stock holder* artinya perusahaan tersebut juga harus berbagi keuntungan yang didapat (Maruddani dan Trimono, 2020).

Return adalah hasil yang diterima dari suatu. Terdapat tiga jenis metode perhitungan *return*, yaitu *simple net return*, *simple gross return*, dan *continuously compounding return* (Maruddani dan Trimono, 2020).

Dari data harga penutupan saham harian SRIL sebelum dan Sesudah Pandemi Covid-19 dapat dihitung *return* realisasi harian menggunakan *continuously compounding return*/log *return* dengan formula:

$$R_t^{CCR} = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (1)$$

dengan:

R_t^{CCR} : *Continuously compounding return* untuk periode waktu ke-t

P_t : Harga aset pada periode waktu ke-t

P_{t-1} : Harga aset pada periode waktu ke-t-1

Statistik Deskriptif adalah gambaran umum yang menggambarkan keadaan data saat ini. Statistik deskriptif terdiri dari *mean*, varians, standar deviasi, maksimum, minimum, dan sebagainya. Selain itu, dapat menggunakan konsep yang disebut *skewness* dan *kurtosis* untuk memberikan informasi tentang bentuk parameter data

Menurut Maruddani (2019), *skewness* adalah ukuran kemencengan dari suatu distribusi data yang mewakili kemencengan dari suatu kurva asimetris.

Ukuran tingkat kemencengan berdasarkan perhitungan momen ketiga bisa dihitung dengan formula sebagai berikut (Cox, 2010):

$$S = \frac{M^3}{s^3} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3} \quad (2)$$

Menurut Maruddani (2019), *kurtosis* merupakan ukuran keruncingan kurva distribusi. Berdasarkan tingkat keruncingannya. Pengukuran *kurtosis* untuk suatu kurva distribusi yaitu sebagai berikut (Cox, 2010):

$$K = \frac{M^4}{s^4} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{s^4} \quad (3)$$

dengan:

S : ukuran tingkat kemencengan (*skewness*)

K : ukuran tingkat keruncingan (*kurtosis*)

n : jumlah data

X_i : data ke- i

s : standar deviasi

Jika nilai *kurtosis* lebih dari 3, maka kelebihan *kurtosis* tersebut dapat dihitung dengan formula:

$$\psi(X) = K(X) - 3 \quad (4)$$

dimana $\psi(X)$ adalah nilai kelebihan *kurtosis*.

Uji Normalitas bertujuan mengetahui apakah *return* saham berdistribusi Normal atau tidak. Pengujian Normalitas yang digunakan adalah *Jarque-Bera* (JB) dengan penggunaan hipotesis:

H_0 : *Return* data berdistribusi Normal

H_1 : *Return* data tidak berdistribusi Normal

Statistik uji sesuai persamaan sebagai berikut (Jarque & Bera, 1980):

$$JB = n \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right) \quad (5)$$

dengan:

n : Jumlah sampel

S : *Skewness* data

K : *Kurtosis* data

Kriteria uji: H_0 ditolak jika $JB \geq \chi^2(2)$.

Value at Risk (VaR) adalah pengukur risiko yang digunakan *investor* untuk menghitung kerugian terbesar yang akan dialami pada kondisi pasar stabil dengan tingkat kepercayaan dan jangka waktu tertentu (Jorion, 2002). VaR dengan tingkat kepercayaan $100(1 - \alpha)\%$ dihitung dengan formula (Artzner et al., 1999):

$$\begin{aligned} VaR_{1-\alpha}(X) &= \sup\{x \in R | F_X(x) \leq \alpha\}, \\ &= \mu_t - \sigma_t F_X^{-1}(\alpha) \end{aligned} \quad (6)$$

dimana:

μ_t : rata-rata *return* pada waktu t .

$F_X^{-1}(\alpha)$: kuantil- α dari distribusi Normal Standar.

σ_t : standar deviasi dari *return* pada waktu t .

Secara spesifik, metode Ekspansi Cornish-Fisher turut memperhitungkan nilai *skewness* dan *kurtosis* pada prediksi VaR. Parameter VaR menunjukkan derajat ketidaksimetrian dari distribusi diantara nilai rata-ratanya.

Aktas dan Sjostrand (2011) menyatakan bahwa, jika *return* saham tidak berdistribusi Normal sempurna (tidak memiliki nilai *skewness* yang tepat sama dengan 0, dan *kurtosis* tepat sama dengan 3). Apabila ternyata data *return* saham tidak tepat berdistribusi Normal yang ditandai dengan kelebihan nilai *kurtosis*, maka perlu diperhatikan pula nilai *skewness* dan kelebihan *kurtosis* yang bertujuan agar diperoleh nilai VaR yang lebih efisien, sehingga dilakukan perhitungan VaR ECF. Dengan menggunakan metode ECF akan didapatkan bentuk kuantil- α yang diperluas sebagai (Maruddani, 2019):

$$ECF = q_\alpha + \frac{((q_\alpha)^2 - 1)S(X)}{6} + \frac{((q_\alpha)^3 - 3q_\alpha)\psi(X)}{24} - \frac{(2(q_\alpha)^3 - 5q_\alpha)S^2(X)}{36} \quad (7)$$

Apabila nilai *kurtosis* kurang dari 3, maka formula ECF adalah sebagai berikut:

$$ECF = q_\alpha + \frac{((q_\alpha)^2 - 1)S(X)}{6} + \frac{((q_\alpha)^3 - 3q_\alpha)K(X)}{24} - \frac{(2(q_\alpha)^3 - 5q_\alpha)S^2(X)}{36} \quad (8)$$

dengan:

- ECF : nilai perluasan Cornish-Fisher
- q_α : nilai kuantil ke- α distribusi Normal Standar
- $S(X)$: nilai *skewness return* saham
- $K(X)$: nilai *kurtosis return* saham
- $\psi(X)$: nilai *kurtosis* berlebih.

Jika nilai investasi awal adalah sebesar V_0 dan *holding period* sepanjang T , maka formula prediksi VaR dengan penyesuaian menggunakan Ekspansi Cornish-Fisher dapat dikalkulasi sebagai:

$$VaR_{1-\alpha}^{ECF}(X) = V_0 \times (\mu_X - ECF\sigma_X) \times \sqrt{T} \quad (9)$$

dengan:

- V_0 : investasi awal
- μ_X : rata-rata *return* saham
- ECF : nilai perluasan Cornish-Fisher
- σ_X : standar deviasi *return* saham
- T : panjang *holding period*

Expected Shortfall merupakan salah satu ukuran risiko yang mempertimbangkan kerugian di atas VaR (Urysev, 2000). *Expected Shortfall* juga dapat menghitung resiko pada data Normal dan Abnormal. Karena keunggulan tersebut, *Expected Shortfall* sering dinyatakan sebagai tingkat resiko di atas VaR. *Expected shortfall* untuk data yang tidak Normal digunakan *Expected Shortfall* dengan Ekspansi Cornish-Fisher. Menurut Yamai dan Yoshida (2002), jika X merupakan variabel acak, VaR_α keuntungan atau kerugian dari investasi yang dilakukan, maka dengan tingkat kepercayaan $100(1 - \alpha)$ *ES* dihitung dengan formula:

$$\begin{aligned} ES_{(1-\alpha)}(X) &= E(X|X \geq VaR_{(1-\alpha)}(X)) \\ &= \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} x f_{X|X \geq VaR_{(1-\alpha)}}(x) dx \\ &= \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} x \frac{f(x)}{P(X \geq VaR_{(1-\alpha)})} dx \\ &= \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} x \frac{f(x)}{\alpha} dx \\ &= \frac{1}{\alpha} \int_{VaR_{(1-\alpha)}}^{\infty} x f(x) dx \\ &= \frac{1}{\alpha} \int_{1-\alpha}^1 VaR_\mu(X) d\mu \end{aligned}$$

Sehingga prediksi *Expected Shortfall* sebagai berikut:

$$ES = \mu + \sigma \frac{\phi(VaR_{(1-\alpha)})}{\alpha} \quad (10)$$

dengan ϕ merupakan fungsi densitas dari standar normal.

ES ECF dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dan *holding period* T hari dapat ditulis dengan formula:

$$ES_{1-\alpha} = \left(\mu + \sigma \frac{\phi(VaR_{1-\alpha})}{\alpha} \right) \cdot \sqrt{T} \quad (12)$$

R adalah bahasa pemrograman statistik yang dikembangkan melalui Ross Ihaka dan Robert Gentleman dari Fakultas Statistik, Universitas Auckland, Selandia Baru dan dapat digunakan untuk evaluasi dan manipulasi data statistik (pemodelan statistik) dan grafik (Gio & Effendi, 2017). Salah satu program R yang dapat membuat menu-menu yang berbasis web adalah R-Shiny. Menurut Tirta (2014), *R-shiny* memiliki aditif yang dapat dibedakan dua, yaitu *User Interface* (UI) dan *server*.

3. METODE PENELITIAN

Jenis data yang yakni data sekunder *closing price* saham harian PT. Sri Rejeki Isman Tbk. diperoleh melalui situs <http://www.finance.yahoo.com>. Variabel yang digunakan adalah data *return* saham yang dihitung dari harga penutupan saham Sri Rejeki Isman Tbk. dengan jumlah data sebanyak 582 data yang terdiri dari 291 data sebelum pandemi Covid-19 yaitu periode 14 Januari 2019 sampai dengan 28 Februari 2020, dan 291 data setelah terjadinya pandemi Covid-19 yaitu periode 2 Maret 2020 sampai dengan 18 Mei 2021.

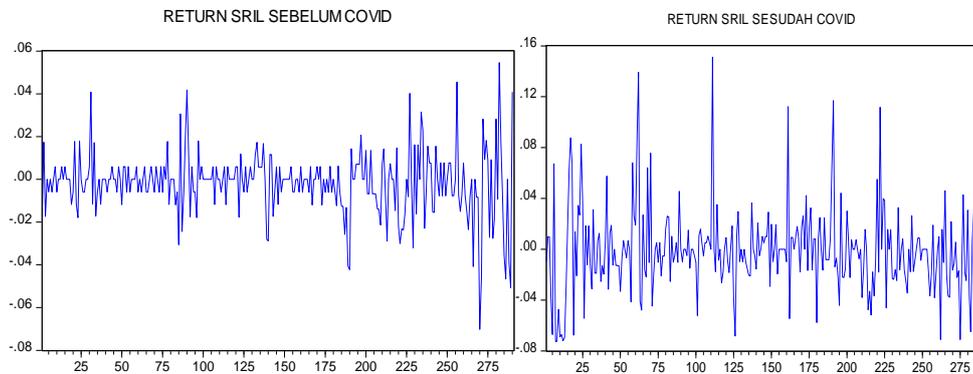
Pada penelitian ini penulis memakai *Grappical User Interface* (GUI) R dari paket *Shiny* sebagai alat pengolah data. Adapun langkah analisis data sebagai berikut:

1. Langkah perhitungan *Expected Shortfall* dengan Ekspansi Cornish-Fisher adalah:
 - 1) Memasukkan data harga penutupan (*closing price*) harian aset tunggal saham SRIL sesuai selang waktu yang digunakan.
 - 2) Menghitung nilai *return* dari harga penutupan aset tunggal SRIL sebelum dan setelah pandemi Covid-19 sesuai selang waktu yang ditentukan.
 - 3) Menghitung *mean*, standar deviasi, *skewness*, dan *kurtosis* data *return* saham baik sebelum maupun setelah pandemi Covid-19.
 - 4) Menentukan tingkat kepercayaan pada perhitungan VaR Cornish-Fisher. Pada penelitian ini dipilih 95% dan 99%
 - 5) Menentukan panjang *holding period*.
 - 6) Menentukan besarnya nilai investasi (langkah ini bersifat opsional). Pada penelitian ini, nilai investasi yang dipilih adalah Rp. 1.000.000,-
 - 7) Menghitung nilai VaR Ekspansi Cornish-Fisher. Sebelum menghitung nilai VaR, didahului dengan menghitung
 - a. Nilai kuantil ke- α distribusi Normal Standar
 - b. Nilai $\psi(X)$ dan nilai ECF
 - 8) Setelah VaR ditentukan, langkah selanjutnya adalah menghitung perkiraan defisit yang diharapkan untuk ekstensi Cornish Fisher pada tingkat kepercayaan $100(1 - \alpha)$.
2. Prosedur pembuatan GUI R
 - 1) *Install* library paket *shiny* dan *shinythemes* pada R studio.
 - 2) Desain tampilan GUI yang akan digunakan untuk input data dengan fungsi pada *user interface* (UI).
 - 3) Desain tampilan GUI *Expected Shortfall* dengan Ekspansi Cornish-Fisher untuk analisis risiko investasi saham SRIL sebelum dan setelah pandemi Covid-19 dengan fungsi pada UI.
 - 4) Menyusun perintah pengolahan data dalam GUI R dengan fungsi pada *Server*.
 - 5) GUI siap digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dipakai pada penelitian ini merupakan data sekunder harga penutupan saham harian PT. Sri Rejeki Isman Tbk. (SRIL) periode 14 Januari 2019 sampai dengan 18 Mei 2021 pada hari aktif (Senin sampai Jumat).

Data ini dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu data sebelum pandemi Covid-19 yaitu periode 14 Januari 2019 sampai dengan 28 Februari 2020, dan data sesudah terjadinya pandemi Covid-19 yaitu periode 2 Maret 2020 sampai dengan 18 Mei 2021.



Gambar 1 *Return SRIL* Sebelum dan Setelah Pandemi Covid-19

Berdasarkan Gambar 1 yaitu plot *return closing price* saham SRIL sebelum dan setelah pandemi Covid-19 terlihat bahwa plot *return* sesudah pandemi Covid-19 lebih fluktuatif dibanding plot *return* sebelum pandemi Covid-19 yang artinya volatilitas data *return* saham SRIL sesudah pandemi Covid-19 lebih tinggi sehingga kemungkinan risiko sesudah pandemi Covid-19 lebih besar dibanding sebelum Covid-19. Hasil analisis deskriptif sebagai berikut:

Tabel 1 Analisis Deskriptif

Saham	SRIL	
	Sebelum Pandemi Covid-19	Sesudah Pandemi Covid-19
Jumlah Sampel	290	290
Mean	-0,001910	-0,001187
Standar Deviasi	0,01489037	0,03312587
Skewness	-0,2977485	1,016158
Kurtosis	6,288693	6,412498

Uji normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai *Jarque-Bera* dengan *chi square* $\chi^2(\alpha = 0,05, df = 2)$ yaitu 5,9915. Dengan menggunakan (2), diperoleh hasil:

Tabel 2 Hasil Normalitas *Return*

Statistik	<i>Return SRIL</i>	
	Sebelum Pandemi Covid-19	Sesudah Pandemi Covid-19
Jarque-Bera	134,9722	190,6201
Probability	<2,2e-16	<2,2e-16
Normalitas	Tidak Normal	Tidak Normal

Berdasarkan Tabel 2 di atas, nilai *Jarque-Bera* pada *return SRIL* baik sebelum Pandemi Covid-19 maupun setelah Pandemi Covid-19 lebih besar dari *chi square* $\chi^2(\alpha = 0,05, df = 2) = 5,9915 < \alpha = 0,05$ atau nilai probability ($<2,2e-16 < \alpha = 0,05$) sehingga disimpulkan *return* saham tidak berdistribusi normal.

Tingkat kepercayaan yang digunakan untuk menghitung VaR dan ES SRIL sebelum Pandemi Covid-19 dan setelah Pandemi Covid-19 adalah 95% dan 99% Hasil perhitungan dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Hasil Perhitungan VaR ECF dan ES ECF dengan $\alpha = 5\%$

Saham	SRIL	
	Sebelum Pandemi Covid-19	Sesudah Pandemi Covid-19
<i>Mean</i>	-0,001910	-0,001187
Standar Deviasi	0,01489037	0,03312587
<i>Skewness</i>	-0,2977485	1,016158
<i>Kurtosis</i>	6,288693	6,412498
$ECF_{0,05}(X)$	-0,01013625	-0,027585
$VaR_{0,05;1}(X)$	-0,01013625	-0,027585
$ES_{0,05;1}^{ECF}(X)$	-0,01176215	-0,03317732

Dari Tabel 3 di atas diperoleh ECF sebelum Pandemi Covid-19 lebih kecil dibandingkan setelah Pandemi Covid-19. Nilai VaR saham SRIL sebelum pandemi Covid-19 sebesar -0,01013625 dan setelah Pandemi Covid-19 -0,027585, sedangkan nilai ECF ES sebelum pandemi Covid-19 0,01176215 atau 1,1762% dan sesudah Pandemi Covid-19 diperoleh nilai ES ECF sebesar -0,03317732 atau 3,3177%. Pada tingkat kepercayaan 95% untuk investasi saham Sri Rejeki Usman Tbk (SRIL) senilai Rp. 1.000.000,- sebelum pandemi Covid-19, maksimum kerugian yang akan diperoleh investor satu hari berikutnya adalah Rp. 10.136,25 dan jika situasinya lebih buruk, maksimum kerugian yang diperoleh adalah Rp. 11.762,15. Sedangkan untuk investasi saham Sri Rejeki Usman Tbk (SRIL) senilai Rp. 1.000.000,- sesudah pandemi Covid-19, maksimum kerugian Rp. 27.585 dan jika situasi lebih buruk, maksimum kerugian yang diperoleh Rp. 33.177,32.

Hasil Perhitungan VaR ECF dan ES ECF SRIL dengan tingkat kepercayaan 99% dilihat Tabel 4:

Tabel 4 Hasil Perhitungan VaR ECF dan ES ECF dengan $\alpha = 1\%$

Saham	SRIL	
	Sebelum Pandemi Covid-19	Sesudah Pandemi Covid-19
<i>Mean</i>	-0,001910	-0,001187
Standar Deviasi	0,01489037	0,03312587
<i>Skewness</i>	-0,2977485	1,016158
<i>Kurtosis</i>	6,288693	6,412498
$ECF_{0,01}(X)$	-0,01474562	-0,03777676
$VaR_{0,01;1}(X)$	-0,01474562	-0,03777676
$ES_{0,01;1}^{ECF}(X)$	-0,05892807	-0,1037039

Dari Tabel 4, Nilai VaR saham SRIL sebelum Pandemi Covid-19 adalah -0,01474562 dan sesudah Pandemi Covid-19 sebesar -0,03777676 sedangkan nilai ES ECF sebelum Pandemi Covid-19 diperoleh -0,05892807 atau 5,8928% dan sesudah Pandemi Covid-19 diperoleh nilai ES ECF sebesar -0,1037039 atau 10,3703%.

Pada tingkat kepercayaan 99% untuk investasi saham Sri Rejeki Usman Tbk (SRIL) senilai Rp. 1.000.000,- sebelum pandemi Covid-19, maksimum kerugian yang akan diperoleh investor satu hari berikutnya adalah Rp. 14.745,62 dan jika situasi lebih buruk,

maksimum kerugian yang diperoleh Rp. 58.928,07. Sedangkan untuk investasi saham Sri Rejeki Usman Tbk (SRIL) senilai Rp. 1.000.000,- sesudah Pandemi Covid-19, maksimum kerugian yang akan diperoleh investor satu hari berikutnya adalah Rp. 37.776,76 dan jika situasi lebih buruk, maksimum kerugian yang diperoleh Rp. 103.703,9.

Tampilan dalam aplikasi GUI diatur pada fungsi *shinyApp* yakni objek UI (*User Interface*). Tiap *input* yang dilakukan menggunakan bantuan perintah-perintah pada UI harus diberi identitas. Proses pengolahan yang dijalankan oleh GUI akan didefinisikan dalam fungsi *shinyApp* yaitu pada *server*. Berikut tampilan sintaks penyusun *User Interface* (UI) dan *server*

Berikut jendela awal tampilan GUI R *Expected Shortfall* dengan Ekspansi Cornish-Fisher:



Gambar 3 Jendela Awal Tampilan GUI R

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penerapan *Expected Shortfall* dengan Ekspansi Cornish-Fisher pada data *return closing price* SRIL sebelum dan setelah Pandemi Covid-19 diperoleh nilai ES lebih dari VaR menginformasikan kepada investor tentang kerugian yang melebihi tingkat VaR. Dalam penelitian ini, penulis melakukan perhitungan VaR dan ES dengan Ekspansi Cornish-Fisher untuk data tidak Normal dengan menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) R untuk membantu mempermudah pengolahan data. Berdasarkan hasil perhitungan pada tingkat kepercayaan 95% nilai ES ECF sebelum pandemi Covid-19 diperoleh sebesar 0,01176215 atau 1,1762% dan sesudah Pandemi Covid-19 diperoleh nilai ES ECF sebesar -0,03317732 atau 3,3177%. Pada tingkat kepercayaan 99% ES ECF sebelum pandemi Covid-19 diperoleh sebesar -0,05892807 atau 5,8928% dan sesudah Pandemi Covid-19 diperoleh nilai ES ECF sebesar -0,1037039 atau 10,3703%. Berdasarkan hasil, semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan maka semakin besar pula risiko yang akan diperoleh investor. Selain itu, Pandemi Covid-19 berpengaruh terhadap saham Sri Rejeki Isman Tbk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktas, O., & Sjostrand, M. 2011. Cornish-Fisher Expansion and Value at Risk Method in Application to Risk Management of Large Portfolios. Thesis, Scholl of Information Science, Computer and Electrical Engineering. Halmstad University.
- Anisyah, N. 2021. Pengaruh Covid-19 Terhadap Pasar Modal di Indonesia. *Jurnal Perbankan dan Keuangan Unsil*, Vol. 2, No. 2.
- Artzner, P., Eber, F. Delbaen, Eber, J. M. dan Heath, D. 1999. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance* 9 : 203-228.
- Cox, N. J. 2010. The Limits of Sample Skewness and Kurtosis. *The Stata Journal*, Vol. 10, No. 3: 482-495.
- Gio, P., U., & Effendie, A., R. 2017. *Belajar Bahasa Pemrograman R (Dilengkapi Cara Membuat Aplikasi Olah Data Sederhana dengan R Shiny)*. Medan: USU Press.
- Internet: Bursa Efek Indonesia pada alamat <http://www.idx.co.id>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2021.
- Internet: Yahoo! Finance pada alamat <http://finance.yahoo.com>. Diakses pada tanggal 21 Juli 2021.
- Internet: Sri Rejeki Isman Tbk pada alamat <https://www.sritex.co.id> diakses pada tanggal 21 Juli 2021.
- Jarque, Carlos M. & Bera, Anil K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters* 6 : 255–259.
- Jorion, P. 2002. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Second Edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Maruddani, D. A. I. 2019. *Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham*. Ponorogo: WADE Group.
- Maruddani, D. A. I., dan Trimono. 2020. *Microsoft Excel Untuk Pengukuran Value at Risk Aplikasi pada Risiko Investasi Saham*. Semarang: UNDIP Press.
- Messaoud, S.B., Aloui, C. 2015. Measuring Risk of Portofolio: GARCH-Copula Model. *Journal of Economic Integration*. Vol 30(1) : 172-205.
- Sudirman, J. 2015. *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Gorontalo: Sultan Amai Press
- Tanasya, L. 2020. *Expected Shortfall* dengan Pendekatan GJosten-Jagannathan-Runkle GARCH dan Generalized Pareto Distribution. *Jurnal Gaussian*, Vol.9, No. 4:505-514.

- Tirta, I., M. 2014. Pengembangan E-Modul Statistika Terintegrasi dan Dinamik dengan R-Shiny dan mathJax. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Jember*, 223–232.
- Urysev, S., 2000. Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Application. *Financial Engineering News*. University of Florida.
- Yamai, Y. dan Yoshiba, T. 2005. Value at Risk Versus Expected Shortfall: A Practical Perspective. *Journal of Banking & Finance*, Vol. 29: 997-1015.