

PENERAPAN *VALUE-AT-RISK* DAN *CONDITIONAL-VALUE-AT-RISK* DALAM PENGUKURAN RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO

SKRIPSI



Mustafian

H081201044

PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

MARET 2024



PENERAPAN *VALUE-AT-RISK* DAN *CONDITIONAL-VALUE-AT-RISK* DALAM PENGUKURAN RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Aktuaria pada Program Studi Ilmu Aktuaria Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Mustafian

H081201044

**PROGRAM STUDI ILMU AKTUARIA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

MARET 2024



Optimization Software:
www.balesio.com

HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mustafian
Nim : H081201044
Program Studi : Ilmu Aktuaria
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo

adalah benar karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 04 Maret 2024



Mustafian
H081201044



**PENERAPAN *VALUE-AT-RISK* DAN *CONDITIONAL-VALUE-AT-RISK*
DALAM PENGUKURAN RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL
MENGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO**

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Mauliddin, S.Si., M.Si
NIP. 198308052015031005

Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si
NIP. 199301152021074001

Pada 04 Maret 2024



HALAMAN PENGESAHAN

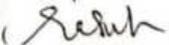
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Mustafian
NIM : H081201044
Program Studi : Ilmu Aktuaria
Judul Skripsi : Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Aktuaria pada Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

Tanda Tangan

Ketua	: Mauliddin, S.Si., M.Si	()
Sekretaris	: Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si.	()
Anggota	: Illuminata Wynnica, S.Si., M.Si.	()
Anggota	: Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.	()

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 04 Maret 2024



HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN *VALUE-AT-RISK* DAN *CONDITIONAL-VALUE-AT-RISK*
DALAM PENGUKURAN RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL
MENGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI MONTE CARLO

Disusun dan diajukan oleh

Mustafian
H081201044

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Aktuaria Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Pada tanggal, 04 Maret 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Mauliddin, S.Si., M.Si
NIP. 198308052015031005

Pembimbing Pertama

Ainun Mawaddah Abdal, S.Si., M.Si
NIP. 199301152021074001

Kepala Program Studi

Prof. Dr. Hasmawati, M.Si
NIP.196412311990032007



v

Dipindai dengan CamScanner



Optimization Software:
www.balesio.com

v

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo**”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Aktuaria di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa, skripsi ini tidak akan tersusun tanpa dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar besarnya, antara lain kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
3. Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Hasanuddin
4. Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.**, selaku Ketua Program Studi Ilmu Aktuaria Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Mauliddin, S.Si., M.Si.** dan Ibu **Ainun Mawaddah Abdal, S.Si.,M.Si.**, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Ibu **Illuminata Wynnie, S.Si., M.Si.** dan ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si.**, selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu **Dosen Program Studi Ilmu Aktuaria** yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.

dua orang tua penulis (Bapak **Muslimin** dan Ibu **Bungatang**), kakak-kakak penulis (**Musliana S.Pd.** dan **Mustafa**), adik-adik penulis (**Nur**



Syafika, Muh. Raqib dan Askya Zahira) serta segenap keluarga yang telah memberikan dukungan yang tak tergantikan selama perjalanan pendidikan penulis. Terimakasih atas motivasi, doa, serta materi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Seluruh teman-teman program studi **Ilmu Aktuaria Angkatan 2020** Universitas Hasanuddin, terima kasih atas kebersamaan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga pada penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk berkenan membalas segala kebaikan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu. Semoga setiap kebaikan yang telah diberikan dapat menjadi amal jariah yang terus berlipat ganda, memberikan manfaat bagi banyak orang, dan menjadi sumber keberkahan bagi semua pihak yang terlibat. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga Tuhan selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua.

Makassar, 04 Maret 2024



Mustafian



**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mustafian
Nim : H081201044
Program Studi : Ilmu Aktuaria
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar Pada
Tanggal 04 Maret 2024

Yang Menyatakan



Mustafian



ABSTRAK

Saham merupakan salah satu jenis investasi yang banyak diminati karena memiliki potensi memberikan keuntungan yang tinggi dibandingkan dengan instrumen keuangan lainnya. Namun, seiring dengan potensi keuntungan yang tinggi, saham juga memiliki tingkat risiko yang sejalan dengan keuntungannya. Untuk meminimumkan risiko tersebut, pembentukan portofolio optimal menjadi salah satu strategi yang dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai risiko dari portofolio optimal dengan menerapkan metode *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Pembentukan portofolio optimal dilakukan menggunakan *single index model* dengan membandingkan *Excess Return to Beta* (ERB) dengan *cut-off point* (C^*) dalam pengambilan keputusannya. Berdasarkan hasil analisis pembentukan portofolio optimal menggunakan *single index model* dari 29 sampel saham yang konsisten masuk indeks LQ45 periode 01 oktober 2021 hingga 01 oktober 2023 yaitu diperoleh 2 saham terpilih yakni PT. Medco Energi Internasional Tbk. (MEDC) dan PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. (BMRI) dengan besaran proporsi dana masing-masing adalah sebesar 76,20% untuk MEDC dan 23,80% untuk BMRI. Selain itu, hasil yang didapat dari pengukuran risiko dari portofolio optimal tersebut menunjukkan bahwa nilai *Value at Risk* (VaR) sebesar -0,04185332 (-4,185332%) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) sebesar -0,05413795 (-5,413795%).

Kata Kunci : Portofolio Optimal, *Value at Risk*, *Conditional Value at Risk*, *Single Index Model*

Judul : Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo

: Mustafian

: H081201044

Studi : Ilmu Aktuaria



ABSTRACT

Stocks are one type of investment that is in high demand because they have the potential to provide high returns compared to other financial instruments. However, along with the potential for high profits, stocks also have a level of risk that is in line with profits. The formation of an optimal portfolio is one of the strategies that can be used to minimize risk. This study aims to measure the value of optimal portfolio risk by applying the Value-at-Risk (VaR) and Conditional-Value-at-Risk (CVaR) methods with a Monte Carlo simulation approach. Optimal portfolio formation is performed using a single index model by comparing the Excess Return to Beta (ERB) with a cut-off Point (C^) in decision-making. Based on the results of the analysis of optimal portfolio formation using a single index model from 29 stock samples that are consistently included in the LQ45 index for the period October 01, 2021, to October 01, 2023, two stocks were selected: PT Medco Energi International Tbk (MEDC) and PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI), with a fund proportion of 76.20% for MEDC and 23.80% for BMRI. In addition, the results obtained from the optimal portfolio risk measurement show that the Value-at-Risk (VaR) is -0.04185332 (-4.185332%) and the Conditional-Value-at-Risk (CVaR) is -0.05413795 (5.413795%).*

Keywords : *Optimal Portfolio, Value-at-Risk, Conditional-Value-at-Risk, Single Index Model*

Title : Application of Value-at-Risk and Conditional-Value-at-Risk in Measuring Optimal Portfolio Risk Using a Monte Carlo Simulation Approach

Name : Mustafian

Student ID : H081201044

Study Program : Actuarial Science



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Investasi.....	6
2.2 Saham	6
2.2.1 Indeks Harga Saham	7
2.2.2 <i>Return</i>	8
2.2.3 Risiko	9
2.3 Portofolio.....	10
2.3.1 <i>Return</i> Portofolio.....	11
2.3.2 Risiko Portofolio	12
2.3.3 <i>Single Index Model</i>	13



2.5	Indeks Sharpe	16
2.6	Uji Normalitas	16
2.7	Pengukuran Risiko.....	17
2.7.1	<i>Value at Risk</i>	17
2.7.2	<i>Conditional Value at Risk</i>	19
2.7.3	<i>Backtesting</i> atau Validasi Model.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	22
3.2	Waktu dan Tempat	22
3.3	Objek Penelitian	22
3.4	Jenis dan Sumber Data	22
3.5	Metode Pengumpulan Data	23
3.6	Teknik Analisis Data	23
3.7	Alur Kerja.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Deskripsi Data	27
4.1.1	Sampel Penelitian.....	27
4.1.2	Suku Bunga Bank Indonesia (BI 7-Day Reverse Repo Rate)	28
4.2	Pembentukan Portofolio Optimal dengan <i>Single Index Model</i>	29
4.2.1	Menghitung <i>Expected Return</i> dan Standar Deviasi Saham.....	29
4.2.2	Menghitung <i>Expected Return</i> dan Standar Deviasi Pasar.....	30
4.2.3	Menghitung Beta, Alpha dan Varians dari Kesalahan Residu Masing-Masing Saham.....	31
4.2.4	Menghitung <i>Return Aset Bebas Risiko /Risk Free Rate</i>	32
4.2.5	Menghitung <i>Excess Return to Beta (ERB)</i> dan <i>Cut-Off Point (C*)</i> .	33
4.2.6	Menghitung Proporsi Dana untuk Setiap Saham yang Terpilih dalam Pembentukan Portofolio Optimal.....	36
4.3	Mengukur Kinerja Portofolio dengan menggunakan Metode Indeks Sharpe.....	36
	Uji Normalitas	37
	Analisis <i>Value at Risk (VaR)</i> dan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> menggunakan Simulasi Monte Carlo.....	38



4.6	<i>Backtesting</i>	40
BAB V PENUTUP		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		47



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Saham LQ45 Periode Oktober 2021-Oktober 2023	27
Tabel 4. 2 BI 7-Day Reverse Repo Rate.....	28
Tabel 4. 3 <i>Expected Return</i> dan Standar Deviasi Masing-Masing Saham.....	29
Tabel 4. 4 Beta, Alpha dan Varians dari Kesalahan Residu	31
Tabel 4. 5 Nilai <i>Excess Return to Beta</i> (ERB) Saham	33
Tabel 4. 6 Nilai C_i dan C^*	35
Tabel 4. 7 Proposi Dana Masing-Masing Saham Terpilih	36
Tabel 4. 8 <i>Expected Return</i> dan Standar Deviasi Portofolio	37
Tabel 4. 9 Data Simulasi <i>Return</i> Portofolio	38
Tabel 4. 10 <i>Expected Return</i> dan Standar Deviasi Data Simulasi.....	39
Tabel 4. 11 Iterasi Nilai VaR Portofolio	39
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Estimasi VaR dengan <i>Return</i> Sebenarnya.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Kerja.....	26
Gambar 3. 2 Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera	38



DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
$R_{i(t)}$: <i>return</i> saham i pada periode t
P_t	: harga saham periode t
$E[R_i]$: <i>expected return</i> saham i
n	: total periode waktu atau pengamatan
$R_{m(t)}$: <i>return</i> pasar periode t
$LQ45_t$: nilai indeks pasar LQ45 pada periode t
σ_i	: standar deviasi saham i
σ_i^2	: varians saham i
σ_m	: standar deviasi pasar
σ_m^2	: varians pasar
R_p	: <i>return</i> portofolio
$E[R_p]$: <i>expected return</i> portofolio
σ_p^2	: varians portofolio
σ_p	: standar deviasi portofolio
W_i	: proporsi dana yang diinvestasikan pada saham i
α_i	: bagian <i>return</i> saham i yang tidak dipengaruhi kinerja pasar
β_i	: ukuran sensitivitas saham i terhadap pergerakan indeks pasar
e_i	: kesalahan residual
ERB_i	: <i>excess return to beta</i> dari sekuritas i
R_f	: <i>risk free rate</i>
C_i	: <i>cut-off rate</i> saham i
σ_{ei}^2	: varians dari kesalahan residu saham i
C^*	: <i>cut-off point</i> (nilai C_i terbesar)
\hat{S}_p	: indeks sharpe
R^*	: nilai kuantil ke- α dari distribusi <i>return</i>
$f(r)$: <i>probability density function</i> distribusi R
	: dana awal investasi
	: <i>failure</i> (jumlah pelanggaran)



T : jumlah data observasi
 α : taraf signifikansi
 K : kurtosis
 S : *skewness*



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Actual <i>Return</i> Saham LQ45 Periode Oktober 2021 – Oktober 2023	47
Lampiran 2. Simulasi <i>Return</i> Portofolio	69
Lampiran 3. Iterasi VaR	69
Lampiran 4. Perbandingan Hasil Estimasi VaR dengan <i>Return</i> Sebenarnya	70
Lampiran 5. Tabel Distribusi <i>Chi-Square</i>	76



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan aktivitas umum yang banyak dilakukan oleh masyarakat di seluruh dunia. Investasi dapat dijelaskan sebagai tindakan yang didasarkan pada keyakinan, dimana seseorang menanamkan sejumlah dana pada suatu aset pada saat ini, dengan harapan mendapatkan keuntungan pada masa yang akan datang dengan tingkat risiko tertentu. Investasi tidak dapat terlepas dari risiko. Risiko dan keuntungan merupakan dua hal yang saling terikat dalam investasi, dimana semakin tinggi tingkat keuntungan yang diperoleh, semakin besar pula risiko yang akan ditemui (Chania dkk., 2021). Salah satu bentuk investasi yang saat ini paling banyak diminati yaitu investasi saham. Saham merupakan pilihan investasi terbaik yang berbentuk kepemilikan dalam suatu perusahaan.

Dalam berinvestasi saham, fluktuasi atau naik turun harga merupakan suatu kendala yang menjadi tantangan tersendiri bagi seorang investor. Bursa Efek menyediakan berbagai pilihan saham yang beragam. Sebagai seorang investor yang bijak, penting untuk memahami dengan baik cara memilih saham yang dapat memberikan imbal hasil atau keuntungan di masa depan. Salah satu cara untuk meminimumkan risiko serta mengoptimalkan tingkat *return* yang diharapkan adalah dengan membentuk portofolio saham. Pembentukan portofolio saham dilakukan dengan strategi diversifikasi yang baik melalui kombinasi sejumlah aset agar dapat meminimalkan risiko (Bakar & Rosbi, 2018). Portofolio yang mencakup saham-saham dalam indeks LQ45 menjadi salah satu cara untuk mencapai diversifikasi yang baik. Indeks LQ45 sendiri mencakup saham-saham yang mewakili berbagai sektor dan kapitalisasi pasar besar, yang merupakan karakteristik penting dari portofolio yang terdiversifikasi.

Portofolio dapat dianggap efisien jika pada tingkat risiko yang sama, mampu memberikan tingkat keuntungan yang lebih tinggi atau pada tingkat keuntungan yang sama, risikonya lebih rendah. Di sisi lain, portofolio optimal adalah portofolio yang dipilih oleh investor dan memberikan manfaat maksimal bagi mereka (Markowitz, 2003). Salah satu metode untuk membentuk portofolio optimal adalah



menggunakan *single index model* (model indeks tunggal). Metode pembentukan portofolio ini dikembangkan oleh William Sharpe pada tahun 1963 dengan menyederhanakan perhitungan pada model Markowitz (Zubir, 2011). Dasar penyederhanaannya adalah *return* saham dipengaruhi oleh satu faktor umum, yaitu *return* indeks pasar saham. Dengan kata lain, pergerakan harga saham cenderung mengikuti pergerakan indeks pasar secara keseluruhan. Dalam analisis sekuritas menggunakan *single index model*, pertimbangan dilakukan dengan membandingkan *excess return to beta* dengan *cut-off point*. Saham-saham yang memiliki *excess return to beta* lebih besar atau sama dengan *cut-off point* dianggap sebagai kandidat potensial untuk dimasukkan dalam portofolio, sedangkan saham-saham yang memiliki *cut-off point* lebih besar daripada *excess return to beta* tidak akan dimasukkan dalam portofolio. Rachmatullah dkk. (2021) juga mengatakan bahwa metode *single index model* dapat membentuk portofolio yang lebih optimal dibandingkan dengan metode Markowitz ditinjau dari indeks sharpe masing-masing portofolio.

Pembentukan portofolio yang optimal menjadi kurang lengkap jika tidak memperhitungkan potensi kerugian atau nilai risiko yang mungkin terjadi karena fluktuasi harga. Risiko adalah suatu faktor yang memang tidak dapat dihindari sepenuhnya, namun dapat dikelola dan diestimasi. Pengukuran nilai risiko dalam saham dapat diukur menggunakan *Value at Risk* (VaR) yang merupakan salah satu metode standar yang sering digunakan dalam mengukur risiko investasi. VaR dapat didefinisikan sebagai perkiraan jumlah kerugian maksimum yang mungkin terjadi selama periode waktu tertentu dalam situasi pasar yang normal, dengan tingkat kepercayaan tertentu. Terdapat tiga metode umum dalam menghitung VaR, yaitu metode simulasi historis, metode *Variance Covariance*, dan metode simulasi Monte Carlo (Devi dkk., 2022).

Metode simulasi Monte Carlo dianggap sebagai salah satu pendekatan terkuat dalam mengestimasi VaR. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya dalam mengukur beragam jenis risiko dan eksposur, termasuk risiko harga, risiko harga *non-linear*, serta risiko harga yang lebih kompleks (Lahi dkk., 2023). Pengukuran VaR menggunakan simulasi Monte Carlo telah banyak digunakan dan dianggap sebagai metode efektif dalam menentukan risiko.



Dimas dkk. (2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa simulasi Monte Carlo memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan simulasi historis dikarenakan simulasi monte carlo melakukan iterasi yang berulang ulang dengan mengikutsertakan pembangkitan secara acak.

Selain memiliki kelebihan dalam pengukuran risiko saham, VaR juga memiliki kelemahan, yaitu hanya mengukur persentil dari distribusi keuntungan atau kerugian tanpa memperhatikan setiap nilai yang melebihi tingkat VaR. Meskipun demikian, kekurangan VaR dapat diatasi dengan menggunakan metode *Conditional Value at Risk (CVaR)* atau *Expected Shortfall (ES)*. Menurut Prihatiningsih dkk. (2020), CVaR menggambarkan seberapa besar kerugian yang dapat timbul jika kerugian melebihi nilai VaR. Namun, tetap ada potensi bahwa kerugian yang sebenarnya dapat melebihi nilai VaR yang telah dihitung sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan penelitian tentang pengukuran *Value at Risk (VaR)* dan *Conditional Value at Risk (CVaR)* dengan judul **“Penerapan *Value-at-Risk* dan *Conditional-Value-at-Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana hasil penentuan portofolio optimal pada saham indeks LQ45 dengan *single index model* ?
2. Bagaimana hasil perhitungan *Value at Risk (VaR)* dan *Conditional Value at Risk (CVaR)* dari portofolio optimal dengan menggunakan simulasi Monte Carlo ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah di atas, penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

Periode waktu estimasi VaR dan CVaR adalah 1 hari setelah akhir periode observasi.



1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan

1. Untuk mengetahui hasil penentuan portofolio optimal pada indeks LQ45 dengan *single index model*.
2. Untuk mengetahui hasil perhitungan *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dari portofolio optimal dengan menggunakan simulasi Monte Carlo.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak sebagai berikut:

1. Bagi investor, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam memilih saham-saham yang efektif untuk membentuk portofolio optimal dengan memperhitungkan nilai risikonya. Hal ini akan membantu investor membuat keputusan investasi yang lebih baik.
2. Bagi perusahaan yang tergabung dalam indeks LQ45, penelitian ini bermanfaat untuk mengevaluasi kinerja saham perusahaan tersebut dan memahami risiko yang terkait.
3. Bagi penulis, penelitian ini akan memberikan pengetahuan yang lebih mendalam tentang cara membentuk portofolio optimal dan perhitungan *Value at Risk* (VaR) serta *Conditional Value at Risk* (CVaR) menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Penulis akan mendapatkan pengalaman berharga dalam menerapkan metodologi ini dalam konteks pasar saham.
4. Bagi para pembaca, penelitian ini dapat menjadi tambahan wawasan dan pengetahuan tentang manajemen risiko dalam investasi saham. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi yang berguna bagi pembaca yang tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait topik bahasan ini.



1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan-batasan masalah dalam penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, disajikan tinjauan literatur yang relevan dengan topik penelitian. Berbagai teori dan konsep terkait akan dibahas untuk memahami kerangka teoritis yang mendukung penelitian ini. Hal ini akan membantu dalam pembentukan landasan teoritis yang kuat untuk analisis lebih lanjut.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci metode yang digunakan dalam penelitian termasuk pendekatan dan jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data dan alur kerja

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian secara rinci dan jelas meliputi langkah-langkah yang ditempuh dalam perolehan hasil serta proses analisis dan interpretasi data yang telah dikumpulkan secara komprehensif dan objektif.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah diperoleh serta saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Investasi

Investasi adalah suatu bentuk komitmen finansial dimana seseorang atau entitas mengalokasikan sebagian dari kekayaan dengan tujuan untuk memperoleh tingkat pengembalian yang menguntungkan di masa depan (Francis & Kirzner, 1991). Investasi dianggap sebagai salah satu pilihan yang paling tepat untuk mengalokasikan dana yang berlebihan dengan harapan dapat menghasilkan keuntungan. Dana investasi dapat dialokasikan baik di pasar uang maupun di pasar modal, atau digunakan sebagai sumber kredit bagi individu atau entitas yang membutuhkannya.

Dalam dunia investasi, terdapat berbagai pilihan yang dapat dipilih oleh individu atau perusahaan. Aktivitas investasi yang umumnya dilakukan adalah investasi pada aset riil dan investasi pada aset finansial. Investasi pada aset riil mencakup kepemilikan atau alokasi dana pada aset fisik seperti tanah, emas, mesin, atau properti fisik seperti bangunan. Sementara itu, investasi pada aset finansial melibatkan penanaman dana dalam instrumen keuangan seperti deposito, saham, atau obligasi (Tendelilin, 2014).

2.2 Saham

Saham adalah salah satu instrumen investasi yang paling diminati saat ini karena dianggap memiliki potensi keuntungan yang tinggi. Saham merupakan bentuk kepemilikan dalam suatu perusahaan yang diwakili oleh surat berharga yang diperdagangkan dalam bentuk lembar saham di pasar modal. Dengan membeli saham, seseorang menjadi pemegang bagian dari perusahaan tersebut dan memiliki hak atas potensi keuntungan dari pertumbuhan dan kinerja perusahaan.

Menurut Abi, (2016) terdapat dua jenis saham yang tercatat di Pasar Modal, yaitu

1. Saham Biasa (*Common Stock*)

Pemegang saham biasa memiliki kepemilikan ekuitas sejati dalam perusahaan dan memberikan pemegangnya hak suara dalam pemilihan



dewan direksi perusahaan. Pemegang saham biasa juga berhak atas dividen jika perusahaan membagikan keuntungan kepada pemegang saham.

2. Saham Preferen (*Preferred Stock*)

Saham preferen memberikan pemegangnya prioritas dalam pembagian dividen dan aset perusahaan jika perusahaan mengalami likuidasi. Namun, pemegang saham preferen biasanya tidak memiliki hak suara sebanyak pemegang saham biasa.

2.2.1 Indeks Harga Saham

Indeks harga saham merupakan representasi statistik dari kinerja sekelompok saham yang dipilih berdasarkan kriteria dan metodologi tertentu. Menurut Darmadji dan Fakhrudin (2011), Indeks harga saham adalah indikator yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan harga saham secara umum. Dalam dunia investasi saham, indeks harga saham berfungsi sebagai acuan untuk memantau pergerakan pasar saham secara keseluruhan dan menjadi indikator tingkat keuntungan (*banchmark*) suatu kinerja portofolio. Indeks ini memungkinkan para investor, analis, dan pelaku pasar untuk melacak perubahan dalam nilai saham-saham tertentu atau sektor-sektor ekonomi tertentu. Di Indonesia, terdapat beberapa indeks harga saham yang menjadi acuan untuk memantau pergerakan pasar saham. Salah satu di antaranya adalah Indeks LQ45.

Indeks LQ45 adalah salah satu indeks saham yang digunakan untuk mengukur kinerja sekelompok saham terpilih di Bursa Efek Indonesia (BEI). Indeks ini terdiri dari 45 saham perusahaan yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti likuiditas tinggi, kapitalisasi pasar besar, dan kinerja keuangan yang baik. Indeks ini pertama kali diluncurkan pada bulan februari tahun 1977 oleh Bursa Efek Indonesia (BEI). Indeks ini dibentuk sebagai pelengkap dari Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan sebagai alat yang obyektif dan terpercaya bagi para pelaku pasar modal untuk memonitor pergerakan harga saham yang diperdagangkan di bursa. Setiap 6 bulan sekali, BEI melakukan evaluasi mayor terhadap saham-saham yang menjadi komponen indeks LQ45 (www.idx.co.id). Proses evaluasi ini membuat daftar saham yang termasuk dalam indeks ini dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu. BEI menggunakan



kriteria khusus untuk menyeleksi saham yang dapat masuk ke dalam indeks LQ45, seperti berada dalam 60 perusahaan teratas dengan kapitalisasi pasar tertinggi dalam 12 bulan terakhir. Hal ini menjadikan indeks ini relevan dan akurat dalam merefleksikan pergerakan pasar saham Indonesia.

2.2.2 Return

Return adalah imbal hasil yang diperoleh seorang investor sebagai hasil dari investasinya dalam suatu instrumen keuangan atau aset selama periode waktu tertentu. *Return* dapat memberikan gambaran apakah investasi tersebut menguntungkan atau menghasilkan kerugian bagi investor. Jika *return* bernilai positif, artinya investasi tersebut menghasilkan keuntungan bagi investor. Sebaliknya, jika *return* negatif, itu mengindikasikan bahwa investor mengalami kerugian dalam investasinya (Maringga dkk., 2015).

Investor menanamkan dana ke perusahaan dengan harapan memperoleh *return* yang maksimal dengan tetap memperhitungkan risiko yang terkait. *Return* berperan sebagai indikator yang mengukur keberhasilan suatu perusahaan dalam mencapai keuntungan. *Return* merupakan hasil yang diperoleh dari investasi, yang terdiri dari *return* realisasi (*realized return*) dan *return* ekspektasi (*expected return*). *Return* realisasi adalah *return* yang telah terjadi dan dihitung berdasarkan data historis, yang juga digunakan sebagai salah satu metrik untuk mengukur kinerja perusahaan. Sementara itu, *return* ekspektasi adalah *return* yang diharapkan oleh investor di masa depan (Mardianti, 2013).

Adapun rumus perhitungan *return* realisasi atau *return actual* adalah sebagai berikut (Gitman & Zutter, 2012) :

$$R_{i(t)} = \left(\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

Keterangan:

$R_{i(t)}$ = *return* saham i pada periode t

P_t = harga saham periode t

= harga saham periode t - 1

Sedangkan *expected return* atau tingkat keuntungan yang diharapkan t dihitung dengan cara sebagai berikut:



$$E[R_i] = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$E[R_i]$ = *expected return* saham i

R_t = *return* saham pada periode t

n = total periode waktu atau pengamatan

Selanjutnya *Return actual* dan *expected return* indeks pasar LQ45 dapat dihitung sebagai berikut:

$$R_{m(t)} = \left(\frac{LQ45_t - LQ45_{t-1}}{LQ45_{t-1}} \right) \quad (2.3)$$

$$E[R_m] = \frac{\sum_{t=1}^n R_{m(t)}}{n} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$R_{m(t)}$ = *return* pasar periode t

$E[R_m]$ = *expected return* pasar

$LQ45_t$ = nilai indeks pasar LQ45 pada periode t

$LQ45_{t-1}$ = nilai indeks pasar LQ45 pada periode t - 1

2.2.3 Risiko

Risiko atau dalam bahasa Inggris disebut "*risk*" merujuk pada kemungkinan bahwa *actual return* (*return* aktual) dari suatu investasi akan lebih rendah daripada *return* yang diharapkan (*expected return*) (Tandelilin, 2010).

Van Horne dan Wachowics, Jr (1992) dalam Diasih & Purbowati (2009), mendeskripsikan risiko sebagai tingkat variabilitas atau keragaman *return* dengan tingkat *return* yang diharapkan. Dengan kata lain, risiko terjadi ketika *actual return* berbeda dari *expected return*. Semakin besar perbedaannya, maka semakin tinggi tingkat risiko yang terkait. Untuk mengukur sejauh mana hasil aktual menyimpang dari yang diharapkan, digunakan ukuran penyebaran seperti varians atau standar deviasi dalam

...tik. Varians dan standar deviasi adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko investasi dengan menghitung seberapa besar



penyimpangan atau fluktuasi dari *return* yang diharapkan. Secara matematis standar deviasi saham dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - E[R])^2 \quad (2.5)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - E[R])^2} \quad (2.6)$$

Kemudian dapat pula dihitung standar deviasi pada indeks pasar dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_m^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{m(t)} - E[R_m])^2 \quad (2.7)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{m(t)} - E[R_m])^2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

σ_i = standar deviasi saham i

σ_i^2 = varians saham i

n = total periode waktu atau pengamatan

σ_m = standar deviasi pasar

σ_m^2 = varians pasar

2.3 Portofolio

Portofolio keuangan merupakan kumpulan investasi dari berbagai instrumen keuangan yang diperdagangkan oleh BEI dengan tujuan meratakan sumber perolehan *return* dan kemungkinan risiko (Samsul, 2016). Instrumen keuangan tersebut mencakup saham, obligasi, reksadana, waran, dan berbagai instrumen lainnya. Di sisi lain, portofolio saham merupakan kombinasi saham-saham yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu dengan maksud untuk menghindari atau meminimalkan risiko yang mungkin terjadi. Ketika seorang investor memutuskan

mengalokasikan dana mereka pada berbagai saham perusahaan, harapan adalah untuk mendapatkan *return* yang tinggi. Namun, tingkat *return* yang ga berarti risiko yang lebih besar. Dalam menghadapi risiko tersebut,



diversifikasi merupakan cara efektif untuk mengelola risiko investasi. Dengan membentuk portofolio yang terdiversifikasi dengan baik, investor dapat mencapai keseimbangan antara tingkat *return* yang diharapkan dan risiko yang dapat mereka tanggung.

2.3.1 Return Portofolio

Return portofolio adalah hasil akhir yang diperoleh oleh seorang investor dari investasinya dalam berbagai instrumen keuangan atau dalam hal saham, hasil yang diperoleh dari diversifikasi kombinasi saham-saham yang dipilih. Ini mencerminkan tingkat imbal hasil yang berhasil diraih oleh investor dari portofolio investasinya.

Menurut Hartono (2003), *Return* adalah hasil dari investasi yang dapat berupa *realized return*, yang mengacu pada hasil yang telah terjadi, dan *expected return*, yang merupakan hasil yang diharapkan akan diperoleh pada masa mendatang.

Adapun rumus perhitungan *realized return* pada portofolio saham adalah sebagai berikut:

$$R_p = \sum_{i=1}^n W_i \cdot R_i \quad (2.9)$$

Selain itu, *expected return* portofolio yang merupakan rata-rata tertimbang dari masing-masing saham sekuritas dalam portofolio dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$E[R_p] = \sum_{i=1}^n W_i \cdot E[R_i] \quad (2.10)$$

Keterangan:

R_p = *return* portofolio

$E[R_p]$ = *expected return* portofolio

R_i = *return* saham i

$E[R_i]$ = *expected return* saham i

W_i = bobot atau proporsi dana yang diinvestasikan pada saham i

n = jumlah saham dalam portofolio



2.2.3 Risiko Portofolio

Risiko portofolio mengacu pada tingkat ketidakpastian atau fluktuasi hasil investasi yang diharapkan dari kombinasi berbagai aset atau sekuritas dalam satu portofolio investasi. Dalam konteks portofolio, risiko adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan oleh investor, karena dapat memengaruhi tingkat pengembalian investasi dan kemungkinan kerugian.

Secara umum, terdapat dua jenis risiko utama yang terkait dengan portofolio investasi, yaitu risiko sistematis (*systematic risk*) dan risiko tidak sistematis (*unsystematic risk*). Risiko sistematis juga dikenal sebagai risiko pasar atau risiko sistematis merupakan risiko yang terkait dengan faktor-faktor makroekonomi dan peristiwa pasar yang memengaruhi semua investasi, tidak hanya satu aset atau saham tertentu. Sedangkan risiko tidak sistematis adalah risiko yang bersifat spesifik untuk aset atau saham tertentu dalam portofolio. Risiko ini dapat disebabkan oleh peristiwa atau faktor internal perusahaan. Risiko tidak sistematis dapat dikurangi atau dihilangkan melalui diversifikasi yang baik, yaitu dengan mengalokasikan investasi ke berbagai jenis aset atau saham yang berbeda (Husnan, 2006).

Risiko dalam konteks portofolio investasi terkait erat dengan konsep standar deviasi dan varians. Standar deviasi dan varians adalah metrik yang digunakan untuk mengukur tingkat volatilitas atau fluktuasi nilai *return* dari suatu portofolio atau aset. Standar Deviasi merupakan akar dari varians, untuk varians portofolio dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{p(t)} - E[R_p])^2 \quad (2.11)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{p(t)} - E[R_p])^2} \quad (2.12)$$

Keterangan:

= varians portofolio

= standar deviasi portofolio

= total periode waktu atau pengamatan



$R_{p(t)}$ = return portofolio pada periode t

$E[R_p]$ = expected return portofolio

2.4 Single Index Model

Single index model (model indeks tunggal) adalah sebuah model pembentukan portofolio optimal yang memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan investasi. Model ini dikembangkan oleh William F. Sharpe pada tahun 1963 dan dianggap sebagai penyederhanaan dari model portofolio Markowitz (Jogiyanto, 2003). *Single index model* membantu menyederhanakan kerumitan perhitungan risiko portofolio Markowitz yang sebelumnya sangat kompleks menjadi perhitungan yang lebih sederhana. *Single index model* memberikan pendekatan yang lebih sederhana dalam menganalisis varians dibandingkan dengan pendekatan Markowitz. Model ini menjelaskan bagaimana *return* dari setiap sekuritas individual berhubungan dengan *return* indeks pasar. Dengan menggunakan model ini, dapat dihitung varians portofolio dengan lebih mudah dan sederhana jika dibandingkan dengan pendekatan Markowitz yang lebih kompleks (Nugraha & Rahayu, 2023). *Single index model* mengasumsikan bahwa tingkat *return* dari aset atau saham tersebut memiliki hubungan linier dengan tingkat *return* dari indeks pasar secara keseluruhan. Dengan kata lain, perubahan dalam tingkat *return* aset atau saham dapat dijelaskan oleh perubahan dalam tingkat *return* pasar.

Secara matematis, model indeks tunggal dirumuskan sebagai berikut (Adnyana, 2020).

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + e_i \quad (2.13)$$

$$E[R_i] = \alpha_i + \beta_i E[R_m] \quad (2.14)$$

Dimana:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (2.15)$$

$$\alpha_i = E[R_i] - \beta_i E[R_m] \quad (2.16)$$

Keterangan:



= *return* saham i

= *expected return* saham i

= bagian *return* saham i yang tidak dipengaruhi oleh kinerja pasar

- β_i = ukuran sensitivitas saham i terhadap pergerakan indeks pasar
- R_m = *return* pasar
- $E[R_m]$ = *expected return* pasar
- σ_{im} = kovarian pasar
- σ_m^2 = varians pasar
- e_i = kesalahan residual

Dalam penerapannya menentukan portofolio optimal, *single index model* membandingkan *excess return to beta* dengan *cut-off rate*. *Excess return to beta* adalah selisih antara *return* ekspektasi dan tingkat *return* aset bebas risiko (*risk free rate*) berdasarkan risiko yang diukur oleh beta. *Cut-off rate* mengukur hubungan antara risiko saham individu terhadap risiko pasar secara keseluruhan. (Bangun dkk., 2012). Ini berarti bahwa *cut-off rate* mengukur sejauh mana saham tersebut berkontribusi terhadap risiko dalam portofolio. *Excess return to beta* didefinisikan sebagai berikut:

$$ERB_i = \frac{E[R_i] - R_f}{\beta_i} \tag{2.17}$$

Keterangan:

- ERB_i = *excess return to beta* dari sekuritas i
- $E[R_i]$ = *expected return* sekuritas i
- R_f = *return* sekuritas bebas risiko
- β_i = ukuran sensitivitas saham i terhadap pergerakan indeks pasar

Portofolio optimal akan terdiri dari saham-saham yang memiliki nilai ERB yang melebihi nilai *cut-off point*. Dalam hal ini, *cut-off point* yang dinotasikan dengan C^* berfungsi sebagai batasan atau titik pembatas yang menentukan apakah nilai ERB suatu saham dapat dianggap tinggi atau tidak. *Cut-off rate* dirumuskan sebagai berikut:

$$C_i = \frac{\sigma_m^2 \sum_{j=1}^i A_j}{1 + \sigma_m^2 \sum_{j=1}^i B_j} \tag{2.18}$$

Dimana nilai A_j dan B_j dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(E[R_i] - R_f) \cdot \beta_i}{\sigma_{ei}^2} \tag{2.19}$$



$$B_i = \frac{\beta_i^2}{\sigma_{ei}^2} \tag{2.20}$$

Sedangkan σ_{ei}^2 diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_{ei}^2 = \sigma_i^2 - \beta_i^2 \sigma_m^2 \tag{2.21}$$

Keterangan:

C_i = *cut-off rate* saham i

σ_m^2 = varians *return* pasar

R_f = *return* saham bebas risiko

β_i = ukuran sensitivitas saham i terhadap pergerakan indeks pasar

σ_{ei}^2 = varians dari kesalahan residu saham i

Besarnya C^* ditentukan oleh nilai C_i terbesar. Saham-saham yang membentuk portofolio optimal merupakan saham-saham yang memiliki $ERB \geq C^*$. Saham-saham yang mempunyai $ERB < C^*$ tidak akan dimasukkan dalam pembentukan portofolio optimal (Jogiyanto, 2015).

Setelah menentukan saham-saham terbaik yang memenuhi kriteria $ERB \geq C^*$, langkah selanjutnya adalah menentukan bobot atau proporsi masing-masing saham tersebut dalam portofolio optimal. Hal ini dilakukan untuk menciptakan kombinasi saham yang memberikan tingkat *return* yang maksimal pada tingkat risiko tertentu.

Adapun perhitungan bobot masing-masing saham adalah sebagai berikut:

$$W_i = \frac{Z_i}{\sum_{j=1}^k Z_j} \tag{2.22}$$

dengan nilai Z_i diperoleh dari

$$Z_i = \frac{\beta_i}{\sigma_{ei}^2} (ERB_i - C^*) \tag{2.23}$$

Keterangan:

W_i = bobot atau proporsi dana yang diinvestasikan pada saham i

k = jumlah saham pada portofolio

β_i = ukuran sensitivitas saham i terhadap pergerakan indeks pasar

varians dari kesalahan residu saham i

excess return to beta dari saham i

cut-off point (nilai *cut-off rate* terbesar)



2.5 Indeks Sharpe

Indeks Sharpe yang juga dikenal sebagai *reward to variability ratio*, adalah sebuah metrik yang dikembangkan oleh William Sharpe. Metode ini mengukur premi risiko yang diperoleh dari sebuah portofolio dan membaginya dengan standar deviasi portofolio tersebut. Dengan kata lain, indeks Sharpe digunakan untuk menilai besarnya kompensasi yang diperoleh oleh investor untuk setiap tingkat risiko yang diambil dalam portofolio tersebut (Adnyana, 2020). Nilai Indeks Sharpe yang positif mengindikasikan bahwa portofolio tersebut memberikan tingkat pengembalian yang lebih tinggi dibandingkan dengan *risk free rate*. Semakin tinggi nilai suatu indeks menandakan kinerja portofolio tersebut semakin baik.

Persamaan yang digunakan dalam indeks sharpe dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{S}_p = \frac{E[R_p] - R_f}{\sigma_p} \quad (2.24)$$

Keterangan:

\hat{S}_p = indeks sharpe

$E[R_p]$ = *expected return* portofolio

R_f = *risk free rate*

σ_p = standar deviasi portofolio

2.6 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah prosedur statistik yang digunakan untuk mengetahui suatu kumpulan data apakah mengikuti distribusi normal. Distribusi normal adalah distribusi simetris yang memiliki karakteristik kurva berbentuk lonceng dimana nilai rata-rata, median, dan modus dari data berada di titik yang sama. Uji Jarque-Bera merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kenormalan data. Uji Jarque-Bera dapat dinyatakan sebagai berikut (Kabasarang, 2013):

Uji Hipotesis:

H_0 = data *return* berdistribusi normal

data *return* tidak berdistribusi normal

Uji:



$$JB = n \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right) \quad (2.25)$$

Uji Jarque-Bera mempunyai distribusi *chi-square* dengan derajat bebas dua ($\chi^2_{(2;\alpha)}$). Jika $JB > \chi^2_{(2;\alpha)}$ maka H_0 ditolak yang berarti bahwa data *return* tidak berdistribusi normal dan jika sebaliknya maka gagal menolak H_0 sehingga dapat dikatakan bahwa data *return* berdistribusi normal

Keterangan:

n = ukuran sampel

S = *skewness*

K = kurtosis

2.7 Pengukuran Risiko

2.7.1 Value at Risk

Value at Risk (VaR) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengukur risiko pasar atau risiko yang terkait dengan fluktuasi nilai aset atau portofolio investasi. Berbeda dengan standar deviasi, yang mengukur seberapa besar variasi atau penyebaran data, VaR digunakan untuk mengukur seberapa besar risiko yang mungkin terjadi dalam nilai aset atau investasi. Menurut Sunaryo (2007), VaR mengukur sejauh mana kerugian yang dapat diantisipasi atau ditoleransi oleh seorang investor atau perusahaan dengan tingkat kepercayaan tertentu. Tingkat kepercayaan mengacu pada tingkat keyakinan bahwa kerugian tidak akan melebihi nilai VaR yang dihitung. Dalam hal ini, VaR digunakan untuk mengukur kerugian maksimum yang mungkin akan diperoleh investor dalam kurun waktu atau periode tertentu dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$.

Value at Risk (VaR) adalah salah satu teknik pengukuran risiko yang sangat populer dan banyak diimplementasikan dalam dunia keuangan. Teknik ini memberikan pemahaman yang baik tentang potensi risiko yang terkait dengan keputusan investasi sehingga investor dapat mengantisipasi dan mengelola risiko dengan lebih efektif. Secara statistik, VaR dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dapat diartikan sebagai nilai yang berada pada posisi α dari distribusi *return*. Dalam penentuan nilai VaR digunakan



fungsi kepadatan peluang (*probability density function*) dari nilai *return* di masa depan yang disimbolkan dengan $f(R)$ dimana R sebagai tingkat pengembalian aset, baik itu aset tunggal maupun portofolio (Yuliah & Triana, 2021). Dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$, kemudian akan dicari kemungkinan nilai terburuk R^* , di mana peluang untuk nilai *return* melebihi R^* adalah $(1 - \alpha)$.

$$(1 - \alpha) = \int_{R^*}^{\infty} f(R) dR$$

Sementara peluang untuk nilai *return* kurang dari atau sama dengan R^* ,

$$\alpha = \int_{-\infty}^{R^*} f(R) dR = P(R \leq R^*) = p$$

Jika W_0 sebagai dana awal yang diinvestasikan dalam suatu aset, maka nilai aset pada akhir periode dapat dihitung menggunakan rumus $W = W_0(1 + R)$ dan nilai aset minimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yang dinyatakan sebagai W^* , dapat dihitung dengan $W^* = W_0(1 + R^*)$. Dengan demikian, nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 \cdot R^*$$

dengan R^* bernilai negatif dan diformulasikan sebagai berikut:

$$R^* = E[R] - Z_{(1-\alpha)} \sqrt{Var(R)}$$

Expected return meningkat secara linear terhadap waktu (t), sedangkan standar deviasi meningkat secara linear dengan akar kuadrat waktu, dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$E[R] = \mu(t) = \mu t$$

$$Var(R) = \sigma^2(t) = \sigma^2 t \rightarrow \sqrt{Var(R)} = \sigma(t) = \sigma \sqrt{t}$$

Sehingga R^* dapat dirumuskan menjadi

$$R^* = \mu t - Z_{(1-\alpha)} \sigma \sqrt{t} \tag{2.26}$$

Apabila ingin menghitung VaR dengan mempertimbangkan periode investasi (t) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 \cdot R^* \sqrt{t} \tag{2.27}$$



Keterangan:

α = tingkat kepercayaan

R^* = nilai kuantil ke- α dari distribusi *return*

$f(R)$ = *probability density function* distribusi R

R = *return* saham

$E[R]$ = *expected return*

$Z_{(1-\alpha)}$ = *Z score* dengan Tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

σ = standar deviasi

W_0 = dana awal investasi

t = periode waktu

Metode simulasi Monte Carlo dianggap sebagai salah satu pendekatan terkuat dalam mengestimasi *Value at Risk* (VaR). Dalam penerapannya, simulasi monte carlo melakukan simulasi berulang kali dengan membangkitkan bilangan secara acak berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memodelkan berbagai skenario yang mungkin terjadi dan memperoleh perkiraan Value at Risk yang lebih akurat (Tupan & Manurung, 2013). Perhitungan VaR menggunakan simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa tingkat pengembalian saham berdistribusi normal.

2.7.2 *Conditional Value at Risk*

Conditional Value at Risk (CVaR) atau *Expected Shortfall* (ES) adalah ukuran risiko yang mengukur rata-rata kerugian yang mungkin terjadi jika risiko pada portofolio investasi melebihi tingkat VaR pada tingkat kepercayaan tertentu. Menurut Prihatiningsih dkk. (2020), *Value at Risk* (VaR) memang merupakan alat yang berguna dalam mengukur risiko bagi investor. Namun, VaR memiliki batasan dalam arti bahwa itu hanya memberikan gambaran tentang tingkat kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan tertentu. Tetapi dalam realitasnya, selalu ada kemungkinan bahwa kerugian yang terjadi akan melebihi nilai VaR yang sudah ditetapkan. Oleh karena itu, *Conditional Value at Risk* (CVaR) atau *Expected Shortfall* (ES) menjadi alat yang lebih komprehensif. CVaR memberikan pemahaman yang lebih dalam dengan



mengukur rata-rata kerugian yang mungkin terjadi jika risiko melebihi tingkat VaR yang telah ditentukan.

Secara matematis, CVaR dapat dituliskan sebagai berikut (Seru, 2023):

$$CVaR_{(1-\alpha)} = E[R|R \leq R^*] \quad (2.28)$$

Jika $R \sim N(\mu, \sigma^2)$, maka CVaR dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$CVaR_{(1-\alpha)} = \left(\mu + \sigma \frac{\phi[Z_{(\alpha)}]}{\alpha} \right) \quad (2.29)$$

Kemudian dengan Tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dan periode t hari dapat dituliskan sebagai berikut:

$$CVaR_{(1-\alpha)} = \left(\mu + \sigma \frac{\phi[Z_{(\alpha)}]}{\alpha} \right) \cdot \sqrt{t} \quad (2.30)$$

Dimana $\phi[Z_{(\alpha)}]$ merupakan *probability density function* dari distribusi normal baku pada nilai $Z_{(\alpha)}$.

2.7.3 Backtesting atau Validasi Model

Backtesting adalah tahap penting yang digunakan untuk menguji keakuratan model *Value at Risk* (VaR). Metode ini bertujuan untuk memverifikasi sejauh mana model VaR yang digunakan telah mampu dengan tepat mengestimasi risiko dalam portofolio saham. Pada penelitian ini, Metode *Backtesting* yang digunakan adalah *Kupiec Test*.

Pada metode *backtesting* menggunakan *Kupiec Test*, setiap estimasi VaR akan dibandingkan dengan nilai *return* yang sebenarnya, lalu dihitung tingkat kegagalan (*failure rate*). Dalam perhitungannya, *Backtesting* dilakukan dengan membagi sampel data dengan ukuran X menjadi dua kelompok, yaitu *estimation window* dan *testing window*. *Estimation Window* (E_W) adalah kelompok observasi yang digunakan untuk menghitung nilai VaR. Sedangkan *Testing Window* (T_W) adalah sampel dari periode ($E_W + 1$) hingga periode X ,

di mana dilakukan pengujian hasil VaR. Jika nilai VaR dari *Estimation Window* pada suatu periode lebih besar daripada nilai *return* yang sebenarnya, maka



disebut terjadi pelanggaran (Sofwan dkk., 2014). Setiap pelanggaran yang terjadi akan bernilai 1 dan bernilai 0 jika tidak terjadi pelanggaran.

Hasil dari backtesting menggunakan *Kupiec Test* ini didasarkan pada pendekatan *Loglikelihood Ratio* (LR). Nilai *Loglikelihood Ratio* tersebut dibandingkan dengan distribusi *chi square* dengan derajat kebebasan 1 untuk setiap tingkat kepercayaan. Dengan demikian, metode ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana hasil estimasi VaR sesuai dengan kenyataan, dan apakah perbedaan antara hasil estimasi dengan data aktual signifikan secara statistik (Jorion, 2007). Dalam menilai validitas pengujian model VaR tersebut, dapat digunakan pendekatan *loglikelihood ratio* dengan rumus berikut.:

$$LR = -2 \ln \left(\frac{(1 - \alpha)^{T-N} \alpha^N}{\left(1 - \frac{N}{T}\right)^{T-N} \left(\frac{N}{T}\right)^N} \right) \quad (2.31)$$

Uji Hipotesis:

H_0 = Model VaR akurat

H_1 = Model VaR tidak akurat

Kriteria uji ialah jika $LR > \chi^2_{(1;\alpha)}$ maka tolak H_0

Keterangan:

N = *failure* (jumlah pelanggaran)

T = jumlah data observasi

α = taraf signifikansi

