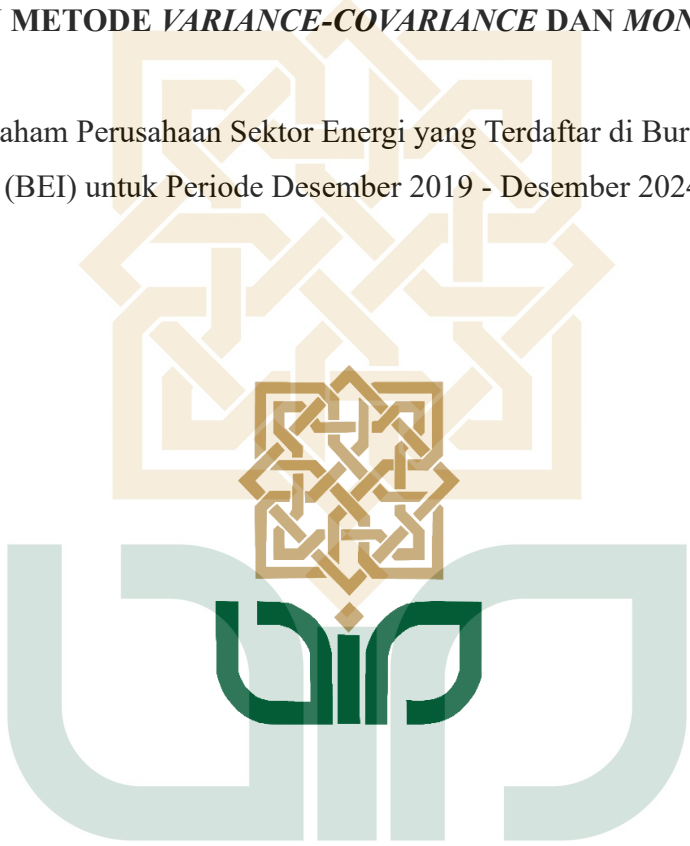


LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL *MAXIMUM SHARPE RATIO* MENGUNAKAN PERHITUNGAN *CONDITIONAL VALUE AT RISK (CVAR)* DENGAN METODE *VARIANCE-COVARIANCE* DAN *MONTÉ CARLO*

(Studi Kasus: Saham Perusahaan Sektor Energi yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia
(BEI) untuk Periode Desember 2019 - Desember 2024)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ATIKA OKTAVIA

NIM. 21106010064

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Atika Oktavia
NIM : 21106010064
Judul Skripsi : Analisis Risiko Portofolio Optimal Maximum Sharpe Ratio
Menggunakan Perhitungan Conditional Value at Risk (CVaR) dengan
Metode Variance Covariance dan Monte Carlo

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 5 Mei 2025

Pembimbing


Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19750912 200801 2 015

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-997/Un.02/DST/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Risiko Portofolio Optimal Maximum Sharpe Ratio Menggunakan Perhitungan Conditional Value at Risk (CVaR) dengan Metode Variance-Covariance dan Monte Carlo

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ATIKA OKTAVIA
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010064
Telah diujikan pada : Rabu, 07 Mei 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 684787215b452



Penguji I

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 68479f8868708



Penguji II

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6847523ca1f0a



Yogyakarta, 07 Mei 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6847ae93b2237

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Atika Oktavia
NIM : 21106010064
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 11 Juni 2025


METERAL
TEMPIL
8FDAMX232298957

Atika Oktavia

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

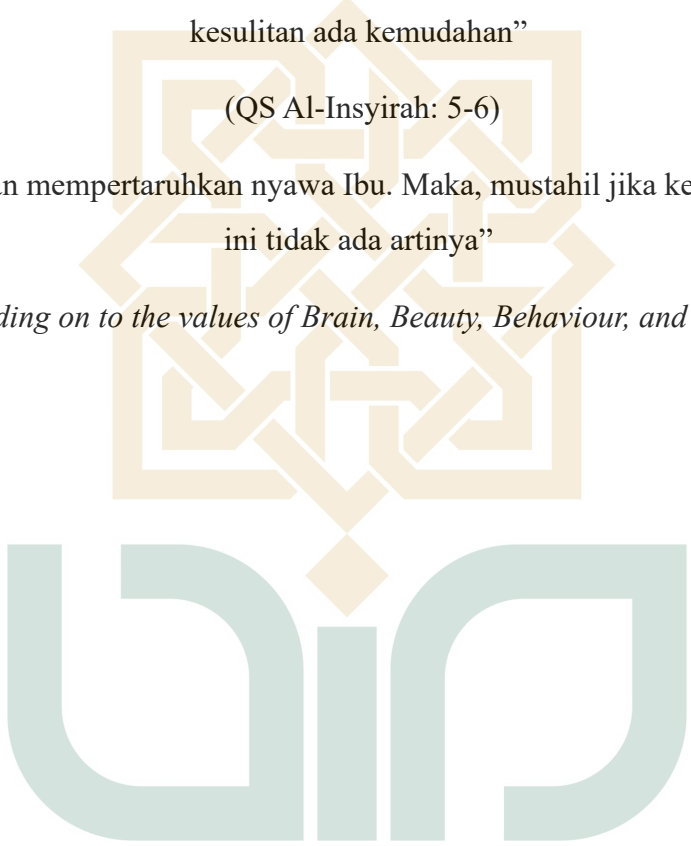
(QS. Al-Baqarah: 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS Al-Insyirah: 5-6)

“Aku lahir dengan mempertaruhkan nyawa Ibu. Maka, mustahil jika kehadiranku di dunia ini tidak ada artinya”

“Holding on to the values of Brain, Beauty, Behaviour, and Brave”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, terimakasih untuk segala perjuangan, pengorbanan, dan kasih sayang yang tidak pernah redup. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari harapan yang kalian titipkan dalam setiap doa.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur atas rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Analisis Risiko Portofolio Optimal Maximum Sharpe Ratio Menggunakan Perhitungan Conditional Value at Risk (CVaR) dengan Metode Variance-Covariance dan Monte Carlo*”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw, beserta keluarga dan sahabatnya. Semoga kita senantiasa mendapatkan syafa'atnya hingga akhir nanti.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai tantangan serta hambatan dan *Alhamdulillah* berkat bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Noorhaidi Hasan, M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Hj Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga dan selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta dengan sabar membimbing penulis dalam setiap tahapan penelitian, memberikan arahan dan motivasi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penasihat Akademik Matematika tahun 2021 Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

5. Seluruh Dosen Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bahrudin dan Ibu Sunarti yang telah berjuang bersama penulis dalam menyelesaikan pendidikan ini dan senantiasa memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tak hingga.
7. Keluarga Mbah Sanmiardjo dan Mbah Sanrusman yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama masa studi.
8. Ivy dan Cio yang telah menemani, memberi dukungan, dan mendengarkan keluh kesah penulis.
9. Sahabat grup “0 KM” Tiara, An Nisa, Atifah, dan Fadhilah yang telah berperan penting selama masa perkuliahan dari mahasiswa baru hingga saat ini, terima kasih untuk pertemanan, bantuan, dan kebersamaannya dalam segala hal yang telah terjalin selama ini.
10. Sahabat grup “Penghuni Surga” Anggi, Alfina, Bunga, Fauzia, dan Daffa yang selalu membawa energi positif, menghibur dan mewarnai masa semester akhir penulis.
11. Teman-teman Matematika angkatan 2021 yang telah membersamai penulis selama masa perkuliahan.
12. Teman-teman HM-PS Matematika 2022 dan 2023, khususnya Departemen Pendidikan yang telah bekerja sama dengan baik dan memberikan pengalaman berharga dalam berorganisasi dan kepemimpinan.
13. Teman-teman Saintek Musik yang telah bekerja sama dengan baik selama kepengurusan yang telah memberikan pengalaman baru di luar zona nyaman penulis.
14. Teman-teman GenBI Yogyakarta khususnya Divisi Pengembangan Sumber Daya Manusia, sahabat grup “#GEN PSDM DIY KEREN” Fenty, Daffa, Anggi, Safira dan Malika yang telah bekerja sama dengan baik selama kepengurusan dan memberikan lingkungan pertemanan serta relasi yang baik.

15. Teman-teman GenBI Komisariat UIN Sunan Kalijaga khususnya Divisi Sumber Daya Manusia 2023 yang telah bekerja sama dengan baik selama kepengurusan dan memberikan kesempatan penulis dalam berproses serta belajar hal baru.
16. Teman-teman seperjuangan KKN 114 kelompok 241 dan seluruh keluarga Desa Ngasinan Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo yang telah memberikan kenangan, kekeluargaan, dan ilmu bertahan hidup.
17. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri atas usaha, kesabaran, dan ketekunan yang telah dilakukan selama proses penulisan skripsi ini. Terlepas dari berbagai tantangan yang ada, saya bersyukur dapat terus bertahan, belajar, dan tumbuh dalam setiap prosesnya.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebbaikanya.

Yogyakarta, 6 Mei 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
INTISARI.....	xx
ABSTRACT	xxi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tinjauan Pustaka.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	10
BAB II.....	12

LANDASAN TEORI	12
2.1 Investasi	12
2.2 Saham	12
2.2.1 Bursa Efek Indonesia (BEI)	13
2.2.2 <i>Return</i>	13
2.2.3 <i>Expected Return</i>	14
2.2.4 Risiko	14
2.3 Portofolio	15
2.3.1 <i>Return</i> Portofolio	16
2.3.2 <i>Expected Return</i> Portofolio	17
2.3.3 Variansi Portofolio	17
2.4 Volatilitas	18
2.5 Indeks <i>Sharpe</i>	18
2.6 Variabel Random	19
2.7 Distribusi Probabilitas	20
2.7.1 Nilai Harapan	20
2.7.2 Variansi	21
2.7.3 Kovariansi	23
2.8 Matriks	23
2.8.1 Operasi Matriks	23
2.8.2 <i>Transpose</i> Matriks	25
2.9 Vektor dan Ruang Vektor	25
2.10 Turunan	26
2.10.1 Turunan Logaritma Alami	26

2.10.2	Turunan Parsial	27
2.11	Pengali <i>Lagrange</i>	28
2.11.1	Satu Pengali <i>Lagrange</i>	28
2.11.2	Lebih dari Satu Pengali <i>Lagrange</i>	28
2.12	Data	29
2.12.1	Distribusi Normal	29
2.13	Estimasi Parameter	30
2.14	Metode Estimasi <i>Monte Carlo</i>	31
2.15	Tingkat Kepercayaan	31
2.16	Uji Normalitas	32
2.17	<i>Value at Risk</i>	33
2.18	<i>Conditional Value at Risk</i>	33
2.19	<i>Backtesting</i>	34
2.20	Uji Validasi Nilai	34
BAB III		36
METODE PENELITIAN		36
3.1	Rancangan Penelitian	36
3.2	Objek dan Variabel Penelitian	36
3.3	Metode Pengumpulan, Periode, dan Sumber Data	37
3.4	Metode Pengolahan Data	37
3.5	Alur Penelitian	39
BAB IV		42
PEMBAHASAN		42
4.1	<i>Sharpe Ratio</i> dalam Optimasi Portofolio	42

4.2	<i>Value at Risk (VaR)</i>	44
4.3	<i>Value at Risk (VaR)</i> Metode <i>Variance-Covariance</i>	45
4.4	<i>Value at Risk (VaR)</i> Metode <i>Monte Carlo</i>	46
4.5	<i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i>	46
4.6	<i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> Metode <i>Variance-Covariance</i>	50
4.7	<i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> Metode <i>Monte Carlo</i>	51
4.8	<i>Perhitungan Conditional Value at Risk (CVaR)</i> dengan <i>Variance Covariance</i> dan <i>Monte Carlo</i>	52
BAB V.....		54
STUDI KASUS.....		54
5.1	Deskripsi Data Penelitian	54
5.1.1	Profil Emiten	54
5.1.2	Statistik Deskriptif Data	56
5.2	<i>Return Data</i>	57
5.3	Uji Normalitas	58
5.4	Analisis <i>Return Saham Individual</i>	59
5.5	Penentuan <i>Risk free</i> Pengujian.....	61
5.6	Pembentukan Portofolio Optimal <i>Maximum Sharpe Ratio</i>	61
5.6.1	Perhitungan <i>Variance-Covariance Matrix</i>	61
5.6.2	Pembentukan Portofolio Optimal	62
5.6.3	Statistik Portofolio.....	63
5.7	Perhitungan <i>Value at Risk (VaR)</i> dan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> dengan Metode <i>Variance Covariance</i>	64
5.8	Perhitungan <i>Value at Risk (VaR)</i> dan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> dengan Metode <i>Monte Carlo</i>	65

5.9	Uji Validasi Nilai	66
5.10	Perbandingan dan Analisis Hasil	69
5.11	Pembahasan Hasil Penelitian	69
BAB VI		71
PENUTUP		71
6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		76
CURRICULUM VITAE		105



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya.....	7
Tabel 5. 1 Tabel Profil Emiten Saham	54
Tabel 5. 2 Tabel Statistik Deskriptif Data.....	56
Tabel 5. 3 Tabel Uji Normalitas.....	58
Tabel 5. 4 Tabel Expected dan Standar Deviasi <i>Return</i>	59
Tabel 5. 5 Tabel Statistik Portofolio	64
Tabel 5. 6 Tabel VaR dan CVaR Metode <i>Variance Covariance</i>	64
Tabel 5. 7 Tabel VaR dan CVaR Metode Monte Carlo	66
Tabel 5. 8 Tabel Hasil Backtesting	67
Tabel 5. 9 Tabel Perbandingan Hasil	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Distribusi Normal	30
Gambar 2. 2 Penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal	32
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	39
Gambar 4. 1 Batasan efisien dan portofolio umum	43
Gambar 4. 2 $VaR\alpha(X)$ dan $CVaR\alpha(X)$ dari variabel acak X yang mewakili kerugian	47
Gambar 4. 2 Kerugian untuk investasi A dan B dalam tiga skenario	48
Gambar 5. 1 Grafik <i>Retrun</i> Saham	57
Gambar 5. 2 QQ-Plot Saham	59
Gambar 5. 3 Heatmap Korelasi antar Saham.....	60
Gambar 5. 4 Visualisasi Bobot Portofolio Optimal	63

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR SIMBOL

R_t	: <i>Return</i> Periode t
$E(R)$	: Ekspetasi <i>Return</i>
$Sd(R)$	: Standar Deviasi <i>Return</i>
n	: Jumlah Observasi
N	: Jumlah Aset
T	: Periode Waktu
μ	: Mean
σ	: Standar Deviasi
α	: Tingkat Kepercayaan
P_t	: Harga Aset Periode t
v	: Volatilitas
SR	: <i>Sharpe Ratio</i>
R_f	: <i>Risk free</i>
W_0	: Aset Awal
ϕ^{-1}	: Fungsi Invers Distribusi Normal Standar
R^*	: Faktor Risiko Tingkat Kepercayaan
VR	: Violation Rate
I	: Jumlah Pelanggaran
LR	: Likelihood Ratio
p^*	: Probabilitas Terjadinya Failure Dibawah Null Hypothesis
g	: Total Failure
$MSRP$	: Maximum Sharpe
$Z(\alpha)$	: Nilai Kritis dari Distribusi Normal Standar dengan Tingkat Kepercayaan Tertentu
ρ	: Fungsi Risiko
X	: Distribusi Kerugian
Ψ	: Probabilitas Kumulatif
λ	: Faktor Skala

$\phi(z_\alpha)$: Nilai Fungsi Densitas Probabilitas Normal Standar di Titik z_α

exp : Fungsi Eksponensial

k : Jumlah Simulasi yang Menghasilkan kerugian $\geq VaR_\alpha$

L_i : Nilai Kerugian Melebihi VaR_α



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian.....	78
Lampiran 2 R <i>Script</i> Statistik Deskriptif Data	79
Lampiran 3 <i>Return</i> Data.....	80
Lampiran 4 Uji Normalitas.....	82
Lampiran 5 QQ Plot Normalitas Data.....	82
Lampiran 6 Matriks dan <i>Heatmap</i> Korelasi <i>Return</i>	83
Lampiran 7 Matriks dan <i>Heatmap</i> <i>Variance Covariance</i>	84
Lampiran 8 Analisis <i>Return</i> Saham Individual	85
Lampiran 9 R <i>Script</i> Perhitungan <i>Risk Free Rate</i>	86
Lampiran 10 R <i>Script</i> <i>Sharpe Ratio</i>	89
Lampiran 11 R <i>Script</i> Perhitungan VaR & CVaR <i>Variance Covariance</i>	91
Lampiran 12 R <i>Script</i> Perhitungan VaR & CVaR <i>Monte Carlo</i>	92
Lampiran 13 R <i>Script</i> <i>Backtesting</i> dan Uji <i>Kupiec</i>	93

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

ANALISIS RISIKO PORTOFOLIO OPTIMAL *MAXIMUM SHARPE RATIO* MENGUNAKAN PERHITUNGAN *CONDITIONAL VALUE AT RISK* (CVAR) DENGAN METODE *VARIANCE-COVARIANCE* DAN *MONTE CARLO*

**(Studi Kasus: Saham Perusahaan Sektor Energi yang Terdaftar di Bursa Efek
Indonesia (BEI) untuk Periode Desember 2019 – Desember 2024)**

Oleh

ATIKA OKTAVIA

21106010064

Pengukuran risiko dalam manajemen portofolio dapat dilakukan dengan berbagai alat seperti *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR), di mana CVaR mengatasi kelemahan VaR dengan memperhitungkan kerugian di luar batas VaR untuk estimasi risiko yang lebih komprehensif. Penelitian ini mengukur risiko portofolio optimal *Maximum Sharpe Ratio* pada saham sektor energi di BEI periode 2019–2024 dengan komposisi 63,01% PTBA.JK, 13,94% MBAP.JK, dan 23,05% MEDC.JK, yang menghasilkan ekspektasi *return* 1,2028% dan risiko 8,8012% per bulan. Nilai CVaR pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 16,9515 (*Variance-Covariance*) dan 16,9095 (*Monte Carlo*), serta pada 99% sebesar 22,2542 dan 21,9609, menunjukkan estimasi kerugian maksimum melebihi VaR. Hasil *backtesting* dan uji *Kupiec* mengonfirmasi bahwa kedua metode tersebut valid dalam mengukur risiko portofolio.

Kata Kunci: *Conditional Value at Risk* (CVaR), *Maximum Sharpe Ratio*, *Monte Carlo*, Portofolio Optimal, *Variance-Covariance*.

ABSTRACT

OPTIMAL PORTFOLIO RISK ANALYSIS *MAXIMUM SHARPE RATIO* USING *CONDITIONAL VALUE AT RISK (CVAR)* CALCULATION WITH *VARIANCE- COVARIANCE* AND *MONTE CARLO METHODS*

**(Case Study: Stocks of Energy Sector Companies Listed on the Indonesia Stock
Exchange (IDX) for the Period of December 2019 – December 2024)**

By

ATIKA OKTAVIA

21106010064

Risk measurement in portfolio management can be done using various tools such as Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CVaR), where CVaR addresses the weaknesses of VaR by taking into account losses beyond the VaR limit for a more comprehensive risk estimate. This study measures the risk of the optimal Maximum Sharpe Ratio portfolio for energy sector stocks on the IDX for the period 2019–2024 with a composition of 63.01% PTBA.JK, 13.94% MBAP.JK, and 23.05% MEDC.JK, resulting in an expected *return* of 1.2028% and a risk of 8.8012% per month. The CVaR value at a 95% confidence level is 16.9515 (Variance-Covariance) and 16.9095 (Monte Carlo), and at 99% it is 22.2542 and 21.9609, indicating that the estimated maximum loss exceeds the VaR. The backtesting results and Kupiec test confirm that both methods are valid in measuring portfolio risk.

Keywords: Conditional Value at Risk (CVaR), Maximum Sharpe Ratio, Monte Carlo, Optimal Portofolio, Variance-Covariance.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Statistika keuangan mempunyai peranan penting dalam memahami serta mengukur karakteristik portofolio, yang menjadi dasar dalam analisis investasi *modern* (Tandelilin, 2010). Meskipun investasi menjanjikan potensi keuntungan, risiko yang menyertainya tidak dapat diabaikan. Oleh karena itu, manajemen risiko yang tepat menjadi faktor krusial dalam pengambilan keputusan investasi yang rasional.

Pasar modal memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia karena membantu sektor usaha dan mendorong investasi masyarakat. Sebagai pengelola pasar modal, Bursa Efek Indonesia (BEI) terus menunjukkan pertumbuhan yang positif, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan jumlah investor. Jumlah investor pasar modal awalnya tercatat sebanyak 364.000 SID pada tahun 2014, tetapi akan meningkat menjadi 14.817.376 SID pada tahun 2024, menurut data Inews.id. Investor selalu berhadapan dengan dua hal yang saling bertentangan dalam dunia investasi: risiko dan imbal hasil. Prinsip *return* tinggi dengan risiko tinggi menyatakan bahwa risiko yang harus ditanggung sebanding dengan keuntungan yang diharapkan (Markowitz, 1952).

Diversifikasi portofolio menjadi strategi utama dalam mengelola risiko investasi. Menurut teori portofolio modern yang diperkenalkan oleh Markowitz (1952), investor dapat mengoptimalkan portofolio dengan cara memaksimalkan ekspektasi *return* untuk tingkat risiko tertentu, atau sebaliknya, mengurangi risiko untuk tingkat ekspektasi *return* yang diinginkan. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah metode *Maximum Sharpe Ratio* yang dikembangkan oleh William Sharpe (1966). Metode ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi investasi dengan memaksimalkan rasio antara *excess return* dan total risiko portofolio. Model *Black-Litterman* menggabungkan pandangan pasar dengan opini investor, sedangkan *Minimum Variance Portfolio* bertujuan untuk meminimalkan risiko secara keseluruhan. Metode optimasi portofolio *Maximum Sharpe Ratio* memiliki beberapa keuntungan, yang membuatnya sesuai dengan berbagai tujuan investasi. Metode ini memastikan bahwa portofolio yang dihasilkan memiliki rasio risiko

return yang optimal, yang memungkinkan investor untuk mendapatkan uang yang paling banyak untuk setiap unit risiko yang mereka ambil. Metode ini juga mempertimbangkan risiko portofolio secara keseluruhan, bukan hanya risiko aset-aset tertentu, yang memberikan gambaran risiko yang lebih luas. *Maximum Sharpe Ratio* adalah alat yang relevan bagi investor kontemporer karena sangat fleksibel untuk diterapkan pada berbagai kondisi pasar dan jenis aset. Dengan fitur-fitur ini, metode ini mendukung pembentukan portofolio yang paling efisien. Ini sesuai dengan prinsip garis efisien atau garis efisiensi dalam teori portofolio kontemporer.

Parameter seperti *Value at Risk* (VaR) dan standar deviasi biasanya dilakukan untuk mengukur risiko investasi. Standar deviasi menunjukkan volatilitas imbal hasil, beta menunjukkan sensitivitas portofolio terhadap pergerakan pasar, dan VaR adalah perkiraan kerugian maksimum pada tingkat keyakinan tertentu. VaR, bagaimanapun, memiliki keterbatasan, terutama ketika menangkap kemungkinan kerugian ekstrim yang melebihi ambang batas yang ditentukan. *Conditional Value at Risk* (CVaR), juga dikenal sebagai *Expected Shortfall*, digunakan sebagai alternatif. Hal ini disebabkan fakta bahwa ini memiliki kemampuan untuk menggambarkan kerugian rata-rata yang terjadi di luar nilai VaR dan memberikan hasil yang lebih akurat tentang risiko ekstrim (Rockafellar & Uryasev, 2000). Oleh karena itu, CVaR dianggap sangat relevan untuk evaluasi portofolio optimal karena menawarkan pendekatan yang lebih menyeluruh terhadap risiko, terutama dalam kondisi pasar yang berubah-ubah (Artzner, Delbaen, Eber, & Heath, 1999).

Studi ini menggunakan pendekatan *Conditional Value at Risk* (CVaR), metode *Variance-Covariance*, dan simulasi *Monte Carlo* untuk menghitung risiko portofolio. Metode *Variance-Covariance* menganggap bahwa *return* aset berdistribusi normal, dan estimasi risiko didasarkan pada varians dan kovarians antara aset yang termasuk dalam portofolio. Selanjutnya, kondisional nilai dan risiko *Conditional Value at Risk* (CvaR) dihitung untuk menentukan kerugian rata-rata yang terjadi pada tingkat risiko yang lebih tinggi yang berada di luar batas nilai dan risiko *Value at Risk* (VaR). Meskipun metode ini berhasil untuk portofolio dengan distribusi *return* yang hampir normal, keakuratannya terbatas pada asumsi distribusi tersebut.

Sebaliknya, keterbatasan asumsi distribusi normal dapat diatasi dengan simulasi *Monte Carlo* dalam metode *Variance-Covariance*. Simulasi *Monte Carlo* menghasilkan banyak skenario *return* yang mungkin untuk setiap aset dalam portofolio, yang memungkinkan estimasi *Conditional Value at Risk* (CvaR) yang lebih akurat, terutama dalam kondisi pasar yang tidak biasa atau ekstrim. Teknik ini memberikan fleksibilitas lebih besar dalam menggambarkan distribusi.

Penelitian ini menggunakan data harga saham dari Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan kode saham PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK. Bursa Efek Indonesia (BEI) memiliki peran penting dalam memfasilitasi transaksi saham dan memastikan transparansi dalam perdagangan. Saham-saham yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sektor energi, yang mencakup perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang produksi, distribusi, atau eksplorasi sumber daya energi seperti minyak, gas, dan batu bara.

Di Bursa Efek Indonesia (BEI), saham di bidang energi dibagi menjadi beberapa subsektor: minyak dan gas, batu bara, energi terbarukan, dan utilitas lainnya. Saham dalam subsektor minyak dan gas adalah PTBA.JK (PT Bukit Asam Tbk), MBAP.JK (PT Mitrabara Adiperdana Tbk) dan MEDC.JK (PT Medco Energi Internasional Tbk). Permintaan energi cenderung stabil dan memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia, sehingga ketiga saham ini dipilih karena merupakan salah satu sektor yang memiliki volatilitas tinggi tetapi juga menawarkan peluang *return* yang besar. Selain itu, kinerja yang dicatat dari saham-saham tersebut memiliki daya tarik terhadap likuiditas dan fundamental perusahaan, yang membuatnya relevan untuk penelitian ini.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pengukuran risiko portofolio di pasar modal Indonesia dan membantu investor dalam membuat keputusan investasi yang lebih baik.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tingkat kepercayaan (*confidence level*) yang digunakan dalam perhitungan *Conditional Value at Risk* (CvaR) adalah 95% dan 99%.

2. *Risk-free rate* yang digunakan dalam perhitungan *Sharpe Ratio* adalah tingkat suku bunga Bank Indonesia (BI 7-Day Repo Rate).
3. Perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVAR) menggunakan metode *Variance-Covariance* dengan asumsi distribusi normal.
4. Perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVAR) menggunakan metode Simulasi *Monte Carlo*.
5. Penerapan metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVAR) pada saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana komposisi portofolio optimal yang dibentuk menggunakan metode *Maximum Sharpe Ratio* pada saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024?
2. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran risiko portofolio menggunakan perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan pendekatan *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo*?
3. Bagaimana akurasi metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam mengestimasi *Conditional Value at Risk* (CVaR) pada portofolio optimal *Maximum Sharpe Ratio*?

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan penelitian dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk menghitung *Conditional Value at Risk* (CVaR) menggunakan metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* pada saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024.

2. Mengkaji akurasi perhitungan *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) antara metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam mengukur risiko portofolio saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024.
3. Mengetahui validitas *Conditional Value at Risk* (CVaR) metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* pada saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengimplementasikan ilmu yang telah diterima selama perkuliahan, khususnya dalam bidang manajemen risiko portofolio dan metode kuantitatif.
2. Dapat menambah pengetahuan terkait perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVaR) antara metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam mengukur risiko portofolio *Maximum Sharpe Ratio*.
3. Dapat memberikan informasi terkait validitas pengukuran risiko menggunakan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* pada portofolio *Maximum Sharpe Ratio*.
4. Dapat menjadi suatu referensi bagi peneliti selanjutnya yang hendak mengembangkan penerapan keilmuan terkait perbandingan pengukuran risiko menggunakan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan berbagai metode estimasi pada portofolio optimal.
5. Dapat membantu investor dan manajer investasi dalam memahami dan memilih metode pengukuran risiko yang lebih akurat untuk portofolio *Maximum Sharpe Ratio* di pasar modal Indonesia.
6. Dapat memberikan kontribusi pada pengembangan metode pengukuran risiko portofolio dan menyediakan bukti empiris tentang efektivitas *Conditional Value at Risk* (CVaR) dalam konteks pasar modal Indonesia.

1.6 Tinjauan Pustaka

Berikut beberapa penelitian relevan yang digunakan sebagai tinjauan pustaka dalam penelitian ini.

1. Penelitian dengan judul “Analisis *Value at Risk* dengan Metode *Variance-Covariance* dan Simulasi Historis pada Saham Tunggal dan Portofolio Optimal” yang ditulis oleh Ayu Januar Ningsih dari Program Studi Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah tahun 2024. Skripsi ini memaparkan tentang pembentukan portofolio optimal pada saham indeks IDX30 periode januari 2022-desember 2023 dengan metode Markowitz, perhitungan *Value at Risk* dengan metode *Variance-Covariance*, perhitungan *Value at Risk* dengan metode simulasi historis, dan pengujian *backtesting* yang dilakukan menggunakan *Kupiec Test*.
2. Penelitian dengan judul “Aplikasi Metode Simulasi *Monte Carlo* Untuk Menghitung VaR dan CVaR Pada Saham PT. BNI (Persero) TBK dan PT BTN (Persero) TBK” yang ditulis oleh Ervin Indrawati dan Rosita Kusumawati dari Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2021. Penelitian ini memaparkan tentang pengaplikasian Metode Simulasi *Monte Carlo* Untuk Menghitung VaR dan CVaR pada dua saham.
3. Penelitian dengan judul “Penerapan *Value at Risk* dan *Conditional Value at Risk* Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi *Monte Carlo*” yang ditulis oleh Mustafian dari Program Studi Ilmu Aktuaria, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, tahun 2024. Skripsi ini memaparkan tentang pembentukan portofolio optimal menggunakan metode *Single Index Model* dengan membandingkan nilai *Excess return to Beta* (ERB) terhadap nilai *Cut-Off Point* (C^*) serta pengukuran risiko portofolio optimal dengan menggunakan metode *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) berbasis simulasi *Monte Carlo*.
4. Jurnal dengan judul “Perbandingan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* pada Portofolio Optimal menggunakan Metode *Downside Deviation*” yang ditulis oleh Indah Nugrahaeni, Hendra Perdana, dan Neva Satyahadewi dari Jurusan Matematika, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Jurnal ini memaparkan tentang pembentukan

portofolio optimal dengan metode *Downside Deviation* yang menggunakan risiko di bawah target (benchmark) dan membandingkan nilai *Value at Risk* (VaR) dengan *Expected Shortfall* (ES) untuk mengukur risiko portofolio tersebut.

5. Jurnal dengan judul “*Value at Risk (VaR)* dan *Conditional Value at Risk (CVaR)* dalam Pembentukan Portofolio Bivariat menggunakan *Copula Gumbel*” yang ditulis oleh Dina Rahma Prihatiningsih, Di Asih I. Maruddani, dan Rita Rahmawati dari Departemen Statistika, Universitas Diponegoro. Jurnal ini memaparkan tentang pembentukan portofolio bervariasi dengan menggunakan *Copula Gumbel* untuk memodelkan distribusi bersama dari saham PT Bank Mandiri Tbk (BMRI) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai CVaR selalu lebih besar dibandingkan nilai VaR pada berbagai tingkat kepercayaan, sehingga CVaR memberikan informasi risiko yang lebih rinci dan menyarankan adanya dana cadangan untuk mengantisipasi kerugian yang lebih besar dari VaR.
6. Penelitian dengan judul “*Analisis Risiko Portofolio Maximum Sharpe Ratio Menggunakan Perhitungan Conditional Value at Risk (CVaR) dengan Metode Variance-Covariance dan Monte Carlo*” yang ditulis oleh Atika Oktavia dari Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, tahun 2025. Tugas akhir ini memaparkan tentang penghitungan portofolio optimal berbasis *Maximum Sharpe Ratio* dan perbandingan pengukuran risiko menggunakan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan pendekatan *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo*.

Berikut persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya.

Tabel 1. 1 Persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Judul	Portofolio Optimal	Analisis Risiko	Metode Pengukuran Risiko	Objek
1	Ayu Januar Ningsih	Analisis <i>Value at Risk</i> dengan Metode <i>Variance-Covariance</i> dan Simulasi Historis pada Saham Tunggal dan Portofolio Optimal	Ya	<i>Value at Risk</i> (VaR)	<i>Variance-Covariance</i> dan Simulasi Historis	Saham Indeks IDX30 Periode Januari 2022-Desember 2023
2	Ervin Indrawati dan Rosita Kusumawati	Aplikasi Metode Simulasi <i>Monte Carlo</i> Untuk Menghitung VaR dan CVaR Pada Saham PT. BNI (Persero) TBK dan PT BTN (Persero) TBK	Ya	<i>Value at Risk</i> (VaR) dan <i>Conditio</i> <i>nal Value at Risk</i> (CVaR)	Simulasi <i>Monte Carlo</i>	Saham PT. BNI (Persero) TBK dan PT BTN (Persero) TBK
3	Mustafian, Mauliddin, dan Ainun Mawaddah Abdal	Penerapan <i>Value at Risk</i> dan <i>Conditional Value at Risk</i> Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi <i>Monte Carlo</i>	Ya	<i>Value at Risk</i> (VaR) dan <i>Conditio</i> <i>nal Value at Risk</i> (CVaR)	Simulasi <i>Monte Carlo</i>	PT MEDC.JKo Energi Internasional Tbk (MEDC.JK) dan saham PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI)

No	Peneliti	Judul	Portofolio Optimal	Analisis Risiko	Metode Pengukuran Risiko	Objek
4	Indah Nugrahaeni, Hendra Perdana, dan Neva Satyahadewi	Perbandingan <i>Value at Risk</i> dan <i>Expected Shortfall</i> pada Portofolio Optimal menggunakan Metode <i>Downside Deviation</i>	Ya	<i>Value at Risk</i> (VaR) dan <i>Expected Shortfall</i>	<i>Downside Deviation</i>	BRIS.JK, BBRI.JK, BBNI.JK, dan BBKA.JK.
5	Dina Rahma Prihatiningsih, Di Asih I. Maruddani, dan Rita Rahmawati	<i>Value at Risk (VaR)</i> dan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> dalam Pembentukan Portofolio Bivariat menggunakan <i>Copula Gumbel</i>	Tidak	<i>Value at Risk</i> (VaR) dan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i>	<i>Copula Gumbel</i>	PT Bank Mandiri Tbk (BMRI) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG).
6	Atika Oktavia	Analisis Risiko Portofolio Optimal <i>Maximum Sharpe Ratio</i> Menggunakan Perhitungan <i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i> dengan Metode <i>Variance-Covariance</i> dan <i>Monte Carlo</i>	Ya	<i>Conditional Value at Risk (CVaR)</i>	Metode <i>Variance-Covariance</i> dan <i>Monte Carlo</i>	Saham dengan kode MEDC.JK.JK, PTBA.JK.JK, dan MBAP.JK.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar

No	Peneliti	Judul	Portofolio Optimal	Analisis Risiko	Metode Pengukuran Risiko	Objek
						di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024

1.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan mengacu pada sistematika penulisan sebagai berikut.

1. BAB I: PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi pemaparan mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

2. BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai dasar-dasar analisis risiko portofolio optimal *Maximum Sharpe Ratio* menggunakan perhitungan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo*.

3. BAB III: METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi pemaparan mengenai rancangan penelitian, variabel penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, dan alur penelitian.

4. BAB IV: PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil analisis risiko portofolio optimal *Maximum Sharpe Ratio* menggunakan pendekatan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan dua metode yaitu *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo*. Hasil perhitungan risiko dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99% serta dianalisis perbedaannya.

5. BAB V: STUDI KASUS

Bab ini memaparkan penerapan metode pada portofolio saham dengan kode PTBA.JK, MBAP.JK, dan MEDC.JK pada perusahaan sektor energi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode Desember 2019 - Desember 2024.

6. BAB VI: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam pengukuran risiko *Conditional Value at Risk* (CVaR). Selain itu, bab ini memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

7. BAB VII: DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka mencakup semua literatur, seperti buku teks, artikel jurnal, dan sumber daring yang digunakan dalam penelitian, terutama yang relevan dengan teori portofolio, analisis risiko, *Sharpe Ratio*, serta metode *Conditional Value at Risk* (CVaR).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan pada bab-bab sebelumnya, kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis portofolio, perhitungan risiko, dan validasi model yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa portofolio yang dibentuk menggunakan metode *Maximum Sharpe Ratio* menghasilkan bobot investasi yang optimal, yaitu 63% PTBA.JK, 13,94% MBAP.JK, dan 23,05% MEDC.JK. Dengan tingkat *risk free* sebesar 4,74% per tahun, portofolio ini menghasilkan ekspektasi *return* sebesar 1,2028% per bulan dengan risiko 8,8012%. Portofolio ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi risiko-*return*, sebagaimana diukur dengan *Sharpe Ratio* sebesar 0,0927, yang menunjukkan bahwa portofolio ini cukup efisien dalam menghasilkan *return* terhadap risiko yang ditanggung.
2. Perbandingan antara metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam menghitung *Conditional Value at Risk* (CVaR), terlihat bahwa hasilnya cukup mendekati satu sama lain. Pada taraf signifikansi 95%, metode *Variance-Covariance* menghasilkan CVaR sebesar 16,9515, sementara *Monte Carlo* memberikan hasil 16,9095. Sedangkan pada taraf 99%, metode *Variance-Covariance* menghasilkan CVaR sebesar 22,2542, sementara *Monte Carlo* sedikit lebih rendah, yaitu 21,9609. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode *Monte Carlo* menghasilkan estimasi risiko yang sedikit lebih konservatif dibandingkan *Variance-Covariance*, namun keduanya memberikan hasil yang relatif konsisten.

Akurasi model *Value at Risk* (VaR), hasil uji *backtesting* dan *Uji Kupiec. Backtesting* dilakukan dengan membagi data menjadi *training* (Desember 2019–Juni 2022) dan *out of sample* (Juli 2022–Desember 2024), menggunakan *risk free rate* masing-masing 0,3169 dan 0,4551. Nilai VaR dari data *training* sebesar -13,0593 dijadikan *threshold*.

Pada data *out of sample* terdapat 2 pelanggaran dimana *return* aktual < *threshold* pelanggaran atau pelanggaran sebesar 6,89%, selanjutnya dilakukan *Uji Kupiec Test*

untuk validasi model secara keseluruhan. Diperoleh hasil bahwa nilai *p-value* sebesar 0,6568372 arena *p-value* lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka tidak ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol (H_0), sehingga model VaR dianggap valid dan dapat digunakan untuk mengukur risiko pasar dengan baik.

6.2 Saran

1. Penelitian ini membandingkan metode *Variance-Covariance* dan *Monte Carlo* dalam mengukur risiko portofolio. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan eksplorasi terhadap metode lain seperti *Historical Simulation* atau *Machine Learning-Based Risk Estimation*, yang dapat memberikan perspektif baru dalam mengukur risiko secara lebih adaptif terhadap kondisi pasar yang dinamis.
2. Penelitian ini berfokus pada portofolio saham tertentu. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan analisis pada sektor yang berbeda, seperti obligasi, reksa dana, atau aset kripto, guna memahami bagaimana metode optimasi dan pengukuran risiko berfungsi pada instrumen dengan karakteristik yang berbeda. Hal ini dapat memperluas aplikasi hasil penelitian untuk berbagai jenis investor dan strategi investasi.
3. Penelitian ini menggunakan saham dari sektor energi, bagi peneliti selanjutnya bisa menggabungkan beberapa sektor saham dalam pembentukan portofolio.

DAFTAR PUSTAKA

- Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of risk*, 2, 21-42.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical finance*, 9(3), 203-228.
- Hadi, Y. L., & Fahmi, I. (2009). *Teori portofolio dan analisis investasi*. Bandung: Alfabeta.
- Jorion, P. (2002). How informative are value-at-risk disclosures?. *The Accounting Review*, 77(4), 911-931.
- Stone, M. (1974). Cross-validators choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 36(2), 111–147.
- Kisiala, J. (2015). Conditional value-at-risk: Theory and applications. *arXiv preprint arXiv:1511.00140*.
- Norton, M., Khokhlov, V., & Uryasev, S. (2021). Calculating CVaR and bPOE for common probability distributions with application to portfolio optimization and density estimation. *Annals of Operations Research*, 299, 1281-1315.
- Andriyani, Y., & Risman, A. Pengaruh Value At Risk (VaR) Portofolio Terhadap Metode Variance-covariance, Historical Simulation, dan *Monte Carlo*.
- Indarwati, E., & Kusumawati, R. (2021). Estimation of the portfolio risk from *Conditional Value at Risk* using *Monte Carlo* simulation. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 17(3), 370-380.
- Ningsih, A. J. *Analisis Value At Risk Dengan Metode Variance-Covariance Dan Simulasi Historis Pada Saham Tunggal Dan Portofolio Optimal (Studi Pada Saham Indeks IDX30 Periode Januari 2022-Desember 2023)* (Bachelor's thesis, FEB UIN JAKARTA).
- Mustafian, M. (2024). *Penerapan Value-at-Risk dan Conditional-Value-at-Risk Dalam Pengukuran Risiko Portofolio Optimal Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte*

Carlo= Application of Value-at-Risk and Conditional-Value-at-Risk in Optimal Portfolio Risk Measurement Using Monte Carlo Simulation Approach (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).

- Nugrahaeni, I., Perdana, H., & Satyahadewi, N. (2024). Perbandingan Value at Risk dan Expected Shortfall pada Portofolio Optimal menggunakan Metode Downside Deviation. *Jambura Journal of Mathematics*, 6(2), 176-181.
- Prihatiningsih, D. R., Di Asih, I. M., & Rahmawati, R. (2020). Value at risk (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dalam pembentukan portofolio bivariat menggunakan copula gumbel. *Jurnal Gaussian*, 9(3), 326-335.
- Rachmatin, D. (2015). Penerapan Metode Exponentially Weighed Moving Average (EWMA) dan Metode Semi Varians (SV) dalam Perhitungan Risiko Portofolio Saham PT Pindad Persero. *Statistika*, 15(2), 39-57.
- Bain, L. J., & Engelhardt, M. (1992). Introduction to probability and mathematical statistics (Vol. 4). Belmont, CA: Duxbury Press.
- Qudratullah, M. F. (2012). Analisis tipologi saham syariah di Bursa Efek Indonesia berdasarkan nilai *return* dan resiko (Value At Risk) pasca krisis global 2008. *Jurnal Fourier*, 1(1), 43669.
- Zalmadani, H., Santony, J., & Yunus, Y. (2020). Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode *Monte Carlo*. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 13-20.
- Kupiec, P. H. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models (Vol. 95, No. 24). Washington, DC: Division of Research and Statistics, Division of Monetary Affairs, Federal Reserve Board.
- Qudratullah, M. F. (2014). Pengaruh Jalur Penerimaan Mahasiswa Dan Asal Sekolah Terhadap Prestasi Mahasiswa Di Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. *Jurnal Fourier*, 3(1), 9-15.

- Tandelilin, E. (2010). Dasar-dasar manajemen investasi. *Manajemen Investasi*, 34, 117-127.
- Purcell, E. J., & Varberg, D. (1987). *Calculus with Analytic Geometry*. Prentice-Hall.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119-138.
- Markowitz, H. (1952). Modern portfolio theory. *Journal of Finance*, 7(11), 77-91.
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Anton, H. (1997). *Introducción al álgebra lineal*, Ed. Limusa (Noriega Editores).
- Inews.id. (2024). Jumlah Investor Pasar Modal Indonesia Tembus 14,8 Juta, Naik 21,77%.
- HSB Investasi. (2023). *Bursa Efek Indonesia: Sejarah dan Perkembangan*. Diambil dari <https://www.hsb.co.id/info-media/most-improved-broker>
- Pluang. (2023). *Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan Indeks Lain di BEI*. Diambil dari <https://pluang.com/blog/promotion/buka-pluang-bareng>
- Gramedia. (2023). *Sejarah Pasar Modal di Indonesia dan Perkembangannya*. Diambil dari <https://www.gramedia.com/blog/gramedia-hadirkan-100-judul-terbaik-pilihan-pembaca-2023-spesial-diskon-25/>
- Pluang. (2024). *Volatilitas: Apa Itu dan Mengapa Penting dalam Investasi?* Diambil dari <https://pluang.com/blog/volatilitas-apa-itu-dan-mengapa-penting-dalam-investasi>