

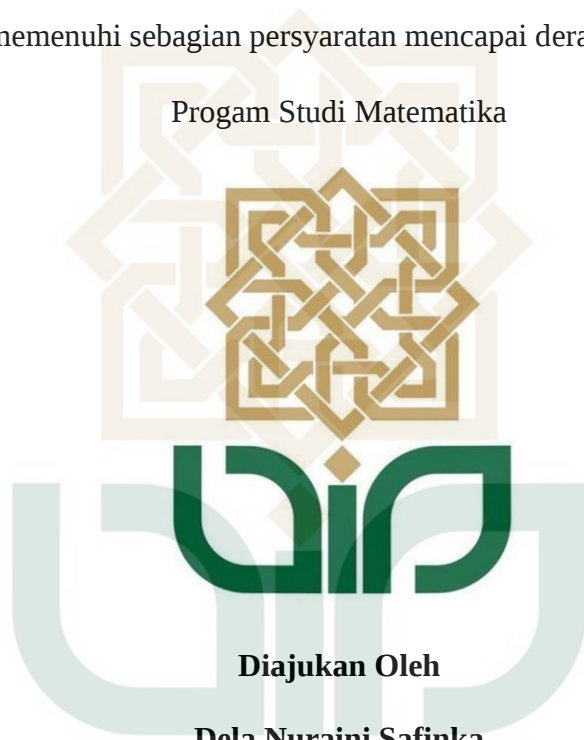
**ANALISIS KINERJA PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN
OPTIMASI *MEAN-CVaR* BERBASIS SIMULASI COPULA**

(Studi Kasus: Portofolio Saham Syariah dan Non-Syariah dari Indeks LQ45 Bursa
Efek Indonesia (BEI) Periode Januari 2021 – Oktober 2025)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan Oleh

Dela Nuraini Safinka

22106010080

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2026



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/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 : Dela Nuraini Safinka

NIM : 22106010080

Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN
OPTIMASI MEAN-CVaR BERBASIS SIMULASI COPULA

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

Wassalamu' alaikum wr. wb.

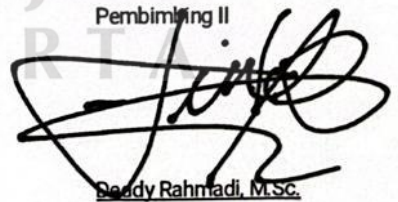
Pembimbing I


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

NIP. 19790922 200801 1 011

Yogyakarta, 29 Januari 2026

Pembimbing II


Dedy Rahmadi, M.Sc.

NIP. 19930807 202203 1 001



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-213/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Kinerja Portofolio Saham Menggunakan Optimasi Mean - CVaR berbasis Simulasi Copula

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DELA NURAINI SAFINKA
Nomor Induk Mahasiswa : 22106010080
Telah diujikan pada : Kamis, 22 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 6979c17e8dba3



Penguji I

Deddy Rahmadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 697864c6c4ca9



Penguji II

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6979c0d209e4c



Yogyakarta, 22 Januari 2026

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 697ad17544187

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dela Nuraini Safinka
NIM : 22106010080
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, 29 Januari 2026



Dela Nuraini Safinka

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada orang tua dan kedua adik saya tercinta, atas doa yang tak pernah terucap lelah, dukungan yang senantiasa menguatkan, serta kasih sayang yang tak pernah putus menjadi tempat saya pulang dan sumber kekuatan dalam setiap langkah.

Kepada dosen pembimbing dan seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi, terimakasih atas bimbingan, ilmu, arahan, serta kesabaran dan kepercayaan yang diberikan sehingga menjadi bekal berharga dalam penyusunan skripsi ini.

Kepada sahabat, teman-teman, dan semua orang yang telah hadir di hidup saya, terimakasih telah menjadi bagian dari proses ini.



MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

*“Dan barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan
(keperluannya)”*

(Q.S. At-Talaq: 3)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 6)

“It’s never easy, but I’m trying.”

- ILYSB, LANY

“I know it’s hard sometimes, but I’ll be fine.”

- I Know, LANY

“I’ll get through these tears.”

- Through These Tears, LANY

*“Melamban bukanlah hal yang tabu kadang itu yang kau butuh.
Tak perlu kau berhenti kurasi, ini hanya sementara, bukan ujung dari rencana.”*

- 33x, Perunggu

“Di laut yang tenang, dan pikiran yang matang.”

- Pikiran yang Matang, Perunggu

*“Keluhan demi keluhan
segera kugilas perlahan.”*

- Gemilang, Perunggu

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Segala puji bagi Allah SWT, Sang Penggenggam Jiwa dan Pemilik Waktu. Hanya atas izin-Nya, dan kekuatan baru yang selalu Engkau berikan, skripsi dengan judul “*Analisis Kinerja Portofolio Saham Menggunakan Optimasi Mean-CVaR Berbasis Simulasi Copula*” ini akhirnya dapat sampai di titik akhir.

Skripsi ini bukan sekadar tumpukan kertas, melainkan bukti dari sebuah perjalanan panjang menempa diri. Penulis menyadari bahwa langkah ini mustahil ditempuh seorang diri. Ada banyak tangan yang merangkul saat penulis rapuh dan banyak doa yang melangit saat penulis butuh. Dengan segala kerendahan hati dan ketulusan terdalam, penulis mempersembahkan rasa terima kasih kepada:

1. Almamater tercinta, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, tempat penulis menimba ilmu, bertemu keluarga baru, dan memproses diri menjadi manusia yang lebih dewasa.
2. Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika, terima kasih atas fasilitas dan ruang yang diberikan bagi penulis untuk bertumbuh.
4. Dr. Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si dan Deddy Rahmadi M.Sc., terima kasih telah menjadi "orang tua" kedua di kampus. Terima kasih atas kesabaran Bapak membimbing penulis yang masih penuh kekurangan ini, meluruskan logika yang kusut, dan memaklumi segala keterbatasan penulis selama proses bimbingan. Ilmu dan ketelitian yang Bapak ajarkan adalah bekal berharga yang akan penulis bawa selamanya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Matematika serta Staf Akademik. Terima kasih atas segala ilmu jariah yang telah dibagikan di ruang-ruang kelas, serta pelayanan tulus yang memudahkan urusan administrasi penulis.

6. Malaikat Tak Bersayapku: Ibu Sujarwanah dan Bapak Mansyur. Teruntuk dua manusia terhebat dalam hidupku. Terima kasih. Terima kasih karena tak pernah lelah menyebut namaku dalam setiap sujud panjang Bapak dan Ibu. Terima kasih telah bekerja keras memeras keringat demi pendidikan anakmu ini. Maaf jika penulis sering membuat khawatir atau belum bisa memberi bahagia yang sepadan. Gelar sarjana ini penulis persembahkan di bawah telapak kaki Bapak dan Ibu sebagai bukti bakti kecilku.
7. Kedua adikku tersayang, Muh. Afdal Afzahi dan Muh. Almajid Arzy. Terima kasih telah menjadi penguat di saat penulis merasa rapuh dan menjadi alasan bagi penulis untuk terus bertahan dan melangkah maju. Kehadiranmu, dengan caramu sendiri, sering kali menjadi sumber semangat yang sederhana namun sangat berarti. Dukungan, perhatian, dan kepercayaan yang kamu berikan meski tak selalu terucap menjadi pengingat bagi penulis bahwa perjuangan ini tidak dijalani seorang diri.
8. Sahabat seperjuangan dari SMA, khususnya Jompoters, Hasda dan Gita Lestari. Terima kasih telah menjadi ruang paling aman untuk pulang, tempat berbagi keluh kesah tanpa takut dihakimi, serta tempat tertawa bahkan di tengah tekanan dan kelelahan yang terasa berat. Kebersamaan kalian menjadi pengingat bahwa di balik segala tuntutan akademik, penulis masih memiliki manusia-manusia baik yang selalu siap menemani.
9. Teruntuk Alfi Masrurroh, sahabat penulis selama masa perantauan, yang telah penulis anggap bukan sekadar teman, melainkan saudari. Terima kasih telah hadir sebagai keluarga yang penulis temukan jauh dari rumah dan telah menemani hari-hari yang tidak selalu mudah dari kelelahan, kebingungan, hingga momen-momen kecil yang terasa berat ketika dijalani sendiri. Perhatian, kepedulian, dan ketulusan yang kamu berikan membuat penulis merasa tidak benar-benar sendiri di tanah perantauan.
10. Teruntuk Kaysa Zafira Erva, sahabat penulis yang telah hadir dan bertumbuh bersama sejak masa awal perkuliahan. Seiring waktu, kebersamaan selama ini membentuk sebuah ikatan yang penulis anggap layaknya saudari. Di semester akhir, hampir setiap proses dijalani bersama: bimbingan skripsi, menjadi asisten praktikum, menghadapi revisi, hingga

melalui hari-hari panjang yang penuh lelah dan harap. Terima kasih atas ketulusan, kesabaran, dan kehadiran yang tidak pernah terasa dipaksakan. Skripsi ini menjadi salah satu saksi bahwa dalam perjalanan panjang ini, penulis dipertemukan dengan sosok saudara yang begitu berarti.

11. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dekat penulis di kampus, Dewi, Ilham, dan Hendra yang telah memberikan warna tersendiri selama perjalanan perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan kehadiran yang sederhana namun berarti di berbagai momen, baik dalam suasana akademik maupun di luar itu dan telah menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga tahap ini.
12. Teruntuk teman-teman perantauan penulis, Andi Putri dan Meissy Kristine. Terima kasih telah menjadi teman berbagi cerita dan rasa yang terjalin melalui pertemuan-pertemuan sederhana di sini, menjadi penguat tersendiri bagi penulis dalam menjalani hari-hari. Kehadiran kalian, dengan cara yang tenang dan apa adanya, sering kali menjadi penenang di tengah kesibukan dan kelelahan selama masa perkuliahan.
13. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang penuh rasa syukur kepada teman-teman KKN kesayangan penulis: Alifiya, Mila, Amanda, Umar, Fajar, Rizki, Ridho, Tyo, dan Arga. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan pengabdian yang penuh cerita, pembelajaran, dan kebersamaan yang tidak terlupakan. Hari-hari yang kita lalui bersama mulai dari merancang dan menjalankan program, menghadapi berbagai tantangan di lapangan, hingga berbagi tawa di tengah lelah menjadi pengalaman berharga yang akan selalu penulis kenang. Terima kasih telah menjadi bagian indah dalam perjalanan akademik dan kehidupan penulis.
14. Teruntuk Isti, Mba Ana, dan Mba Regina atas perhatian, pengertian, serta kebersamaan yang diberikan, serta rekan-rekan kerja yang telah menemani penulis selama masa perantauan. Kehadiran kalian menjadi salah satu penguat bagi penulis, terutama dalam menyeimbangkan tanggung jawab akademik dan pekerjaan selama berada jauh dari rumah.
15. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman organisasi penulis, baik di HMPS- Matematika maupun DEMA FST, atas

kebersamaan, kerja sama, dan pengalaman berorganisasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Melalui organisasi, penulis banyak belajar tentang tanggung jawab, komunikasi, serta kerja tim yang tidak selalu mudah namun sangat bermakna.

16. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tempat-tempat yang menemani proses penyusunan skripsi ini, khususnya Torte Coffee dan Kopi Kenangan, yang menjadi ruang bagi penulis untuk menulis, berpikir, dan menata kembali semangat. Di sela hiruk pikuk aktivitas, tempat-tempat tersebut memberikan suasana yang cukup tenang bagi penulis untuk bertahan dan melanjutkan proses hingga tahap akhir. Di sana, penulis belajar bahwa proses tidak selalu harus sempurna cukup dijalani dengan konsisten dan penuh kesungguhan.
17. Terakhir, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri, Dela Nuraini Safinka. Terima kasih telah bertahan sejauh ini, meskipun tidak selalu kuat dan tidak selalu yakin. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah, bahkan di hari-hari ketika lelah terasa lebih dominan daripada semangat. Setiap usaha kecil, setiap waktu yang diluangkan, dan setiap keraguan yang tetap dihadapi adalah bentuk keberanian yang patut dihargai. Kamu hebat, kamu kuat, dan kamu pantas untuk sampai di sini.

Semoga karya sederhana ini dapat menjadi amal jariyah dan bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 20 Januari 2026

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR SIMBOL	xix
INTISARI	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penulisan	9
1.6 Tinjauan Pustaka	10
1.7 Sistematika Penulisan	15
BAB II	18
LANDASAN TEORI	18
2.1 Data	18
2.2 Investasi	19
2.3 Pasar Modal	20
2.4 Saham	23
2.5 Statistik Deskriptif	24
2.5.1 <i>Mean</i> (Rata-rata)	25
2.5.2 Standar Deviasi (Volatilitas)	25

2.5.3	Skewness (Kemencengan Distribusi)	26
2.5.4	Kurtosis	27
2.6	<i>Return</i> Saham	27
2.7	Risiko.....	29
2.8	Ruang Sampel.....	32
2.9	Peluang	34
2.9.1	Aturan Penjumlahan dan Perkalian Peluang.....	35
2.9.2	Aksioma Probabilitas	37
2.10	Variabel Acak.....	39
2.10.1	Variabel Acak Diskrit	39
2.10.2	Variabel Acak Kontinu	40
2.11	Fungsi Distribusi Peluang	41
2.11.1	Fungsi Distribusi Kumulatif (<i>Cumulative Distribution Function</i>) ...	42
2.11.2	Fungsi Massa dan Fungsi Densitas Peluang	42
2.11.3	Fungsi Distribusi Bersama (<i>Joint Distribution Function</i>)	43
2.11.4	Fungsi Distribusi Marginal	44
2.12	Fungsi Densitas Peluang (<i>Probability Density Function</i>)	46
2.13	Parameter Distribusi	47
2.13.1	Nilai Harapan (<i>Expected Value</i>)	48
2.13.2	Varians dan Simpangan Baku	49
2.13.3	Momen dan Momen Sentral	49
2.13.4	Kovarians dan Korelasi	50
2.14	Distribusi Peluang	51
2.15	Distribusi Diskrit dan Kontinu	53
2.16	Distribusi <i>Return</i>	54
2.16.1	Distribusi Normal	54
2.16.2	Distribusi <i>Student-t</i>	55
2.16.3	Pelanggaran Asumsi Normalitas Multivariat dan Risiko Model	59
2.17	Korelasi	60
2.17.1	Korelasi Pearson	61
2.17.2	Korelasi Spearman	61
2.17.3	Korelasi Kendall	62

2.18	<i>Dependence Structure</i>	62
2.19	<i>Tail dependence</i>	63
2.20	Teori Copula	64
2.20.1	Pengertian Copula	65
2.20.2	Jenis-Jenis Copula	66
2.20.3	Estimasi Parameter Copula	68
2.21	Teori Portofolio	72
2.21.1	Konsep Dasar Portofolio	72
2.21.2	Efisiensi Portofolio	73
2.21.3	<i>Return</i> Portofolio	74
2.22	<i>Value-at-Risk (VaR)</i>	75
2.23	<i>Conditional Value-at-Risk (CVaR)</i>	76
2.24	<i>Mean-CVaR Optimization</i>	77
2.25	Metode <i>Lagrange</i> dan <i>KKT</i>	80
2.25.1	Fungsi Lagrangian	80
2.25.2	Kondisi Karush-Kuhn-Tucker (KKT)	80
2.26	Simulasi Monte Carlo	81
2.26.1	Konsep Dasar Simulasi Monte Carlo	81
2.26.2	Langkah-langkah Simulasi Monte Carlo	82
2.26.3	Penerapan Monte Carlo dalam Optimasi Portofolio	83
2.27	Pengukuran Kinerja Portofolio	84
2.27.1	Sharpe Ratio	84
2.27.2	STARR Ratio	85
BAB III		86
METODE PENELITIAN		86
3.1	Jenis Penelitian	86
3.2	Jenis dan Sumber Data	87
3.3	Variabel Penelitian	88
3.3.1	Variabel Input	88
3.3.2	Variabel Output	89
3.4	Alat Pengolahan Data	90
3.5	Metode Analisis Data	91

3.6	<i>Flow Chart</i>	94
BAB IV		95
PEMBAHASAN		95
4.1	Data dan Analisis Statistik Awal.....	95
4.1.1	Perhitungan <i>Log-Return</i>	95
4.1.2	Statistik Deskriptif	96
4.1.3	Matriks Kovarians dan Korelasi	98
4.2	Uji Normalitas	99
4.3	Estimasi Distribusi Marginal.....	100
4.3.1	Justifikasi Pemilihan Model Marginal.....	100
4.3.3	Transformasi Probability Integral Transform (PIT)	104
4.4	Pemodelan Copula.....	105
4.4.1	Teorema Sklar	105
4.4.2	<i>Tail Dependence</i>	109
4.4.3	Pembentukan Distribusi Multivariat	110
4.5	Pembangkitan Sampel Multivariat	110
4.5.1	Estimasi dengan Monte Carlo.....	110
4.6	Optimisasi <i>Mean-CVaR</i>	112
4.7	Analisis Kinerja Portofolio.....	115
4.7.1	<i>Expected Return</i> Portofolio.....	115
4.7.2	Analisis Risiko (<i>CVaR</i>) Portofolio	116
4.7.3	Analisis Perbandingan Kinerja Portofolio	117
4.7.4	Pengujian Validitas Model Risiko	118
BAB V.....		121
STUDI KASUS		121
5.1	Deskripsi Data dan Preprocessing.....	121
5.1.1	Sumber data	121
5.1.2	Pengumpulan Data	122
5.1.3	Perhitungan <i>Return</i>	123
5.2	Statistik Deskriptif <i>Return</i>	124
5.3	Implementasi <i>Asset Screening</i> dan <i>Target Return</i>	126
5.3.1	Penentuan (<i>R_f</i>) dan (<i>R_{target}</i>)	126

5.3.2	Hasil <i>Asset Screening</i>	129
5.4	Uji Normalitas dan Justifikasi Model	130
5.4.1	Prosedur Uji Normalitas	130
5.4.2	Hasil Uji Jarque-Bera pada Aset Terpilih.....	131
5.4.3	Justifikasi Pelanggaran Asumsi Multivariat	132
5.5	Estimasi Distribusi Marginal Saham.....	132
5.5.1	Kandidat Distribusi dan Metode Estimasi	133
5.5.2	Penerapan Fungsi Distribusi Empiris (EDF)	134
5.6	Estimasi Copula dan Struktur Dependensi.....	135
5.6.1	Transformasi PIT (<i>Probability Integral Transform</i>)	135
5.6.2	Estimasi Korelasi Non-Linear (Kendall's Tau)	135
5.6.3	Estimasi dan Seleksi Model Copula	136
5.6.4	Analisis Pemilihan Model.....	136
5.7	Simulasi Monte Carlo dan Optimasi <i>Mean-CVaR</i>	137
5.7.1	Klasifikasi Portofolio Aset (Syariah vs. Non-Syariah).....	137
5.7.2	Pembangkitan Skenario Risiko	139
5.7.3	Optimasi <i>Mean-CVaR</i> Portofolio	141
5.8	Simulasi Sensitivitas Portofolio terhadap Variasi Target Return	144
5.9	Analisis Kinerja Portofolio	149
5.10	Visualisasi Portofolio	151
5.10.1	Klasifikasi Portofolio Aset (Syariah vs Non-Syariah).....	152
5.10.2	Dinamika Alokasi Aset Portofolio Syariah	153
5.10.3	Dinamika Alokasi Aset Portofolio Non-Syariah	154
5.10.4	Efisiensi Portofolio dengan STARR Ratio	155
5.10.5	Validasi Model Risiko (<i>Backtesting</i>)	158
BAB VI		162
PENUTUP		162
6.1	Kesimpulan.....	162
6.2	Saran.....	164
DAFTAR PUSTAKA		165
LAMPIRAN		171
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		200

DAFTAR TABEL

Table 1 Ringkasan Metode Bobot Portofolio, Analisis Risiko Penelitian	12
Table 2 Saham Konsisten Periode Januari 2021 - Oktober 2025.....	121
Table 3 Harga Penutupan Saham	123
Table 4 Nilai <i>Mean</i> , <i>SD</i> , <i>Skewness</i> , dan <i>Kurtosis</i> dari Data Saham.....	124
Table 5 BI-7 <i>Day Reverse Repo Rate</i> Bulanan. Sumber : Bank Indonesia.....	127
Table 6 Hasil <i>Asset Screening</i> Rf.....	129
Table 7 Hasil Uji Jarque-Bera.....	131
Table 8 Evaluasi <i>Goodness-of-Fit</i> dan Deteksi <i>Fat Tail</i>	133
Table 10 Sampel Hasil Transformasi PIT (Pseudo-observations)	135
Table 11 Perbandingan Model Copula.....	136
Table 12 Klasifikasi Aset Portofolio.....	138
Table 13 Sampel Hasil Simulasi Monte Carlo (10.000 Skenario)	140
Table 14 Komposisi Bobot Portofolio Syariah Optimum.....	142
Table 15 Komposisi Bobot Portofolio Non-Syariah Optimum.....	143
Table 16 Metrik Kinerja Portofolio Syariah	150
Table 17 Metrik Kinerja Portofolio Non-Syariah	150
Table 18 Hasil Simulasi Sensitivitas Portofolio Syariah	144
Table 19 Hasil Simulasi Sensitivitas Portofolio Non-Syariah.....	147
Table 20 Hasil Perhitungan STARR Ratio (Syariah).....	155
Table 21 Hasil Perhitungan STARR Ratio (Non-Syariah)	156
Table 22 Hasil uji Validitas Model	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Perkembangan IHSG Periode 2021–2025. Sumber: Yahoo Finance.....	3
Gambar 2 Perbandingan Kinerja Indeks LQ45 dan JII Periode 2021–2025.....	4
Gambar 3 Kurva Fungsi Kepadatan Peluang Distribusi Normal	55
Gambar 4 Kurva Distribusi Student-t.....	58
Gambar 5 Boxplot return saham LQ45 periode 2021 – 2025	125
Gambar 6 Simulasi Sebaran Data Simulasi Monte Carlo vs Data Historis (Pasangan Aset ADRO - ANTM)	141
Gambar 7 Kurva Efficient Frontier Portofolio Syariah dan Non-Syariah.	152
Gambar 8 Bobot Alokasi Aset Portofolio Syariah (D1 – D9).....	153
Gambar 9 Bobot Alokasi Aset Portofolio Non-Syariah (D1 – D9)	154
Gambar 10 Efficient Frontier dan Capital Market Line (CML).....	157
Gambar 11 Grafik Backtesting Portofolio Syariah	160
Gambar 12 Grafik Backtesting Portofolio Non-Syariah	161



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
α	Tingkat signifikansi (<i>Significance level</i>)
β	Tingkat kepercayaan (<i>Confidence level</i>)
μ	Rata-rata populasi / Nilai harapan (<i>Mean</i>)
μ_p	<i>Expected return</i> portofolio
σ	Standar deviasi (<i>Standard deviation</i>)
σ^2	Variansi (<i>Variance</i>)
ρ	Koefisien korelasi Pearson
τ	Koefisien korelasi Kendall's Tau
ν	Derajat kebebasan (<i>Degrees of freedom</i>) pada distribusi Student-t
λ	Koefisien dependensi ekor (<i>Tail dependence coefficient</i>)
γ_1	<i>Skewness</i> (Kemencengan distribusi)
γ_2	<i>Kurtosis</i> (Keruncingan distribusi)
Φ	Fungsi distribusi kumulatif Normal Standar
$\Gamma(\cdot)$	Fungsi Gamma
Σ	Matriks Kovarians
Ω	Ruang sampel (<i>Sample space</i>)
χ^2	Distribusi Chi-Square
$C(u, v)$	Fungsi Copula
$Cov(R_i, R_j)$	Kovarians antara aset i dan j
$E[\cdot]$	Nilai harapan matematis (<i>Mathematical Expectation</i>)
$f(x)$	Fungsi densitas peluang (<i>Probability Density Function</i>)
$F(x)$	Fungsi distribusi kumulatif (<i>Cumulative Distribution Function</i>)
H_0	Hipotesis Nol
H_1	Hipotesis Alternatif
JB	Statistik uji Jarque-Bera
L atau $\mathcal{L}$	Fungsi <i>Likelihood</i> atau Fungsi Lagrangian
LR_{POF}	Statistik uji <i>Likelihood Ratio</i> pada uji Kupiec (POF Test)
N	Jumlah simulasi Monte Carlo

n	Jumlah observasi data / Jumlah aset dalam portofolio
P_t	Harga saham pada waktu ke- t
R_t	<i>Return</i> sederhana saham pada waktu ke- t
r_t	<i>Log-return</i> saham pada waktu ke- t
R_p	<i>Return</i> portofolio
R_f	Tingkat suku bunga bebas risiko (<i>Risk-free rate</i>)
S atau SR	<i>Sharpe Ratio</i>
$STARR$	<i>Stable Tail Adjusted Return Ratio</i>
u, v	Variabel uniform hasil transformasi (<i>Pseudo-observations</i>)
w_i	Bobot alokasi dana pada aset ke- i
x	Jumlah kegagalan aktual pada uji Backtesting
VaR	<i>Value at Risk</i>
$CVaR$	<i>Conditional Value at Risk</i>

ANALISIS KINERJA PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN OPTIMASI *MEAN-CVaR* BERBASIS SIMULASI COPULA

(Studi Kasus: Portofolio Saham Syariah dan Non-Syariah dari Indeks LQ45 Bursa
Efek Indonesia (BEI) Periode Januari 2021 – Oktober 2025)

Oleh :

Dela Nuraini Safinka

22106010080

INTISARI

Periode pasca-pandemi COVID-19 ditandai oleh meningkatnya volatilitas dan risiko kerugian ekstrem di pasar modal Indonesia, yang menyebabkan distribusi *return* saham cenderung tidak normal dan berekor tebal sehingga pendekatan optimasi portofolio konvensional berbasis varians menjadi kurang memadai. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja portofolio saham Syariah dan Non-Syariah pada indeks LQ45 menggunakan pendekatan optimasi *Mean-Conditional Value-at-Risk* (*Mean-CVaR*) berbasis simulasi Copula. Data yang digunakan berupa harga *adjusted closed* bulanan saham LQ45 periode Januari 2021 hingga Oktober 2025 yang ditransformasikan ke dalam bentuk log-return, dengan distribusi marginal return diestimasi menggunakan *Empirical Distribution Function* dan struktur dependensi antar saham dimodelkan menggunakan *Student-t* Copula. Simulasi Monte Carlo sebanyak 10.000 skenario digunakan sebagai dasar optimasi portofolio pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa portofolio saham Syariah optimal pada Desil 8 terbentuk dari saham ITMG (35,2%), ADRO (19,6%), INDF (19,4%), MEDC (16,1%), dan ANTM (9,8%), dengan *expected return* sebesar 1,09% per bulan dan *CVaR*(95%) sebesar 6,44% per bulan, sedangkan portofolio saham Non-Syariah optimal pada Desil 9 didominasi oleh saham BMRI (84,1%) dan BBCA (15,9%), dengan *expected return* sebesar 0,82% per bulan dan *CVaR*(95%) sebesar 9,28% per bulan. Evaluasi menggunakan STARR Ratio menunjukkan bahwa portofolio Syariah memiliki kinerja yang lebih unggul (0,1360) dibandingkan portofolio Non-Syariah (0,0612), serta hasil *Kupiec POF Test* menyatakan bahwa model *Mean-CVaR* berbasis Copula valid dalam mengestimasi risiko pasar pada tingkat kepercayaan 95%.

Kata Kunci: *Efficient Frontier*, *Mean-CVaR*, Portofolio Syariah, *Student-t* Copula, Simulasi Monte Carlo.

STOCK PORTFOLIO PERFORMANCE ANALYSIS USING COPULA-BASED MEAN-CVaR OPTIMIZATION

(Case Study: Sharia and Non-Sharia Stock Portfolios of LQ45 Index on Indonesia Stock Exchange, Period of January 2021 – October 2025)

By:

Dela Nuraini Safinka

22106010080

ABSTRACT

The post-COVID-19 period has been characterized by heightened volatility and extreme downside risk in the Indonesian capital market, leading to stock return distributions that are non-normal and heavy-tailed, thereby rendering conventional variance-based portfolio optimization approaches less adequate. Under this condition, this study aims to analyze and compare the performance of Sharia and non-Sharia stock portfolios within the LQ45 index using a Mean-Conditional Value-at-Risk (Mean-CVaR) optimization framework based on Copula simulation. The study employs daily closing prices of LQ45 stocks from January 2021 to October 2025, which are transformed into log-returns, with marginal return distributions estimated using the Empirical Distribution Function and dependence structures modeled through the Student-t Copula. Monte Carlo simulation with 10,000 scenarios is subsequently applied as the basis for portfolio optimization at the 95% confidence level. The results indicate that the optimal Sharia portfolio at Decile 8 consists of ITMG (35.2%), ADRO (19.6%), INDF (19.4%), MEDC (16.1%), and ANTM (9.8%), generating an expected return of 1.09% per month with a CVaR(95%) of 6.44%, while the optimal non-Sharia portfolio at Decile 9 is dominated by BMRI (84.1%) and BBKA (15.9%), yielding an expected return of 0.82% per month with a CVaR(95%) of 9.28%. Performance evaluation using the STARR Ratio shows that the Sharia portfolio achieves superior efficiency (0.1360) compared to the non-Sharia portfolio (0.0612), and the Kupiec Proportion of Failure test confirms that the Copula-based Mean-CVaR model is valid in estimating market risk at the 95% confidence level.

Kata Kunci: *Efficient Frontier, Mean-CVaR, Sharia Portfolio, Student-t Copula, Monte Carlo Simulation.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Data pergerakan harga aset keuangan pada dasarnya merupakan sekumpulan data deret waktu (*time series*) yang memiliki karakteristik stokastik dan kompleksitas tinggi. Secara matematis, fluktuasi harga saham tidak hanya mencerminkan perubahan nilai aset, tetapi juga merepresentasikan interaksi variabel acak yang seringkali tidak mengikuti asumsi distribusi normal. Fenomena seperti *heavy-tails* (ekor tebal) dan asimetri pada data *return* saham menunjukkan adanya risiko ekstrem yang memerlukan pendekatan pemodelan statistik yang presisi. Kompleksitas data tersebut menjadi objek kajian penting dalam matematika keuangan, di mana analisis terhadap struktur dependensi antar aset menjadi kunci dalam meminimalkan ketidakpastian melalui pembentukan portofolio yang optimal.

Implementasi dari pemodelan data stokastik tersebut sangat relevan pada instrumen investasi di pasar modal. Pasar modal memiliki peran strategis dalam perekonomian karena berfungsi sebagai sarana penghimpunan dana jangka panjang serta menyediakan berbagai instrumen investasi bagi masyarakat. Melalui mekanisme pasar modal, aliran dana dari pemilik modal dapat tersalurkan kepada sektor-sektor produktif sehingga dapat mendorong pertumbuhan ekonomi secara lebih efektif (Septiani et al., 2020). Selain itu, keberadaan pasar modal mencerminkan ekspektasi dan kepercayaan investor terhadap kondisi ekonomi nasional, sehingga dinamika pasar saham sering dijadikan indikator kesehatan perekonomian suatu negara (Dini Selasi et al., 2024). Perkembangan instrumen dan aktivitas pasar modal yang semakin kompleks menuntut investor untuk memahami karakteristik pasar dan risiko yang menyertainya sebelum mengambil keputusan investasi.

Pada konteks pengambilan keputusan investasi, teori portofolio modern menekankan pentingnya diversifikasi sebagai upaya mengurangi risiko tanpa

mengorbankan potensi imbal hasil. Investor dihadapkan pada kebutuhan untuk memilih kombinasi aset yang memberikan *trade-off* optimal antara risiko dan *return*, sehingga analisis portofolio menjadi aspek penting dalam manajemen investasi (Tjolleng et al., 2013). Mengingat pasar saham Indonesia memiliki volatilitas yang cukup tinggi dan pergerakan harga yang sering tidak terduga, pengukuran risiko menjadi semakin krusial dalam upaya membangun portofolio yang efisien dan adaptif terhadap perubahan kondisi pasar. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh mengenai peran pasar modal dan prinsip dasar investasi menjadi landasan penting sebelum melanjutkan pembahasan mengenai analisis risiko dan metode optimasi portofolio pada bagian selanjutnya.

Pandemi COVID-19 memberikan guncangan besar terhadap pasar modal dibanding akhir 2019, menjadikannya salah satu penurunan terdalam sejak krisis 2008 (Arif Gunawan, 2020). Namun memasuki tahun 2021, pasar mulai menunjukkan tanda pemulihan. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) melaporkan bahwa jumlah Single Investor Identification (SID) naik dari 3,88 juta pada akhir 2020 menjadi 7,48 juta pada akhir 2021, atau meningkat lebih dari 90 persen hanya dalam waktu satu tahun. Pertumbuhan ini terjadi karena meningkatnya literasi keuangan, kemudahan akses digital, dan maraknya minat generasi muda terhadap investasi di periode pandemi (Otoritas Jasa Keuangan, 2021). Momentum pemulihan terus berlanjut pada 2022, tren pertumbuhan investor ritel masih berlanjut. Dalam siaran pers OJK, jumlah investor ritel pasar modal tercatat mencapai 8,62 juta SID per April 2022, naik 15,11 persen dari posisi akhir 2021. Peningkatan ini diikuti oleh kenaikan aktivitas perdagangan dan bertambahnya nilai dana kelolaan (AUM) di berbagai instrumen pasar modal, menunjukkan bahwa minat masyarakat terhadap

investasi terus tumbuh meskipun kondisi ekonomi belum sepenuhnya stabil setelah pandemi (Otoritas Jasa Keuangan, 2022).



Gambar 1 Perkembangan IHSG Periode 2021–2025. Sumber: Yahoo Finance.

Memasuki 2024–2025, pasar modal Indonesia mencatat pertumbuhan yang semakin kuat. IHSG kembali menorehkan enam rekor tertinggi dalam dua bulan, dan kapitalisasi pasar mencapai lebih dari Rp 15.500 triliun, mencerminkan meningkatnya kepercayaan investor terhadap kondisi ekonomi dan kebijakan pemerintah (Investing.com Indonesia, 2025). Dalam periode yang sama, jumlah investor pasar modal mencapai 15,35 juta SID pada Februari 2025, menandai terus bertambahnya partisipasi investor ritel (Muhammad Zulfikar, 2025). Dari sisi kinerja indeks, data Yahoo Finance menunjukkan bahwa pada kuartal III 2025, indeks JII tumbuh 11,85%, lebih tinggi dibanding LQ45 yang hanya naik 2,76%, menunjukkan adanya perbedaan perilaku risiko antara saham syariah dan non-syariah.



Gambar 2 Perbandingan Kinerja Indeks LQ45 dan JII Periode 2021–2025. Sumber: Yahoo Finance.

Menariknya, di dalam indeks LQ45 sendiri, terdapat perbedaan karakteristik antara saham yang tergolong syariah dan non-syariah. Saham syariah merupakan saham yang telah melalui proses penyaringan berdasarkan prinsip-prinsip syariah Islam, meliputi pelarangan riba (bunga), gharar (ketidakpastian), dan maisyir (spekulasi), serta memastikan bahwa kegiatan utama perusahaan tidak bertentangan dengan nilai-nilai Islam (Prudential Syariah, 2024)

Meskipun sejumlah penelitian telah membandingkan *return* dan risiko antara saham syariah dan konvensional, hasil penelitian sebelumnya menunjukkan ketidakkonsistenan temuan. Sebagai contoh, penelitian oleh Solatiah & Yakub (2023) yang berfokus pada periode pandemi 2020–2022 menemukan bahwa saham konvensional pada LQ45 cenderung memiliki *return* lebih tinggi, sementara saham syariah pada JII menunjukkan risiko yang lebih stabil (Baiq Solatiah & M. Yakub, 2023). Namun, studi lain oleh Alfarisi, Badina, & Ainun Najib (2024) yang mencakup periode lebih panjang (2017–2022) menyimpulkan bahwa perbedaan *return* dan risiko antara kedua indeks tersebut tidak signifikan secara statistik (Alfarisi et al., 2024).

Permasalahan mendasar dalam banyak penelitian investasi di Indonesia adalah penggunaan metode pengukuran risiko klasik seperti *Value-at-Risk* (VaR) dan korelasi linear Pearson. Metode ini berasumsi bahwa *return* berdistribusi normal dan hubungan antar aset bersifat linier. Padahal, data empiris menunjukkan bahwa distribusi *return* saham bersifat *skewed* dan memiliki *heavy-tails*. (Sukardi et al., 2023). Keterbatasan ini menyebabkan model klasik gagal menangkap dependensi ekor (*tail dependence*), yaitu kecenderungan aset-aset untuk anjlok secara bersamaan pada kondisi pasar ekstrem.

Sebagai contoh, studi oleh Nur Aisyah Indarningsih & Hasbi (2022) menunjukkan bahwa perbedaan volatilitas antara indeks JII dan LQ45 cukup besar, tetapi penelitian tersebut belum mengeksplorasi dependensi ekor (*tail-dependence*) secara eksplisit (Nur Aisyah Indarningsih & Hasbi, 2022). Padahal, belum banyak yang mengeksplorasi bagaimana struktur risiko berubah ketika pasar memasuki fase optimisme seperti tahun 2025 termasuk bagaimana saham syariah dan non-syariah berperilaku berbeda di periode tersebut. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian terkait bagaimana perilaku risiko portofolio saham unggulan di Indonesia khususnya dalam konteks perbandingan syariah dan non-syariah beradaptasi terhadap perubahan kondisi makro dan sentimen investor.

Untuk menjawab permasalahan tersebut dan mengatasi keterbatasan asumsi normalitas, pendekatan statistik yang lebih fleksibel dan kuat diperlukan. Salah satu metode yang dinilai mampu menangkap hubungan kompleks antar variabel adalah Fungsi Copula, yang diperkenalkan sebagai metodologi tangguh untuk memodelkan hubungan yang saling bergantung (Ramadhani & Pranowo, 2024). Copula memungkinkan pemodelan dependensi multivariat non-linier dan *tail dependence*, yaitu kecenderungan aset-aset mengalami pergerakan ekstrem secara bersamaan (Ganis Ardhaning Saputri et al., 2019). Kebergantungan antar variabel dapat direpresentasikan melalui Copula (Irawan Prihandoko & Syuhada, 2019). Sementara Copula Archimedean seperti Clayton dan Gumbel menangkap asimetri pada ekor distribusi, Copula *Student-t* dalam kelompok *Elliptical* Copula menawarkan fleksibilitas dalam memodelkan *heavy tails* dan *tail dependence* yang

simetris, yang sering ditemukan pada return aset keuangan di Indonesia.(Ganis Ardhaning Saputri et al., 2019). Dengan demikian, Copula dapat menggambarkan struktur risiko secara lebih realistis dibandingkan pendekatan korelasi Pearson tradisional.

Selain itu, dalam aspek pengukuran risiko, *Value-at-Risk (VaR)* adalah metode yang telah berkembang pesat dan populer sebagai metrik risiko downside. Meskipun demikian, *VaR* dikritik karena gagal memenuhi sifat subaditivitas (*subadditivity property*) (Abad et al., 2014). Metode yang menawarkan alternatif yang lebih konservatif dan koheren adalah *Conditional Value-at-Risk (CVaR)*. Dibandingkan dengan *VaR*, *CVaR* lebih mudah dipecahkan (*more tractable*) dalam konteks optimasi. Dengan demikian, *CVaR* dinilai lebih unggul karena dapat meminimalkan risiko *CVaR* dan memaksimalkan *expected return* melalui optimasi. Rockafellar dan Uryasev (2002) menunjukkan bahwa *CVaR* dapat diterapkan dalam optimasi portofolio dengan distribusi kerugian umum (*general loss distributions*), sehingga model *Mean-CVaR* banyak digunakan untuk meminimalkan risiko sekaligus mempertimbangkan *expected return*. Penggunaan model *Mean-CVaR* ini juga didukung oleh penelitian-penelitian terbaru yang menekankan keunggulan *CVaR* dalam menangani distribusi return yang tidak berdistribusi normal (Lotfi & Zenios, 2024).

Melalui integrasi metode *Student-t* Copula untuk memodelkan struktur ketergantungan aset dan Optimisasi *Mean-CVaR* untuk meminimalkan risiko, penelitian ini bertujuan membentuk portofolio optimal dari saham LQ45 (syariah dan non-syariah). Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan estimasi risiko yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berhenti pada pembentukan portofolio, tetapi juga berfokus pada analisis kinerja portofolio yang dihasilkan. Secara kebijakan, temuan penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi otoritas keuangan dan manajer investasi dalam menyusun kebijakan mitigasi risiko dan perencanaan strategi investasi berkelanjutan terutama pada saat pasar memasuki fase optimisme seperti tahun 2025.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan urgensi penelitian serta kebutuhan untuk memperjelas fokus penelitian, dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana proses analisis pembentukan portofolio saham dengan pendekatan Optimisasi *Mean - Conditional Value-at-Risk (CVaR)* berbasis simulasi Copula?
2. Bagaimana komposisi portofolio optimum saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 yang dihasilkan melalui optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi Copula Periode Januari 2021 – Oktober 2025 ?
3. Bagaimana kinerja portofolio saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 yang dihasilkan melalui optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi Copula Periode Januari 2021 – Oktober 2025?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan lingkup pembahasan yang berfokus pada tema, penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah, antara lain:

1. Penelitian ini difokuskan pada saham-saham yang tergabung dalam indeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia (BEI). Pemilihan indeks LQ45 dilakukan karena indeks ini merepresentasikan saham-saham dengan tingkat likuiditas tinggi dan kapitalisasi pasar yang besar, sehingga dianggap mencerminkan kondisi pasar saham Indonesia secara umum.
2. Data yang digunakan mencakup periode Januari 2021 hingga Oktober 2025. Rentang waktu ini dipilih untuk menggambarkan dinamika risiko pasar saham Indonesia pada dua fase utama, yaitu periode pemulihan pasca pandemi COVID-19 dan periode optimisme pasar tahun 2025.

3. Data yang digunakan berupa data harga penutupan harian saham anggota indeks LQ45. Data tersebut diubah menjadi *log-return* untuk memperoleh data yang stasioner dan sesuai dengan asumsi model risiko keuangan. Seluruh data diperoleh dari sumber resmi, yaitu Bursa Efek Indonesia (BEI) atau platform keuangan terpercaya seperti Yahoo Finance.
4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti suku bunga, inflasi, kebijakan moneter, maupun biaya transaksi dan pajak. Analisis difokuskan semata-mata pada hubungan statistik antar *return* saham dan estimasi risiko portofolio yang dihasilkan dari model Copula.
5. Hasil penelitian dibatasi pada analisis risiko portofolio LQ45 berdasarkan perbandingan antara model Copula Gaussian dan Copula *Student-t*. Penelitian ini tidak membahas strategi perdagangan secara langsung ataupun prediksi harga saham, melainkan berfokus pada pengukuran risiko dan ketergantungan antar aset.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menjabarkan proses analisis kinerja portofolio saham menggunakan pendekatan Optimisasi *Mean-Conditional Value-at-Risk (Mean-CVaR)* yang berbasis pada simulasi Copula.
2. Mendapatkan dan menganalisis komposisi bobot optimal serta nilai *CVaR* minimal untuk portofolio saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 yang dihasilkan melalui optimasi *Mean-CVaR* berdasarkan model Copula terpilih.

3. Menganalisis perbandingan kinerja yang meliputi tingkat pengembalian (*expected return*) dan risiko ekstrem (*CVaR*) antara portofolio saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 periode Januari 2021 – Oktober 2025.

1.5 Manfaat Penulisan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu statistik keuangan, khususnya dalam pemodelan risiko portofolio berbasis pendekatan Copula dan optimisasi *Mean-Conditional Value-at-Risk (Mean-CVaR)*. Dengan mengombinasikan pendekatan dependensi multivariat Copula dengan kerangka optimasi *Mean-CVaR*, penelitian ini menawarkan sudut pandang yang lebih komprehensif dalam menganalisis risiko pasar yang bersifat nonlinier dan tidak berdistribusi normal. Lebih lanjut, penelitian ini memperkaya literatur dengan menghadirkan kajian empiris mengenai perbandingan struktur ketergantungan dan estimasi risiko antara saham syariah dan non-syariah di dalam indeks LQ45. Analisis ini diharapkan dapat memperkuat dasar teoretis penggunaan Copula dalam memahami *tail dependence* serta implikasinya terhadap pengukuran risiko ekstrem di pasar berkembang seperti Indonesia.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi investor, manajer investasi, dan lembaga keuangan dalam mengidentifikasi serta mengelola risiko portofolio saham, baik yang berprinsip syariah maupun konvensional, khususnya pada indeks LQ45. Dengan memahami perbedaan hasil estimasi risiko antara Copula Gaussian dan Copula *Student-t* pada dua kategori saham tersebut, para pengambil keputusan dapat memilih strategi diversifikasi yang lebih sesuai dengan karakteristik risiko dan prinsip

investasi masing-masing. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi otoritas pasar modal seperti Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dan Bursa Efek Indonesia (BEI) dalam memperkuat ekosistem pasar modal syariah dan merumuskan kebijakan mitigasi risiko yang sejalan dengan nilai-nilai keuangan Islam. Mengingat periode penelitian mencakup fase pemulihan pasca pandemi hingga era optimisme pasar tahun 2025, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan gambaran yang lebih utuh tentang evolusi perilaku risiko dan ketergantungan antar saham di pasar modal Indonesia.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka disusun untuk memberikan dasar teoritis yang relevan dengan penelitian ini. Dalam hal ini akan dibahas berbagai konsep dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian ini, sebagai berikut:

1. Penelitian oleh Le Tuan Anh dan Dao Thi Thanh Binh (2021) yang berjudul “*Portfolio Optimization Under Mean-CVaR Simulation With Copulas On The Vietnamese Stock Exchange*”. Studi ini menguji dan membandingkan kerangka optimasi *Mean-Variance* dan *Mean-CVaR* di bawah simulasi Copula (Gaussian dan t-Copula) pada 43 saham di bursa Vietnam. Hasil empiris menunjukkan bahwa portofolio *Mean-CVaR* dengan simulasi Copula secara signifikan mengungguli kerangka *Mean-CVaR* historis dan *Mean-Variance*, mendukung hipotesis bahwa simulasi Copula memberikan hasil yang lebih unggul dalam konteks pasar berkembang.
2. Penelitian oleh Khruachalee dan Bodhisuwan (2021) yang berjudul “*Measuring of Conditional Value at Risk Portfolio Using Copula*”. *Paper* ini membahas penerapan Copula untuk memodelkan distribusi multivariat *return*

portofolio, terlepas dari asumsi normalitas bersama. Penelitian ini menguji portofolio saham kapitalisasi besar dan kecil pada sektor pariwisata Thailand dan menemukan bahwa *return* portofolio dikarakterisasi oleh distribusi logistik dan *Student - t*. Hasilnya menunjukkan bahwa *CVaR* yang dihitung menggunakan metode Copula memberikan tingkat risiko yang sedikit lebih tinggi daripada asumsi normal multivariat , dan menyimpulkan bahwa penggunaan *CVaR* berbasis Gaussian Copula lebih masuk akal untuk investor konservatif.

3. Penelitian oleh Krzemienowski dan Szymczyk (2016) yang berjudul “*Portfolio optimization with a Copula-based extension of Conditional Value-at-Risk*”. Penelitian ini memperkenalkan Copula-based *Conditional Value-at-Risk* (*CCVaR*) sebagai ukuran risiko skalar untuk risiko multivariat dan mengaplikasikannya pada optimasi portofolio. *CCVaR* bertujuan untuk menekankan konsekuensi dari skenario yang lebih pesimistis dan merupakan Varian dari *CVaR*. Penelitian ini menunjukkan bahwa model optimasi *CCVaR* dapat diselesaikan secara efisien, yang menegaskan kelayakan integrasi Copula dan *CVaR* dalam optimasi portofolio
4. Penelitian oleh Trabelsi dan Tiwari (2019) yang berjudul “*Market-Risk Optimization among the Developed and Emerging Markets with CVaR Measure and Copula Simulation*”. Penelitian ini menggunakan pendekatan Copula dengan Generalized Pareto Distribution untuk mengoptimalkan risiko pasar menggunakan ukuran *CVaR* di antara pasar maju (G7) dan pasar berkembang (BRICS). Hasilnya menunjukkan bahwa portofolio dalam batas efisien. *CVaR* dengan simulasi Copula menghasilkan *return* dan risiko yang lebih baik dibandingkan portofolio domestik , dan menyimpulkan bahwa simulasi Copula memberikan hasil yang lebih tepat daripada simulasi historis.

5. Penelitian oleh Jungblut (2023) yang berjudul “*Mean-CVaR Portfolio: A Mixture-Copula Approach*”. Studi ini melakukan analisis komparatif optimasi portofolio *Mean-CVaR* menggunakan Mixture-Copulas (Clayton-t-Gumbel) sebagai alternatif untuk memitigasi risiko investasi, terutama selama masa krisis ekonomi. Penelitian ini menemukan bahwa portofolio yang dihasilkan dari simulasi *return* menggunakan teknik mixture-Copulas menunjukkan kinerja risiko-*return* yang superior dibandingkan portofolio benchmark (Gaussian Copula dan *Equal Weighted*).

Tinjauan pustaka yang disajikan dalam tabel ini memetakan posisi penelitian ini di antara studi-studi terdahulu yang berfokus pada risiko ekstrem (*Conditional Value-at-Risk (CVaR)*) dan pemodelan dependensi non-linier (Copula).

Table 1 Ringkasan Metode Bobot Portofolio, Analisis Risiko, serta Persamaan dan Perbedaan Penelitian

Peneliti	Metode Bobot Portofolio	Metode Analisis Risiko	Persamaan dan Perbedaan
Le Tuan Anh & Dao Thi Thanh Binh (2021)	Optimasi <i>Mean-CVaR</i> berbasis simulasi Copula pada saham Vietnam.	Perbandingan Gaussian Copula dan <i>Student-t</i> Copula dalam mengestimasi <i>VaR</i> dan <i>CVaR</i> .	Persamaan: Sama-sama membandingkan kinerja <i>CVaR</i> berbasis Copula (Gaussian dan t-Copula) dengan <i>Mean-Variance</i> .

Peneliti	Metode Bobot Portofolio	Metode Analisis Risiko	Persamaan dan Perbedaan
			Perbedaan: Objek studi ini adalah pasar HOSE Vietnam 2010–2021, dan menggunakan tool Solver dan Matlab R2020b, serta pendekatan <i>Linear Programming</i> standar untuk <i>Mean-CVaR</i>
Krzemienowski & Szymczyk (2016)	Model CC- <i>VaR</i> (Copula-Conditional <i>VaR</i>) untuk bobot optimal melalui optimasi linier.	Integrasi Copula- <i>CVaR</i> dalam kerangka matematis untuk scenario pesimistis.	Persamaan: Sama-sama menggabungkan struktur ketergantungan Copula dengan ukuran risiko <i>CVaR</i> untuk menentukan portofolio optimal. Perbedaan: Penelitian ini menekankan pengembangan teoretis model <i>CCVaR</i> , sedangkan penelitian ini lebih

Peneliti	Metode Bobot Portofolio	Metode Analisis Risiko	Persamaan dan Perbedaan
			fokus pada aplikasi empiris model <i>Mean-CVaR</i> pada data saham LQ45
Khruachalee & Bodhisuwan (2021)	Portofolio sektor pariwisata Thailand menggunakan bobot berbasis estimasi distribusi marginal (logistic dan <i>Student-t</i>).	Gaussian Copula digunakan untuk estimasi <i>VaR</i> dan <i>CVaR</i> pada data <i>return</i> non-normal.	Persamaan: Sama-sama menggunakan Copula untuk menangkap hubungan nonlinear dan menghitung risiko ekstrem dengan <i>CVaR</i> . Perbedaan: Penelitian ini hanya menggunakan gaussian copula untuk estimasinya
Trabelsi & Tiwari (2019)	Optimasi portofolio internasional (G7 dan BRICS) menggunakan <i>Mean-CVaR</i> .	Simulasi Copula digunakan untuk memodelkan risiko pasar lintas negara.	Persamaan: Menerapkan <i>CVaR</i> dan Copula risiko ekstrem. Perbedaan: Studi ini menitikberatkan pada diversifikasi internasional untuk membandingkan negaranegara besar,

Peneliti	Metode Bobot Portofolio	Metode Analisis Risiko	Persamaan dan Perbedaan
			dengan hanya menggunakan metode <i>Mean-CVaR</i>
Jungblut (2023)	Optimasi <i>Mean-CVaR</i> dengan Mixture Copula (Clayton–t–Gumbel) pada ETF negara.	Mixture-Copula digunakan untuk menangkap tail dependence yang kuat saat periode krisis	Persamaan: Samasama mengintegrasikan optimasi <i>Mean-CVaR</i> dengan pemodelan dependensi Copula. Perbedaan: Studi sebelumnya menggunakan Mixture Copula kompleks pada ETF internasional, sedangkan penelitian ini membandingkan <i>Student-t</i> dan Gaussian Copula untuk saham LQ45.

1.7 Sistematika Penulisan

Tujuan dari sistematika penulisan ini adalah untuk menyajikan kerangka kerja yang logis dan terstruktur, sehingga memudahkan pembaca dalam

memahami alur penelitian secara menyeluruh, mulai dari latar belakang, landasan teori, metodologi, hingga analisis studi kasus dan kesimpulan.

Sistematika penulisan pada penelitian ini diatur sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, peranan penting pasar modal dan konteks dinamika saham syariah vs. non-syariah di LQ45, rumusan masalah yang menjadi fokus utama penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, serta tinjauan pustaka dan metodologi penelitian yang digunakan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan konsep-konsep dasar yang menjadi fondasi penelitian, mulai dari teori pasar modal, saham syariah dan non-syariah, serta teori *return* dan risiko. Bab ini juga membahas teori portofolio modern, ukuran risiko seperti *Value-at-Risk* (*VaR*) dan *Conditional Value-at-Risk* (*CVaR*), serta teori dependensi multivariat melalui Copula, termasuk Copula Gaussian, Copula *Student-t*, dan konsep tail dependence. Selain itu, bab ini menguraikan teori mengenai optimasi portofolio dengan pendekatan *Mean-CVaR* sebagai dasar pembentukan portofolio optimal.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan langkah-langkah analisis yang digunakan dalam penelitian. Bagian ini mencakup jenis dan sumber data, proses pengolahan data melalui transformasi *log-return*, pemodelan distribusi marginal untuk masing-masing saham, pemilihan dan pengujian Copula untuk membangun struktur ketergantungan antar *return*, proses simulasi *return* berbasis Copula, serta formulasi optimasi *Mean-CVaR* untuk memperoleh komposisi portofolio yang meminimalkan risiko.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas konstruksi matematis model *Mean-CVaR* dan struktur dependensi Copula yang digunakan..*return* saham, estimasi parameter Copula, pengujian kesesuaian model, hasil simulasi multivariat, serta proses optimasi *Mean-CVaR*. Pada bagian ini ditampilkan perbandingan kinerja risiko portofolio antara saham syariah dan non-syariah serta perbedaan hasil estimasi risiko antara model Copula Gaussian dan Copula *Student-t*.

5. BAB V STUDI KASUS

Bab ini menyajikan interpretasi mendalam mengenai hasil pembentukan portofolio optimal, perbandingan nilai *CVaR* portofolio syariah dan non-syariah, serta implikasi struktur ketergantungan yang ditangkap oleh masing-masing Copula. Bab ini menghubungkan hasil empiris dengan teori yang telah dijelaskan sebelumnya serta membahas temuan penelitian dalam konteks pasar saham Indonesia.

6. BAB VI KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan dan analisis data, menjawab seluruh rumusan masalah yang telah ditetapkan. Selain itu, bab ini juga memuat saran atau rekomendasi praktis dan kontribusi teoritis untuk penelitian sejenis di masa mendatang.

BAB VI

PENUTUP

Berdasarkan pembahasan mengenai Analisis kinerja portofolio saham menggunakan optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi copula pada indeks harga penutupan saham *Liquidity 45* (LQ45) yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

6.1 Kesimpulan

1. Proses analisis kinerja portofolio saham dengan pendekatan Optimisasi *Mean Conditional Value-at-Risk (CVaR)* berbasis simulasi Copula pada saham *Liquidity 45* (LQ45) sebagai berikut:
 - a. Menghitung nilai *log-return* dari data harga penutupan (*adjusted closing price*) bulanan masing-masing saham LQ45.
 - b. Melakukan *Asset Screening* dengan membandingkan *mean return* setiap saham terhadap *Risk Free Rate* (BI-7DRR) untuk menyeleksi aset yang efisien.
 - c. Melakukan analisis statistik deskriptif dan uji normalitas (*Jarque-Bera*) untuk mengetahui karakteristik data, yang hasilnya menunjukkan data bersifat *leptokurtic* (ekor tebal) dan tidak berdistribusi normal.
 - d. Mengestimasi distribusi marginal menggunakan pendekatan *Empirical Distribution Function* (EDF) untuk menangkap karakteristik data tanpa bias asumsi parametrik.
 - e. Mengestimasi parameter struktur dependensi menggunakan *Student-t Copula* karena mampu menangkap *tail dependence* dibandingkan Gaussian Copula.
 - f. Melakukan simulasi *Monte Carlo* sebanyak 10.000 skenario untuk membangkitkan data prediksi *return* multivariat.
 - g. Melakukan optimasi bobot portofolio dengan meminimalkan fungsi tujuan *CVaR* pada taraf kepercayaan 95% menggunakan metode *Mean-CVaR Optimization*.

- h. Menganalisis kinerja portofolio berdasarkan *Expected Return*, *STARR Ratio*, dan *Efficient Frontier*, serta melakukan validasi model menggunakan *Backtesting (Kupiec POF Test)*.
2. Komposisi portofolio optimum saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 yang dihasilkan melalui optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi Copula Periode Januari 2021 – Oktober 2025 yang terbentuk adalah sebagai berikut:
- a. Portofolio Syariah (Optimal pada Desil 8) Portofolio Syariah mencapai kinerja terbaiknya pada Desil 8 dengan alokasi aset yang terdiversifikasi pada 5 saham lintas sektor, yaitu:
- 1) ITMG (Energi) sebesar 35,2%
 - 2) ADRO (Energi) sebesar 19,6%
 - 3) INDF (Konsumen Primer) sebesar 19,4%
 - 4) MEDC (Energi) sebesar 16,1%
 - 5) ANTM (Material Dasar) sebesar 9,8%
- b. Portofolio Non-Syariah (Optimal pada Desil 9) Portofolio Non-Syariah mencapai efisiensi tertingginya pada Desil 9 dengan karakteristik konsentrasi tinggi (*corner solution*) yang didominasi oleh sektor perbankan, yaitu:
- 1) BMRI (Perbankan) sebesar 84,1%
 - 2) BBKA (Perbankan) sebesar 15,9%
- Perbedaan struktur ini menunjukkan bahwa Portofolio Syariah lebih mengandalkan diversifikasi untuk meminimalkan risiko, sedangkan Portofolio Non-Syariah cenderung memaksimalkan *return* melalui konsentrasi aset agresif.
3. Kinerja portofolio saham Syariah dan Non-Syariah LQ45 yang dihasilkan melalui optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi Copula Periode Januari 2021 – Oktober 2025, diperoleh hasil perbandingan sebagai berikut:
- a. Portofolio Syariah (Optimal Desil 8): Menunjukkan kinerja yang lebih superior dengan tingkat pengembalian yang diharapkan (*Expected Return*)

sebesar 1,09% per bulan. Risiko ekstrem yang ditanggung investor (*CVaR* 95%) tercatat sebesar 6,44%. Efisiensi kinerja yang diukur dengan *STARR Ratio* mencapai angka tertinggi sebesar 0.1360.

- b. Portofolio Non-Syariah (Optimal Desil 9): Menunjukkan kinerja yang lebih rendah dengan tingkat pengembalian yang diharapkan (*Expected Return*) sebesar 0,82% per bulan. Risiko ekstrem yang harus ditanggung (*CVaR* 95%) tercatat lebih tinggi, yaitu sebesar 9,28%. Efisiensi kinerjanya tertinggal dengan *STARR Ratio* tertinggi hanya sebesar 0.0612.

Hasil ini mengindikasikan bahwa Portofolio Syariah mampu memberikan potensi keuntungan yang lebih tinggi dengan risiko kerugian ekstrem yang lebih rendah dibandingkan Portofolio Non-Syariah yang terkonsentrasi pada sektor perbankan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pertimbangan dalam studi literatur, saran-saran yang dapat peneliti sampaikan yaitu sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan optimasi *Mean-CVaR* berbasis simulasi Monte Carlo, disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode optimasi atau ukuran risiko yang lain.
2. Dapat melakukan pemodelan struktur dependensi menggunakan Copula dari keluarga *Archimedean* (seperti Clayton, Gumbel, atau Frank) atau *Vine Copula* yang belum dibahas pada penelitian ini.
3. Dapat melakukan pembentukan portofolio dengan mempertimbangkan asumsi lain seperti adanya biaya transaksi (*transaction cost*) agar hasil lebih mendekati kondisi riil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Z., Bahri, S., & Alfian, M. R. (2024). *PERBANDINGAN METODE PENGALI LAGRANGE DAN PEMROGRAMAN KUADRATIK METODE WOLFE DALAM OPTIMASI BIAYA PRODUKSI (Studi Kasus: Home Industry Roti Dian) COMPARISON OF THE LAGRANGE MULTIPLIER METHOD AND WOLFE'S QUADRATIC PROGRAMMING METHOD IN PRODUCTION COST OPTIMIZATION (Case Study: Dian Bakery Home Industry)*.
- Alfarisi, M. A., Badina, T., & Najib, M. A. (2024). *ANALISIS PERBANDINGAN RISK DAN RETURN SAHAM SYARIAH DENGAN SAHAM KONVENSIONAL (STUDI EMPIRIS PADA JAKARTA ISLAMIC INDEX (JII) DAN LQ45 PERIODE 2017-2022)*. <https://doi.org/10.30651/jms.v9i3.23070>
- Amada, G., & Oktaviana, P. (2022). *Pendekatan Copula – Conditional Value at Risk (CVaR) untuk Analisis Risiko Saham Perusahaan Sub Sektor Telekomunikasi*.
- Anam, K., Nurfadillah, M., & Fauziah, F. (2021). *Analisis Kinerja Keuangan Terhadap Return Saham Perusahaan Properti Dan Real Estate Indonesia*.
- Anh, L. T., & Binh, D. T. T. (2021). Portfolio optimization under mean-CVaR simulation with copulas on the Vietnamese stock exchange. In *Investment Management and Financial Innovations* (Vol. 18, Issue 2, pp. 273–286). LLC CPC Business Perspectives. [https://doi.org/10.21511/imfi.18\(2\).2021.22](https://doi.org/10.21511/imfi.18(2).2021.22)
- Arif Gunawan. (2020). *COVID-19 Masih Menyebar, Wall Street Dibuka Terkoreksi 1% Baca artikel CNBC Indonesia "COVID-19 Masih Menyebar, Wall Street Dibuka Terkoreksi 1%" selengkapnya di sini: <https://www.cnbcindonesia.com/market/20200319205308-17-146297/covid-19-masih-menyebar-wall-street-dibuka-terkoreksi-1> Download Apps CNBC Indonesia sekarang <https://app.cnbcindonesia.com/>. CNBC Indonesia. <https://www.cnbcindonesia.com/market/20200319205308-17-146297/covid-19-masih-menyebar-wall-street-dibuka-terkoreksi-1>*

- Amah Ritonga, Endang Lyfia Saragih, Grace Amelia Purba, Petra Putri Sarinah Pandiangan, Rizka Nabila Damanik, & Farel Al Azmi. (2025). Penerapan Distribusi Normal Dalam Pengukuran Tinggi Badan Mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Medan 2024. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(2), 39–53. <https://doi.org/10.62383/bilangan.v3i2.465>
- Baiq Solatiyah, & M. Yakub. (2023). Komparasi Return dan Risk Saham Syariah dan Konvensional di Bursa Efek Indonesia Periode 2020-2022. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5 No. 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.55338/saintek.v5i2.2089>
- Benati, S. (2012). *Using Medians in Portfolio Optimization*.
- Bickel, P., Diggle, P., Fienberg, S., Gather, U., Olkin, I., & Zeger, S. (2006). *Springer Series in Statistics*.
- Br Manik, M. B., Nasution, P. K., Suyanto, S., & Yanti, M. (2024). Kajian Metode Simulasi Monte Carlo. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(2), 232–242. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v7i2.2994>
- Campeciño, J. O. (2018). *Portfolio Theory and Risk Analysis Using Coefficient of Variation: An Alternative to the Modern Portfolio Theory*.
- Casella, G., & Berger, R. (2002). *Statistical Inference*.
- Czado, C., Zhang, R., & Aleksey, M. (2009). *Efficient maximum likelihood estimation of copula based meta*.
- Dini Selasi, Puput Indiyani, & Siti Jolehah. (2024). Peran Pasar Modal dalam Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Moneter : Jurnal Ekonomi Dan Keuangan*, 3(1), 74–89. <https://doi.org/10.61132/moneter.v3i1.1085>
- Fabozzi, F. J., & Karagozoglu, A. K. (2021). *Editors' Introduction to the Special Issue on Novel Risks and Sources of Volatility: Identification and Measurement Challenges for Portfolio Management*. <https://jpm.pm-research.com>
- Fadjar, A. (2008). *APLIKASI SIMULASI MONTE CARLO DALAM ESTIMASI BIAYA PROYEK*.

- Friska, F., Feby Ivana Putri, A., Anggraini, D., & Siti Nurjanah, A. (2025). *ANALISIS TRADE-OFF RISIKO DAN RETURN PADA INVESTASI MODERN*. <https://journal.sahakreasindo.co.id/index.php/ar-rasyid>
- Ganis Ardhaning Saputri, Agus Suharsono, & Haryono. (2019). *Analisis Value at Risk (VaR) pada Investasi Saham Blue Chips dengan Pendekatan Copula*. www.finance.yahoo.com.
- Habibi, M. (2022). *Hukum Pasar Modal Indonesia*.
- Hanggara, Y. (2017). ESTIMASI VALUE AT RISK DENGAN GENERALIZED STUDENT-T DISTRIBUTION UNTUK MEMPREDIKSI RETURN INVESTASI ESTIMATED OF VALUE AT RISK WITH GENERALIZED STUDENT-T DISTRIBUTION TO PREDICT INVESTMENT RETURN. *DIMENSI*, 6(3), 349–361.
- Harahap, K., & Si, M. (2024). *MANAJEMEN INVESTASI DAN PORTOFOLIO*.
- Helmi, S., & Lufti, S. M. (2014). *ANALISIS DATA*. <http://usupress.usu.ac.id>
- Huisman, R., Koedijk, K. G., & Pownall, R. A. J. (1998). *VaR-x: Fat tails in financial risk management*.
- Hull, John. (2012). *Options, futures, and other derivatives*. Prentice Hall.
- Investing.com Indonesia. (2025). *IHSG dan Kapitalisasi Pasar Pecahkan Rekor Tertinggi Sepanjang Sejarah*. Investing.Com. <https://id.investing.com/news/stock-market-news/ihsg-dan-kapitalisasi-pasar-pecahkan-rekor-tertinggi-sepanjang-sejarah-2871930?>
- Irawan Prihandoko, D., & Syuhada, K. I. (2019). *Prediksi Ukuran Risiko Agregat Klaim Berbasis Copula pada Model Autoregressive Conditional Amount (ACA)*. 15(2), 129–137. <https://doi.org/10.24198/jmi.v15.n2.23443.129-137>
- Joe, H., & Xu, J. J. (1996). *The Estimation Method of Inference Functions for Margins for Multivariate Models*.
- Lu, Y. (2024). *Kendall and Spearman Rank Correlations for Skew-Elliptical Copulas*. <http://arxiv.org/abs/2412.20013>
- Muhammad Zulfikar. (2025). *OJK: 15,35 juta investor tercatat di pasar modal Indonesia*. Antaranews.Com.

<https://www.antaranews.com/berita/4664757/ojk-1535-juta-investor-tercatat-di-pasar-modal-indonesia>

- Nikmah, Z. (2016). *PEMODELAN REGRESI MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN COPULA MARGINAL REGRESSION (GCMR)*.
- Noeryanti, D., & Si, M. (2021). *Probabilitas Teori Dan Soal Penyelesaian Dilengkapi dengan Soal-soal Latihan*.
- Noviana, I. (2025). *PENGARUH JANUARYEFFECTDANMONDAYEFFECT TERHADAPRETURNSAHAM DENGAN VOLATILITAS HARGA SAHAM SEBAGAI VARIABELMODERASI PADA PERUSAHAAN LQ45 PERIODE 2022-2024*.
- Nur Aisyah Indarningsih, & Hasbi. (2022). Analisis Perbandingan Risiko Volatilitas Indeks Harga Saham Syariah dan Konvensional (Jakarta Islamic Indeks dan Indeks LQ45). *Jurnal Ekonomi Syariah Teori Dan Terapan*, 9(5), 694–709. <https://doi.org/10.20473/vol9iss20225pp694-709>
- OJK. (2023). *BUKU SAKU PASAR MODAL* ©Departemen Pengaturan dan Pengembangan Pasar Modal Direktorat Analisis Informasi Pasar Modal Tidak untuk diperjualbelikan.
- Otoritas Jasa Keuangan. (2021). *SP - PASAR MODAL INDONESIA MENGUAT DORONG PEMULIHAN EKONOMI*.
- Otoritas Jasa Keuangan. (2022). *SP - JUMLAH INVESTOR RITEL PASAR MODAL TERUS MENINGKAT*.
- Patton, A. J. (2012). A review of copula models for economic time series. *Journal of Multivariate Analysis*, 110, 4–18. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2012.02.021>
- Prudential Syariah. (n.d.). *Pasar Modal Syariah: Pengertian, Prinsip, dan Potensinya*. <https://Www.Shariaknowledgecentre.Id/Id/News/Pasar-Modal-Syariah/>.
- Ramadhani, A. R., & Pranowo, W. (2024). Introducing Copula Functions to Estimate the Reliability of Dependent Mechanical Systems. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 13(2), 103–112. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v13i2.7219.103-112>

- Ross, S. M., Boston, A. •, Heidelberg, •, London, •, San, P. •, San, D., Singapore, F. •, & Tokyo, S. •. (2007). *Instructor's Manual to Accompany Introduction to Probability Models Ninth Edition*. www.books.elsevier.com
- Rui, C., Daryl, M., Lim, K., Jie, S., Ho, C., & Sabrina, Y. (2013). Return and Risk-Return Ratio Based Momentum Strategies: A Fresh Perspective. *Journal of Finance and Investment Analysis*, 2(1), 1–13.
- Sari, L. K., Achsani, N. A., & Sartono, B. (2017). Pemodelan Volatilitas Return Saham: Studi Kasus Pasar Saham Asia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 18(1), 35–52. <https://doi.org/10.21002/jepi.2018.03>
- Septiani, D., Martono, A., & Karlina, L. (2020). *PENGENALAN MANAJEMEN INVESTASI DAN PASAR MODAL BAGI SISWA/ DAN GURU AKUNTANSI SMK BINTANG NUSANTARA*.
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. In *Reprinted from The Journal of Portfolio Management*. <http://www.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/sr.htm>
- Sukardi, H. A., Sari, M., Nugraha, N., & Purnamasari, I. (2023). Markowitz Portfolio Optimization Applied On Companies Listed On The Indonesia Stock Exchange LQ-45. *Ekono Insentif*, 17(1), 34–48. <https://doi.org/10.36787/jei.v17i1.1109>
- Sun, Y. (2025). Performance of Pairs Trading Strategies Based on Various Copula Methods. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(9). <https://doi.org/10.3390/jrfm18090506>
- Syaifudin, W., & Choiruddin, A. (2021). *Pengantar Teori Probabilitas dan Statistika*.
- Taimre, T., Kroese, D. P., & Botev, Z. I. (2019). *Monte Carlo Methods*.
- Tinungki, G. M. (2009). *Ketidaksamaan Chebyshev Hukum Bilangan Besar pada Bisnis Asuransi* (Vol. 5, Issue 2).
- Tjolleng, A., Manurung, T., Matematika, J., Mipa, F., & Ratulangi, S. (2013). *Analisis Portofolio dalam Investasi Saham Pada Pasar Modal*.
- Victoria-Feser, M.-P. (2005). *FAME-International Center for Financial Asset Management and Engineering Robust Mean-Variance Portfolio Selection Cédric PERRET-GENTIL Union Bancaire Privée*. <http://www.fame.ch>

- Wackerly, D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. (2008). *Moment-Generating Distribution Probability Function Mean Variance Function*.
- Yuniarti, R. (2025). Pengaruh Distribusi Data Terhadap Hasil Uji Korelasi Studi Pada Uji Pearson Product Moment, Rank Spearman, dan Rank Kendall Tau. *Jurnal UJMC*, 11(1), 9–16.
- Zabell, S. L. (2008). On student's 1908 article "the probable error of a mean." *Journal of the American Statistical Association*, 103(481), 1–7.
<https://doi.org/10.1198/0162145080000000030>
- Zahriyah, A., Suprianik, M. S., Si, M., Parmono, A., & Mustofa, M. S. (2021). *EKONOMETRIKA Teknik dan Aplikasi dengan SPSS*.

