

Estimasi Risiko Portofolio Optimal Pada Saham LQ-45 Menggunakan Metode CVaR-GPD

Yusril Izamahendra¹, Devni Prima Sari², Dina Agustina³

^{1,2,3} Program Studi Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received May 19, 2025

Revised May 24, 2025

Accepted June 03, 2025

Keywords:

Conditional Value at Risk
Generalized Pareto Distribution
Risk
Stock Portfolio

Kata Kunci:

Conditional Value at Risk
Distribusi Generalized Pareto
Risiko
Portofolio Saham

ABSTRACT

Conditional Value at Risk (CVaR) is an estimate of the potential loss experienced by investors if the loss exceeds the value at risk (VaR) limit. VaR itself is a method commonly used in measuring the risk of stock investment. Extreme value theory (EVT) aims to analyze data with extreme values, focusing on the tail of the distribution to estimate the possibility of extreme events based on observed extreme values. One of the distributions often used in the EVT approach is the generalized pareto distribution (GPD). This study aims to measure the amount of loss that investors may incur when investing in an optimal portfolio of LQ-45 stocks, especially those consisting of ADRO, ITMG, and BMRI stocks. Parameter estimation in this study was carried out using the L-Moment method. The results of the analysis using the CVaR-GPD approach showed that the level of stock portfolio losses reached 4.353%. Through backtesting to test the validity of the risk, the results obtained were that the Z_{stat} value < the critical chi-square value, which indicated that the risk estimate obtained was valid.

ABSTRAK

Conditional Value at Risk (CVaR) merupakan estimasi potensi kerugian yang dialami investor apabila kerugian tersebut melebihi batas *value at risk* (VaR). VaR sendiri adalah metode yang umum digunakan dalam mengukur risiko investasi saham. *Extreme value theory* (EVT) bertujuan untuk menganalisis data dengan nilai-nilai ekstrim, dengan fokus pada bagian ekor distribusi untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya kejadian ekstrem berdasarkan nilai-nilai ekstrim yang teramati. Salah satu distribusi yang sering digunakan dalam pendekatan EVT adalah *generalized pareto distribution* (GPD). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besarnya kerugian yang mungkin ditanggung investor saat menanamkan dana pada portofolio optimal saham LQ-45, khususnya yang terdiri dari saham ADRO, ITMG, dan BMRI. Estimasi parameter dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *L-Moment*. Hasil analisis menggunakan pendekatan CVaR-GPD menunjukkan bahwa tingkat kerugian portofolio saham mencapai 4,353%. Melalui uji backtesting untuk menguji validitas risiko, diperoleh hasil bahwa nilai Z_{stat} < nilai kritis chi-square, yang mengindikasikan bahwa estimasi risiko yang diperoleh bersifat valid.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Yusril Izamahendra

Program Studi Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, Indonesia. Kode Pos: 25131
Email: yusrilizamahendra651@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Pasar modal menjadi salah satu pilihan bagi investor untuk investasi jangka panjang dan berfungsi sebagai sarana bagi investor untuk menanamkan modalnya [1]. Investasi sendiri merupakan kegiatan menempatkan sejumlah dana pada waktu sekarang dengan harapan memperoleh keuntungan di masa mendatang [2]. Salah satu instrumen investasi yang populer di kalangan investor adalah saham, karena saham menawarkan peluang keuntungan yang relatif tinggi. Namun, dalam melakukan investasi saham, terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan oleh investor, yaitu: (1) tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return*), (2) tingkat risiko yang menyertai pengembalian tersebut (*rate of risk*), serta (3) ketersediaan dana yang dapat dialokasikan untuk investasi [3].

Dalam mengevaluasi saham-saham yang memiliki potensi risiko, diperlukan metode yang akurat untuk mengukur tingkat risiko investasi secara presisi. Salah satu metode yang umum digunakan dalam analisis risiko adalah *value at risk* (VaR), yang didefinisikan sebagai estimasi maksimum kerugian yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu [4]. Meskipun banyak digunakan, VaR memiliki kelemahan, terutama dalam mengidentifikasi risiko ekstrem atau tail risk, yaitu kerugian di luar estimasi yang dapat terjadi dalam kondisi pasar yang tidak normal. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan metode lain yang dikenal dengan conditional value at risk (CVaR), yang memberikan gambaran mengenai rata-rata kerugian yang melebihi batas yang ditetapkan oleh VaR. Namun, CVaR juga memiliki keterbatasan, salah satunya adalah asumsi bahwa return aset atau portofolio saham mengikuti distribusi normal [5]. Asumsi ini menjadi kurang relevan ketika return saham menunjukkan karakteristik ekor distribusi yang tebal (*heavy tailed*), yang mengindikasikan kemungkinan terjadinya peristiwa ekstrim di luar distribusi normal. Untuk menghadapi permasalahan ini, digunakan pendekatan dari *extreme value theory* (EVT), yang secara khusus dirancang untuk menganalisis data dengan nilai-nilai ekstrim. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam EVT adalah *peak over threshold* (POT), yang berfokus pada pemodelan data di atas ambang batas tertentu. Nilai-nilai yang melebihi ambang batas tersebut kemudian diasumsikan mengikuti *generalized pareto distribution* (GPD) [6].

Generalized Pareto Distribution (GPD) merupakan distribusi yang berperan penting dalam pendekatan POT. Distribusi ini digunakan untuk menggambarkan karakteristik ekor tebal dari distribusi return, yaitu bagian distribusi yang mencerminkan risiko ekstrem. GPD berasumsi bahwa setelah suatu nilai melewati ambang batas tertentu, data yang tersisa atau melebihi batas tersebut akan mengikuti pola distribusi khusus yang dapat dijelaskan oleh GPD [7]. Dalam konteks manajemen risiko, GPD sangat bermanfaat dalam memperkirakan nilai-nilai ekstrim seperti CVaR, karena mampu memberikan estimasi yang lebih realistis terhadap potensi kerugian ekstrim. Oleh karena itu, GPD mampu menggambarkan perilaku risiko portofolio saham secara lebih akurat dibandingkan dengan distribusi normal. Dalam penerapannya, GPD memungkinkan investor maupun perusahaan untuk menghitung peluang terjadinya kerugian ekstrim secara lebih tepat, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih berbasis pada informasi risiko yang nyata.

2. METODE

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Membentuk portofolio optimal.
- 2) Menghitung nilai *return* harian dari masing-masing saham pembentuk portofolio optimal, dimana nilai *return* harian tersebut kemudian digunakan dalam analisis selanjutnya.
- 3) Menghitung bobot investasi pada masing-masing saham pembentuk portofolio optimal menggunakan metode *mean variance portfolio* (MVP).
- 4) Menghitung *return* realisasi portofolio.
- 5) Melakukan identifikasi pola data melalui analisis eksplorasi data terhadap realisasi portofolio yang meliputi:
 - a. Perhitungan statistika deskriptif untuk mengetahui ukuran pemusatan dan penyebaran data.

- kurtosis* digunakan untuk mendeteksi adanya adanya pola data berdistirbusi ekor tebal (*heavy tail*) [8], sementara *skewness* digunakan untuk mengevaluasi kesimetrisan dari distribusi data *return* .
- b. Membuat histogram data *return* realisasi portofolio untuk memvisualisasikan distribusi data *retrun* portofolio serta mengidentifikasi pola *return* realisasi portofolio selama periode 1 Januari 2020 hingga 31 Oktober 2024.
 - c. Karena dugaan awal bahwa data *return* realisasi portofolio berdistribusi *heavy-tailed* atau distribusi ekor tebal, maka dilakukan analisis *tail* menggunakan plot *quantile-quantile* (Q-Q Plot). Plot ini dibandingkan dengan distribusi normal untuk menentukan apakah data mengandung *heavy-tailed*.
 - d. Jika suatu data berdistribusi *heavy -tailed*, maka data tersebut tidak normal [9], sehingga dilakukan uji normalitas distribusi *return* realisasi portofolio menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
- 6) Penentuan nilai *threshold* serta identifikasi data *return* yang melebihi ambang tersebut dilakukan dengan menggunakan metode persentase. Setelah nilai *threshold* ditetapkan, langkah selanjutnya adalah mengambil data *return* dari portofolio saham yang berada di atas nilai ambang tersebut untuk dianalisis lebih lanjut. Data yang melebihi nilai *threshold* merupakan data ekstrim
 - 7) Melakukan penaksiran parameter GPD yaitu parameter bentuk (ξ), dan parameter skala (γ), menggunakan metode estimasi parameter *L-Moment*.
 - 8) Melakukan uji kesesuaian distribusi GPD menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada data *return* realisasi portofolio yang melebihi *threshold*.
 - 9) Menentukan nilai VaR portofolio saham menggunakan pendekatan GPD.
 - 10) Menentukan nilai estimasi risiko portofolio investasi saham menggunakan metode CVaR dengan pendekatan GPD pada portofolio saham.
 - 11) Evaluasi model menggunakan metode *backtasting*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembentukan Portofolio Optimal

Saham-saham yang digunakan sebagai dasar pembentukan portofolio optimal merupakan saham yang secara konsisten aktif dan terdaftar dalam indeks LQ45 di Bursa Efek Indonesia (BEI) selama periode 1 Januari 2020 hingga 31 Oktober 2024. Berdasarkan hasil pengumpulan data, terdapat 23 saham yang secara konsisten masuk dalam indeks LQ45 selama periode observasi. Dari jumlah tersebut, sebanyak 18 saham memiliki nilai *expected return* yang positif. Sementara itu, saham yang memiliki nilai *expected return* negatif tidak diikutsertakan dalam perhitungan karena berpotensi tidak memberikan keuntungan atau justru menimbulkan kerugian, sehingga investor cenderung menghindari pemilihan saham tersebut untuk sementara waktu. [10].

Tabel 1. *Expected Return* dan Variansi Saham Kandidat Pembentuk Portofolio

No	Saham	<i>Expected Return</i>	Risiko
1	ADRO	0,00115	0,00080
2	ANTM	0,00104	0,00100
3	ITMG	0,00102	0,00070
4	BMRI	0,00070	0,00047
5	UNTR	0,00050	0,00059
6	BBNI	0,00050	0,00049
7	BBCA	0,00049	0,00026
8	INKP	0,00049	0,00089
9	INCO	0,00046	0,00084

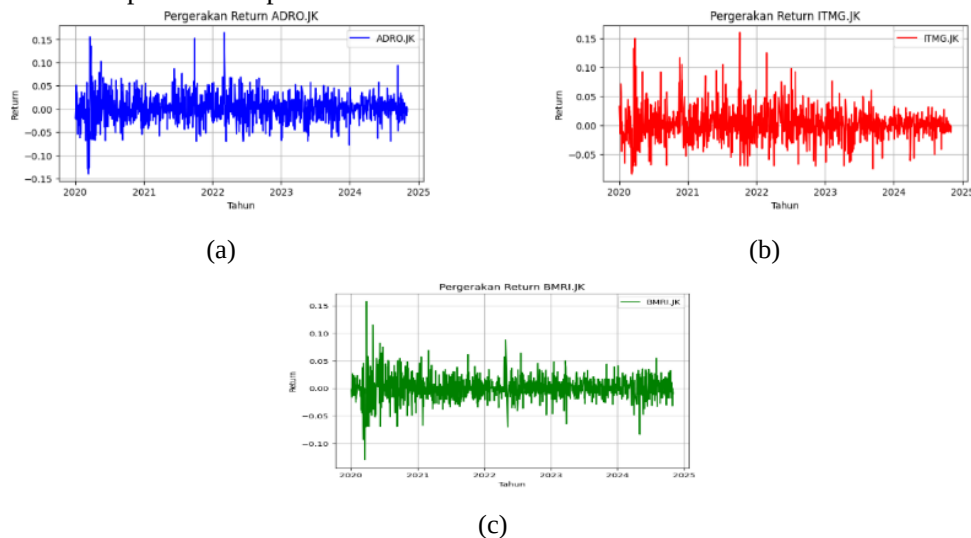


No	Saham	Expected Return	Risiko
10	PTBA	0,00044	0,00068
11	BBRI	0,00038	0,00046
12	ICBP	0,00024	0,00032
13	KLBF	0,00023	0,00046
14	INDF	0,00011	0,00031
15	PGAS	0,00009	0,00072
16	CPIN	0,00009	0,00057
17	BBTN	0,00007	0,00065
18	EXCL	0,00005	0,00072

Portofolio saham optimal dapat dibentuk dengan cara mengombinasi *return* yang tinggi dan risiko yang relatif rendah dibandingkan lainnya [11]. Kombinasi portofolio saham optimal yang memiliki *return* yang tinggi dan risiko yang relatif rendah dibandingkan lainnya berdasarkan Tabel 1 adalah saham ADRO, ITMG, dan BMRI. Sehingga saham-saham yang memenuhi kriteria pembentukan portofolio optimal adalah saham ADRO, ITMG, dan BMRI.

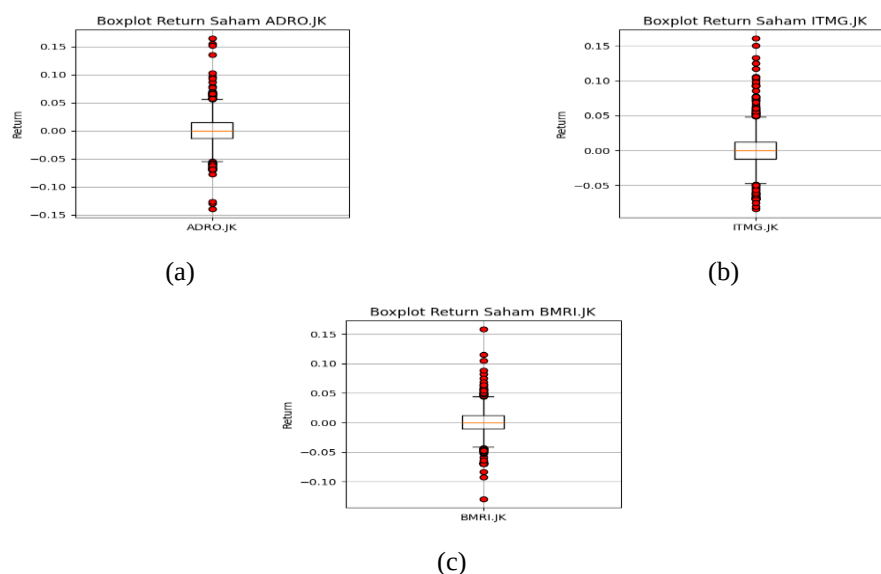
3.2. Analisis *Return* Saham Pembentuk Portofolio Optimal

Return adalah besaran atau tingkat pengembalian yang digunakan untuk menilai sejauh mana keuntungan atau kerugian yang dihasilkan dari suatu investasi [12]. Salah satu cara paling sederhana untuk mengamati fluktuasi pergerakan nilai *return* secara visual adalah melalui penggunaan grafik deret waktu (*time series plot*). Berikut pada Gambar 1 disajikan *time series plot* masing-masing saham pembentuk portofolio optimal.



Gambar 1. (a) Pergerakan *Return* Saham ADRO, (b) Pergerakan *Return* Saham ITMG, (c) Pergerakan *Return* Saham BMRI

Gambar 1 memperlihatkan bahwa *return* saham ADRO, ITMG, dan BMRI menunjukkan adanya pergerakan yang fluktuatif dari waktu ke waktu dan masing-masing *return* saham pembentuk portofolio optimal tersebut juga menunjukkan adanya perubahan *return* yang tinggi maupun rendah, yang mengindikasikan adanya data ekstrim pada periode pengamatan.



Gambar 2. (a) *Boxplot Return Saham ADRO*, (b) *Boxplot Return Saham ITMG*, (c) *Boxplot Return Saham BMRI*

Berdasarkan *boxplot* pada Gambar 2 terlihat bahwa masing-masing *return* saham pembentuk portofolio optimal memiliki nilai-nilai ekstrim, yang ditunjukkan oleh adanya *outlier* di luar batas bawah kuartil pertama dan *outlier* di luar batas atas kuartil ketiga. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat fluktuasi yang signifikan pada masing-masing *return* saham pembentuk portofolio optimal selama periode pengamatan. Keberadaan nilai ekstrim ini dapat dilihat dari masih banyaknya data pencilan diluar kuartil pertama dan diluar kuartil ketiga.

3.3. Menghitung Bobot Investasi

Langkah pertama dalam menghitung *return* portofolio saham adalah menentukan bobot masing-masing saham menggunakan metode *mean variance portfolio*. Sebelum menentukan bobot tersebut, perlu dihitung terlebih dahulu nilai variansi dan kovariansi antar *return* saham. Nilai variansi disajikan pada Tabel 2, sedangkan nilai kovariansi antar *return* saham dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Variansi Masing-Masing *Return* Saham Pembentuk Portofolio Optimal

Saham	Variansi
ADRO	0,00080
ITMG	0,00070
BMRI	0,00047

Nilai variansi menggambarkan sejauh mana data menyimpang dari nilai rata-ratanya. Semakin tinggi nilai variansi, semakin besar penyebaran data terhadap rata-ratanya. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa *Return* saham ADRO memiliki nilai variansi tertinggi dibandingkan dengan saham lainnya, yang menunjukkan bahwa *return* saham tersebut mengalami fluktuasi yang cukup signifikan dari waktu ke waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa data *return* saham ADRO menyebar cukup jauh dari nilai rata-ratanya.

Tabel 3. Kovariansi Antar *Return* Saham Pembentuk Portofolio Optimal

Kovariansi Antar <i>Retrun</i> Saham	Nilai
$Cov R_{ADRO,ITMG}$	0,00048
$Cov R_{ADRO,BMRI}$	0,00019
$Cov R_{ITMG,BMRI}$	0,00015
$Cov R_{ITMG,ADRO}$	0,00048
$Cov R_{ITMG,BMRI}$	0,00015
$Cov R_{BMRI,ADRO}$	0,00019

Kovariansi adalah hubungan antara dua variabel acak dan sejauh mana kedua variabel tersebut berubah bersama-sama. Jika nilai kovariansi positif, maka kedua variabel cenderung bergerak searah. Sebaliknya, apabila nilai kovariansi negatif, maka kedua variabel tersebut cenderung bergerak dalam arah yang berlawanan. Pada Tabel 3 terlihat bahwa semua nilai kovariansi antar *return* saham bernilai positif sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap pasangan *return* saham pembentuk portofolio optimal bergerak ke arah yang sama.

Dengan mengimplementasikan pendekatan *mean variance portfolio* untuk menghitung alokasi optimal pada tiap saham dalam portofolio, diperoleh komposisi bobot investasi masing-masing saham sebagai berikut:

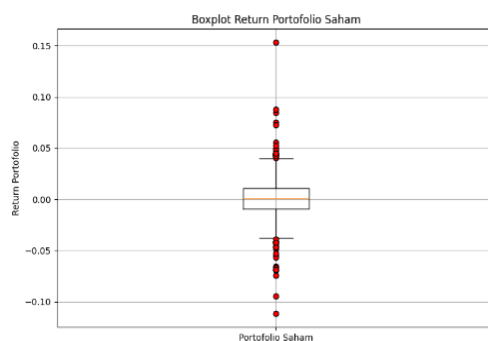
Tabel 4. Bobot Investasi pada Tiap Saham dalam Portofolio

Nama Saham	Bobot Investasi
ADRO	11,62%
ITMG	28,36%
BMRI	60,02%
Jumlah	100%

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa jika seorang investor memiliki sejumlah dana untuk diinvestasikan, maka investor tersebut akan membagi dana yang ada sebesar 11,62% diinvestasikan ke saham ADRO, 28,36% diinvestasikan ke saham ITMG, dan sebesar 60,02% diinvestasikan ke saham BMRI.

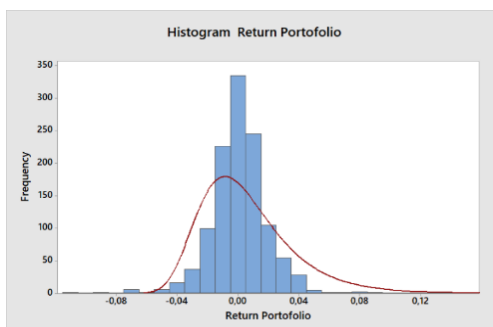
3.3. Pengidentifikasian Nilai Ekstrim dan *Heavy Tail* pada *Return* Portofolio Saham

Menurut Franke, dkk (2011) distribusi *return* portofolio seringkali memiliki bentuk leptokurtosis (*heavy-tailed*) yang menandakan adanya kejadian ekstrim [13]. Berdasarkan *boxplot* Gambar 3 terlihat bahwa *return* portofolio saham memiliki nilai-nilai ekstrim, yang ditunjukkan oleh adanya *outlier* di luar batas bawah kuartil pertama dan *outlier* di luar batas atas kuartil ketiga. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat fluktuasi yang signifikan pada *return* saham tersebut dalam periode pengamatan. Keberadaan nilai ekstrim ini dapat dilihat dari masih banyaknya data pencilan diluar kuartil pertama dan diluar kuartil ketiga.



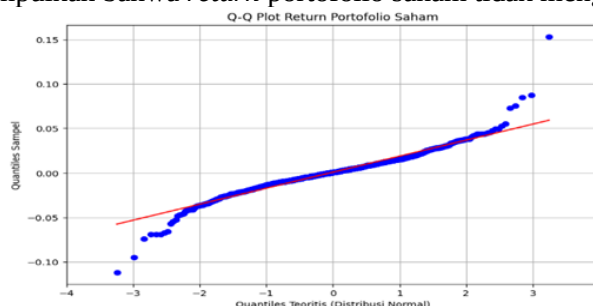
Gambar 3. *Boxplot Return Portofolio Saham Periode 1 Januari 2020-31 Oktober 2024*

Visualisasi melalui histogram pada Gambar 4 dapat mengidentifikasi karakteristik data berdistribusi *heavy tail*. Berdasarkan Gambar 4 *return* portofolio saham menunjukkan puncak distribusi yang lebih tajam dibandingkan dengan distribusi normal, serta ekor distribusi yang menurun secara perlahan. Hal ini terlihat dari bentuk ekor yang tidak simetris, di mana ekor distribusi bagian kanan lebih panjang dibandingkan dengan ekor distribusi bagian kiri. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi *return* portofolio bersifat *leptokurtik*, yang merupakan salah satu indikasi adanya *heavy tail* dalam data *return* portofolio saham. Oleh karena itu berdasarkan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa distribusi *return* portofolio saham berdistribusi *heavy tail*.



Gambar 4. *Histogram Return Portofolio Saham*

Karena *return* portofolio saham menunjukkan pola distribusi *heavy tail*, hal ini mengindikasikan bahwa distribusinya tidak mengikuti pola distribusi normal [9]. Oleh karena itu, diperlukan pengujian untuk mengetahui apakah data *return* portofolio tersebut mengikuti distribusi normal atau tidak. Pengujian kenormalan data dapat dilakukan menggunakan *Q-Q plot* serta uji Kolmogorov-Smirnov. [14]. Pada Gambar 5 terlihat bahwa masih banyak data tidak berada pada garis linear, sehingga secara visual dapat disimpulkan bahwa *return* portofolio saham tidak mengikuti distribusi normal.



Gambar 5. *Q-Q Plot Return Portofolio Saham*



Tabel 5 menyajikan hasil pengujian Kolmogorov-Smirnov terhadap data *return* realisasi dari portofolio saham. Pengujian ini dilakukan berdasarkan hipotesis berikut:

$H_0: F_n(x) = F_0(x)$: Data portofolio saham mengikuti distribusi normal

$H_1: F_n(x) \neq F_0(x)$: Data portofolio saham tidak mengikuti distribusi normal

Hipotesis H_0 ditolak jika $D_{hitung} > D_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$. Hasil pengujian distribusi data *return* portofolio saham dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Kenormalan Distribusi Data *Return* Portofolio Saham

Variabel	D_{hitung}	D_{tabel}	$p - value$	Keputusan
Portofolio Saham	0,0638	0,039	0,000	Tolak H_0

Berdasarkan hasil pada Tabel 5, diketahui bahwa nilai $D_{hitung} > D_{tabel}$, selain itu $p - value$ *return* portofolio saham $< \alpha = 0,05$. Oleh karena itu, keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis nol (H_0), yang berarti data *return* portofolio saham tidak mengikuti distribusi normal.

3.4. Penentuan Nilai *Threshold* dan Nilai Ekstrim

Ada beberapa metode untuk menentukan nilai *threshold*, salah satunya yaitu menggunakan metode *mean residual life plot* (MRLP) dan metode persentase [15]. Menurut Chavez-Demoulin, cara yang lebih sederhana untuk menetapkan nilai *threshold* adalah melalui metode persentase, yaitu dengan menetapkan batas ambang pada 10% dari data nilai ekstrim. Langkah-langkah berikut digunakan untuk mengidentifikasi nilai ekstrim menggunakan metode persentase:

1. Urutkan data mulai dari nilai terbesar hingga terkecil.
2. Hitung jumlah data ekstrim yang merupakan 10% dari total data keseluruhan.
3. Tentukan posisi *threshold* (u)

Formula untuk mencari nilai *threshold* (u) adalah sebagai berikut:

$$n = 10\% \times N \quad (1)$$

$$\text{letak } u = n + 1 \quad (2)$$

Dimana n merupakan jumlah data ekstrim, N merupakan jumlah data keseluruhan, serta u merupakan nilai *threshold*.

Berdasarkan langkah-langkah penentuan nilai *threshold* pada Persamaan (1) dan (2) didapatkan nilai *threshold* portofolio terletak pada data ke-118 dengan nilai *threshold* sebesar 0,02087. Sedangkan data ekstrim merupakan data yang nilainya berada diatas nilai *threshold*. Data ekstrim pada Tabel 5 akan dianalisis untuk pengukuran risiko menggunakan metode CVaR-GPD.

Tabel 6. Data Ekstrim *Retrun* Portofolio Saham yang Melebihi Nilai *Threshold*

No	Data Ekstrim
1	0,02111
2	0,02122
3	0,02159
4	0,02173
5	0,02176
:	:
114	0,07539
115	0,08488
116	0,08765

3.5. Estimasi Parameter *Generalized Pareto Distribution* (GPD)

Bentuk *cumulative density function* (CDF) dari GPD yaitu:

$$G_{\xi, \gamma}(x-u) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi(x-u)}{\gamma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}, & \xi \neq 0 \\ 1 - e^{-\frac{(x-u)}{\gamma}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Berdasarkan Persamaan (3) dapat dilihat bahwa GPD memiliki dua parameter yaitu parameter bentuk (ξ) dan parameter skala (γ). Salah satu cara untuk mengestimasi parameter distribusi adalah dengan menggunakan estimasi parameter *L-Moment*. *L-Moment* merupakan hasil modifikasi dari momen probabilitas berbobot (*probability weighted moment*/PWM). Metode *L-Moment* ini dibentuk sebagai kombinasi linear dari PWM. [16]. Kelebihan metode *L-moment* dalam mengestimasi parameter adalah kemampuannya memberikan hasil yang lebih akurat pada berbagai ukuran sampel serta lebih tahan terhadap pengaruh data pencilan [16].

Secara umum momen probabilitas terboboti dapat dituliskan dalam bentuk Persamaan (4)

$$\beta_r = \frac{1}{n(n-1)(n-2)\cdots(n-r)} \sum_{j=r+1}^n (j-1)(j-2)\cdots(j-r)x_{j:n} \quad (4)$$

Dimana $x_{j:n}$ adalah statistik terurut ke- j dari sebuah sampel data, n adalah banyak jumlah data ekstrim, dan r adalah bilangan cacah

Estimasi parameter *L-Moment* untuk GPD dapat dihitung menggunakan Persamaan (5) dan (6) [16]:

$$\xi = \frac{\lambda_1 - u}{\lambda_2} - 2 \quad (5)$$

$$\gamma = (1 + \xi)(\lambda_1 - u) \quad (6)$$

Dengan $\lambda_1 = \beta_0$ dan $\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0$. Estimasi parameter bentuk (ξ) menggambarkan karakteristik ekor dari data ekstrim, di mana nilai parameter bentuk yang lebih besar mengindikasikan peluang munculnya nilai ekstrim yang lebih tinggi. Sementara itu, parameter skala (γ) menggambarkan variasi atau keragaman pada nilai ekstrim. Berdasarkan metode estimasi *L-Moment* didapatkan estimasi parameter GPD sebagai berikut.

Tabel 7. Estimasi Parameter GPD

Parameter GPD	Estimasi Parameter GPD
ξ	0,00489
γ	0,01332

Dari hasil estimasi parameter GPD yang disajikan pada Tabel 6, terlihat bahwa nilai parameter bentuk (ξ) lebih besar dari nol, yang menunjukkan bahwa data ekstrim pada portofolio saham mengikuti distribusi GPD Tipe II.

3.6. Uji Kesesuaian Distribusi GPD



Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat kesesuaian distribusi yaitu menggunakan uji Kolmogorov Smirnov [17]. Berikut ini adalah hipotesis yang digunakan dalam pengujian kesesuaian distribusi dengan metode uji Kolmogorov-Smirnov.

$H_0: F_n(x) = F_0(x)$: Data ekstrim yang melebihi nilai *threshold* mengikuti distribusi GPD

$H_1: F_n(x) \neq F_0(x)$: Data ekstrim yang melebihi nilai *threshold* tidak mengikuti distribusi GPD

Tabel 8. Uji Kesesuaian Distribusi GPD

Variabel	D_{hitung}	D_{tabel}	Keputusan
Data Ekstrim	0,07790	0,12573	Terima H_0

Tabel 8 menyajikan hasil uji kesesuaian distribusi untuk data ekstrim yang melebihi nilai threshold. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan untuk menerima hipotesis nol (H_0), karena nilai $D_{hitung} < D_{tabel}$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data ekstrim yang melebihi threshold tersebut mengikuti distribusi GPD.

3.7. Penentuan Nilai Risiko Portofolio Menggunakan Metode CVaR-GPD

CVaR merupakan estimasi kerugian yang mungkin dialami oleh investor, dengan kerugian tersebut melebihi tingkat *value at risk* (VaR). Untuk menentukan nilai risiko portofolio saham menggunakan metode CVaR-GPD, terlebih dahulu ditentukan nilai VaR-GPD dikarenakan CVaR merupakan nilai estimasi risiko yang melebihi nilai VaR. Perhitungan VaR-GPD portofolio dapat dihitung melalui dari Persamaan (7):

$$VaR_{GPD}^P = u + \frac{\gamma}{\xi} \left[\left(\frac{n}{N_u} (1 - \phi) \right)^{-\xi} - 1 \right] \quad (7)$$

Sedangkan formula untuk untuk pengukuran risiko portofolio menggunakan metode CVaR-GPD yaitu:

$$CVaR_{GPD}^P = \frac{VaR_{\phi}}{1 - \xi} + \frac{\gamma - \xi u}{1 - \xi} \quad (8)$$

Berikut adalah estimasi parameter pengukuran risiko menggunakan metode CVaR-GPD.

Tabel 9. Estimasi Parameter CVaR dengan Pendekatan GPD

Parameter CVaR dengan Pendekatan GPD	Nilai Paramater
Jumlah data diatas Treshlod (N_u)	117
Banyak data keseluruhan (n)	1171
Parameter bentuk (ξ)	0,00489
Parameter skala (γ)	0,01332
Nilai <i>threshold</i> (u)	0,02087
Tingkat kepercayaan (ϕ)	0,95

Nilai estimasi parameter pada Tabel 9 digunakan untuk menghitung estimasi risiko dengan metode CVaR-GPD. Berdasarkan Persamaan (7) dan (8), estimasi risiko pada portofolio optimal yang terdiri dari saham ADRO, ITMG, dan BMRI dengan tingkat kepercayaan 95% adalah sebesar 0,04353 atau 4,353%. Hasil ini menunjukkan bahwa kerugian yang melebihi tingkat VaR yang mungkin terjadi dalam satu hari ke depan jika berinvestasi pada portofolio tersebut tidak akan melebihi 4,353%.

Tahap berikutnya adalah melakukan uji *backtesting* guna mengevaluasi keakuratan estimasi risiko berdasarkan perhitungan CVaR. Tabel 10 merupakan hasil uji *backtesting* risiko portofolio saham.

Tabel 10. Uji *Backtesting*

Ukuran	Portofolio Saham
Jumlah Data	1171
Tingkat signifikansi	0,05
Z_{stat}	1,582
<i>Chi-square</i>	3,8414
Keputusan	Valid

Berdasarkan Tabel 10, diketahui bahwa hasil *backtesting* CVaR pada portofolio saham menunjukkan nilai uji Z yang lebih kecil dibandingkan nilai *chi-square*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan CVaR-GPD valid untuk digunakan pada data portofolio yang terdiri dari saham ADRO, ITMG, dan BMRI. Dengan demikian, nilai CVaR-GPD yang diperoleh mengindikasikan bahwa dengan modal awal sebesar Rp 100.000.000 dalam periode satu hari dan tingkat kepercayaan 95%, estimasi risiko portofolio saham menggunakan metode CVaR-GPD adalah sebesar Rp 4.353.000. Artinya, pada tingkat kepercayaan 95%, kerugian yang mungkin dialami investor tidak akan melebihi Rp 4.353.000 dalam satu hari setelah tanggal 31 Oktober 2024. Atau dengan kata lain, terdapat kemungkinan 5% bahwa investor yang menanamkan dana Rp 100.000.000 pada portofolio saham akan mengalami kerugian minimal Rp 4.353.000 dalam satu hari setelah tanggal tersebut.

4. KESIMPULAN

Estimasi risiko yang dihitung menggunakan metode CvaR-GPD pada portofolio saham ADRO, ITMG, dan BMRI pada tingkat kepercayaan 95% adalah sebesar 0,04353 atau 4,353%. Hal ini menunjukkan bahwa kerugian yang melebihi tingkat VaR yang mungkin terjadi dalam satu hari ke depan saat menginvestasikan dana pada portofolio tersebut tidak akan melebihi 4,353%. Dengan kata lain, jika modal awal sebesar Rp 100.000.000 diinvestasikan, maka dalam jangka waktu satu hari dan dengan tingkat kepercayaan 95%, maka kerugian yang mungkin dialami investor tidak akan melebihi Rp 4.353.000. Berdasarkan uji *backtesting* nilai statistik Z lebih kecil dari nilai kritis *chi-square* ($\chi^2(0,05;1) = 3,831$), maka perhitungan CVaR-GPD ini valid. Oleh karena itu, investor dapat mempertimbangkan untuk menanamkan dana mereka pada portofolio optimal yang terdiri dari saham ADRO, ITMG, dan BMRI.

REFERENSI

- [1] A. I. S. Lating, S. E. Aristantia, Nufaisa, R. A. Aripriatiwi, dan A. L. Yudhanti, "Edukasi Dan Perencanaan Investasi Di Masa Pandemi: Kegiatan Pengabdian Masyarakat Bagi Kalangan Milenial," *J. Abdimas (Journal Community Serv. Sasambo)*, vol. 5, no. 1, hal. 204–211, 2023.
- [2] D. Y. Saputro dan Basyarudin, "Analisis Investasi Dalam Menunjang Pertumbuhan Ekonomi Indonesia," *SENTRI J. Ris. Ilm.*, vol. 3, no. 1, hal. 159–165, 2024.
- [3] Lamsari, "Analisis Perbandingan Tigkat Pengembalian (*Return*), Risk, Dan Koefisien Variasi Pada Saham Syariah Dan Saham Non Syariah (Studi Pada Bursa Efek Indonesia (BEI) dan Jakarta Islamic Index (JII) Periode 2018- 2019)," Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2021.
- [4] D. A. I. Maruddani dan A. Purbowati, "Pengukuran Value At Risk Pada Aset Tunggal Dan Portofolio Dengan Simulasi Monte Carlo," *Media Stat.*, vol. 2, no. 2, hal. 93–104, 2012, doi: 10.14710/medstat.2.2.93-104.
- [5] E. Indarwati dan R. Kusumawati, "Estimation of the Portfolio Risk from Conditional Value at Risk Using Monte Carlo Simulation," *J. Mat. Stat. dan Komputasi*, vol. 17, no. 3, hal. 370–380, 2021, doi: 10.20956/j.v17i3.11340.
- [6] A. K. Singh, D. E. Allen, dan R. J. Powell, "Value at Risk estimation using Extreme Value Theory," *MODSIM 2011 - 19th Int. Congr. Model. Simul. - Sustain. Our Futur. Underst. Living with Uncertain.*, hal. 1478–1484, 2011, doi: 10.36334/modsim.2011.d6.singh.



-
- [7] I. D. Julianeu dan S. Darwis, "Metode Peak Over Threshold pada Vibrasi Bearing," *Pros. Stat.*, hal. 338–345, 2021.
 - [8] J. S. Seleky, "Kajian sifat ekor tebal distribusi mode-centered burr," *AKSIOMA J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 13, no. 3, hal. 436–447, 2022, doi: 10.26877/aks.v13i3.14170.
 - [9] B. Rikumahu, "PEMODELAN DISTRIBUSI TINGKAT IMBAL HASIL INDEKS HARGA DI TUJUH BURSA ASIA," *J. Manaj. Indones.*, vol. 14, no. 1, hal. 1–15, 2014.
 - [10] S. Khudin Anam, A. Aprianingrum, dan N. Hernady Moorcy, "Penentuan Portofolio Optimal Dengan Model Markowitz Pada Jakarta Islamic Index (Jii) Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia," *J. GeoEkonomi*, vol. 12, no. 2, hal. 205–220, 2021, doi: 10.36277/geoekonomi.v12i2.166.
 - [11] W. Hariyanto, "Kombinasi Expected Return dan Risiko Melalui Diversifikasi Saham LQ 45 Dalam Rangka Pemilihan Investasi Saham Di bursa Efek Indonesia Melalui Pembentukan Portofolio Optimal," *J. Account. Sci.*, vol. 2, no. 1, hal. 55–66, 2018, doi: 10.21070/jas.v2i1.1174.
 - [12] A. M. Hakam dan A. K. Jaya, "Estimating Conditional Value at Risk in Non-Cyclical Sector Companies Using the Extreme Value Theory Approach Sektor Consumer Non-Cyclicals Menggunakan Pendekatan Extreme Value Theory," *J. Mat. Stat. dan Komputasi*, vol. 21, no. 1, hal. 159–175, 2024, doi: 10.20956/j.v21i1.35849.
 - [13] J. Franke, W. K. Härdle, dan C. M. Hafner, *Statistics of Financial Markets: An Intorduction*, III. New York: Springer Heidelberg, 2011.
 - [14] M. Isnaini, M. W. Afgani, A. Haqqi, dan I. Azhari, "Teknik Analisis Data Uji Normalitas ANOVA," vol. 4, no. 2, hal. 1377–1384, 2025.
 - [15] D. N. Rahma, D. A. I. Maruddani, dan Tarno, "Generalized pareto distribution untuk pengukuran value at risk pada portofolio saham syariah dan aplikasinya menggunakan gui matlab 1,2,3," *J. Gaussian*, vol. 7, hal. 224–235, 2018.
 - [16] J. R. . Hosking dan J. R. . Wallis, *Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moment*, 1 ed. United States of America: Cambridge University Press, 2005.
 - [17] P. R. Sirait dan P. Gultom, "Analisis Sistem Antrian pada Bank Negara Indonesia Kantor Cabang Kawasan Industri Medan," *EduMatSains J. Pendidikan, Mat. dan Sains*, vol. 7, no. 2, hal. 292–304, 2023, doi: 10.33541/edumatsains.v7i2.4283.