

Vol. 23, No. 1, September 2026, pp. 136-146

DOI: 10.20956/a1t1yd15

A Comparative Analysis of the Accuracy of the Value at Risk Estimation Methods on Indonesian Banking Stocks

Analisis Komparatif Akurasi Metode Estimasi Value at Risk pada Saham Perbankan Indonesia

Jusmawati Massalesse^{1*}, Cindy²^{1,2} Universitas HasanuddinEmail: ¹ jusmawati@unhas.ac.id, ² ndyw22@gmail.com

*Corresponding author

Received: 28 July 2026, revised: 29 August 2026, accepted: 30 August 2026

Abstract

Risk measurement is an important aspect in investment decision-making in the capital market. This study aims to compare the performance of three *Value at Risk methods*, namely *Variance-Covariance*, *Historical Simulation*, and *Monte Carlo Simulation*, in estimating investment risk in the shares of PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. (BBNI.JK), and PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. (BBRI.JK). The study used daily closing price data for the period April 30, 2024, to April 30, 2025, were analyzed through return calculation, Kolmogorov-Smirnov normality test, VaR estimation at a confidence level of 95%, and model validation using *Kupiec Backtesting*. The results of the study showed that the three methods produced relatively consistent VaR estimates, with the VaR value of BBNI.JK shares being greater than BBRI.JK, which indicates a higher level of investment risk. The results of backtesting show that all methods meet the validity criteria and are therefore suitable for use in risk measurement. This study shows that the selection of the *Value at Risk* method needs to be adjusted to the characteristics of the return distribution and the objectives of risk analysis.

Keywords: Value at Risk; Variance-Covariance; Historical Simulation; Monte Carlo Simulation; Investment Risk; Stock Return.

Abstrak

Pengukuran risiko merupakan aspek penting dalam pengambilan keputusan investasi di pasar modal. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja tiga metode *Value at Risk*, yaitu *Variance-Covariance*, *Historical Simulation*, dan *Monte Carlo Simulation*, dalam mengestimasi risiko investasi pada saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. (BBNI.JK) dan PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. (BBRI.JK). Penelitian menggunakan data harga penutupan harian periode 30 April 2024–30 April 2025 yang dianalisis melalui perhitungan return, uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, estimasi VaR pada tingkat kepercayaan 95%, serta validasi model menggunakan *Kupiec Backtesting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga metode menghasilkan estimasi VaR yang relatif konsisten, dengan nilai VaR saham BBNI.JK lebih besar dibandingkan BBRI.JK, yang mengindikasikan tingkat risiko investasi yang lebih tinggi. Hasil backtesting menunjukkan seluruh metode memenuhi kriteria validitas sehingga layak digunakan



dalam pengukuran risiko. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan metode VaR perlu disesuaikan dengan karakteristik distribusi return dan tujuan analisis risiko.

Kata kunci: Value at Risk; Variance-Covariance; Simulasi Historis; Simulasi Monte Carlo; Risiko Investasi, Return Saham.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pasar modal dalam beberapa dekade terakhir telah meningkatkan kompleksitas pengelolaan risiko investasi. Dalam teori keuangan modern, risiko investasi umumnya didefinisikan sebagai ketidakpastian terhadap nilai return yang akan diperoleh pada masa mendatang [10]. Semakin besar volatilitas return suatu aset, semakin besar pula risiko investasi yang harus ditanggung investor. Oleh karena itu, pengukuran risiko yang akurat menjadi salah satu aspek penting dalam proses pengambilan keputusan investasi.

Berbagai ukuran risiko telah dikembangkan, seperti *Expected Shortfall* (ES), *Conditional Value at Risk* (CVaR), hingga *Value at Risk* (VaR). Di antara berbagai ukuran tersebut, VaR merupakan salah satu pendekatan yang paling banyak digunakan oleh lembaga keuangan, perusahaan investasi, maupun regulator karena mampu mengkuantifikasi potensi kerugian maksimum dalam suatu horizon waktu tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu [11]. Selain mudah diinterpretasikan, VaR juga telah menjadi standar dalam praktik manajemen risiko di berbagai lembaga keuangan dan regulator internasional [7].

Konsep *Value at Risk* pertama kali diperkenalkan oleh J.P. Morgan melalui sistem *RiskMetrics* pada pertengahan tahun 1990-an. Sejak saat itu, VaR menjadi standar internasional dalam pengukuran risiko pasar dan diadopsi dalam berbagai regulasi perbankan, seperti *Basel Committee on Banking Supervision* [2]. Menurut Jorion [8], keunggulan utama VaR terletak pada kemampuannya menyajikan risiko dalam satu nilai numerik yang sederhana namun informatif, sehingga memudahkan proses evaluasi dan pengambilan keputusan investasi.

Secara umum, terdapat tiga pendekatan utama dalam menghitung VaR, yaitu *Variance-Covariance* (*Parametric VaR*), *Simulasi Historis* (*Historical Simulation*), dan *Simulasi Monte Carlo* (*Monte Carlo Simulation*). Ketiga metode VaR tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Metode *Variance-Covariance* memiliki keunggulan berupa efisiensi komputasi karena hanya memanfaatkan parameter rata-rata dan varians return, tetapi keakuratannya sangat bergantung pada asumsi distribusi normal [1][11]. Sebaliknya, *Simulasi Historis* tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu sehingga mampu merepresentasikan karakteristik empiris data, meskipun sangat bergantung pada representativitas data historis [5]. Sedangkan *Simulasi Monte Carlo* menawarkan fleksibilitas melalui pembangkitan sejumlah besar skenario stokastik, sehingga lebih mampu menggambarkan ketidakpastian pasar, tetapi membutuhkan biaya komputasi yang relatif lebih besar [13].

Keakuratan estimasi VaR tidak hanya ditentukan oleh metode yang digunakan, tetapi juga perlu divalidasi melalui proses *backtesting*. Salah satu prosedur yang paling banyak digunakan adalah *Kupiec Proportion of Failures Test*, yang mengevaluasi kesesuaian antara jumlah pelanggaran (*failure*) yang terjadi dengan tingkat kepercayaan yang ditetapkan [9]. Menurut Christoffersen [4], proses *backtesting* merupakan tahapan penting untuk memastikan bahwa model VaR mampu merepresentasikan risiko pasar secara konsisten dan dapat diandalkan dalam praktik manajemen risiko.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membandingkan berbagai metode estimasi *Value at Risk* (VaR). Penelitian Syariah dkk. membandingkan metode *Variance-Covariance* dan *Simulasi Monte Carlo* pada saham BUMN, dan menyimpulkan bahwa metode *Monte Carlo* lebih akurat untuk aset tunggal, namun penelitian tersebut tidak melibatkan *Simulasi Historis* maupun uji *backtesting* [13]. Calvindonta dkk. menerapkan *Simulasi Historis* dan *backtesting Kupiec Test* pada saham sektor perbankan, namun terbatas pada satu metode saja [3]. Sementara itu, Heeschen & Kopischke membandingkan ketiga metode pada indeks Dow Jones dan DAX, dan menemukan bahwa *Simulasi Historis* memiliki performa terbaik, meskipun secara keseluruhan ketiga metode

dinilai tidak memadai [6]. Namun, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada dua pendekatan estimasi tanpa melakukan perbandingan secara komprehensif maupun validasi melalui *backtesting* pada aset tunggal saham perbankan Indonesia.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap ketiga metode *Variance-Covariance*, *Simulasi Historis*, dan *Simulasi Monte Carlo* secara simultan pada saham sektor perbankan Indonesia. Pengujian akurasi menggunakan *Kupiec Backtesting* untuk menentukan metode mana yang paling akurat dan andal dalam mengestimasi risiko investasi.

2. TINJAUAN TEORITIS

Investasi merupakan penanaman modal pada instrumen saham yang bertujuan memperoleh keuntungan dalam bentuk *capital gain* maupun dividen, namun selalu dihadapkan pada risiko kerugian akibat fluktuasi harga saham. Secara umum, besarnya risiko umumnya tercermin dari volatilitas return, sehingga analisis karakteristik distribusi return menjadi langkah penting sebelum pengukuran risiko dilakukan. Salah satu karakteristik distribusi yang paling fundamental dan paling sering diuji adalah pola distribusi itu sendiri, khususnya apakah return mengikuti sebaran normal atau tidak. Oleh karena itu, pengujian normalitas diperlukan untuk memastikan kesesuaian penggunaan metode parametrik mengingat metode seperti *Variance Covariance* dan *Simulasi Monte Carlo* sangat bergantung pada asumsi normalitas [13]. Apabila distribusi return menunjukkan penyimpangan dari normalitas, penyesuaian kuantil melalui pendekatan *Cornish-Fisher* dapat digunakan untuk mengakomodasi pengaruh *skewness* dan *kurtosis*, sehingga estimasi risiko menjadi lebih representatif [11]. Pemahaman terhadap konsep dasar ini menjadi fondasi penting sebelum melakukan estimasi dan validasi model *Value at Risk* (VaR) pada aset tunggal.

2.1. Value at Risk (VaR)

Value at Risk atau disingkat VaR adalah ukuran statistik yang menyatakan *kerugian maksimum* yang mungkin dialami oleh suatu portofolio, aset, atau investasi dalam *periode waktu tertentu* pada tingkat kepercayaan tertentu di bawah kondisi pasar normal. Secara matematis, VaR pada tingkat kepercayaan α didefinisikan sebagai kuantil distribusi kerugian yang dinyatakan sebagai berikut [13]:

$$\text{VaR}_\alpha(X) = \inf\{x \in \mathbb{R}: P(X \leq x) \geq \alpha\} \quad (2.1)$$

atau secara ekuivalen:

$$P(X < -\text{VaR}_\alpha) = 1 - \alpha$$

dengan:

- X := perubahan nilai portofolio (return/keuntungan/kerugian) dalam periode waktu tertentu.
- α := tingkat signifikansi (1% atau 5%)
- $-\text{VaR}_\alpha$:= kuantil ke- α dari distribusi kerugian.

Dalam tulisan ini, digunakan tiga pendekatan untuk menentukan VaR, yaitu metode *Variance-Covariance*, *Simulasi Historis*, dan *Simulasi Monte Carlo*, yang masing-masing memiliki karakteristik, keunggulan, dan keterbatasan tersendiri dalam menangkap risiko pasar.

2.1.1 Variance-Covariance

Metode *Variance-Covariance*, atau dikenal juga sebagai metode *Parametric* VaR adalah pendekatan pengukuran VaR yang mengasumsikan bahwa *return* aset atau portofolio mengikuti distribusi normal [11]. Dengan asumsi ini, VaR dapat dihitung secara analitik hanya dengan menggunakan dua parameter statistik, yaitu rata-rata (*mean*) dan varians/standar deviasi (*volatilitas*) return. Oleh karena itu, langkah awal yang harus dilakukan adalah membawa bentuk distribusi umum ke dalam bentuk distribusi normal standar $Z \sim N(0,1)$ [10].

Untuk menghitung VaR, terlebih dahulu ditentukan kuantil distribusi normal standar $z_{\alpha-1}$ yang memenuhi $\Phi(z_{\alpha-1}) = \alpha$. Misalkan return portofolio (R) berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan simpangan baku σ , maka kuantil return (R^*) memenuhi

$$P(R \leq R^*) = \alpha,$$

sehingga diperoleh kuartil return:

$$R^* = \mu + z_{\alpha-1} \cdot \sigma.$$

Dengan mensubstitusikan kuantil tersebut ke dalam definisi kerugian, diperoleh VaR satu periode yang didasarkan pada nilai investasi awal (S_0), yang diberikan melalui persamaan:

$$\text{VaR} = (-z_{\alpha-1})\sigma S_0. \quad (2.2)$$

Berdasarkan aturan akar waktu (*square-root-of-time rule*) untuk horison waktu (t), rumus VaR menjadi

$$\text{VaR}_{\alpha-1}(t) = S_0(-z_{\alpha-1})\sigma\sqrt{t}. \quad (2.3)$$

Apabila data *return* tidak berdistribusi normal, nilai $z_{1-\alpha}$ digantikan oleh $z'_{1-\alpha}$ yang dihitung menggunakan pendekatan **Cornish-Fisher** yang memperhitungkan *skewness* dan *kurtosis* [11]. Dengan demikian rumus VaR menjadi

$$\text{VaR}_{\alpha-1}(t) = S_0(z'_{\alpha-1})\sigma\sqrt{t}. \quad (2.4)$$

2.1.2 Metode Simulasi Historis

Simulasi Historis merupakan pendekatan non-parametrik dalam estimasi VaR yang mengandalkan data *return* aktual tanpa membuat asumsi tentang bentuk distribusi tertentu. Metode ini menggunakan data historis secara langsung dengan menentukan nilai persentil tertentu dari distribusi empiris *return*. Persentil dihitung dengan mengurutkan data *return* dari nilai terkecil hingga terbesar, kemudian menentukan posisi persentil menggunakan rumus:

$$P^* = \frac{i(n+1)}{100}, \quad (2.5)$$

dengan P^* adalah nilai persentil, i adalah persentil yang diinginkan dengan nilai antara 1 sampai dengan 99, dan n adalah jumlah data [9]. Nilai P^* yang telah diperoleh akan digunakan untuk perhitungan nilai VaR untuk periode waktu (*holding period*) sebagai berikut:

$$\text{VaR} = S_0 P^* \sqrt{t} \quad (2.6)$$

Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, digunakan persentil ke-5 ($i = 5$), sehingga nilai VaR pada tingkat kepercayaan 95% adalah nilai *return* pada posisi persentil tersebut. Metode ini unggul karena sederhana, intuitif, dan mampu menangkap karakteristik empiris data tanpa asumsi parametrik, namun kelemahannya adalah sangat bergantung pada representativitas data historis terhadap kondisi pasar di masa depan [5].

2.1.3 Metode Simulasi Monte Carlo

Metode *Simulasi Monte Carlo* bekerja melalui pembangkitan bilangan acak secara berulang dari suatu distribusi probabilitas, sehingga metode ini dikategorikan sebagai metode sampling [13]. Untuk estimasi VaR pada aset tunggal, simulasi dilakukan dengan membangkitkan ribuan skenario *return* yang diasumsikan berdistribusi normal yang bertujuan memperoleh kuantil kerugian. Meskipun memerlukan kapasitas komputasi yang besar karena dapat melibatkan hingga 10.000 kali evaluasi, keunggulan utama metode ini terletak pada kemampuannya menganalisis perambatan ketidakpastian serta sensitivitas kinerja sistem terhadap variansi acak. Pada metode ini, penentuan VaR dimulai dengan terlebih dahulu menentukan nilai aset akhir periode (S) sebagai perkalian nilai awal aset (S_0) dengan return (R) ditambah 1, atau,

$$S = S_0(1 + R). \quad (2.7)$$

Pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$, nilai aset minimum (S^*) dinyatakan sebagai

$$S^* = S_0(1 + R^*), \quad (2.8)$$

dengan R^* merupakan kuantil ke- α dari distribusi *return* yang umumnya bernilai negatif. Berdasarkan definisi kerugian maksimum, VaR pada tingkat kepercayaan tersebut dirumuskan sebagai

$$\text{VaR}_{\alpha-1} = S_0 R^* \quad (2.9)$$

Selanjutnya, jika return R diasumsikan berdistribusi normal dengan mean μ dan variansi σ^2 , atau $R \sim N(\mu, \sigma^2)$, maka kuantil R^* secara teoritis dirumuskan menjadi:

$$R^* = E(R) - z_{\alpha-1} \sqrt{\text{var}(R)}. \quad (2.10)$$

Karena ekspektasi return $E(R)$ meningkat secara linier terhadap waktu melalui persamaan $E(R) = \mu t$, sedangkan standar deviasi R meningkat terhadap akar waktu t melalui persamaan

$$\sqrt{\text{var}(R)} = \sigma \sqrt{t},$$

maka diperoleh

$$R^* = \mu t - z_{(1-\alpha)} \sigma \sqrt{t}. \quad (2.11)$$

Sebagai akibatnya, VaR pada periode waktu t dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ menjadi:

$$\text{VaR}_{\alpha-1} = S_0 R^* \sqrt{t} \quad (2.12)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif berupa harga penutupan harian saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BBNI.JK) dan PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI.JK) periode 30 April 2024 – 30 April 2025, masing-masing terdiri dari 238 data yang diperoleh dari <http://investing.com>. Pengukuran VaR dilakukan pada aset tunggal menggunakan tiga pendekatan, yaitu: *Variance-Covariance*, *Simulasi Historis*, dan *Simulasi Monte Carlo*.

3.2. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan alur kerja mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Pengumpulan data historis harga penutupan saham BBNI.JK dan BBRI.JK.
2. Perhitungan *return* harian serta penentuan parameter *mean* dan standar deviasi.
3. Uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov (Excel) dan Q-Q plot (RStudio).
4. Perhitungan VaR untuk ketiga metode menggunakan Excel.
5. Analisis hasil estimasi VaR pada tingkat kepercayaan 95%.
6. Validasi model melalui uji *backtesting* Kupiec Test untuk menentukan metode terbaik.

3.3. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan *Backtesting* Kupiec Test untuk menguji akurasi model VaR, yang prosedurnya mengikuti urutan langkah sebagai berikut:

- a. Menetapkan variabel pelanggaran (*failure rate*): nilai “1” jika return melebihi VaR, dan nilai “0” dalam hal lain.
- b. Merumuskan hipotesis, $H_0: \hat{p} = \alpha$ (VaR akurat) melawan $H_1: \hat{p} > \alpha$ (VaR tidak akurat).
- c. Menetapkan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)\%$.
- d. Menghitung statistik uji Likelihood Ratio [9]:

$$LR = -2\ln[(1 - p_o)^{n_o} p_1^{n_1}] + 2\ln[(1 - \hat{p})^{n_o} \hat{p}^{n_1}]$$

dengan n_o jumlah observasi tanpa pelanggaran, n_1 jumlah observasi dengan pelanggaran

- e. Kriteria Keputusan: tolak H_0 jika $LR \geq \chi_{1,\alpha}^2$.
- f. Keputusan: jika H_0 tidak ditolak, yaitu jika $LR < \chi_{1,\alpha}^2$ maka model VaR dinyatakan valid [9].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Pengolahan data historis harga penutupan harian saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BBNI.JK) dan PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI.JK) periode 30 April 2024 hingga 30 April 2025, dilakukan dengan menghitung *return* R_t harian. Perhitungan menggunakan return logaritmik agar perubahan harga lebih stabil dan memenuhi karakteristik analisis risiko keuangan. Rumus yang digunakan adalah:

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right), t = 1, 2, \dots, n$$

dengan S_t : nilai penutupan harian saham pada hari/waktu t ,

R_t : return harian saham pada waktu t .

Statistik deskriptif harga penutupan harian dan *return* dari kedua saham disajikan pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut ini:

Tabel 1. Statistik Deskriptif Harga Saham

Statistik	BBNI.JK	BBRI.JK
Minimum	3.720	3.360
Maksimum	5.835	5.525
Mean	4.822,52	4.454,87
Jumlah Data	238	238

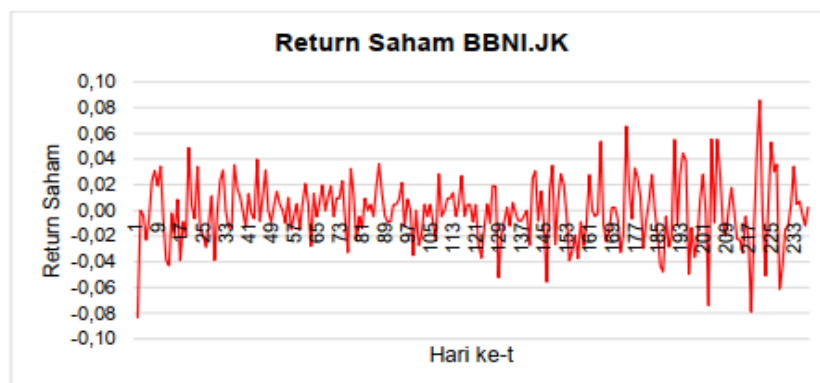
Sumber: Data Diolah, 2025

Tabel 2. Statistik Deskriptif Return Saham

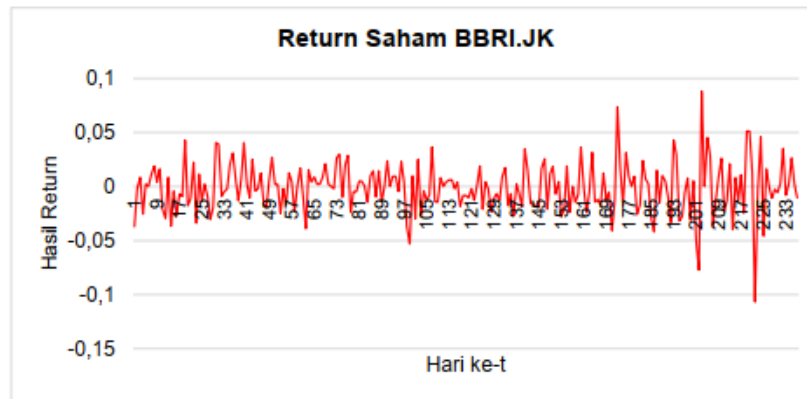
Statistik	BBNI.JK	BBRI.JK
Minimum Return	-0,085942	-0,106733
Maksimum Return	0,085942	- 0,088251
Mean Return	-0,000992	-0,001096
Standar Deviasi	0,024872	0,022927
Jumlah Data	237	237

Sumber: Data Diolah, 2025

Tabel 1. menunjukkan bahwa selama periode pengamatan, rata-rata nilai penutupan harian untuk saham BBNI.JK lebih tinggi 368,65 dibandingkan saham BBRI.JK. Pada Tabel 2., statistik deskriptif memperlihatkan *mean return* negatif pada kedua saham, yang mengindikasikan bahwa secara rata-rata, baik saham BBNI.JK maupun BBRI.JK mengalami kecenderungan penurunan nilai. Namun berdasarkan standar deviasi BBNI.JK yang sedikit lebih tinggi dibandingkan BBRI.JK, mengindikasikan bahwa secara historis saham BBNI.JK memiliki tingkat risiko yang sedikit lebih tinggi dibandingkan saham BBRI.JK. Visualisasi deret waktu return terhadap kedua saham sebagaimana terlihat pada Gambar 1. dan Gambar 2., juga memperlihatkan bahwa sebagian besar return berfluktuasi di sekitar nilai nol, namun sesekali muncul lonjakan positif maupun negatif yang cukup besar. Pola tersebut merupakan karakteristik umum data keuangan yang menunjukkan adanya volatilitas pasar, dan merupakan fenomena yang umum terjadi pada data keuangan harian. Volatilitas tersebut menunjukkan bahwa risiko pasar bersifat dinamis sehingga memerlukan ukuran risiko yang mampu mengkuantifikasi potensi kerugian secara probabilistik, seperti Value at Risk (VaR). Temuan ini sejalan dengan Jorion [8] yang menyatakan bahwa volatilitas return merupakan faktor utama yang menentukan besarnya estimasi VaR pada suatu aset keuangan.



Gambar 4.1. Grafik Return Saham BBNI.JK



Gambar 4.2. Grafik Return Saham BBRI.JK

4.2. Pengujian Asumsi Distribusi *Return*

Sebelum menghitung nilai VaR, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap asumsi distribusi normal terhadap data *return*. Pengujian dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan software **RStudio** terhadap hipotesis:

H_0 : Data return berdistribusi normal,

H_1 : Data return tidak berdistribusi normal.

Hasil pengujian pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ yang ditampilkan pada Tabel 3. memberikan nilai *p-value* lebih besar dari D_{hasil} , dengan D_{hasil} menyatakan nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov yang dihitung dari data sampel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data cukup mendukung keputusan untuk tidak menolak H_0 , yang berarti data *return* saham BBNI.JK dan BBRI.JK berdistribusi normal.

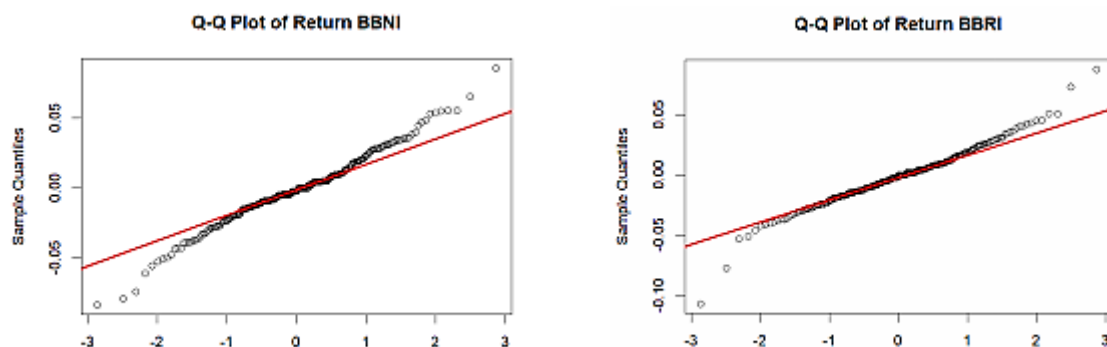
Tabel 3. Uji Normalitas Data Return Saham

Kolmogorof-Smirnov Test	BBNI.JK	BBRI.JK
p-value	0,1324	0,3481
D_{hasil}	0,075683	0,060643
Keputusan	H_0 tidak ditolak	H_0 tidak ditolak

Sumber: Data Diolah, 2025

Terpenuhinya asumsi normalitas memberikan dasar teoritis yang kuat untuk penerapan metode *Variance-Covariance*. Menurut Dowd [5], pendekatan parametrik *Variance-Covariance* akan memberikan estimasi risiko yang efisien apabila distribusi return mendekati distribusi normal, sedangkan penyimpangan yang signifikan dari normalitas dapat menyebabkan estimasi VaR menjadi bias.

Hasil Q-Q Plot yang juga mendukung keputusan uji bahwa data return berdistribusi normal diberikan pada Gambar 3.



Gambar 4.3. Plot Uji Normalitas Saham BBNI.JK dan Saham BBRI.JK**4.3. Estimasi VaR**

Berdasarkan hasil uji normalitas yang menunjukkan data return kedua saham berdistribusi normal, maka asumsi perhitungan VaR terpenuhi. Selanjutnya, perhitungan VaR dilakukan menggunakan tiga metode pada tingkat kepercayaan 95% dengan *holding period* t satu hari dan modal awal investasi sebesar Rp10.000.000.

a. Metode Variance Covariance

Pada akhir observasi, dengan modal awal $S_0 = \text{Rp. } 10.000.000$; $\alpha = 5\%$; $z_{1-\alpha} = 1,645$, dan dengan menggunakan persamaan (2.4) diperoleh perhitungan VaR yang disajikan pada Tabel 4. berikut ini:

Tabel 4. Nilai VaR dengan Metode Variance-Covariance

Kode Saham	Standar Deviasi (σ)	VaR (Value at Risk)
		$\alpha = 5\%$
BBNI.JK	0,024871570	-0,040913733
BBRI.JK	0,022927489	-0,037715719

Sumber: Data Diolah, 2025

Nilai absolut VaR yang lebih rendah mengindikasikan risiko yang lebih rendah atau kerugian maksimum yang diestimasi lebih kecil [5][8]. Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai absolut VaR BBRI.JK lebih kecil dibandingkan nilai absolut VaR BBNI.JK, yaitu

$$|-0,037715719| < |-0,040913733|.$$

Hal ini berarti saham dengan VaR bernilai -Rp377.157,19 memiliki potensi kerugian maksimum yang lebih rendah dibandingkan saham dengan VaR yang memiliki nilai -Rp409.137,33. Hasil ini menunjukkan hubungan yang konsisten antara volatilitas return dan besarnya nilai VaR. Saham dengan standar deviasi yang lebih tinggi akan menghasilkan estimasi kerugian maksimum yang lebih besar karena volatilitas merupakan komponen utama dalam model Variance-Covariance. Temuan ini konsisten dengan penelitian Jorion [8] dan Dowd [5] yang menjelaskan bahwa sensitivitas VaR pada metode Variance-Covariance terutama ditentukan oleh besarnya *varians return*.

b. Metode Simulasi Historis

Metode Simulasi Historis menghitung VaR berdasarkan persentil dari distribusi empiris *return* aktual tanpa asumsi distribusi tertentu. Nilai persentil dihitung dengan rumus pada persamaan (2.5), selanjutnya nilai VaR dihitung menggunakan persamaan (2.6). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai VaR dengan Metode Simulasi Historis pada tingkat Signifikansi $\alpha = 5\%$

Kode Saham	Nilai Persentil (P^*)	VaR (Value at Risk)
BBNI.JK	-0,042977791	-Rp429.777,91
BBRI.JK	-0,036700464	-Rp367.004,64

Sumber: Data Diolah, 2025

Metode Simulasi Historis memberikan hasil yang konsisten dengan metode sebelumnya, dimana nilai absolut VaR terhadap return saham BBNI.JK yang bernilai Rp429.777,91 lebih besar dari nilai absolut VaR return saham BBRI.JK yang sebesar Rp367.004,64.

Estimasi yang diperoleh melalui Simulasi Historis sepenuhnya ditentukan oleh distribusi empiris data historis sehingga metode ini mampu menangkap karakteristik return aktual tanpa memerlukan asumsi distribusi tertentu. Namun demikian, keakuratan metode ini sangat bergantung pada representativitas data historis terhadap kondisi pasar di masa mendatang sebagaimana dijelaskan oleh Dowd [5].

c. Metode Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak sebanyak 500 kemudian dilakukan simulasi dengan 1000 iterasi menggunakan distribusi normal dengan parameter *mean* dan *standar deviasi* masing-masing saham yang telah diberikan pada Tabel 2. Nilai VaR ditampilkan pada Tabel 6. yang dihitung berdasarkan rata-rata dari seluruh hasil simulasi.

Tabel 6. Nilai VaR dengan Metode Monte Carlo

Kode Saham	Standar Deviasi (σ)	VaR (Value at Risk)
		$\alpha = 5\%$
BBNI.JK	0,024871570	-Rp416.355,39
BBRI.JK	0,022927489	-Rp385.195,24

Sumber: Data Diolah, 2025

Hasil simulasi *Monte Carlo* menunjukkan nilai VaR yang sedikit lebih tinggi dibandingkan metode *Variance-Covariance* pada setiap tingkat kepercayaan, baik untuk saham BBNI maupun BBRI. Hal ini mencerminkan fleksibilitas metode *Monte Carlo* dalam menangkap variabilitas *return* melalui pembangkitan skenario acak.

Estimasi VaR yang sedikit lebih besar dibandingkan metode *Simulasi Historis* menunjukkan bahwa simulasi *Monte Carlo* mampu mengakomodasi ketidakpastian melalui banyak kemungkinan lintasan *return*. Rubinstein dan Kroese [12] menjelaskan bahwa semakin banyak skenario yang dibangkitkan, semakin stabil estimasi distribusi kerugian yang dihasilkan sehingga metode ini banyak digunakan pada instrumen keuangan yang memiliki karakteristik stokastik kompleks.

Perhitungan nilai VaR menggunakan ketiga metode yang dinyatakan dalam persentase diberikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil VaR Ketiga Metode untuk $\alpha = 5\%$.

Kode Saham	Metode		
	Variance-Covariance	Simulasi Historis	Simulasi Monte Carlo
BBNI.JK	-4,09%	-4,29%	-4,16%
BBRI.JK	-3,77%	-3,67%	-3,85%

Sumber: Data Diolah, 2025

Pada tingkat kepercayaan 95%, ketiga metode menghasilkan estimasi VaR yang relatif berdekatan untuk masing-masing saham. Untuk saham BBNI.JK, nilai VaR berkisar antara -4,09% hingga -4,29%, dengan Simulasi Historis memberikan estimasi kerugian maksimum tertinggi secara absolut (-4,29%), diikuti Simulasi Monte Carlo (-4,16%), dan Variance-Covariance (-4,09%). Sementara itu, pada saham BBRI.JK, nilai VaR berada pada rentang -3,67% hingga -3,85%, dengan Simulasi Monte Carlo menghasilkan estimasi tertinggi secara absolut (3,85%), kemudian Variance-Covariance (3,77%), dan Simulasi Historis (3,67%).

Secara keseluruhan, saham BBNI memiliki nilai VaR yang lebih besar secara absolut dibandingkan BBRI.JK pada setiap metode di tingkat kepercayaan 95%, yang berarti BBNI.JK memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi. Hal ini konsisten dengan standar deviasi return BBNI.JK (0,02487) yang lebih tinggi dibandingkan BBRI.JK (0,02293). Di antara ketiga metode, Simulasi Historis cenderung memberikan estimasi paling konservatif untuk BBNI.JK, sementara untuk BBRI.JK, Simulasi Monte Carlo menghasilkan estimasi risiko tertinggi. Namun demikian, perbedaan antar metode relatif kecil, dengan simpangan maksimum hanya sekitar 0,2% untuk BBNI.JK dan 0,18% untuk BBRI.JK pada tingkat kepercayaan 95%.

Perbedaan estimasi VaR antar ketiga metode yang relatif kecil menunjukkan bahwa karakteristik *return* saham BBNI.JK dan BBRI.JK selama periode penelitian masih cukup stabil. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa asumsi normalitas yang diperoleh melalui uji Kolmogorov-Smirnov cukup konsisten dengan hasil estimasi VaR parametrik. Pada kondisi seperti ini, metode

Variance–Covariance memiliki keunggulan berupa efisiensi komputasi, sedangkan *Simulasi Monte Carlo* dan *Simulasi Historis* memberikan alternatif estimasi yang lebih fleksibel ketika distribusi *return* mengalami penyimpangan dari normalitas. Temuan ini konsisten dengan penelitian Dowd [5], Jorion [8], serta Maruddani [11], yang menyatakan bahwa tidak terdapat satu metode VaR yang selalu unggul pada seluruh kondisi pasar, melainkan efektivitasnya sangat bergantung pada karakteristik distribusi *return* yang dianalisis.

4.4 Backtesting dengan Kupiec Test

Backtesting dilakukan untuk menguji validitas model VaR dengan membandingkan jumlah pelanggaran aktual (*failure*) terhadap tingkat signifikansi yang ditetapkan. *Kupiec Test* menggunakan statistik *Likelihood Ratio* (LR),

$$LR = -2\ln[(1 - p_o)^{n_o} p_1^{n_1}] + 2\ln[(1 - \hat{p})^{n_o} \hat{p}^{n_1}]$$

Model dinyatakan valid jika $LR < \chi^2_{1-\alpha}$ atau $p - \text{value} > \alpha$ [9]. Untuk $\alpha = 5\%$, nilai kritis χ^2 untuk $df = 1$ adalah 3,841. Hasil Uji Bactesting Kupiec diberikan pada Tabel 8. sebagai berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Nilai VaR Tiga Metode

Kode Saham	Metode	LR	$\chi^2_{1-\alpha}$	Akurasi
BBNI.JK	Variance Covariance	0,0020	3,841	Akurat
	Simul Monte Carlo	0,0020	3,841	Akurat
	Simulasi Historis	0,0657	3,841	Akurat
BBRI.JK	Variance Covariance	0,7841	3,841	Akurat
	Simul Monte Carlo	0,7841	3,841	Akurat
	Simulasi Historis	0,0020	3,841	Akurat

Sumber: Data Diolah, 2025

Hasil yang diperlihatkan pada Tabel 8 menunjukkan bahwa seluruh model VaR dari metode *Variance-Covariance*, *Simulasi Historis*, dan *Simulasi Monte Carlo* pada tingkat kepercayaan 95% dinyatakan *akurat*. Hal ini diindikasikan oleh nilai nilai $LR < \chi^2$ yang menjadi acuan keakuratan [9]. Dengan kata lain, ketiga metode layak digunakan untuk mengestimasi risiko pada saham BBNI.JK dan BBRI.JK.

Keberhasilan seluruh metode dalam memenuhi kriteria *Kupiec Test* menunjukkan bahwa frekuensi pelanggaran VaR telah sesuai dengan tingkat kepercayaan yang digunakan. Hasil ini mengindikasikan bahwa ketiga model memiliki kemampuan prediktif yang baik dalam mengestimasi risiko harian kedua saham. Temuan tersebut sejalan dengan Christoffersen [4], yang menyatakan bahwa model VaR yang baik tidak hanya menghasilkan estimasi kerugian yang realistis, tetapi juga mampu mempertahankan proporsi pelanggaran sesuai tingkat signifikansi yang ditetapkan melalui proses *backtesting*.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan kinerja metode *Variance–Covariance*, *Simulasi Monte Carlo*, dan *Simulasi Historis* dalam mengestimasi *Value at Risk* (VaR) pada saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. (BBNI.JK) dan PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. (BBRI.JK). Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa *return* kedua saham memenuhi asumsi distribusi normal sehingga pendekatan parametrik dapat diterapkan.

Estimasi VaR pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa ketiga metode menghasilkan nilai yang relatif berdekatan, dengan saham BBNI.JK secara konsisten memiliki nilai VaR yang lebih besar dibandingkan saham BBRI.JK. Hal ini mengindikasikan bahwa BBNI.JK memiliki tingkat risiko investasi yang lebih tinggi selama periode pengamatan. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antar metode, seluruh estimasi menunjukkan konsistensi dalam mengukur potensi kerugian maksimum.

Hasil *backtesting* menggunakan *Kupiec Test* menunjukkan bahwa seluruh model memenuhi kriteria validitas sehingga layak digunakan dalam pengukuran risiko investasi saham. Meskipun

demikian, kelayakan yang setara dalam hal validitas tidak berarti ketiga metode memiliki performa yang identik, karena masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri. Oleh karena itu, pemilihan metode VaR sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik distribusi *return* dan tujuan analisis. *Metode Variance–Covariance* lebih efisien ketika asumsi normalitas terpenuhi, sedangkan *Simulasi Historis* dan *Simulasi Monte Carlo* memberikan fleksibilitas yang lebih baik pada kondisi distribusi *return* yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, C., 2008. *Market Risk Analysis, Volume II: Practical Financial Econometrics*. John Wiley & Sons, Ltd, England.
- [2] Basel Committee on Banking Supervision, 1996. *Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks*. Bank for International Settlements.
- [3] Bukit, G. C., & Hendratno., 2021. Analysis of Backtesting and Value at Risk (VaR) Using Historical Simulation Method in Sub Sector of Bank (Case Study on Stocks of PT. Bank Rakyat Indonesia Tbk and PT. Bank CIMB Niaga Tbk). *e-Proceeding of Management*: Vol.8, No.2, 772-778.
- [4] Christoffersen, P.F., 2011. *Elements of Financial Risk Management*. Academic Press, San Diego.
- [5] Dowd, K., 2007. *Measuring Market Risk*, Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd., England.
- [6] Heesch, D., & Kopischke, A. N., 2018 . *Value-at-Risk: An Empirical Analysis of the Market-Price-Risk Estimation*. Master's thesis. Copenhagen Business School.
- [7] Hull, J. C., 2023. *Risk Management and Financial Institutions*, Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [8] Jorion, P., 2011. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, Third Edition. McGraw-Hill, New York.
- [9] Kupiec, P. H., 1995. Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models. *The Journal of Derivatives*, Volume 3, No. 2, 73-84. <https://doi.org/10.3905/jod.1995.407942>.
- [10] Markowitz, H., 1952. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, Vol.7, No.1, 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>.
- [11] Maruddani, D. A., 2009. Pengukuran Value at Risk Pada Aset Tunggal Dan Portofolio Dengan Simulasi Monte Carlo. *Media Statistik*, Vol.2, No.2, 93-104. <https://doi.org/10.14710/medstat.2.2.93-104>.
- [12] Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P., 2008. *Simulation and the Monte Carlo Method*, Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [13] Syariah, M., dkk. 2020. Pengukuran Nilai VaR Portofolio Optimal dengan Metode Variance-Covariance dan Monte Carlo pada Saham BUMN. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*. Vol. 5, No. 01, 1-10.