

## ANALISIS VALUE AT RISK (VAR) PADA SAHAM SEKTOR PERBANKAN INDONESIA DENGAN METODE SIMULASI MONTE CARLO

Wahyu Kurnia Rahman

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan

Jl. William Iskandar Ps. V, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, 20221, Indonesia

wahyukurniarahman59@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini mengukur Value at Risk (VaR) pada saham sektor perbankan Indonesia menggunakan metode simulasi Monte Carlo, dengan fokus pada 10 bank terbesar di Indonesia. Penelitian ini menekankan perlunya pengelolaan risiko dalam investasi saham perbankan, mengingat adanya ketidakpastian ekonomi global dan volatilitas pasar saham yang dapat mempengaruhi kinerja investasi. Teknik analisis mencakup deskripsi statistik return saham, simulasi Monte Carlo untuk mengestimasi rata-rata return dan deviasi standar, pengukuran VaR pada tingkat kepercayaan 95%, dan optimasi portofolio menggunakan metode Sequential Least Squares Programming. Hasil analisis menunjukkan bahwa Bank Syariah Indonesia memiliki return dan volatilitas tertinggi, sementara Bank OCBC NISP memiliki volatilitas terendah. Optimasi portofolio menempatkan bobot terbesar pada Bank OCBC NISP, sehingga nilai VaR portofolio optimal adalah -1.85% pada tingkat kepercayaan 95%, menandakan pengurangan risiko dibandingkan investasi pada saham individu.

**Kata kunci :** Bank, Monte Carlo, Saham, Value at Risk

### 1. PENDAHULUAN

Sektor perbankan memiliki peran sentral dalam perekonomian suatu negara, berfungsi sebagai tulang punggung dalam mendukung kegiatan ekonomi melalui penyaluran kredit, penghimpunan dana, dan berbagai layanan keuangan lainnya [1].

Dalam beberapa dekade terakhir, perbankan Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, Otoritas Jasa Keuangan (OJK) mengungkapkan bahwa pada bulan Maret 2024, sektor perbankan Indonesia menunjukkan ketahanan dan stabilitas yang kuat di tengah volatilitas pasar keuangan global. Hal ini didorong oleh kinerja industri perbankan yang resilient dan stabil, serta dukungan dari profitabilitas perbankan yang positif [2].

Hal ini mencerminkan peningkatan stabilitas ekonomi dan kepercayaan publik terhadap sistem perbankan di Indonesia. Namun, investasi dalam saham sektor perbankan juga mengandung risiko yang memerlukan pengelolaan yang hati-hati.

Salah satu alat analisis risiko yang paling populer dan diterima secara luas adalah Value at Risk (VaR). VaR mengukur potensi kerugian maksimal dari sebuah portofolio investasi dalam periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu [3].

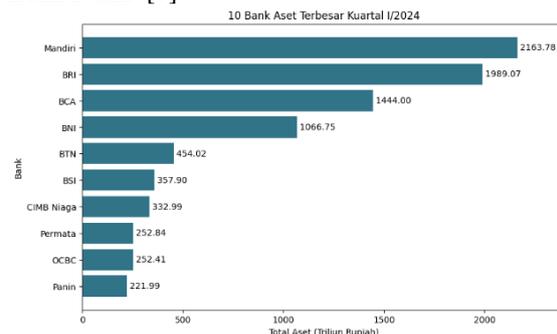
Dengan kata lain, VaR memberikan gambaran tentang berapa banyak yang bisa hilang dalam investasi tersebut pada skenario yang paling buruk dalam batasan waktu yang telah ditentukan. Pada saham sektor perbankan Indonesia, pentingnya analisis VaR semakin relevan di tengah meningkatnya risiko ketidakpastian ekonomi global yang dapat mempengaruhi kinerja industri perbankan [4].

Penggunaan metode simulasi Monte Carlo dalam menghitung VaR memungkinkan kita untuk mensimulasikan berbagai skenario pergerakan harga saham berdasarkan data historis, sehingga

memberikan estimasi yang lebih akurat mengenai potensi kerugian investasi [5].

Penelitian ini memfokuskan analisis pada 10 bank terbesar di Indonesia berdasarkan total aset yang dimiliki pada kuartal I/2024. Pemilihan ini didasarkan pada teori "Too Big to Fail" (TBTF), yang menyatakan bahwa bank-bank dengan aset yang lebih besar cenderung dianggap lebih aman dan tahan terhadap guncangan ekonomi karena memiliki dampak sistemik yang signifikan terhadap perekonomian. Teori ini mengemuka dari berbagai pemikiran dan observasi dalam sejarah perbankan, yang menunjukkan bahwa bank-bank besar memiliki lebih banyak dukungan dari pemerintah dan regulator dalam situasi krisis [6].

Oleh karena itu, memahami potensi risiko kerugian investasi pada saham-saham bank terbesar ini menjadi sangat penting bagi investor. Adapun 10 bank umum (Tbk) di Indonesia yang dipilih untuk penelitian ini berdasarkan besarnya aset yang dimiliki pada kuartal I/2024 adalah sebagai berikut: Bank Mandiri, Bank Rakyat Indonesia (BRI), Bank Central Asia (BCA), Bank Negara Indonesia (BNI), Bank Tabungan Negara (BTN), Bank Syariah Indonesia (BSI), CIMB Niaga, Bank Permata, OCBC NISP, dan Bank Panin [7].



Gambar 1. Aset Bank di Indonesia

Gambar 1 menunjukkan total aset dari 10 bank terbesar di Indonesia pada kuartal I/2024. Dengan fokus pada bank-bank terbesar ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai potensi risiko kerugian investasi di sektor perbankan Indonesia.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menilai risiko portofolio investasi. VaR mengestimasi potensi kerugian maksimal yang mungkin terjadi dalam sebuah portofolio dengan tingkat kepercayaan tertentu selama periode waktu tertentu. Untuk distribusi return yang diasumsikan normal [3], VaR dapat dihitung dengan rumus:

$$VaR_{\alpha} = \mu - z_{\alpha} \cdot \sigma \quad (1)$$

Di mana:

$\mu$  = rata-rata return portofolio.

$z_{\alpha}$  = nilai kritis dari distribusi normal pada tingkat kepercayaan.

$\sigma$  = deviasi standar return portofolio.

### 2.2. Return dan Volatilitas

Return dan volatilitas adalah dua ukuran penting dalam analisis investasi. Return mengukur keuntungan atau kerugian yang dihasilkan oleh suatu investasi, sedangkan volatilitas mengukur seberapa besar fluktuasi return tersebut [8].

### 2.3. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah metode statistik yang digunakan untuk memperkirakan variabel yang tidak pasti menggunakan pengulangan random sampling. Dalam konteks VaR, simulasi Monte Carlo digunakan untuk mensimulasikan berbagai skenario pergerakan harga saham berdasarkan data historis [9].

Langkah-langkah Simulasi Monte Carlo

1. Menghitung Return Harian:

$$R_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1} \quad (2)$$

Di mana  $R_t$  adalah return harian pada waktu  $t$ ,  $P_t$  adalah harga penutupan pada waktu  $t$ , dan  $P_{t-1}$  adalah penutupan pada waktu sebelumnya.

2. Menghitung Rata-rata dan Deviasi Standar:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \mu)^2} \quad (4)$$

Di mana  $n$  adalah jumlah total hari dalam data.

3. Menghitung Rata-rata dan Deviasi Standar:

$$P_T = P_t \cdot e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}Z} \quad (5)$$

Di mana  $P_T$  adalah harga saham pada waktu  $T$ ,  $P_t$  adalah harga saham saat ini,  $T$  adalah periode waktu ke depan, dan  $Z$  adalah variabel random yang mengikuti distribusi normal standar.

4. Menghitung Rata-rata dan Deviasi Standar:

Setelah melakukan banyak simulasi, hasil return dari simulasi diurutkan, dan VaR diambil dari persentil sesuai tingkat kepercayaan yang diinginkan [5].

### 2.4. Sequential Least Squares Programming

Sequential Least Squares Programming (SLSQP) adalah metode optimasi numerik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi nonlinear dengan kendala [10]. Dalam konteks optimasi portofolio, SLSQP digunakan untuk menentukan bobot saham yang meminimalkan VaR sambil memenuhi batasan tertentu.

1. Fungsi Objektif:

$$\min_w (VaR_{\alpha}(w))$$

2. Kendala:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (6)$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i$$

Di mana  $w$  adalah bobot dari masing-masing saham dalam portofolio. dan  $n$  adalah jumlah total saham dalam portofolio. SLSQP secara iteratif memperbarui bobot  $w$  untuk meminimalkan VaR sambil memenuhi kendala-kendala tersebut.

### 2.5. Optimasi Portofolio

Optimasi portofolio adalah proses menentukan kombinasi aset yang optimal dalam portofolio untuk mencapai tujuan investasi tertentu, seperti meminimalkan risiko atau memaksimalkan return [11].

Teori portofolio modern yang dikembangkan oleh Harry Markowitz mendasari optimasi portofolio dengan menggabungkan aset-aset yang berbeda untuk mencapai diversifikasi optimal [12]. Rumus dasar yang digunakan dalam optimasi portofolio meliputi:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \quad (7)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (8)$$

Di mana:

$E(R_p)$  adalah ekspektasi return portofolio.

$w_i$  adalah bobot aset  $i$  dalam portofolio.

$\sigma_p^2$  adalah varians portofolio.

$\sigma_{ij}$  adalah kovarians return antara aset  $i$  dan  $j$ .

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Metode Pengumpulan Data

#### 3.1.1. Data Sekunder

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari situs Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>).

#### 3.1.2. Prosedur Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, Yahoo Finance dipilih sebagai sumber data karena menyediakan data historis yang lengkap dan mudah diakses terkait harga saham. Data harga saham dikumpulkan untuk periode waktu tertentu yang telah ditentukan, mulai dari Mei 2018 hingga April 2024. Data yang diunduh mencakup harga penutupan harian (closing price) saham dari 10

bank terbesar di Indonesia. Data diunduh dalam format CSV atau Excel untuk memudahkan analisis lebih lanjut. Setelah data diunduh, dilakukan validasi dan pembersihan data untuk memastikan bahwa tidak ada data yang hilang atau tidak valid.

### 3.2. Teknik Analisis Data

#### 3.2.1. Deskripsi Statistik Return Saham

Data return saham dari 10 bank dianalisis untuk mendapatkan deskripsi statistik seperti rata-rata (mean), deviasi standar, return terendah, dan return tertinggi.

#### 3.2.2. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dilakukan untuk mengestimasi rata-rata return dan deviasi standar berdasarkan data return historis. Simulasi ini melibatkan 1471 simulasi random untuk setiap saham.

#### 3.2.3. Pengukuran Value at Risk (VaR)

VaR dihitung untuk setiap saham dan portofolio saham menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan dana investasi awal sebesar 1 miliar rupiah. Metode yang digunakan dalam penghitungan VaR adalah simulasi Monte Carlo dengan 1000 perulangan untuk mencari rata-rata VaR.

#### 3.2.4. Optimasi Portofolio

Untuk menemukan kombinasi bobot optimal, peneliti menggunakan metode optimasi dengan tujuan meminimalkan VaR. Fungsi minimize dari paket *scipy.optimize* dengan metode Sequential Least Squares Programming (SLSQP) digunakan untuk menentukan bobot optimal untuk setiap saham dalam portofolio.

### 3.3. Alat dan Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Python dengan paket *scipy* untuk melakukan optimasi portofolio dan simulasi Monte Carlo. Data diolah dan dianalisis menggunakan Microsoft Excel.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Statistik Return Saham

Sebagai langkah awal, penting untuk memahami karakteristik dasar return saham dari perusahaan-perusahaan yang dianalisis. Deskripsi statistik return saham seperti rata-rata (average), deviasi standar (standard deviation), return terendah (lowest), dan return tertinggi (highest) memberikan gambaran awal mengenai performa dan risiko saham-saham tersebut. Tabel berikut menyajikan deskripsi statistik return saham dari beberapa perusahaan perbankan yang menjadi objek penelitian ini:

Tabel 1. Deskripsi Statistik Return Saham

Saham	Average	Standard Deviation	Lowest	Highest
BMRI.JK	0.000839	0.020851	-0.12992	0.1580
BBRI.JK	0.000723	0.020555	-0.07672	0.2049

Saham	Average	Standard Deviation	Lowest	Highest
BBCA.JK	0.000718	0.015302	-0.07913	0.1733
BBNI.JK	0.000499	0.021318	-0.11718	0.1364
BBTN.JK	-0.000095	0.025724	-0.12650	0.2171
BRIS.JK	0.001583	0.035743	-0.144	0.25
BNGA.JK	0.000877	0.019837	-0.07638	0.1839
BNLI.JK	0.000926	0.028539	-0.12318	0.25
NISP.JK	0.000414	0.014452	-0.06535	0.1011
PNBN.JK	0.000509	0.028269	-0.10572	0.2236

Return saham dari 10 bank tersebut menunjukkan variasi yang signifikan. Berdasarkan data ini, dapat dianalisis volatilitas masing-masing:

- a. Bank Mandiri (BMRI)  
Volatilitas: Moderat (0.020851)  
Analisis: Dengan aset terbesar dan volatilitas moderat, Bank Mandiri menunjukkan stabilitas yang baik dengan risiko yang sedang.
- b. BRI (BBRI)  
Volatilitas: Moderat (0.020555)  
Analisis: BRI memiliki aset besar dan volatilitas moderat, menunjukkan stabilitas dengan potensi return yang baik.
- c. BCA (BBCA)  
Volatilitas: Rendah (0.015302)  
Analisis: BCA memiliki volatilitas terendah di antara bank besar, menjadikannya pilihan yang stabil dengan risiko rendah.
- d. BNI (BBNI)  
Volatilitas: Moderat (0.021318)  
Analisis: BNI memiliki volatilitas moderat dengan return yang stabil, cocok untuk investor dengan toleransi risiko menengah.
- e. BTN (BBTN)  
Volatilitas: Tinggi (0.025724)  
Analisis: BTN menunjukkan volatilitas tinggi dan return rata-rata negatif, menandakan risiko tinggi yang mungkin kurang cocok untuk investor konservatif.
- f. BSI (BRIS)  
Volatilitas: Tinggi (0.035743)  
Analisis: BSI memiliki volatilitas tertinggi dan return rata-rata yang paling tinggi, menunjukkan potensi keuntungan besar namun dengan risiko yang signifikan.
- g. CIMB Niaga (BNGA)  
Volatilitas: Moderat (0.019837)  
Analisis: CIMB Niaga menunjukkan volatilitas moderat dengan return yang stabil, cocok untuk investor dengan profil risiko menengah.
- h. Bank Permata (BNLI)  
Volatilitas: Tinggi (0.028539)  
Analisis: Bank Permata memiliki volatilitas tinggi dengan return yang baik, cocok untuk investor yang siap mengambil risiko lebih tinggi.
- i. OCBC NISP (NISP)  
Volatilitas: Rendah (0.014452)  
Analisis: OCBC NISP memiliki volatilitas terendah dan return yang stabil, menjadikannya pilihan yang aman untuk investor konservatif.

- j. Bank Panin (PNBN)  
Volatilitas: Tinggi (0.028269)  
Analisis: Bank Panin menunjukkan volatilitas tinggi dengan return yang memadai, cocok untuk investor yang mencari peluang dengan risiko lebih tinggi.

**4.2. Simulasi Monte Carlo**

Tabel berikut ini menampilkan hasil simulasi Monte Carlo. Simulasi ini memberikan estimasi rata-rata return (Mean Return) dan deviasi standar (Standard Deviation) dari 1471 simulasi random berdasarkan mean dan standar deviasi data return.

Tabel 2. Mean dan Stdev Simulasi Monte Carlo

Saham	Mean	Standard Deviation
BMRI.JK	0.00085260	0.02092930
BBRI.JK	0.00160587	0.02039910
BBCA.JK	0.00032916	0.01527414
BBNI.JK	-0.00036718	0.02148838
BBTN.JK	0.00089455	0.02567097
BRIS.JK	0.00303949	0.03416980
BNGA.JK	0.00083232	0.01939253
BNLI.JK	-0.00012534	0.02938326
NISP.JK	0.00078827	0.01409606
PNBN.JK	0.00042490	0.02906233

Dari hasil ini, kita dapat melihat bahwa BRIS.JK memiliki mean return tertinggi dalam simulasi Monte Carlo, sementara BBNI.JK dan BNLI.JK menunjukkan mean return negatif. Deviasi standar bervariasi di antara bank-bank ini, menunjukkan tingkat volatilitas yang berbeda-beda dalam return mereka.

**4.3. Pengukuran Value at Risk (VaR)**

Tabel berikut ini menampilkan nilai Value at Risk (VaR) dari portofolio aset tunggal dari 1000 perulangan untuk menghasilkan nilai rata-rata VaR. Analisis VaR ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan dana investasi awal sebesar 1 miliar rupiah.

Tabel 3. Nilai VaR Simulasi Monte Carlo

Saham	Z (0.05)	VaR (%)	VaR (Rp)
BMRI.JK	1.64485	-3.36%	-33.560.303
BBRI.JK	1.64485	-3.20%	-31.955.930
BBCA.JK	1.64485	-2.48%	-24.804.365
BBNI.JK	1.64485	-3.57%	-35.690.924
BBTN.JK	1.64485	-4.13%	-41.337.708
BRIS.JK	1.64485	-5.32%	-53.180.338
BNGA.JK	1.64485	-3.11%	-31.072.514
BNLI.JK	1.64485	-4.84%	-48.436.826
NISP.JK	1.64485	-2.24%	-22.407.387
PNBN.JK	1.64485	-4.74%	-47.398.421

Analisis per Bank:

- a. Bank dengan Risiko Tinggi (VaR > -4%):  
BRIS.JK, BBTN.JK, BNLI.JK, PNBN.JK
- b. Bank dengan Risiko Sedang (VaR antara -3% dan -4%): BMRI.JK, BBRI.JK, BBNI.JK, BNGA.JK

- c. Bank dengan Risiko Rendah (VaR < -3%):  
BBCA.JK, NISP.JK

Dari data ini, terlihat bahwa Bank Syariah Indonesia (BRIS.JK) memiliki risiko potensial kerugian tertinggi, sedangkan Bank OCBC NISP (NISP.JK) memiliki risiko potensial kerugian terendah dalam kondisi pasar ekstrem dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika berinvestasi di Bank Syariah Indonesia dengan dana awal sebesar 1 miliar rupiah, pada tingkat kepercayaan 95% dengan 1000 kali perulangan, rata-rata nilai VaR adalah sebesar -53.180.338 rupiah. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang akan diderita investor tidak akan melebihi Rp53.180.338 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 30 April 2024. Dengan kata lain, ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi di Bank Syariah Indonesia akan mencapai Rp53.180.338 atau lebih.

Sementara itu, Bank OCBC NISP (NISP.JK) memiliki nilai VaR terendah sebesar -22.407.387,84 atau -2,24%. Ini menunjukkan bahwa investasi di Bank OCBC NISP memiliki risiko potensi kerugian yang paling rendah di antara bank-bank lainnya dalam kondisi pasar ekstrem dengan tingkat kepercayaan yang sama. Hal ini berarti dengan keyakinan 95%, kerugian maksimal yang mungkin dialami oleh investor tidak akan melebihi Rp22.407.387,84 dalam satu hari setelah tanggal 30 April 2024. Atau, ada kemungkinan 5% bahwa kerugian investasi di Bank OCBC NISP akan mencapai Rp22.407.387,84 atau lebih.

**4.4. Pengukuran VaR Portofolio**

Untuk menemukan kombinasi bobot yang optimal, peneliti menggunakan metode optimasi dengan tujuan meminimalkan VaR. Peneliti menggunakan fungsi minimize dari paket *scipy.optimize* dengan metode Sequential Least Squares Programming (SLSQP). Dari hasil optimasi, diperoleh bobot optimal untuk masing-masing saham dalam portofolio sebagai berikut:

BMRI.JK:	0.32686012111815893
BBRI.JK:	5.421010862427522e-19
BBCA.JK:	0.010044576341949541
BBNI.JK:	0.0
BBTN.JK:	0.01761430784578796
BRIS.JK:	0.07960013970853264
BNGA.JK:	0.09187136449015076
BNLI.JK:	0.0029544613215401953
NISP.JK:	0.4284995847494733
PNBN.JK:	0.04255544442440658

Bobot yang bernilai nol atau mendekati nol seperti BBRI.JK dan BBNI.JK tidak diikutsertakan dalam portofolio, sehingga nilai bobot terbaru beserta rata-rata dan standar deviasi return portofolio dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 4. Nilai Bobot Portofolio Optimal

Saham	Bobot (%)
BMRIJK	32.70%
BBCAJK	1.00%
BBTNJK	1.80%
BRISJK	7.90%
BNGAJK	9.20%
BNLIJK	0.30%
NISPJK	42.80%
PNBNJK	4.30%

Berdasarkan Tabel 4, nilai bobot portofolio optimal menunjukkan alokasi dana dalam berbagai saham bank di Indonesia. Dengan bobot tertinggi pada saham NISP.JK (Bank OCBC NISP) sebesar 42.80% dan yang terendah pada saham BNLIJK (Bank Permata) sebesar 0.30%.

Dengan tingkat kepercayaan 95%, berikut ini merupakan tabel nilai perhitungan VaR simulasi monte carlo dari 1000 perulangan dan 1471 simulasi random berdasarkan mean dan standar deviasi data return portofolio.

Tabel 5. Nilai Perhitungan VaR Simulasi Monte Carlo pada Portofolio

	Nilai
Mean	0.001301715
Stdev	0.012040112
Z-stat	1.64485
Dana Investasi	1.000.000.000
Var (%)	-1.85%
Var (Rp)	-18.500.807

Interpretasi VaR (%) sebesar -1.85% menunjukkan bahwa terdapat keyakinan 95% bahwa kerugian harian tidak akan melebihi 1.85% dari total investasi. VaR (Rp) sebesar -18.500.807 menunjukkan bahwa terdapat keyakinan 95% bahwa kerugian maksimal yang mungkin dialami oleh investor dalam satu hari tidak akan melebihi Rp 18.500.807. Dengan kata lain, ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi dalam portofolio ini akan mencapai atau melebihi Rp 18.500.807 dalam satu hari. Hal ini menggambarkan risiko potensial yang dihadapi investor dalam kondisi pasar ekstrem dengan tingkat kepercayaan yang sama.

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Analisis menunjukkan bahwa return dan volatilitas saham-saham ini bervariasi signifikan. Semakin tinggi volatilitas saham, semakin tinggi pula risiko yang dihadapinya. Bank Syariah Indonesia (BRIS.JK) memiliki rata-rata return tertinggi namun juga volatilitas tertinggi, sementara Bank OCBC NISP (NISP.JK) menunjukkan volatilitas terendah.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Bank Syariah Indonesia memiliki risiko kerugian tertinggi, sedangkan Bank OCBC NISP memiliki risiko terendah. Optimasi portofolio menempatkan bobot terbesar pada Bank OCBC NISP, yang menunjukkan bahwa diversifikasi portofolio dengan porsi lebih besar pada saham kurang volatil dapat mengurangi risiko.

VaR portofolio optimal dengan tingkat kepercayaan 95% adalah -1.85%, menandakan pengurangan risiko dibandingkan investasi pada saham individu. Temuan ini menekankan pentingnya diversifikasi dan pemantauan pasar dalam pengelolaan risiko investasi di sektor perbankan Indonesia.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] L. Penelitian, P. Hasil, and P. Ensiklopedia, "Edisi 2 Oktober," *Ensiklopedia of Journal*, vol. 1, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.ensiklopediaku.org>

[2] R. Khaerunnisa and B. Situmorang, "OJK: Kinerja industri perbankan nasional tetap resilien dan stabil," *Antara News*.

[3] P. Jorion, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3rd ed. New York: McGraw Hill, 2006.

[4] Komite Stabilitas Sistem Keuangan, "STABILITAS SISTEM KEUANGAN NASIONAL TETAP TERJAGA DI TENGAH MENINGKATNYA RISIKO KETIDAKPASTIAN EKONOMI GLOBAL DAN GEJOLAK GEOPOLITIK," LPS.

[5] K. Vaniya, R. Talaviya, and R. Gor, "Estimating the Value at Risk Using Monte Carlo Simulation," *IOSR Journal of Mathematics*, vol. 18, pp. 16–23, doi: 10.9790/5728-1804041623.

[6] S. Ioannou, D. Wójcik, and G. Dymski, "Too-Big-To-Fail: Why Megabanks Have Not Become Smaller Since the Global Financial Crisis?," *Review of Political Economy*, vol. 31, no. 3, pp. 356–381, Jul. 2019, doi: 10.1080/09538259.2019.1674001.

[7] A. Laras, "Daftar 10 Bank Aset Terbesar Kuartal I/2024: BMRI Teratas, BRIS Paling Melesat," *Bisnis.com*.

[8] L. Muguto and P.-F. Muzindutsi, "A Comparative Analysis of the Nature of Stock Return Volatility in BRICS and G7 Markets," *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 15, no. 2, p. 85, Feb. 2022, doi: 10.3390/jrfm15020085.

[9] "4-Article Text-13-1-10-20210118".

[10] Y. Ma, N. Zhang, and J. Li, "Improved Sequential Least Squares Programming-Driven Feasible Path Algorithm for Process Optimisation," 2022, pp. 1279–1284. doi: 10.1016/B978-0-323-95879-0.50214-9.

[11] D. Gede, S. Putri Pracanda, and N. Abundanti, "PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MARKOWITZ PADA SAHAM INDEKS IDX30 DI BURSA EFEK INDONESIA," vol. 6, no. 2, pp. 802–829, 2017, [Online]. Available: [www.sahamok.com](http://www.sahamok.com)

[12] H. Markowitz, "PORTFOLIO SELECTION\*," *J Finance*, vol. 7, no. 1, pp. 77–91, Mar. 1952, doi: 10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x.