

Analisis Portofolio Perbankan pada Beberapa Model Optimasi Portofolio

Analysis of Banking Portfolios under Various Portfolio Optimization Models

Hasna Mahira Mufidati, Septiyana Putri Isnaini, Dina Puspita Sari, Ade Aulia Pramudhita, Andriansah, Abdurakhman.
Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada
Sekip Utara, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan kinerja enam model optimasi portofolio yaitu *Maximum Sharpe* dengan *Monte Carlo Simulation*, *Minimum Variance (1 Constraint)*, *Maximum Return*, *Firefly Algorithm*, *Black-Litterman*, dan Optimasi Multi-Objektif guna menentukan model yang sesuai kebutuhan investor untuk mengelola dana investasi setelah penyuntikan dana ke bank HIMBARA dan Syariah. Objek penelitian terdiri atas saham-saham HIMBARA dan Syariah pada periode pengamatan mulai 1 Oktober 2018 hingga 16 September 2021. Pemilihan saham didasarkan oleh dukungan pemerintah yang menyuntikan dana sebesar 200 triliun terhadap sektor perbankan Indonesia. Evaluasi model dilakukan menggunakan tiga metrik, yaitu *annual return*, *annual volatility*, dan *sharpe ratio*. Diperoleh hasil penelitian bahwa model *Minimum Variance* menunjukkan performa terbaik karena mampu menghasilkan *return* positif terbesar dibanding dengan model lainnya. Portofolio yang dibangun menghasilkan bobot optimal sesuai profil risiko investor, tetapi *delay* yang dilakukan selama 208 minggu menyebabkan hasil aktual yang berbeda dari ekspektasi model. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pemilihan model optimasi portofolio yang adaptif penting agar mampu meminimalkan potensi kerugian dan menjaga stabilitas portofolio terhadap faktor kondisi makroekonomi.

Kata Kunci: Optimasi Portofolio; Perbandingan Model; *Minimum Variance*; HIMBARA

ABSTRACT

This study aims to analyze and compare the performance of six portfolio optimization models, namely Maximum Sharpe with Monte Carlo Simulation, Minimum Variance (1 Constraint), Maximum Return, Firefly Algorithm, Black-Litterman, and Multi-Objective Optimization, to determine the model that suits investors' needs for managing investment funds after injecting funds into HIMBARA and Sharia banks. The research objects consist of HIMBARA and Sharia stocks during the observation period from October 1, 2018, to September 16, 2021. The selection of stocks was based on government support, which injected 200 trillion rupiah into the Indonesian banking sector. The model evaluation was conducted using three metrics, namely annual return, annual volatility, and Sharpe ratio. The results showed that the Minimum Variance model performed the best because it was able to generate the highest positive return compared to other models. The constructed portfolio produced optimal weights according to the investor's risk profile, but the delay of 208 weeks caused the actual results to differ from the model's expectations. Thus, the results of this study confirm that the selection of an adaptive portfolio optimization model is important in order to minimize potential losses and maintain portfolio stability against macroeconomic conditions.

Key Words: Portfolio Optimization; Model Comparison; *Minimum Variance*; HIMBARA

PENDAHULUAN

Sektor perbankan Indonesia mengalami transformasi signifikan dalam beberapa tahun terakhir, khususnya melalui kebijakan strategis yang mendukung penguatan likuiditas dan daya saing himpunan bank milik negara (HIMBARA) dan bank syariah. Salah satu langkah penting yang diambil oleh pemerintah adalah penyuntikan dana sebesar 200 triliun rupiah ke lima bank besar di Indonesia mencakup Bank Rakyat Indonesia (BRI), Bank Negara Indonesia (BNI), Bank Mandiri, Bank Tabungan Negara (BTN), dan Bank Syariah

Indonesia (BSI) pada 12 September 2025. Penyuntikan dana ini bertujuan untuk memperkuat likuiditas, meningkatkan daya saing, serta memperluas akses perbankan bagi masyarakat, terutama dalam mendukung sektor-sektor prioritas seperti usaha kecil, mikro, dan menengah (UMKM), infrastruktur, dan berbagai program sosial (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2025).

Penyuntikan dana sebesar 200 triliun rupiah memiliki dampak yang signifikan terhadap stabilitas dan pertumbuhan sektor perbankan Indonesia. Namun, langkah ini juga membawa tantangan

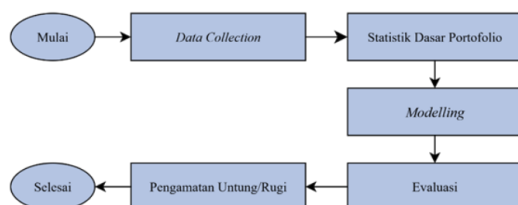
dalam mengelola portofolio investasi, terutama bagi bank yang menerima penyuntikan dana tersebut. Bank harus mengembangkan strategi investasi yang tidak hanya mampu memaksimalkan *return*, tetapi juga mampu mempertimbangkan dan mengelola risiko dengan baik. Hal ini menjadi penting untuk menciptakan portofolio yang sesuai dengan profil risiko nasabah, serta tujuan jangka panjang bank.

Dalam menghadapi tantangan ini, analisis portofolio menjadi hal yang krusial. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengelola portofolio yang optimal adalah dengan memanfaatkan data harga penutupan saham. Data harga penutupan saham bank HIMBARA dan BSI dari periode 2021 hingga 2025 memberikan informasi untuk mengevaluasi kinerja pasar dan mengidentifikasi pola-pola yang dapat membantu keputusan investasi yang lebih baik. Dengan memahami perilaku harga saham dan risiko yang terkait, investor dapat merancang strategi investasi yang lebih terukur dan efisien. Analisis ini juga memungkinkan penilaian dampak penyuntikan dana terhadap kinerja saham sehingga dapat menentukan model portofolio yang paling sesuai dengan kondisi pasar dan profil risiko investor.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan berbagai model analisis portofolio yang disesuaikan dengan kebutuhan investor untuk mengelola dana investasi setelah penyuntikan dana ke bank HIMBARA dan Syariah menggunakan data harga penutupan dari periode 2018 hingga 2024.

METODE PENELITIAN

Berikut merupakan tahapan analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Analisis Data

Metode analisis ini diawali dengan pengumpulan data harga saham, kemudian dilakukan statistik dasar portofolio dengan menghitung *mean return* dan *variance* sebagai dasar untuk memahami profil tingkat pengembalian dan risiko dari masing-masing aset. Selanjutnya tahap *modelling* dilakukan dengan membentuk portofolio

menggunakan beberapa pendekatan klasik dan *metaholistic*. Evaluasi model portofolio dilakukan dengan menggunakan indikator kinerja investasi, yaitu *annual return*, *annual volatility*, dan *sharpe ratio* sehingga dapat terlihat keseimbangan antara tingkat pengembalian tahunan, risiko tahunan, dan efisiensi portofolio terhadap risiko. Setelah model portofolio terbentuk, portofolio ditahan selama satu tahun (*holding period*) guna mensimulasikan strategi investasi jangka menengah. Untuk mengukur performa nyata model, dilakukan simulasi dengan modal awal sebesar Rp10 juta, kemudian dihitung nilai portofolio serta tingkat untung/rugi pada tiga titik waktu, yaitu 15, 22, dan 29 September 2025, yang dipilih karena periode tersebut terjadi setelah adanya intervensi eksternal berupa suntikan dana pemerintah sebesar Rp200 triliun. Dengan demikian, hasil analisis dapat menunjukkan bagaimana model portofolio merespons dinamika pasar dan memberikan gambaran kinerja investasi pasca stimulus.

Data

Penelitian menggunakan data sekunder berupa harga penutupan mingguan (*weekly closing price*) dari lima saham perbankan yang tergabung dalam kelompok HIMBARA ditambah dengan Bank Syariah Indonesia (BSI).

Tabel 1. Daftar Emiten

Kode	Nama Emiten
BMRI.JK	Bank Mandiri
BBNI.JK	Bank Negara Indonesia
BBRI.JK	Bank Rakyat Indonesia
BBTN.JK	Bank Tabungan Negara
BRIS.JK	Bank Syariah Indonesia

Data diunduh melalui finance.yahoo.com dengan periode pengamatan selama enam tahun, yaitu mulai 1 Oktober 2018 hingga 16 September 2024 sehingga jumlah data yang digunakan adalah 312. Pemilihan periode tersebut untuk memperoleh gambaran jangka menengah-panjang mengenai kinerja saham, sekaligus mencakup dinamika kebijakan pemerintah yang relevan terhadap sektor perbankan dalam kurun waktu tersebut.

Saham

Saham merupakan bukti atau tanda kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan. Dengan kata lain, saham merupakan salah satu instrumen investasi bagi investor dalam

bentuk surat berharga yang menunjukkan bukti kepemilikan terhadap suatu perusahaan, di mana pemegang saham memiliki hak atas dividen dan potensi apresiasi nilai kenaikan harga saham, serta pengaruh dalam pengambilan keputusan strategis perusahaan melalui hak suara dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Return Saham

Return saham adalah keuntungan atau kerugian yang diperoleh dari investasi dalam saham selama periode tertentu. *Return* ini biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase dari investasi awal. Secara matematis *return* saham dirumuskan sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{i-1j}}{P_{i-1j}}$$

dengan,

r_{ij} = *return* dari saham ke- j pada waktu ke- i

P_{ij} = harga aset saham ke- j pada waktu ke- i

Secara umum, sampel data *return* dapat digambarkan dalam bentuk multivariat sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{21} & \cdots & r_{i1} & \cdots & r_{n1} \\ r_{12} & r_{22} & \cdots & r_{i2} & \cdots & r_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1j} & r_{2j} & \ddots & r_{ij} & \ddots & r_{nj} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1p} & r_{11} & \cdots & r_{ip} & \cdots & r_{np} \end{bmatrix}$$

dengan,

r_{ij} = *return* dari saham ke- j pada waktu ke- i

n = banyaknya waktu

k = banyaknya saham/asset

Nilai *return* total dapat bernilai positif atau negatif berdasarkan selisih harga saham sekarang dengan periode sebelumnya. Apabila nilai *return* total bernilai positif artinya investor mendapatkan keuntungan. Sebaliknya, apabila nilai *return* total bernilai negatif artinya investor mengalami kerugian.

Mean Return

Mean return adalah estimasi tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return*) dari suatu saham atau portofolio berdasarkan data historis. *Mean return* menggambarkan rata-rata *return* yang mungkin diperoleh investor dari suatu saham atau portofolio dalam jangka waktu tertentu. *Mean return* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{r}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ij}$$

dengan,

r_{ij} = *return* saham ke- j pada periode ke- i

n = jumlah periode pengamatan

Variance Return

Variance return merupakan volatilitas dari antara hasil investasi dengan keuntungan yang diharapkan. Semakin besar volatilitas saham atau portofolio yang dijadikan objek investasi, maka semakin besar kemungkinan investor akan mengalami keuntungan atau kerugian. Variansi *return* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_j)^2$$

dengan,

r_{ij} = *return* saham ke- j pada periode ke- i

\bar{r}_j = *mean return* saham ke- j

n = jumlah periode pengamatan

Portofolio

Portofolio merupakan kumpulan aset investasi yang dimiliki oleh investor. Secara matematika sebuah portofolio adalah kombinasi linier dari beberapa aset. Aset dapat berupa saham, deposito, obligasi, emas, properti dan lain-lain. Portofolio saham adalah kumpulan saham yang dimiliki oleh investor. Portofolio saham dapat terdiri dari berbagai jenis saham dari berbagai perusahaan, dengan tujuan untuk mencapai tujuan investasi jangka panjang dan mendiversifikasi risiko investasi.

Return Portofolio

Return portofolio merupakan pendapatan atau kerugian yang akan diperoleh jika menginvestasikan uang pada suatu aktiva finansial (saham, obligasi) atau aktiva riil (*property*, tanah). Dalam pembentukan portofolio setiap aset memiliki kontribusi dengan pembobotan w . Bobot yang telah diperoleh tersebut menghasilkan persamaan *return* portofolio sebagai berikut:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^n (w_i, R_{it})$$

dengan,

w_i = bobot aset ke- i

R_{it} = *return* aset ke- i pada waktu t

R_{pt} = *return* portofolio pada waktu

Model Portofolio Optimal

Portofolio Optimal adalah portofolio yang dipilih seorang investor dari sekian banyak pilihan yang ada pada kumpulan portofolio yang efisien. Portofolio yang dipilih oleh investor adalah portofolio yang sesuai dengan preferensi investor terhadap return maupun risiko yang bersedia ditanggungnya.

A. Maximum Sharpe dengan Monte Carlo Simulation

Model *Maximum Sharpe* merupakan salah satu pendekatan dalam optimasi portofolio yang berfokus pada pemilihan kombinasi aset dengan rasio return terhadap risiko (*Sharpe Ratio*) tertinggi. Konsep ini didasarkan pada teori portofolio Markowitz, dengan investor tidak hanya mempertimbangkan tingkat pengembalian, tetapi juga variansi portofolio sebagai ukuran risiko. Dengan memaksimalkan *Sharpe Ratio*, portofolio yang terbentuk diharapkan memberikan pengembalian optimal per unit risiko.

Untuk mencapai tujuan tersebut, Monte Carlo Simulation sering digunakan sebagai metode perhitungan dan eksplorasi. Teknik ini melibatkan pembangkitan ribuan hingga jutaan kombinasi bobot aset secara acak yang memenuhi kendala

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0.$$

Setiap kombinasi bobot menghasilkan nilai return, risiko, dan *Sharpe Ratio* yang kemudian dibandingkan. Dari hasil simulasi, dipilih portofolio dengan *Sharpe Ratio* tertinggi sebagai kandidat portofolio optimal. Pendekatan ini bersifat fleksibel dan mampu mengeksplorasi ruang solusi yang luas sehingga efektif digunakan dalam kondisi pasar yang kompleks.

B. Minimum Variance (1 Constraint)

Model *Minimum Variance* bertujuan untuk meminimalkan risiko portofolio dengan syarat seluruh dana diinvestasikan. Kendala utamanya adalah *sum of weights* = 1. Secara matematis, hal tersebut sama dengan mengoptimalkan bobot $w = (w_1, w_2, \dots, w_p)^T$ dengan meminimalkan risiko $\frac{1}{2}w^T \Sigma w$ dan kendala jumlah dari bobot portofolio tersebut sama dengan $w^T \mathbf{1}_p = 1$ dengan batasan (konstrain) sebanyak satu yang dilambangkan

dengan λ . Selanjutnya dapat dibentuk fungsi *Lagrange* L , dan akan dicari w yang meminimalkan Fungsi *Lagrange* tersebut.

$$L = \frac{1}{2}w^T \Sigma w - \lambda(w^T \mathbf{1}_p - 1)$$

Fungsi *Lagrange* L diturunkan secara parsial terhadap w dan disamadengankan nol, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial w} &= \frac{\partial}{\partial w} \left(\frac{1}{2}w^T \Sigma w - \lambda(w^T \mathbf{1}_p - 1) \right) \\ &= \Sigma w - \lambda \mathbf{1}_p \end{aligned}$$

Turunan parsial L terhadap vektor $w = (w_1, w_2, \dots, w_p)$ adalah vektor yang berisi turunan parsial L terhadap masing-masing bobot w_i , $i = 1, \dots, p$. Proses diferensiasi akan menghasilkan vektor kolom berukuran p . Turunan disamadengankan nol dan sedikit manipulasi aljabar diperoleh hasil sebagai berikut:

$$w = \lambda \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p$$

Selanjutnya,

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2} \lambda^2 \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p - \lambda(\lambda \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p - 1) \\ &= \frac{1}{2} \lambda^2 \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p - \lambda^2 \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p + \lambda \\ &= \lambda - \frac{1}{2} \lambda^2 \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p \end{aligned}$$

Kuantitas tersebut merupakan fungsi dari λ . Jika fungsi L diturunkan terhadap λ dan disamadengankan nol, maka diperoleh

$$\lambda = (\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p)^{-1}$$

Turunan kedua dari L terhadap w

$$\frac{\partial^2 L}{\partial w^T \partial w} = \Sigma > 0$$

Hal ini menunjukkan bahwa w yang diperoleh benar-benar akan meminimalkan L dan w yang diperoleh akan memberikan risiko yang minimal dibandingkan dengan w yang lain.

Dengan mensubstitusikan λ ke didapat nilai w yaitu

$$w = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}_p}{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p}$$

C. Maximum Return

Model optimasi portofolio yang memaksimalkan *expected return* dengan satu kendala

semua dana diinvestasikan untuk pembelian saham dapat ditulis sebagai berikut.

Mencari bobot w yang memaksimalkan

$$w^T R - \frac{1}{2} w^T \Sigma w$$

dengan kendala

$$w^T \mathbf{1}_p.$$

Solusinya adalah membentuk fungsi *Lagrange*

$$L = \frac{1}{2} w^T R - \frac{1}{2} w^T \Sigma w - \lambda (1 - w^T \mathbf{1}_p)$$

Dipunyai turunan terhadap w adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial w} = R - \Sigma w - \lambda \mathbf{1}_p$$

Agar L maksimum, ditentukan $\frac{\partial L}{\partial w} = 0$ sehingga

$$w = \Sigma^{-1} (R - \lambda \mathbf{1}_p)$$

Selanjutnya, dikalikan $\mathbf{1}_p^T$ dari kiri, diperoleh $1 = \mathbf{1}_p^T w = \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} (R - \lambda \mathbf{1}_p) = \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} R - \lambda \mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p$ selanjutnya didapat

$$\lambda = \frac{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} R - 1}{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p}$$

Diperoleh nilai w sebagai berikut:

$$w = \Sigma^{-1} \left(R - \frac{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} R - 1}{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p} \mathbf{1}_p \right)$$

dengan Σ berukuran $p \times p$, R berukuran $p \times 1$, $\mathbf{1}_p$ berukuran $p \times 1$

D. Firefly Algorithm

Firefly Algorithm merupakan salah satu algoritma metaheuristik yang dikembangkan oleh Xin-She Yang pada tahun 2007–2008 di *University of Cambridge*, dengan inspirasi dari perilaku bioluminesensi kunang-kunang dalam menarik individu lain. Secara umum, *Firefly Algorithm* memodelkan setiap solusi sebagai kunang-kunang dengan tingkat kecerahan yang ditentukan oleh nilai fungsi objektif. Kunang-kunang dengan kecerahan lebih rendah akan bergerak menuju yang lebih terang, dengan intensitas cahaya yang menurun seiring bertambahnya jarak serta adanya komponen acak untuk menjaga keberagaman solusi. Mekanisme ini menjadikan *Firefly Algorithm* mampu menyeimbangkan eksplorasi dan eksploitasi dalam pencarian solusi, sehingga efektif digunakan pada berbagai masalah optimisasi.

Dalam penelitian ini, *Firefly Algorithm* diterapkan pada optimisasi portofolio saham untuk menentukan bobot aset yang optimal, yaitu dengan memperbarui posisi bobot portofolio pada setiap iterasi berdasarkan daya tarik antar solusi dan unsur *randomness*, sehingga diharapkan menghasilkan portofolio dengan kombinasi imbal hasil dan risiko yang lebih optimal.

Dalam optimisasi portofolio, setiap *firefly* merepresentasikan vektor bobot portofolio:

$$w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}, \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0$$

Dengan w_i adalah proporsi dana pada aset ke- i . Tingkat kecerahan ditentukan oleh fungsi objektif, yaitu:

$$\max fitness(w) = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}$$

Bobot portofolio diperbarui pada setiap iterasi dan dinormalisasi agar tetap valid. Proses berlangsung hingga mencapai kriteria penghentian, dan hasil akhirnya adalah bobot portofolio optimal w .

E. Black-Litterman

Metode *Black-Litterman* merupakan pendekatan yang sangat populer dalam teori portofolio modern untuk mengoptimalkan alokasi aset dengan mempertimbangkan pandangan pasar serta preferensi subjektif investor. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Fischer Black dan Robert Litterman pada tahun 1992 dalam konteks model *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) dan model Markowitz yang bertujuan untuk memperbaiki kelemahan dalam penggunaan estimasi return yang tidak realistis pada model-model sebelumnya (Black & Litterman, 1992). Model ini dapat mengintegrasikan informasi pasar dan opini investor dalam mengembangkan alokasi aset yang lebih realistis dan dinamis.

Black-Litterman menggabungkan dua komponen utama dalam perhitungannya, yaitu perkiraan distribusi return yang didasarkan pada model ekuilibrium pasar (*market equilibrium*) yang biasanya dihitung menggunakan Model CAPM atau model Markowitz dan pandangan subjektif investor yang memberikan kontribusi untuk menentukan return yang diinginkan untuk aset tertentu.

Secara matematis, model *Black-Litterman* dapat dituliskan sebagai berikut

$$w^* = (\Sigma^{-1} + \Omega^{-1})^{-1}(\Sigma^{-1}\pi + \Omega^{-1}Q)$$

dengan w^* adalah vektor alokasi portofolio yang optimal, Σ adalah matriks kovariansi *return* asset, π adalah vektor *return* prior yang diharapkan, Ω adalah matriks ketidakpastian dari pandangan investor, dan Q adalah vektor pandangan mengenai *return* yang diharapkan.

Pendekatan ini dapat menghasilkan portofolio yang lebih stabil, karena model ini mengurangi ketergantungan pada estimasi yang sangat sensitif terhadap data historis semata, serta memungkinkan integrasi pandangan pasar yang lebih realistis.

F. Optimasi Multi-Objektif

Model ini merupakan kombinasi antara meminimumkan risiko portofolio $Var(R_p) = w^t \Sigma w$ dan memaksimumkan *expected return* portofolio $E(R_p) = w^t R$ ekuivalen dengan meminimumkan negatif *expected return* portofolio $E(R_p) = -w^t R$. Perumusan spesifik untuk optimasi ini dinyatakan sebagai

$$\text{Min}(-w^t R, w^t \Sigma w), \text{ dengan syarat } 1^t w = 1$$

Optimasi multi-objective diselesaikan dengan skalarisasi untuk menemukan poin-poin untuk setiap permasalahan pengoptimuman vektor. Dengan dua koefisien pembobotan $a_1, a_2 > 0$ untuk fungsi sasaran $f_1(\bar{x})$ dan $f_2(\bar{x})$ secara berturut-turut, diperoleh penyelesaian optimal dari permasalahan optimasi vektor sebagai

$$\text{Minimum } -a_1 w^t R + a_2 w^t \Sigma w, \text{ dengan syarat } 1^t w = 1$$

Dengan $a_1 = 1$ dan $a_2 = k > 0$ diperoleh modifikasi sebagai berikut

$$\text{Minimum } -w^t R + k w^t \Sigma w$$

Koefisien pembobot k menunjukkan seberapa besar seorang investor mengambil risiko atas *expected return*. Nilai k yang kecil berarti bahwa investor tersebut tidak menghindari risiko (*risk seeking*), sedangkan investor yang menghindari risiko (*risk averse*) cenderung memilih nilai k yang semakin besar.

Persamaan nilai/bobot optimal dari w sebagai berikut

$$w = \frac{1}{2k} \Sigma^{-1} \left(R - \left(\frac{1_p^T \Sigma^{-1} R - 2k}{1_p^T \Sigma^{-1} 1_p} \right) 1_p \right)$$

Bobot portofolio model multi-objektif dipengaruhi oleh koefisien *risk averse* (k).

Evaluasi Model

Model dievaluasi menggunakan 3 metrik, yaitu sebagai berikut.

A. Annual Return

Pengembalian tahunan (*annual return*) digunakan untuk mengukur rata-rata tingkat keuntungan (*return*) yang diperoleh portofolio dalam setahun. Persamaan *return* ekspektasi portofolio sebagai berikut:

$$R_p = \sum_{i=1}^n \omega_i \mu_i$$

Dengan ω_i menyatakan bobot saham ke- i dalam portofolio ($\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$), μ_i menyatakan *expected return* aset i , dan n adalah jumlah aset dalam portofolio. Jika data yang digunakan adalah *return* mingguan dalam setahun, maka proses annualisasi dilakukan dengan

$$R_p^{\text{annual}} = R_p^{\text{weekly}} \times 52$$

Hal ini dikarenakan dalam setahun terdapat 52 minggu.

B. Annual Volatility

Volatilitas tahunan (*annual volatility*) digunakan untuk mengukur tingkat ketidakpastian atau risiko portofolio. Semakin tinggi volatilitas maka akan semakin fluktuatif harga aset. Volatilitas portofolio dihitung menggunakan standar deviasi portofolio yang melibatkan matriks kovarians *return*:

$$\sigma_p = \sqrt{\omega^T \Sigma \omega}$$

Dengan σ_p menyatakan volatilitas portofolio, ω menyatakan vektor bobot aset, dan Σ adalah matriks kovarians *return asset*.

C. Sharpe Ratio

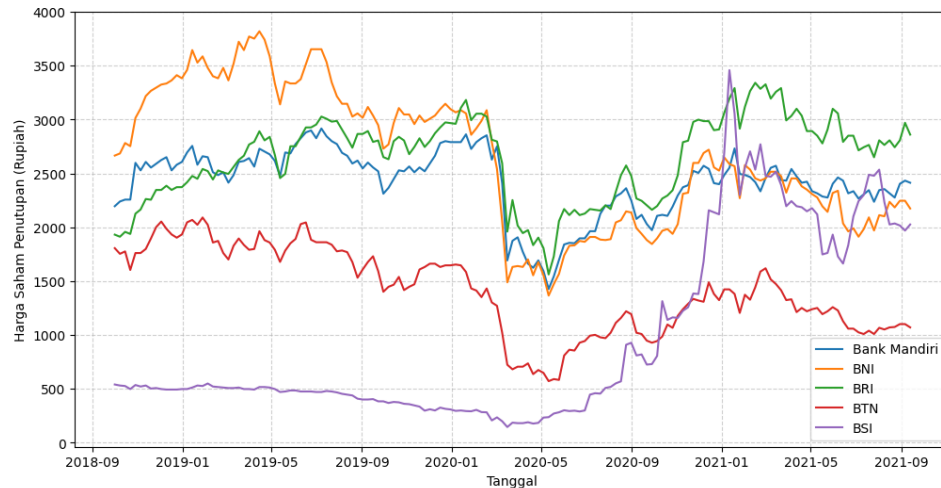
Sharpe ratio digunakan untuk mengukur efisiensi portofolio yaitu seberapa besar *return* tambahan yang diperoleh dibandingkan risiko yang ditanggung. *Sharpe ratio* mengukur *excess return* yang dihasilkan portofolio per satu unit risiko. Persamaan *sharpe ratio* sebagai berikut

$$S = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Dengan R_p menyatakan *annual return* portofolio, R_f menyatakan tingkat *return* bebas risiko tahunan, dan σ_p menyatakan *annual volatility* portofolio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Data



Gambar 2. Pergerakan Harga Penutupan Saham HIMBARA dan Syariah

Pergerakan harga penutupan saham HIMBARA (BRI, BTN, BNI, Bank Mandiri) dan saham syariah (BSI) pada periode 1 Oktober 2018 hingga 16 September 2021 menunjukkan dinamika yang sejalan dengan kondisi ekonomi makro nasional dan global. Grafik memperlihatkan penurunan tajam diawal tahun 2020 akibat pandemi COVID-19 yang menyebabkan penurunan pasar secara keseluruhan, diikuti fase pemulihan kuat sepanjang tahun 2020 hingga 2021 seiring kebijakan stimulus dan pemulihan ekonomi. Momentum penyebab saham syariah meningkat pada 2021 bertepatan dengan penggabungan tiga bank syariah BUMN menjadi Bank Syariah Indonesia (BSI), yang menjadi pendorong optimesme terhadap sektor perbankan syariah.

Secara keseluruhan, grafik mencerminkan siklus pasar saham Indonesia yang dimulai dari kondisi stabil pada masa sebelum pandemi, kemudian mengalami penurunan tajam akibat dampak pandemi COVID-9, hingga akhirnya memasuki fase pemulihan yang kuat pada 2021.

Statistik Dasar Portofolio

Tabel 2. Statistik Dasar Portofolio

Kode Saham	Mean Return	Variance Return
BMRI.JK	0,0934	0,1163
BBNI.JK	0,0080	0,1473
BBRI.JK	0,1973	0,1271
BBTN.JK	-0,0562	0,2419
BRIS.JK	0,7465	0,6905

Berdasarkan Tabel 2, hasil perhitungan statistik dasar portofolio menunjukkan bahwa saham BRIS.JK memiliki *mean return* tertinggi sebesar 0,7465, yang berarti saham tersebut memberikan tingkat pengembalian rata-rata paling tinggi dibandingkan saham lainnya. Namun demikian, saham BRIS.JK juga memiliki *variance return* tertinggi sebesar 0,6905, yang mengindikasikan tingkat risiko atau volatilitas yang paling besar. Sebaliknya, saham BMRI.JK memiliki *variance return* terendah yaitu 0,1163, sehingga dapat dikatakan memiliki risiko paling rendah di antara sampel yang dianalisis. Secara keseluruhan, terlihat adanya hubungan positif antara *mean return* dan *variance return*, di mana saham dengan tingkat pengembalian yang lebih tinggi cenderung memiliki risiko yang lebih besar, sesuai dengan prinsip dasar dalam teori portofolio bahwa *high return comes with high risk*.

Evaluasi Model

Tabel 3. Evaluasi Model

Model	Annual Return	Annual Volatility	Sharpe Ratio
<i>Max Sharpe (Monte Carlo)</i>	0,6530	0,3356	1,7965
<i>Minimum Variance (1 Constraint)</i>	0,1248	0,3225	0,2320
<i>Maximum Return</i>	0,7465	0,8309	0,8382
<i>Firefly Algorithm</i>	0,6200	0,6757	0,8435
<i>Black-Litterman</i>	0,4659	0,3753	1,1080
<i>Optimasi Multi-Objektif</i>	0,7222	0,8004	0,2608

Enam model portofolio yang telah dibangun dilakukan evaluasi berdasarkan tiga indikator utama, yaitu *annual return*, *annual volatility*, dan *sharpe ratio*. Ketiga indikator tersebut menunjukkan keseimbangan antara tingkat pengembalian dan risiko yang dihadapi investor. Hasil evaluasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan investasi yang rasional dan terukur.

Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 3, model *Maximum Return* memberikan nilai *annual return* tertinggi, yaitu 0,7465. Namun, tingginya tingkat pengembalian tersebut juga diiringi dengan *annual volatility* terbesar, yaitu 0,8309. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut cocok bagi investor yang memiliki preferensi terhadap imbal hasil tinggi dan bersedia menghadapi risiko yang lebih besar (*risk seeker*).

Model *Minimum Variance (1 Constraint)* menghasilkan tingkat volatilitas terendah, yaitu

0,3225. Hasil ini menunjukkan bahwa model tersebut lebih sesuai bagi investor yang memiliki toleransi risiko rendah (*risk averse*) karena mampu meminimalkan fluktuasi nilai portofolio sekaligus menjaga stabilitas pengembalian dalam jangka panjang.

Sementara itu, jika mempertimbangkan keseimbangan antara risiko dan pengembalian melalui indikator *sharpe ratio*, model *Max Sharpe* menunjukkan performa terbaik dengan nilai tertinggi, yaitu 1,7965. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model *Max Sharpe* memberikan proporsi pengembalian yang paling efisien terhadap risiko yang ditanggung. Dengan demikian, model *Max Sharpe* adalah pilihan yang paling ideal bagi investor yang berorientasi pada portofolio optimal berdasarkan efisiensi risiko-return.

Tabel 4. Bobot Optimal Setiap Portofolio

Kode Saham	Max Sharpe	Minimum Variance	Maximum Return	Firefly Algorithm	Black-Litterman	Optimasi Multi-Objektif
BMRI.JK	0,0191	0,5413	0,0000	0,0000	0,0948	0,0000
BBNI.JK	0,0233	0,0106	0,0000	0,0000	0,3304	0,0000
BBRI.JK	0,2416	0,3919	0,0000	0,2304	0,0676	0,0443
BBTN.JK	0,0269	0,0561	0,0000	0,0000	0,1805	0,0000
BRIS.JK	0,6891	0,0000	1,0000	0,7696	0,3266	0,9557

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan bobot optimal dari setiap model portofolio. Perbedaan alokasi bobot antarmodel mencerminkan pendekatan yang berbeda dalam menyeimbangkan antara risiko dan tingkat pengembalian yang diharapkan. Pada portofolio *Max Sharpe*, alokasi terbesar diberikan pada saham BSI sebesar 68,9%, diikuti oleh saham BRI sebesar 24,2%. Sementara itu, saham BTN, BNI, dan Bank Mandiri hanya memperoleh alokasi kecil, yaitu sekitar 1--3%.

Berbeda dengan itu, pada portofolio *Minimum Variance* investasi difokuskan pada dua emiten

utama, yaitu Bank Mandiri dan BRI dengan bobot masing-masing sebesar 54,1% dan 39,2%. Sisa dana dialokasikan ke saham BTN sebesar 5,6% dan BNI sebesar 1,1%, sedangkan saham BSI tidak dimasukkan dalam portofolio ini. Pada portofolio *Maximum Return*, seluruh bobot diberikan kepada saham BSI. Strategi ini menunjukkan bahwa saham BSI memiliki potensi pengembalian tertinggi meskipun strategi ini menandakan tingginya risiko yang harus ditanggung investor. Pola serupa terlihat pada hasil portofolio *Firefly Algorithm* dan Optimasi Multi-Objektif yang sama-sama menempatkan

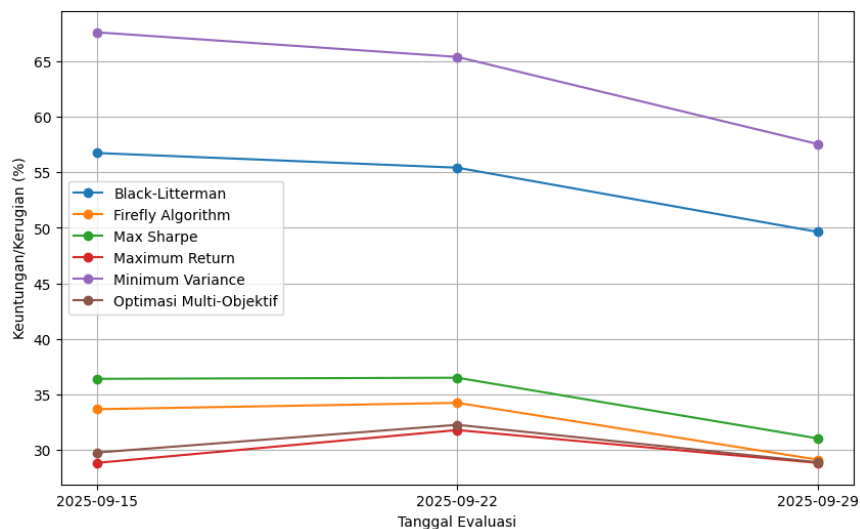
saham BSI sebagai komponen utama. Portofolio *Firefly Algorithm* memberikan bobot sebesar 77,0% pada saham BSI dan 23,0% pada saham BRI, sedangkan portofolio Optimasi Multi-Objektif memberikan bobot sebesar 95,6% pada saham BSI dan 4,4% pada saham BRI.

Sementara itu, portofolio *Black-Litterman* menghasilkan bobot yang lebih seimbang dibandingkan model sebelumnya. Bobot terbesar diberikan pada saham BNI sebesar 33,0%, diikuti oleh BSI sebesar 32,7%, BTN sebesar 18,1%, Bank Mandiri sebesar 9,5%, dan BRI sebesar 6,8%. Alokasi

tersebut mencerminkan pendekatan *Black-Litterman* yang menggabungkan pandangan pasar dengan ekspektasi subjektif investor sehingga menghasilkan portofolio yang lebih terdiversifikasi dan realistis dalam menghadapi dinamika pasar.

Pengamatan Untung/Rugi

Pada tahap ini, dilakukan pengamatan terhadap beberapa portofolio tertentu berdasarkan tahap sebelumnya. Setelah saham dilakukan *delay* selama 208 minggu, diperoleh hasil pengamatan keuntungan/kerugian portofolio pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Kinerja Portofolio

Hasil implementasi portofolio dengan penerapan bobot optimal menunjukkan bahwa kinerja portofolio mengalami keuntungan. Berdasarkan Gambar 3. hasil implementasi portofolio, terlihat bahwa model optimasi portofolio yang mampu meminimalkan risiko kerugian dan menjaga stabilitas portofolio adalah model

portofolio *Minimum Variance*. Penerapan bobot optimal dari portofolio *Minimum Variance* menunjukkan kinerja dengan keuntungan paling tinggi dibandingkan dengan kelima model lainnya, yaitu *Black-Litterman*, *Firefly Algorithm*, *Max Sharpe*, *Maximum Return*, dan *Optimasi Multi-Objektif*.

Tabel 5. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio *Max Sharpe*

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,000	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp 4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00
Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp352.307,44	Rp355.524,86	Rp346.676,96
Kotribusi BNI	Rp455.351,39	Rp445.753,82	Rp430.824,27
Kontribusi BRI	Rp3.619.365,39	Rp3.440.526,16	Rp3.142.460,77
Kontribusi BTN	Rp335.346,38	Rp326.554,53	Rp305.202,89
Kontribusi BSI	Rp8.875.557,98	Rp9.079.593,80	Rp8.875.557,98
Total Portofolio	Rp13.637.928,59	Rp13.647.953,17	Rp13.100.722,87
Untung/Rugi (%)	36,38%	36,48%	31,01%

Berdasarkan Tabel 5, portofolio *Maximum Sharpe* menunjukkan kinerja stabil dengan total nilai yang konsisten berada di atas Rp13.000.000,00 dan keuntungan pada seluruh periode pengamatan. Persentase keuntungan tertinggi terjadi pada 22 September 2025 ketika nilai portofolio mencapai titik

optimumnya. Sementara itu, pada 29 September 2025 terjadi sedikit penurunan akibat turunnya kontribusi beberapa saham. Meskipun demikian, portofolio tetap memberikan pengembalian yang menguntungkan selama keseluruhan periode.

Tabel 6. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio *Minimum Variance*

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,000	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp 4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00
Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp9.985.370,55	Rp10.076.561,15	Rp9.825.787,00
Kotribusi BNI	Rp207.057,85	Rp202.693,64	Rp195.904,86
Kontribusi BRI	Rp5.871.431	Rp5.581.313,82	Rp5.097.784,15
Kontribusi BTN	Rp699.714,57	Rp681.369,99	Rp636.818,87
Kontribusi BSI	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Total Portofolio	Rp16.763574,58	Rp16.541.938,59	Rp15.756294,89
Untung/Rugi (%)	67,64%	65,42%	57,56%

Berdasarkan Tabel 6, portofolio *Minimum Variance* mencatat keuntungan tertinggi di antara semua model, dengan persentase keuntungan mencapai 67,64% pada 15 September 2025. Nilai total portofolio tetap konsisten di atas Rp15.000.000,00, menunjukkan kemampuan model ini dalam meminimalkan risiko sekaligus menghasilkan

pengembalian yang optimal. Penurunan tingkat keuntungan pada minggu berikutnya terutama disebabkan melemahnya kontribusi beberapa saham. Meskipun demikian, portofolio *inimum Variance* tetap mampu meminimalkan risiko sekaligus memberikan pengembalian yang relatif tinggi sepanjang periode observasi.

Tabel 7. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio *Firefly Algorithm*

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,000	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp 4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00
Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kotribusi BNI	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BRI	Rp3.451.490,35	Rp3.280.946,13	Rp2.996.705,74
Kontribusi BTN	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BSI	Rp9.912.469,42	Rp10.140.342,28	Rp9.912.469,42
Total Portofolio	13.363.959,77	Rp13.421.288,40	Rp12.909.175,16
Untung/Rugi (%)	34,58%	35,37%	29,10%

Berdasarkan Tabel 7, portofolio *Firefly Algorithm* menghasilkan keuntungan positif selama periode pengamatan, dengan nilai total portofolio berkisar antara Rp12.900.000,00–13.400.000,00. Keuntungan

tertinggi dicapai pada 22 September 2025 sebesar 35,37%. Model ini menunjukkan stabilitas yang baik meskipun hanya mengalokasikan aset pada saham BRI dan BSI.

Tabel 8. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio *Black-Literman*

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,00	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00

Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp1.748.625,43	Rp1.764.594,61	Rp1.720.679,35
Kotribusi BNI	Rp6.457.000,02	Rp6.320.904	Rp6.109.199,08
Kontribusi BRI	Rp1.012.703,23	Rp962.663,78	Rp879.264,69
Kontribusi BTN	Rp2.250.186,7	Rp2.191.193,04	Rp2.047.922,73
Kontribusi BSI	Rp4.206.584,3	Rp4.303.287,38	Rp4.206.584,29
Total Portofolio	Rp15.675.099,67	Rp15.542.642,81	Rp14.963.650,15
Untung/Rugi (%)	56,75%	55,43%	49,64%

Berdasarkan Tabel 8, portofolio *Black-Litterman* mempertahankan keuntungan positif pada seluruh periode pengamatan dengan nilai portofolio selalu berada di atas Rp14.000.000,00. Keuntungan tertinggi terjadi pada 15 September 2025 sebesar 56,75% dan menurun secara bertahap pada 22 September 2025 (55,43%) dan 29 September 2025

(49,64%) akibat pelemahan beberapa saham, terutama BRI, BNI, dan BTN. Meskipun terjadi penurunan nilai portofolio akibat fluktuasi harga saham perbankan, alokasi bobot yang dibentuk oleh model *Black-Litterman* masih mampu mempertahankan tingkat keuntungan yang stabil dan berada pada zona aman.

Tabel 9. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio *Maximum Return*

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,00	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00
Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kotribusi BNI	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BRI	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BTN	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BSI	Rp12.879.927,41	Rp13.176.017,70	Rp12.879.927,41
Total Portofolio	Rp12.879.927,41	Rp13.176.017,70	Rp12.879.927,41
Untung/Rugi (%)	28,80%	31,76%	28,80%

Berdasarkan Tabel 9, portofolio *Maximum Return* menunjukkan keuntungan positif secara konsisten, seluruhnya didorong oleh satu saham dominan yaitu BSI. Keuntungan naik dari 28,80% (15 September 2025) menjadi 31,76% (22 September

2025), lalu kembali turun ke 28,80% (29 September 2025) mengikuti pergerakan harga BSI. Portofolio *Maximum Return* tetap menguntungkan meskipun kontribusinya hanya berasal dari satu aset utama.

Tabel 10. Pengamatan Untung/Rugi Portofolio Optimasi Multi-Objektif

Tanggal	15 September 2025	22 September 2025	29 September 2025
Harga Penutupan Saham Bank Mandiri	Rp4.380,00	Rp4.420,00	Rp4.310,00
Harga Penutupan Saham BNI	Rp4.270,00	Rp4.180,000	Rp4.040,00
Harga Penutupan Saham BRI	Rp4.250,00	Rp 4.040,00	Rp3.690,00
Harga Penutupan Saham BTN	Rp1.335,00	Rp1.300,00	Rp1.215,00
Harga Penutupan Saham BSI	Rp2.610,00	Rp2.670,00	Rp2.610,00
Kontribusi Bank Mandiri	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kotribusi BNI	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BRI	Rp663.650,19	Rp630.858,07	Rp576.204,52
Kontribusi BTN	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00
Kontribusi BSI	Rp12.309.346,63	Rp12.592.320	Rp12.309346,63
Total Portofolio	Rp12.972.996,82	Rp13.223.178,18	Rp12.885.551,15
Untung/Rugi (%)	29,73%	32,23%	28,86%

Berdasarkan Tabel 10, portofolio *Optimasi Multi-Objektif* mencatat keuntungan positif di seluruh periode pengamatan dengan nilai portofolio berada pada kisaran Rp12.800.000,00–Rp13.200.000,00.

Keuntungan tertinggi tercatat pada 22 September 2025 sebesar 32,23% sebelum menurun menjadi 28,86% pada 29 September 2025 akibat turunnya harga sebagian besar saham. Kontribusi utama

berasal dari saham BSI dan BRI. Secara keseluruhan, model ini tetap stabil dan mampu mempertahankan profit meskipun terjadi fluktuasi pasar.

SIMPULAN

Berdasarkan evaluasi terhadap enam model optimasi portofolio *Maximum Sharpe* dengan *Monte Carlo Simulation*, *Minimum Variance (1 Constraint)*, *Maximum Return*, *Firefly Algorithm*, *Black-Litterman*, dan Optimasi Multi-Objektif pada saham HIMBARA dan saham Syariah selama periode 1 Oktober 2018 hingga 16 September 2021, diperoleh beberapa kesimpulan penting.

Pertama, portofolio *Minimum Variance (1 Constraint)* merupakan pilihan paling sesuai bagi investor dengan toleransi risiko rendah karena mampu meminimalkan volatilitas portofolio dan menjaga stabilitas *return* jangka panjang. Kedua, portofolio *Maximum Return* lebih tepat untuk investor yang berorientasi pada imbal hasil tinggi dan siap menghadapi risiko lebih besar, sedangkan portofolio *Maximum Sharpe* relevan bagi investor yang mengutamakan efisiensi risiko-return.

Selain itu, hasil pengamatan Untung/Rugi menunjukkan bahwa portofolio *Minimum Variance (1 Constraint)* memberikan performa terbaik dengan menghasilkan *return* paling tinggi dibandingkan model lainnya. Tidak hanya itu, tinggi rendahnya *return* sangat dipengaruhi oleh harga pasar pada periode pengamatan sehingga fluktuasi harga saham menjadi faktor utama yang menentukan kinerja setiap model.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa dalam kondisi pasar yang bergejolak, pemilihan model optimasi portofolio yang adaptif menjadi sangat penting untuk memaksimalkan *return* sekaligus menjaga stabilitas portofolio di tengah volatilitas nilai tukar serta dinamika makroekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang secara langsung berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurakhman, A., Sari, Y. W., Husnaqilati, A., & Maruddani, D. A. I. (2025). *Manajemen investasi:*

Teori dan aplikasi. Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-623-359-615-2

Alam, T., Qamar, S., Dixit, A., & Benaida, M. (2020). Genetic algorithm: Reviews, implementations, and applications. *International Journal of Engineering Pedagogy*.
<https://arxiv.org/abs/2007.12673>

Black, F., & Litterman, R. (1992). Global Portfolio Optimization. *Financial Analysts Journal*, 48(5), 28-43.

Engle, R.F., David M.L., dan Russell P.R. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model. *Econometrica*, 55(2), 391 – 407.

Gate Vidyalay. (n.d.). Flowchart for Genetic Algorithm.
<https://www.gatevidyalay.com/tag/flowchart-for-genetic-algorithm/>

Latif, B. (2025). Review of the metaheuristic algorithms in operations research. *Central Asian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences*, 6(2), 184 – 189.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77 – 91.

Noureen, M., El-Dosuky, M. A., & Karawia, A. (2020). Financial portfolio optimization using Monte Carlo and operation research. *International Journal of Computer Applications*, 175(34), 43 – 46.

Primajati, G., Supiarmo, M. G., & Junaidi. (2024). Analisis perbandingan kinerja portofolio saham dengan metode mean varian satu kendala dan dua kendala. *Mandalika Mathematics and Education Journal*, 6(2), 744 – 746.

Purbaya Yudhi Sadewa. (2025). *Pernyataan Pers Menteri Keuangan tentang Penyaluran Dana Rp200 Triliun ke Bank Himbara*.
<https://www.metrotvnews.com/read/Ky6C1wvz-rincian-dana-rp200-triliun-yang-disalurkan-ke-5-bank-himbara>

Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. *Journal of Business*, 39(1), 119 – 138.

Suryanto. (2025, September 24). Tujuan kucuran dana Rp200 triliun untuk 5 bank Himbara. *Antaranews.com*.

<https://www.antaranews.com/berita/5115481/tujuan-kucuran-dana-rp200-triliun-untuk-5-bank-himbara>