



Klasterisasi K-Means dan Model Markowitz dalam Pembentukan Portofolio Optimal Saham Syariah

Muhammad Kildah Namariq*

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

*Penulis korespondensi: muhammad.kildah.namariq@uingusdur.ac.id¹

Abstract. *This research seeks to construct an optimal portfolio of Sharia-compliant stocks listed in the Jakarta Islamic Index (JII) by integrating the Markowitz model with K-Means clustering. The dataset comprises the daily closing prices of JII constituent stocks and the risk-free return of BI-rate for the period of June–October 2025. The analysis begins with calculating the mean of stock returns and its corresponding standard deviation to identify the characteristics of each stock. The Silhouette Index is employed to determine the most suitable number of clusters, which indicates that three clusters provide the best separation. A representative stock is then selected from each cluster based on the Sharpe Ratio, resulting in BRPT, ASII, and UNVR as the primary candidates for portfolio construction. The Markowitz model is subsequently applied to determine the optimal portfolio weights, yielding an allocation of 16.29% for BRPT, 70.80% for ASII, and 12.91% for UNVR. The performance evaluation shows that the optimal portfolio achieves a Sharpe Ratio of 0.232872, higher than the JII index value of 0.118273, indicating superior risk–return efficiency. These findings demonstrate that a hybrid approach combining K-Means clustering and Markowitz optimization can enhance investment decision-making for Sharia-compliant stocks.*

Keywords: *K-Means Clustering; Model Markowitz; Optimal Portfolio; Sharia Stocks; Sharpe Ratio*

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah membentuk portofolio optimal saham syariah yang tergabung dalam *Jakarta Islamic Index* (JII) dengan menggabungkan pendekatan Markowitz dan klasterisasi K-Means. Data yang digunakan meliputi harga penutupan harian saham-saham JII serta *return* bebas risiko dari BI-rate untuk periode Juni–Oktober 2025. Proses analisis diawali dengan perhitungan *mean* dan standar deviasi *return* saham untuk mengidentifikasi karakteristik tiap saham. Pemilihan jumlah klaster dilakukan menggunakan *Silhouette Index* yang menunjukkan bahwa tiga klaster merupakan jumlah klaster optimal. Pada setiap klaster, saham representatif dipilih berdasarkan Rasio Sharpe sehingga diperoleh BRPT, ASII, dan UNVR sebagai kandidat utama pembentukan portofolio. Model Markowitz kemudian digunakan untuk menentukan bobot optimal, menghasilkan alokasi 16,29% untuk BRPT, 70,80% untuk ASII, dan 12,91% untuk UNVR. Evaluasi kinerja portofolio menunjukkan bahwa Rasio Sharpe portofolio optimal sebesar 0,232872, lebih tinggi dari indeks JII sebesar 0,118273, menandakan efisiensi *risk-return* yang lebih baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* klasterisasi K-Means dan optimasi Model Markowitz dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan investasi pada saham syariah.

Kata kunci: K-Means Clustering; Model Markowitz; Portofolio Optimal; Rasio Sharpe; Saham Syariah

1. LATAR BELAKANG

Industri pasar modal syariah di Indonesia terus menunjukkan perkembangan yang signifikan, didorong oleh berbagai inisiatif literasi, perluasan instrumen, dan penguatan ekosistem digital. Qomariyyah et al. (2024) menegaskan bahwa inovasi teknologi telah berperan penting dalam meningkatkan akses, transparansi, dan efisiensi transaksi, sehingga memperluas basis investor syariah di Indonesia. Riset di bidang ini juga mengalami peningkatan, terutama pada tema digitalisasi, perilaku investor, dan pengembangan instrumen investasi syariah, yang menegaskan pentingnya inovasi metodologis berbasis data dalam mendukung keputusan investasi yang lebih akurat (Susanto et al., 2023). Lebih jauh lagi, transformasi digital terbukti mempercepat integrasi pasar modal syariah melalui modernisasi

layanan, peningkatan keamanan sistem, dan perluasan partisipasi investor, sehingga memperkuat pondasi pasar modal syariah dalam era ekonomi digital (Auliah et al., 2024). Namun, menurut Paramita et al. (2022), potensi besar tersebut masih dibayangi oleh sejumlah tantangan struktural seperti rendahnya literasi, keterbatasan produk, dan minimnya pemahaman investor terhadap risiko. Di sisi lain, peluang pertumbuhan jangka panjang yang didukung oleh mayoritas penduduk Muslim, regulasi yang progresif, serta meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap investasi halal menciptakan urgensi bagi pengembangan pendekatan kuantitatif yang lebih efektif dalam pemilihan dan pengelolaan portofolio saham syariah (Irawan et al., 2023).

Dalam konteks kebutuhan analisis pasar modal syariah yang semakin kompleks, penggunaan algoritma K-Means menjadi sangat relevan karena kemampuannya mengelompokkan saham berdasarkan kemiripan karakteristik statistiknya. Algoritma klasterisasi K-Means bekerja dengan mengelompokkan objek berdasarkan kedekatannya dengan pusat klaster sehingga memudahkan investor mengidentifikasi pola risiko dan *return* dari sekumpulan saham (Ridwan et al., 2021). Keunggulan algoritma ini telah dibuktikan dalam berbagai studi pasar modal, termasuk penelitian yang menekankan peran K-Means dalam mengeksplorasi pola pengelompokan saham di Bursa Efek Indonesia, mengidentifikasi karakteristik perdagangan, serta meningkatkan efektivitas strategi diversifikasi dan manajemen risiko (Siregar & Yosia, 2024). Selain itu, fleksibilitas K-Means juga tercermin dari kemampuannya mengidentifikasi pola tersembunyi di berbagai dataset ekonomi dan demografis, membedakan rezim pasar, serta membentuk klaster yang bermakna secara konsisten pada berbagai kasus studi multivariat (Samudra et al., 2025).

Dalam kajian keuangan modern, pengelolaan portofolio menjadi salah satu aspek yang mendapat perhatian luas karena berkaitan langsung dengan upaya investor dalam menyeimbangkan potensi keuntungan dan risiko yang tidak dapat dihindari dalam aktivitas investasi. Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk membantu investor melakukan alokasi aset secara lebih rasional, mulai dari metode konvensional hingga teknik kuantitatif berbasis teori probabilitas dan statistik. Salah satu kerangka teoretis yang paling berpengaruh adalah Model Markowitz, yang memberikan landasan matematis untuk merumuskan portofolio optimal melalui pertimbangan hubungan antara *return* yang diharapkan dan tingkat risiko. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menghasilkan portofolio yang lebih efektif dalam konteks pasar modal Indonesia, termasuk dalam investasi berbasis prinsip syariah maupun sektor-sektor ekonomi tertentu yang memerlukan diversifikasi terukur (Kusumah & Megawati, 2024; Faqihatun et al., 2025). Meski demikian, literatur juga

menekankan bahwa model ini tidak lepas dari keterbatasan, seperti sensitivitas tinggi terhadap perubahan kecil pada data dan kecenderungan menghasilkan bobot ekstrem. Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa studi mengusulkan teknik komputasi lanjutan, misalnya penyesuaian struktur kovarians, yang terbukti meningkatkan stabilitas portofolio dan performa *out-of-sample* (Ortiz et al., 2022).

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data harga penutupan harian saham-saham syariah JII serta data *return* bebas risiko untuk periode Juni–Oktober 2025. Tahapan ini menjadi dasar penting untuk menghitung *return* aktual dan risiko masing-masing saham sebagai input awal analisis. Setelah itu, jumlah klaster yang optimal ditentukan menggunakan *Silhouette Index*, sehingga proses pengelompokan melalui algoritma K-Means dapat berjalan secara objektif. Klasterisasi dilakukan berdasarkan dua indikator utama yang merepresentasikan karakteristik saham, yaitu *return* dan risiko.

Setelah saham-saham terbagi ke dalam klaster, penelitian ini memilih satu saham terbaik dari setiap klaster dengan mengacu pada nilai Rasio Sharpe tertinggi. Pemilihan ini bertujuan untuk memastikan bahwa saham yang mewakili setiap kelompok tidak hanya memiliki performa *return* yang baik, tetapi juga efisien dalam mengelola risiko. Selanjutnya, kumpulan saham terpilih tersebut digunakan sebagai kandidat dalam pembentukan portofolio optimal menggunakan Model Markowitz. Hasil akhirnya berupa komposisi bobot investasi yang memberikan kombinasi *return* tertinggi dengan tingkat risiko minimal sesuai prinsip *mean-variance optimization*.

Melihat berbagai perkembangan dan dinamika tersebut, diperlukan pendekatan penelitian yang mampu menggabungkan analisis data dalam proses seleksi saham dengan metode optimasi portofolio yang terukur untuk menjawab kebutuhan pasar modal syariah yang semakin kompleks. Hingga saat ini, upaya sistematis untuk menyederhanakan heterogenitas karakteristik saham melalui teknik klasterisasi masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks indeks saham syariah seperti JII. Oleh karena itu, penelitian yang menggabungkan klasterisasi K-Means dan Model Markowitz menjadi penting untuk dilakukan sebagai kontribusi terhadap literatur empiris mengenai investasi saham syariah serta sebagai solusi praktis bagi investor yang membutuhkan strategi pengambilan keputusan berbasis data untuk memperoleh portofolio yang optimal, stabil, dan selaras dengan prinsip-prinsip syariah.

2. KAJIAN TEORITIS

Mean Return Saham

Return pada dasarnya menggambarkan keuntungan atau kerugian yang diterima investor dalam suatu periode investasi, biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap modal awal. *Return* dibedakan menjadi dua: *realized return*, yaitu *return* aktual yang benar-benar terjadi, dan *expected return*, yaitu *return* yang masih bersifat ekspektasi dan menjadi dasar pengambilan keputusan investasi. Perbedaan antara kedua jenis *return* tersebut merupakan cerminan dari risiko yang harus diperhitungkan karena tidak ada jaminan bahwa hasil aktual akan selalu sesuai dengan nilai yang diperkirakan sebelumnya (Ajuna et al., 2025).

Nilai *expected return* dikenal pula dengan istilah *mean return* atau rata-rata *return*. *Mean return* dihitung dari deretan *realized return* yang diperoleh selama periode pengamatan sehingga dapat memberikan gambaran umum mengenai potensi keuntungan yang dihasilkan suatu saham. *Return* saham ke-*i* pada waktu ke-*t* dihitung menggunakan formula:

$$R_{it} = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}},$$

di mana S_t adalah harga saham pada periode t dan S_{t-1} adalah harga periode sebelumnya. Setelah seluruh *return* pada setiap periode dihitung, nilai *mean return* saham ke-*i* dapat dihitung dengan formula:

$$\bar{R}_i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_{it}.$$

Formula tersebut mencerminkan rata-rata keuntungan aktual saham selama n periode.

Risiko Saham

Risiko saham merupakan tingkat ketidakpastian yang muncul akibat perbedaan antara *return* yang diharapkan dengan *return* aktual yang diterima investor. Ketidakpastian ini kerap dikaitkan dengan volatilitas, yaitu seberapa besar penyimpangan perubahan *return* dari nilai rata-ratanya dalam suatu periode pengamatan. Secara kuantitatif, penyimpangan tersebut diukur menggunakan standar deviasi *return* saham (Puspaningsih et al., 2024). Standar deviasi merupakan akar dari variansi dan menjadi ukuran risiko yang paling sering digunakan karena sifatnya yang intuitif. Dengan demikian, semakin besar standar deviasi *return* suatu saham, semakin tinggi pula risiko yang harus dihadapi investor.

Risiko saham ke-*i* dapat dihitung menggunakan formula:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)^2},$$

Formula ini menunjukkan penyimpangan *return* aktual dari nilai ekspektasinya selama n periode.

Model Markowitz

Model Markowitz, atau dikenal dengan Metode *Mean-Variance*, merupakan fondasi awal dari teori modern investasi yang diperkenalkan oleh Harry Markowitz pada tahun 1952. Model ini memberikan gagasan bahwa risiko investasi dapat dikurangi dengan mengkombinasikan beberapa saham dalam bentuk portofolio. Melalui proses diversifikasi, risiko total dapat ditekan karena fluktuasi antar saham saling mengimbangi satu sama lain. Dalam melakukan pengukuran tersebut, Markowitz memanfaatkan ukuran statistik, seperti *mean*, variansi, dan kovariansi, dari data historis *return* sebagai dasar dalam menyusun portofolio yang optimal.

Dalam praktik perhitungan Model Markowitz, matriks kovariansi merupakan representasi utama struktur risiko yang menunjukkan bagaimana suatu saham bergerak relatif terhadap saham lainnya. Informasi inilah yang kemudian dimasukkan ke dalam kerangka optimasi dengan tujuan menemukan kombinasi bobot investasi yang menghasilkan risiko minimum untuk tingkat *return* tertentu. Secara matematis, hubungan antara bobot portofolio dan risiko dirumuskan melalui fungsi tujuan berbentuk kuadratik:

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

dengan kendala total bobot portofolio harus bernilai satu, yaitu $\mathbf{w}^T \mathbf{1} = 1$. Dengan menyelesaikan masalah optimasi tersebut, diperoleh rumus eksplisit untuk bobot optimal:

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

dimana Σ adalah matriks kovariansi dari *return* saham berukuran $n \times n$, $\mathbf{1}$ adalah vektor satuan berukuran $p \times 1$, dan \mathbf{w} adalah vektor bobot portofolio optimal berukuran $p \times 1$ (Siswanah et al., 2025).

Rasio Sharpe

Rasio Sharpe merupakan salah satu ukuran kinerja investasi yang paling banyak digunakan untuk menilai efektivitas suatu saham atau portofolio. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Sharpe pada tahun 1994 yang menunjukkan bahwa performa sebuah instrumen keuangan dapat dievaluasi melalui perbandingan antara *excess return* saham, yakni

selisih antara *mean return* saham, \bar{R} , dan *return* aset bebas risiko, R_f , dengan tingkat risiko saham yang direpresentasikan oleh simpangan baku *return* saham, σ . Secara matematis, Rasio Sharpe, SR , dirumuskan sebagai berikut:

$$SR = \frac{\bar{R} - R_f}{\sigma}.$$

Nilai rasio yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa suatu saham dapat menghasilkan *return* yang lebih baik dibandingkan tingkat risiko yang dihadapi (Gubu et al., 2021).

Klasterisasi K-Means

Klasterisasi merupakan metode pendekatan multivariat yang bertujuan mengelompokkan objek menurut kemiripan atribut yang dimiliki (Pratama et al., 2024). Secara umum, teknik ini dibagi menjadi dua pendekatan, yaitu metode hierarki dan non-hierarki. Perbedaan kedua teknik ini adalah pada cara awal pembentukan kelompok (klaster). Metode hierarki bekerja dengan menggabungkan objek yang paling mirip secara bertahap hingga membentuk struktur menyerupai pohon, sementara pada metode non-hierarki, jumlah klaster ditentukan terlebih dahulu sebelum proses pengelompokan dilakukan. Pada kasus data berukuran besar yang menghendaki efisiensi komputasi, pendekatan non-hierarki lebih sering dipilih.

Salah satu algoritma yang paling populer dari pendekatan non-hierarki adalah K-Means. Algoritma K-Means bekerja dengan cara mempartisi sejumlah observasi ke dalam k klaster yang telah ditentukan sebelumnya melalui proses iteratif. Setiap objek akan dialokasikan ke klaster yang memiliki *centroid* terdekat, dimana *centroid* tersebut merupakan nilai rata-rata dari seluruh anggota klaster. Secara matematis, tujuan algoritma ini adalah meminimumkan total kuadrat jarak antara objek x_j dan *centroid* klaster c_i , yang biasanya dihitung menggunakan jarak Euclidean. Formulasi optimasinya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$d = \sum_{i=1}^k \left[\min_{j=1, \dots, n} \sqrt{\sum_{z=1}^l (x_{jz} - c_{iz})^2} \right]^2,$$

dengan x_{jz} merupakan observasi ke- z dari objek ke- j , dan c_{iz} adalah observasi ke- z dari *centroid* ke- i , sementara k, n, l berturut-turut merupakan banyaknya klaster, variabel, dan observasi. Pemilihan klaster didasarkan pada jarak paling kecil antara objek dengan *centroid*, sehingga hasil akhirnya memberikan pembagian data yang relatif homogen di dalam masing-masing klaster.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *website* Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>) dan Bank Indonesia (<https://bi.go.id>). Jenis data yang digunakan terdiri dari data harga penutupan harian saham-saham JII periode Juni – Oktober 2025 sebagai dasar perhitungan *return* saham dan data suku bunga Bank Indonesia (*BI rate*) periode Juni – Oktober 2025 sebagai *return* saham bebas risiko. Proses pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan Microsoft Excel dan R Studio.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data harga penutupan harian saham-saham syariah JII dan *return* saham bebas risiko periode Juni – Oktober 2025.
- b. Menghitung *return* dan risiko saham-saham JII periode Juni – Oktober 2025.
- c. Menentukan jumlah kluster optimal menggunakan Metode *Silhouette Index*.
- d. Melakukan proses klasterisasi saham menggunakan Algoritma K-Means berdasarkan *return* dan risiko saham.
- e. Memilih satu saham terbaik yang mewakili tiap-tiap kluster dengan kriteria nilai Rasio Sharpe tertinggi.
- f. Melakukan pembentukan portofolio optimal saham syariah menggunakan Model Markowitz.
- g. Mengukur kinerja portofolio optimal saham syariah menggunakan Rasio Sharpe.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan membentuk portofolio optimal saham-saham syariah yang tergabung dalam Jakarta Islamic Index (JII) dengan pendekatan kombinasi *machine learning* melalui klasterisasi K-Means dan optimasi kuantitatif melalui Model Markowitz. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, perhitungan ukuran statistik, proses klasterisasi, pemilihan saham representatif, hingga pembentukan portofolio optimal. Bagian ini akan menjabarkan hasil yang diperoleh sebagai berikut.

Mean Return dan Risiko Saham-Saham JII

Langkah awal penelitian adalah mengumpulkan data harga penutupan harian (*daily closing price*) saham-saham syariah yang tergabung dalam JII pada periode Juni–Oktober 2025. Data historis ini diambil pada tanggal perdagangan bursa dan hanya mencakup saham yang konsisten berada dalam indeks JII selama periode observasi. Selain itu, data tingkat pengembalian bebas risiko (*risk-free rate*) juga dihimpun dari suku bunga acuan Bank Indonesia (*BI rate*) untuk periode yang sama.

Berdasarkan data harga penutupan harian saham-saham JII, nilai *return* harian masing-masing saham dapat dihitung sedemikian hingga nilai *mean return* masing-masing saham dapat ditentukan. Adapun standar deviasi *return* harian masing-masing saham merepresentasikan tingkat risikonya. Hasil penghitungan *mean return* dan risiko dari 30 saham JII disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. *Mean dan Standar Deviasi Return Saham-Saham JII.*

| No | Saham | Mean | Standar Deviasi |
|-----|-------|-----------|-----------------|
| 1 | ADRO | -0.000848 | 0.025928 |
| 2 | AKRA | 0.000124 | 0.022141 |
| 3 | AMMN | 0.000944 | 0.036779 |
| ... | ... | ... | ... |
| 29 | UNTR | 0.002125 | 0.017249 |
| 30 | UNVR | 0.004388 | 0.033414 |

Pada Tabel 1, nilai *mean return* positif menunjukkan bahwa secara rata-rata suatu saham lebih banyak memberikan keuntungan selama periode pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa pergerakan harga cenderung meningkat dari waktu ke waktu, sehingga investor berpotensi memperoleh profit. Sebaliknya, *mean return* negatif menunjukkan rata-rata kinerja suatu saham cenderung mengalami penurunan selama periode pengamatan, sehingga mengindikasikan potensi kerugian bagi investor. Sementara itu, nilai standar deviasi yang lebih besar menandakan fluktuasi harga yang lebih tinggi dan risiko investasi yang lebih besar.

Adapun data tingkat pengembalian bebas risiko (*risk-free rate*) selama periode Juni–Oktober 2025 dapat disajikan pada Tabel 2 berikut:

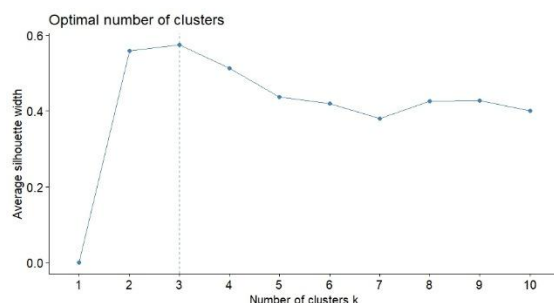
Tabel 2. *BI-Rate Periode Juni–Oktober 2025.*

| No | Tanggal | BI-Rate |
|----|-------------------|---------|
| 1 | 22 Oktober 2025 | 4,75% |
| 2 | 17 September 2025 | 4,75% |
| 3 | 20 Agustus 2025 | 5,00% |
| 4 | 16 Juli 2025 | 5,25% |
| 5 | 18 Juni 2025 | 5,50% |

Berdasarkan data pada tabel tersebut, diperoleh nilai rata-rata BI-Rate sebesar 5,05%. Nilai rata-rata tahunan ini kemudian dikonversi menjadi suku bunga bebas risiko harian dengan cara membaginya dengan jumlah hari dalam satu tahun. Dengan demikian, *risk-free rate* yang digunakan dalam perhitungan *return* saham harian adalah sekitar 0,0138%.

Jumlah Klaster Optimal Menggunakan *Silhouette Index*

Penelitian ini memakai *Silhouette Index* untuk memilih jumlah kluster yang memberi pemisahan terbaik antar kluster. Nilai *average silhouette width* dihitung untuk $k = 2$ sampai k maksimal, dalam hal ini dipilih k -maks = 10. Nilai k dengan rata-rata *silhouette* tertinggi dipilih sebagai jumlah kluster optimal. Perhitungan nilai *average silhouette width* dilakukan dengan bantuan *software* R Studio dengan hasil sebagai berikut:

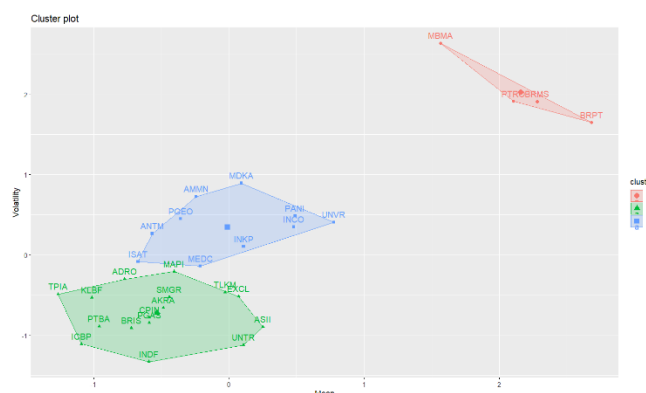


Gambar 1. Grafik Nilai *Average Silhouette Width*.

Berdasarkan Gambar 1, nilai *average silhouette width* tertinggi adalah pada $k = 3$. Artinya, konfigurasi tiga kluster dianggap paling optimal dalam memisahkan data saham syariah berdasarkan karakteristik *return* dan risikonya. Oleh karena itu, jumlah kluster optimal yang dipilih untuk klusterisasi adalah $k = 3$.

Klusterisasi Saham Menggunakan Algoritma K-Means

Setelah jumlah kluster ditetapkan, Algoritma K-Means diterapkan untuk mengelompokkan saham JII berdasarkan dua variabel utama, yaitu *mean return* dan tingkat risiko saham. Proses iteratif K-Means menghasilkan pembagian saham ke dalam beberapa kluster dengan karakteristik yang relatif seragam. Hasil klusterisasi K-Means yang dilakukan menggunakan bantuan *software* R Studio disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Plot Hasil Klusterisasi Saham Menggunakan Algoritma K-Means.

Berdasarkan Gambar 2, 30 saham-saham JII dikelompokkan ke dalam tiga kluster. Kluster pertama (ditandai warna merah) berisi saham-saham dengan *mean return* relatif tinggi namun dengan tingkat risiko yang tinggi pula, sehingga kelompok ini dapat dikategorikan

sebagai saham berisiko tinggi dengan potensi *return* besar. Terdapat empat saham yang termuat dalam klaster ini.

Klaster kedua (warna hijau) terdiri dari saham-saham yang cenderung memiliki *mean return* rendah hingga moderat dengan tingkat risiko yang lebih terkendali. Saham-saham pada klaster ini memiliki karakteristik defensif, cocok untuk investor dengan preferensi risiko rendah hingga sedang. Klaster ini juga tampak sebagai kelompok dengan jumlah saham terbanyak, yaitu 16 saham, mengindikasikan bahwa sebagian besar saham syariah JII berada pada kategori risiko moderat.

Sementara itu, klaster ketiga (warna biru) menggambarkan kelompok saham dengan *mean return* positif namun tingkat risiko berada pada tingkat moderat. Klaster yang memuat 10 saham ini cenderung terpusat di sekitar nilai *mean*. Hal ini menunjukkan bahwa 10 saham tersebut memiliki karakteristik yang seimbang antara *return* dan risiko dibandingkan dua klaster lainnya.

Lebih lanjut, Tabel 3 berikut menyajikan daftar saham-saham JII yang termuat pada tiap-tiap klaster.

Tabel 3. Klasterisasi Saham-Saham JII.

| Klaster 1 | Klaster 2 | | Klaster 3 | |
|-----------|-----------|------|-----------|------|
| BRMS | ADRO | KLBF | AMMN | MDKA |
| BRPT | AKRA | MAPI | ANTM | MEDC |
| MBMA | ASII | PGAS | INCO | PANI |
| PTRO | BRIS | PTBA | INKP | PGEO |
| | CPIN | SMGR | ISAT | UNVR |
| | EXCL | TLKM | | |
| | ICBP | TPIA | | |
| | INDF | UNTR | | |

Seleksi Saham Representatif Berdasarkan Rasio Sharpe

Untuk menentukan saham terbaik pada tiap klaster, Rasio Sharpe digunakan sebagai indikator utama. Rasio ini membandingkan nilai *excess return* terhadap tingkat risiko, sehingga saham dengan Rasio Sharpe paling tinggi dianggap memberikan kompensasi risiko yang paling optimal. Tabel 4 berikut menyajikan perhitungan Rasio Sharpe untuk klaster 1.

Tabel 4. Rasio Sharpe Klaster 1.

| No | Saham | Mean Return | Tingkat Risiko | Rasio Sharpe |
|----|-------|-------------|----------------|-----------------|
| 1 | BRMS | 0.009483 | 0.049285 | 0.189610 |
| 2 | BRPT | 0.010841 | 0.046543 | 0.229954 |
| 3 | MBMA | 0.007059 | 0.056965 | 0.121492 |
| 4 | PTRO | 0.008883 | 0.049308 | 0.177343 |

Berdasarkan Tabel 4, Rasio Sharpe saham BRPT merupakan yang tertinggi, yaitu 0,22954. Dengan demikian, saham BRPT dipilih sebagai saham yang mewakili klaster 1 dalam pembentukan portofolio.

Selanjutnya, perhitungan Rasio Sharpe untuk klaster 2 disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rasio Sharpe Klaster 2.

| No | Saham | Mean Return | Tingkat Risiko | Rasio Sharpe |
|-----|-------|-------------|----------------|-----------------|
| 1 | ADRO | -0.000848 | 0.025928 | -0.038056 |
| 2 | AKRA | 0.000124 | 0.022141 | -0.000651 |
| 3 | ASII | 0.002613 | 0.019632 | 0.126062 |
| 4 | BRIS | -0.000676 | 0.019494 | -0.041759 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 15 | TPIA | -0.002514 | 0.023932 | -0.110838 |
| 16 | UNTR | 0.002125 | 0.017249 | 0.115191 |

Tabel 5 menunjukkan bahwa Rasio Sharpe tertinggi pada klaster 2 jatuh pada saham ASII, yaitu 0,126062. Dengan demikian, klaster 2 akan diwakili oleh saham ASII dalam pembentukan portofolio.

Lebih lanjut, Tabel 6 berikut menyajikan perhitungan Rasio Sharpe pada klaster 3.

Tabel 6. Rasio Sharpe Klaster 3.

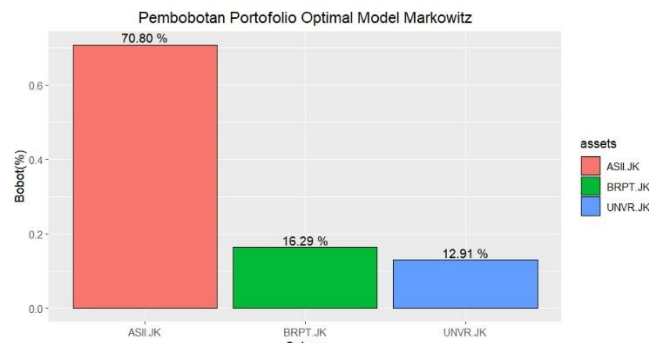
| No | Saham | Mean Return | Tingkat Risiko | Rasio Sharpe |
|-----|-------|-------------|----------------|-----------------|
| 1 | AMMN | 0.000944 | 0.036779 | 0.021898 |
| 2 | ANTM | -0.000154 | 0.031908 | -0.009159 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 9 | PGEO | 0.000558 | 0.033855 | 0.012407 |
| 10 | UNVR | 0.004388 | 0.033414 | 0.127183 |

Berdasarkan Tabel 4, Rasio Sharpe saham UNVR merupakan yang tertinggi, yaitu 0,127183. Dengan demikian, saham UNVR dipilih sebagai saham yang mewakili klaster 1 dalam pembentukan portofolio.

Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Model Markowitz

Setelah saham representatif terpilih, pembentukan portofolio optimal dilakukan menggunakan Model Markowitz dengan mempertimbangkan hubungan kovarians antar saham. Model ini menghasilkan kombinasi bobot investasi yang memberikan *expected return*

maksimum untuk tingkat risiko tertentu atau risiko minimum untuk tingkat *expected return* tertentu. Hasil pembobotan portofolio saham menggunakan Model Markowitz dengan bantuan *software* R Studio disajikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pembobotan Portofolio Optimal Model Markowitz.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa alokasi bobot portofolio saham hasil optimasi Model Markowitz adalah 16,29% BRPT (klaster 1), 70,80% ASII (klaster 2), dan 12,91% UNVR (klaster 3). Hasil tersebut menunjukkan distribusi alokasi dana yang tidak selalu seimbang antar saham karena bobot ditentukan sekaligus oleh risiko individual, kovarians antar saham, dan tingkat *return* historisnya. Secara umum, saham dengan Rasio Sharpe paling tinggi atau korelasi terendah terhadap saham lain memperoleh bobot yang relatif lebih besar dalam portofolio.

Pengukuran Kinerja Portofolio Optimal Menggunakan Rasio Sharpe

Tahap akhir penelitian ini adalah menilai kinerja portofolio optimal menggunakan Rasio Sharpe. Nilai Rasio Sharpe portofolio dihitung dengan membandingkan *excess return* portofolio dengan risiko portofolio (Gubu & Rosadi, 2025). Sebagai perbandingan, Tabel 7 berikut menyajikan hasil perhitungan Rasio Sharpe portofolio dan indeks saham JII.

Tabel 7. Rasio Sharpe Portofolio Optimal vs. Indeks Saham JII.

| Saham | Mean Return | Tingkat Risiko | Rasio Sharpe |
|--------------------|-------------|----------------|--------------|
| Portofolio Optimal | 0.004183 | 0.017367 | 0.232872 |
| Indeks Saham JII | 0.00152 | 0.01170 | 0.118273 |

Berdasarkan Tabel 7, portofolio optimal menghasilkan *mean return* sebesar 0,004183 dengan tingkat risiko 0,017367 sehingga menghasilkan Rasio Sharpe sebesar 0,232872. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan indeks JII yang memiliki Rasio Sharpe 0,118273 pada periode yang sama. Dengan kata lain, portofolio yang dibentuk melalui integrasi klasterisasi K-Means dan Model Markowitz mampu memberikan kinerja yang lebih optimal dibandingkan indeks acuannya. Hal ini sejalan dengan Nasution & Al-Khowarizmi (2025), yang menyatakan bahwa

portofolio hasil optimasi terbukti lebih resilien terhadap tekanan pasar dan dapat membantu mengurangi dampak negatif dari fluktuasi pasar secara keseluruhan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi metode klasterisasi K-Means dan Model Markowitz efektif dalam membentuk portofolio optimal saham-saham syariah pada indeks JII. Hasil analisis menggunakan *Silhouette Index* menunjukkan bahwa portofolio optimal saham-saham syariah JII dapat dikelompokkan secara optimal dengan tiga klaster. Saham BRPT, ASII, dan UNVR terpilih sebagai representasi tiap klaster yang digunakan dalam proses pembentukan portofolio. Model Markowitz menghasilkan alokasi bobot 16,29% untuk BRPT, 70,80% untuk ASII, dan 12,91% untuk UNVR. Kinerja portofolio yang ditunjukkan oleh Rasio Sharpe portofolio yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa portofolio optimal yang terbentuk lebih efisien dibandingkan indeks JII. Penelitian berikutnya dapat mengembangkan model dengan menambahkan variabel lain seperti likuiditas, kapitalisasi pasar, atau indikator teknikal lainnya sebagai variabel tambahan dalam klasterisasi. Selain itu, dapat pula dikembangkan model *rebalancing* portofolio secara berkala untuk menjaga efisiensi seiring dinamika pasar yang fluktuatif. Implementasi metode ini ke dalam aplikasi analitik atau sistem pendukung keputusan juga direkomendasikan untuk mempermudah proses evaluasi investasi yang lebih cepat, objektif, dan *data-driven*.

DAFTAR REFERENSI

- Ajuna, L. H., Dukalang, H., & Ardi, M. (2025). Building an optimal portfolio of Sharia-compliant stocks using the Markowitz model: A study of listed JII companies. *Jurnal Ekonomi & Keuangan Islam*, 11(2), 314–330. <https://doi.org/10.20885/JEKI.vol11.iss2.art10>
- Auliah, S., Vidiati, C., Selasi, D., & Pratama, G. (2024). Peran transformasi digital dalam pengembangan pasar modal syariah di Indonesia. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(12), 1020–1025. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i12.1074>
- Faqihatun, F., Bandawaty, E., Sunaryo, S., & Gunardi, G. (2025). Investment efficiency in Indonesia's construction sub-sector: An optimal portfolio approach using the Markowitz model. *Jurnal Ilmu Keuangan dan Perbankan (JIKA)*, 14(1), 177–190. <https://doi.org/10.34010/jika.v14i1.15149>
- Gubu, L., & Rosadi, D. (2025). Pembentukan portofolio optimal saham menggunakan estimasi robust. *Jurnal Gaussian*, 14(1), 118–127. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.14.1.118-127>
- Gubu, L., Rosadi, D., & Abdurakhman, A. (2021). Pembentukan portofolio saham menggunakan klastering time series K-Medoid dengan ukuran jarak dynamic time

- warping. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 13(2), 35–46. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v13i2.295>
- Irawan, H., Wahid, S. H., Sani, C., & Nabir, A. M. (2023). Potensi pasar modal syariah di Indonesia. *Jurnal Asy-Syarikah: Jurnal Lembaga Keuangan, Ekonomi dan Bisnis Islam*, 5(1), 59–70. <https://doi.org/10.47435/asy-syarikah.v5i1.1732>
- Kusumah, S. F. N., & Megawati, L. (2024). Analisis Markowitz dan model indeks tunggal dalam pembentukan portofolio optimal saham Jakarta Islamic Index periode 2019–2023. *EKOMA: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi*, 3(6), 1673–1688. <https://doi.org/10.56799/ekoma.v3i6.4694>
- Nasution, M. A., & Al-Khowarizmi. (2025). Data-driven portfolio optimization using K-means and Markowitz model: Evidence from LQ45 stocks. *Economic: Journal Economic and Business*, 4(2), 349–354.
- Ortiz, R., Contreras, M., & Mellado, C. (2022). Improving the volatility of the optimal weights of the Markowitz model. *Economic Research–Ekonomiska Istraživanja*, 35(1), 2836–2858. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1981963>
- Paramita, N., Harahap, A. K., & Batubara, M. (2022). Kelebihan dan kekurangan pasar modal syariah di Indonesia (perkembangan dan problematika pasar modal syariah di Indonesia). *EKSISBANK: Ekonomi Syariah dan Bisnis Perbankan*, 6(2), 209–217. <https://doi.org/10.37726/ee.v6i2.424>
- Pratama, Y., Sulistianingsih, E., Debataraja, N. N., & Imro'ah, N. (2024). K-means clustering dan mean variance efficient portfolio dalam portofolio saham. *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 5(1), 24–30. <https://doi.org/10.37905/jjps.v5i1.20298>
- Puspaningsih, E. S., Maruddani, D. A. I., & Tarno, T. (2024). K-Medoids clustering dan mean-value at risk untuk optimasi portofolio saham Jakarta Islamic Index. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 6(1), 85. <https://doi.org/10.13057/ijas.v6i1.79231>
- Qomariyyah, L., Sari, F. D. A., & Maulana, G. R. (2024). Efektifkah fintech terhadap perkembangan pasar modal syariah? *JIEF: Journal of Islamic Economics and Finance*, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.28918/jief.v4i2.8657>
- Ridwan, A. F., Subiyanto, & Supian, S. (2021). IDX30 stocks clustering with K-means algorithm based on expected return and value at risk. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 2(4), 201–208.
- Samudra, D. R., Herdiyana, J. H., Fauzan, M., Zuhdi, A. M., Kurniawan, M. F. P. B., & Alfian, Z. (2025). Klasterisasi data ekonomi dan demografi menggunakan K-means: Studi kasus saham, neraca pembayaran, GDP, dan kependudukan. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 4591–4599. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1266>
- Siregar, B., & Yosia, Y. (2024). Implementation of K-means clustering algorithm for the Indonesian Stock Exchange. *Jurnal Sisfotek Global*, 14(1), 49–58. <https://doi.org/10.38101/sisfotek.v14i1.10860>
- Siswanah, E., Abdurakhman, A., & Maruddani, D. A. I. (2025). Perbandingan kriteria Kataoka safety first dan mean varians dalam pembentukan portofolio saham optimal. *Euler:*

Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi, 13(2), 256–263.
<https://doi.org/10.37905/euler.v13i2.32846>

Susanto, R. M., Budianto, E. W. H., & Dewi, N. D. T. (2023). Pemetaan penelitian seputar pasar modal syariah: Studi bibliometrik Vosviewer dan literature review. *At-Tasyri': Jurnal Ilmiah Prodi Muamalah*, 15(2), 167–185.
<https://doi.org/10.47498/tasyri.v15i2.1759>