

PENENTUAN PORTOFOLIO SAHAM DI INDONESIA DENGAN MEMAKSIMUMKAN *SHARPE RATIO*

R. Budiarti¹, *N. Agustiani², M. A. Rizky³, Siswandi⁴

^{1,2,3)} Program Studi Aktuaria, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika, Institut Pertanian Bogor,
⁴⁾ Program Studi Matematika, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika, Institut Pertanian Bogor,

Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga Bogor.

rizkyariq@apps.ipb.ac.id, [retnobu@apps.ipb.ac.id*](mailto:retnobu@apps.ipb.ac.id), nur_agustiani@apps.ipb.ac.id *corresponding author, siswandi@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Investasi saham telah menjadi instrumen keuangan yang banyak dimanfaatkan untuk meraih keuntungan dalam jangka panjang. Namun, volatilitas harga saham yang fluktuatif dan volatil menuntut pentingnya manajemen risiko dalam penyusunan portofolio. Penelitian ini bertujuan menyusun portofolio optimal melalui maksimisasi *Sharpe Ratio* dengan memanfaatkan hasil *clustering* sebagai dasar seleksi saham. Data yang digunakan meliputi hasil *clustering* dari 700 saham di Bursa Efek Indonesia (BEI), dikelompokan berdasarkan karakteristik *return* dan volatilitas. Selanjutnya, dipilih saham-saham dominan yaitu saham dengan *return* tertinggi dan volatilitas terendah, dari setiap *cluster*, lalu dianalisis kombinasi saham dengan korelasi rendah untuk membentuk portofolio. Alokasi bobot saham dalam portofolio ditentukan melalui proses optimisasi *Sharpe Ratio*. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa portofolio optimal cenderung memberikan porsi bobot lebih besar kepada saham-saham dengan *return* tinggi dan volatilitas rendah. Sebaliknya, portofolio yang terdiri dari saham dengan karakteristik *return* dan volatilitas serupa menunjukkan distribusi bobot yang lebih merata, namun menghasilkan nilai *Sharpe Ratio* yang lebih rendah dibandingkan portofolio yang mengombinasikan saham dengan karakteristik berbeda.

Kata kunci: *Clustering*, investasi, portofolio saham, pengelolaan risiko, *Sharpe Ratio*

1 Pendahuluan

Investasi saham merupakan salah satu cara populer bagi individu untuk meningkatkan kekayaan dan mencapai tujuan finansial jangka panjang. Saham sendiri merupakan bukti kepemilikan sebagian dari perusahaan, sehingga pemegang saham berhak atas keuntungan perusahaan, baik melalui kenaikan harga saham (*capital gain*) maupun dividen. Meskipun menawarkan potensi keuntungan yang besar, investasi saham juga mengandung risiko karena nilai saham dapat berfluktuasi dan sulit diprediksi. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tepat untuk meminimalkan risiko dan memaksimalkan keuntungan, salah satunya melalui pengelolaan portofolio [5].

Portofolio merupakan kumpulan aset, seperti saham, yang dimiliki oleh seorang investor. Prinsip utama pengelolaannya adalah menentukan kombinasi aset yang memberikan tingkat risiko dan *return* yang sesuai dengan preferensi investor. Pengelolaan portofolio yang baik sangat penting untuk meningkatkan keuntungan

sekaligus mengurangi risiko. Hal ini sejalan dengan konsep diversifikasi, yaitu menyebarkan investasi ke berbagai aset untuk menurunkan risiko tanpa harus mengorbankan potensi *return*. Penyusunan portofolio yang efisien menjadi kunci dalam menghadapi volatilitas pasar [4].

Salah satu indikator yang sering digunakan untuk mengevaluasi efektivitas portofolio adalah *Sharpe Ratio*. Indikator ini mengukur kinerja portofolio berdasarkan perbandingan antara *return* yang dihasilkan dan risiko yang diambil. Dengan menggunakan *Sharpe Ratio*, investor dapat membuat keputusan investasi yang optimal dengan mempertimbangkan tingkat risiko yang dihadapi [7].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi metode *clustering* dengan optimasi portofolio berbasis *Sharpe Ratio* dapat menghasilkan portofolio yang lebih baik dalam mengurangi risiko. *Clustering* merupakan proses pengelompokan data berdasarkan karakteristik tertentu sehingga elemen-elemen yang memiliki kesamaan ditempatkan dalam kelompok yang sama. Teknik ini membantu dalam menyeleksi saham yang tepat untuk dimasukkan ke dalam portofolio sehingga diversifikasi dapat dicapai secara lebih efektif [9].

Seiring kemajuan teknologi dan analisis data, metode *clustering* semakin banyak diterapkan dalam pengelolaan portofolio modern. Pengelompokan saham berdasarkan karakteristik tertentu mempermudah investor dalam merancang portofolio yang terdiversifikasi dengan baik. Penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan *clustering* dapat menghasilkan portofolio yang lebih optimal, ditunjukkan dengan peningkatan *Sharpe Ratio* sebagai ukuran efisiensi [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk portofolio saham yang optimal dengan memaksimalkan *Sharpe Ratio* berdasarkan hasil *clustering* saham. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan memberikan rekomendasi yang sesuai bagi berbagai tipe investor dalam mengambil keputusan investasi pada saham-saham di Indonesia, sehingga investor dapat memilih portofolio yang selaras dengan profil risiko dan preferensi investasinya.

2 Metode Penelitian

2.1 Data dan Sumber Data

Pada penelitian ini, akan menggunakan hasil *clustering* yang dilakukan oleh Puspita pada tahun 2024, terdiri dari 700 saham saham di Bursa Efek Indonesia (BEI) yang dibagi menjadi 3 cluster [6]. Data tersebut digunakan sebagai input dalam memilih saham-saham pembentuk portofolio. Data yang digunakan adalah data bulanan harga penutupan saham periode Januari–Desember 2023. Data diolah menjadi *return* dan volatilitas bulanan sebagai input analisis. Penelitian ini hanya menggunakan data tahun 2023 untuk memastikan hasil analisis merefleksikan kondisi pasar dan menghindari bias data historis jangka panjang.

2.2 Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Pemilihan Saham Berdasarkan *Cluster*

Saham dipilih dari setiap *cluster* yang telah dibentuk dengan beberapa skenario. Skenario utama adalah memilih saham dominan dalam setiap *cluster*, yaitu saham dengan *return* tertinggi dan volatilitas terendah. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa saham-saham tersebut mewakili kinerja terbaik dalam kelompoknya.

2. Seleksi Kombinasi Saham Berdasarkan Korelasi

Setelah saham terpilih, dilakukan perhitungan matriks korelasi *return* antar-saham. Kombinasi saham dengan korelasi terendah diprioritaskan untuk memastikan diversifikasi portofolio yang efektif. Diversifikasi ini diharapkan dapat menurunkan risiko portofolio tanpa mengorbankan potensi *return*.

Return adalah keuntungan yang diperoleh dari sebuah investasi, baik itu dari kenaikan nilai aset seperti *capital gain* maupun dari pendapatan seperti dividen perusahaan [2]. *Return* tahunan adalah tingkat imbal hasil gabungan dari investasi yang dihitung per tahun untuk periode lebih dari satu tahun. *Return* tahunan memberikan nilai tunggal yang mewakili rata-rata pertumbuhan tahunan selama periode investasi tersebut [8]. *Return* tahunan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R_A = \left(\prod_{t=2}^{12} (1 + R_t) \right) - 1 \quad (1)$$

dengan:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}; t = 2, 3, \dots, 12,$$

R_A : *return* tahunan,

R_t : *return* bulanan ke- t ,

P_t : harga penutupan saham bulan ke- t .

3. Optimasi Bobot Portofolio dengan Memaksimalkan *Sharpe Ratio*

Sharpe Ratio sering digunakan untuk menilai kinerja portofolio investasi, terutama dalam kaitannya dengan risiko yang diambil. *Sharpe Ratio* menghitung seberapa besar *return* yang diperoleh per unit risiko total yang diambil, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai seberapa efisien portofolio tersebut dalam menghasilkan keuntungan relatif terhadap risiko yang ada [7]. *Sharpe Ratio* dinyatakan dalam rumus berikut:

$$S_p = \frac{E(R_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (2)$$

dengan:

S_p : *Sharpe Ratio* portofolio,

$E(R_p)$: *expected return* dari portofolio,

r_f : *return* bebas risiko, dan

σ_p : volatilitas dari portofolio.

Volatilitas atau risiko adalah kemungkinan terjadinya kerugian atau hasil yang tidak sesuai dengan yang diharapkan dalam sebuah investasi. Dalam saham, volatilitas bisa berasal dari berbagai hal seperti perubahan harga pasar, kebijakan pemerintah, atau ketidakstabilan ekonomi [5]. Dalam penelitian ini, volatilitas saham diukur melalui simpangan baku *return* saham tersebut, dan diestimasi sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{11-1} \sum_{t=2}^{12} (R_t - \bar{R})^2} \quad (3)$$

dengan:

R_t : *return* bulanan ke- t ,

\bar{R} : rata-rata dari nilai R_t .

Volatilitas portofolio dihitung dengan memperhitungkan kovarian antara semua aset dalam portofolio.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i w_j \text{cov}(R_i, R_j)} \quad (4)$$

dengan:

$$\text{cov}(R_i, R_j) = \frac{\sum_{t=2}^{12} R_{it} R_{jt} - \frac{(\sum_{t=2}^{12} R_{it})(\sum_{t=2}^{12} R_{jt})}{11}}{11 - 1}$$

R_{it} : *return* aset ke- i bulanan ke- t ,

σ_i : volatilitas aset ke- i

w_i : bobot aset ke- i

$\text{cov}(R_i, R_j)$: kovarian antara aset ke- i dan aset ke- j .

n : jumlah total aset dalam portofolio.

Expected return portofolio dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari *expected return* masing-masing aset, dengan bobot sesuai proporsi investasi pada setiap aset, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i), \quad (5)$$

dengan $E(R_i)$ adalah *expected return* dari setiap aset.

Bobot portofolio ditentukan dengan memaksimalkan *Sharpe Ratio*, di mana w_i adalah bobot saham ke- i , $i = 1, 2, 3$ dan $w_3 = 1 - w_1 - w_2$. Tingkat *return* bebas risiko (r_f) yang digunakan adalah yield Obligasi Ritel Indonesia (ORI) tahun 2023 sebesar 6.1% per tahun. Sehingga, Optimasi dilakukan dengan menurunkan fungsi *Sharpe Ratio* terhadap w_1 dan w_2 , kemudian mencari titik stasioner dengan menyelesaikan sistem persamaan.

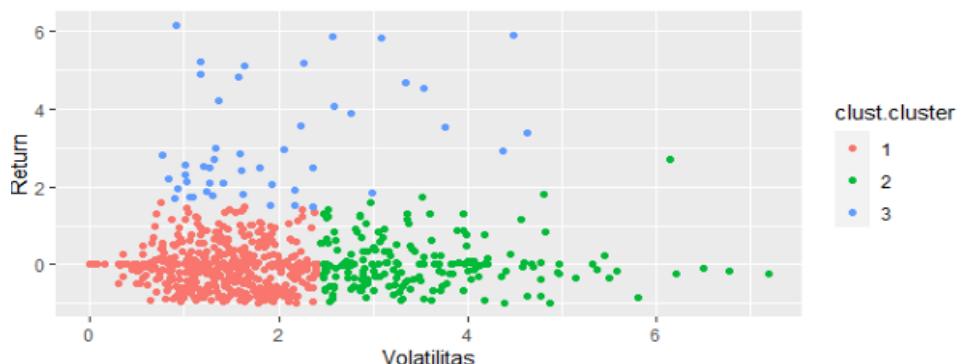
4. Mengklasifikasikan portofolio untuk Investor

Hasil portofolio optimal kemudian dianalisis lebih lanjut. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi portofolio berdasarkan *risk return profile* (konservatif, moderat, agresif) untuk disesuaikan dengan berbagai tipe investor.

3 Hasil Penelitian

3.1 Hasil Pemilihan Saham Berdasarkan *Clustering*

Pada penelitian ini, hasil *clustering* yang digunakan merupakan hasil *clustering* dari 700 data saham yang disajikan pada Gambar 1 [6].



Gambar 1. *Scatter plot* hasil *clustering*

Berdasarkan Gambar 1, *cluster* 1 merupakan saham dengan volatilitas dan *return* relatif rendah dibandingkan saham dari *cluster* lainnya, *cluster* 2 terdiri dari saham dengan *return* relatif rendah tetapi volatilitas tinggi, sedangkan *cluster* 3 terdiri dari saham dengan *return* relatif tinggi dan volatilitas rendah hingga sedang. Untuk keperluan analisis portofolio, pemilihan saham dilakukan berdasarkan empat skenario yang diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Skenario pemilihan saham

Skenario	Kriteria Saham
1	Saham dominan dari setiap <i>cluster</i>
2	Saham dengan volatilitas rendah dan <i>return</i> positif
3	Saham dari <i>cluster</i> 1
4	Saham dari <i>cluster</i> 3

Saham-saham yang terpilih berdasarkan keempat skenario tersebut dirangkum dalam Tabel 2 dan akan digunakan sebagai dasar pembentukan portofolio.

Tabel 2. Saham terpilih setiap scenario

Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3		Skenario 4	
Saham	Asal Cluster						
EAST	Cluster 1	DPNS	Cluster 1	EAST	Cluster 1	RAJA	Cluster 3
BNBA	Cluster 1	BISI	Cluster 1	LPGI	Cluster 1	GTBO	Cluster 3
KDSI	Cluster 2	SILO	Cluster 3	BNBA	Cluster 1	AIMS	Cluster 3
YULE	Cluster 3	NELY	Cluster 3	IFSH	Cluster 1	SMDR	Cluster 3

3.2 Pemilihan Kombinasi dengan Korelasi Rendah

Setelah saham terpilih, tahap berikutnya adalah menghitung korelasi antar *return* saham. Prioritas diberikan pada pasangan saham dengan korelasi rendah untuk memastikan terbentuknya diversifikasi yang optimal dalam portofolio. Hasil perhitungan korelasi untuk setiap skenario disajikan pada Tabel 3 hingga Tabel 6.

Tabel 3. Korelasi saham skenario 1

Saham	EAST	BNBA	KDSI	YULE
EAST	1.000	0.211	-0.348	-0.528
BNBA		1.000	-0.291	0.140
KDSI			1.000	0.426
YULE				1.000

Tabel 3 menunjukkan variasi korelasi yang beragam. Beberapa pasangan saham, seperti EAST-KDSI dan EAST-YULE, memiliki korelasi negatif yang dapat membantu mengurangi risiko portofolio. Sementara itu, korelasi antara KDSI-YULE tergolong cukup tinggi, namun masih dalam batas yang dapat diterima.

Tabel 4. Korelasi saham skenario 2

Saham	DPNS	BISI	SILO	NELY
DPNS	1.000	-0.059	0.450	-0.163
BISI		1.000	-0.474	-0.461
SILO			1.000	0.191
NELY				1.000

Tabel 4 menunjukkan korelasi antar saham pada skenario 2 memiliki variasi yang lebih seimbang dengan campuran hubungan positif dan negatif dalam kisaran yang tidak ekstrem. Hal ini mengindikasikan tingkat diversifikasi yang baik, sehingga portofolio dapat menjaga keseimbangan antara risiko dan *return*. Korelasi tertinggi terdapat pada pasangan DPNS-SILO, yang masih dalam batas wajar.

Tabel 5. Korelasi saham skenario 3

Saham	EAST	LPGI	BNBA	IFSH
EAST	1.000	0.139	0.211	-0.427
LPGI		1.000	-0.470	-0.358
BNBA			1.000	0.212
IFSH				1.000

Tabel 5 menunjukkan profil korelasi pada skenario 3 paling menguntungkan untuk diversifikasi, dimana sebagian besar pasangan saham memiliki korelasi yang rendah, negatif, atau mendekati nol. Sedangkan pada Skenario 4, korelasi antar saham secara keseluruhan juga tergolong rendah. Namun, terdapat korelasi yang cukup tinggi pada pasangan RAJA-AIMS, tetapi nilainya masih dalam batas yang dapat diterima.

Tabel 6. Korelasi saham skenario 4

Saham	RAJA	GTBO	AIMS	SMDR
RAJA	1.000	-0.198	0.438	0.006
GTBO		1.000	-0.267	0.194
AIMS			1.000	0.152
SMDR				1.000

Selanjutnya, dari empat saham dalam setiap skenario, akan dibentuk portofolio dengan kombinasi tiga saham.

3.3 Penentuan Bobot Saham dengan Memaksimumkan *Sharpe Ratio*

Pada tahap ini, bobot untuk setiap saham dalam portofolio ditentukan melalui proses memaksimalkan *Sharpe Ratio*. Optimasi ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Mathematica* berdasarkan sistem persamaan berikut:

$$\frac{\partial S_p}{\partial w_1} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial S_p}{\partial w_2} = 0 \quad (7)$$

$$w_3 = 1 - w_1 - w_2 \quad (8)$$

Penyelesaian sistem persamaan tersebut menghasilkan rumus analitik untuk bobot aset w_1 , w_2 , dan w_3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 w_1 = & [(-\text{cov}(R_2, R_3)(\text{cov}(R_1, R_3)E(R_2) + \text{cov}(R_1, R_2)E(R_3)) + \text{cov}(R_2, R_3)^2(E(R_1) - r_f) \\
 & + (\text{cov}(R_1, R_2) + \text{cov}(R_1, R_3))\text{cov}(R_2, R_3)r_f + \text{cov}(R_1, R_3)(E(R_3) - r_f)\sigma_2^2 \\
 & + (\text{cov}(R_1, R_2)E(R_2) - \text{cov}(R_1, R_2)r_f - E(R_1)\sigma_2^2 + r_f\sigma_2^2)\sigma_3^2] \\
 & \div [\text{cov}(R_2, R_3)^2E(R_1) - \text{cov}(R_1, R_3)\text{cov}(R_2, R_3)(E(R_1) + E(R_2) - 2r_f) \\
 & + \text{cov}(R_1, R_3)^2(E(R_2) - r_f) + \text{cov}(R_1, R_2)^2(E(R_3) - r_f) - \text{cov}(R_2, R_3)^2r_f \\
 & + \text{cov}(R_2, R_3)E(R_2)\sigma_1^2 + \text{cov}(R_2, R_3)E(R_3)\sigma_1^2 - 2\text{cov}(R_2, R_3)r_f\sigma_1^2 \\
 & + \text{cov}(R_1, R_3)(E(R_1) + E(R_3) - 2r_f)\sigma_2^2 - E(R_3)\sigma_1^2\sigma_2^2 + r_f\sigma_1^2\sigma_2^2 \\
 & + (-E(R_2)\sigma_1^2 - E(R_1)\sigma_2^2 + r_f(\sigma_1^2 + \sigma_2^2))\sigma_3^2 \\
 & + \text{cov}(R_1, R_2)(-\text{cov}(R_2, R_3)(E(R_1) + E(R_3)) - \text{cov}(R_1, R_3)(E(R_2) + E(R_3)) \\
 & + 2(\text{cov}(R_1, R_3) + \text{cov}(R_2, R_3))r_f + (E(R_1) + E(R_2) - 2r_f)\sigma_3^2)] \\
 w_2 = & [(-\text{cov}(R_1, R_3)(\text{cov}(R_2, R_3)E(R_1) + \text{cov}(R_1, R_2)E(R_3)) + \text{cov}(R_1, R_3)^2(E(R_2) - r_f) \\
 & + \text{cov}(R_1, R_3)(\text{cov}(R_1, R_2) + \text{cov}(R_2, R_3))r_f + \text{cov}(R_2, R_3)(E(R_3) - r_f)\sigma_1^2 \\
 & + (\text{cov}(R_1, R_2)E(R_1) - \text{cov}(R_1, R_2)r_f - E(R_2)\sigma_1^2 + r_f\sigma_1^2)\sigma_3^2] \\
 & \div [\text{cov}(R_2, R_3)^2E(R_1) - \text{cov}(R_1, R_3)\text{cov}(R_2, R_3)(E(R_1) + E(R_2) - 2r_f) \\
 & + \text{cov}(R_1, R_3)^2(E(R_2) - r_f) + \text{cov}(R_1, R_2)^2(E(R_3) - r_f) - \text{cov}(R_2, R_3)^2r_f \\
 & + \text{cov}(R_2, R_3)E(R_2)\sigma_1^2 + \text{cov}(R_2, R_3)E(R_3)\sigma_1^2 - 2\text{cov}(R_2, R_3)r_f\sigma_1^2 \\
 & + \text{cov}(R_1, R_3)(E(R_1) + E(R_3) - 2r_f)\sigma_2^2 - E(R_3)\sigma_1^2\sigma_2^2 + r_f\sigma_1^2\sigma_2^2 \\
 & + (-E(R_2)\sigma_1^2 - E(R_1)\sigma_2^2 + r_f(\sigma_1^2 + \sigma_2^2))\sigma_3^2 \\
 & + \text{cov}(R_1, R_2)(-\text{cov}(R_2, R_3)(E(R_1) + E(R_3)) - \text{cov}(R_1, R_3)(E(R_2) + E(R_3)) \\
 & + 2(\text{cov}(R_1, R_3) + \text{cov}(R_2, R_3))r_f + (E(R_1) + E(R_2) - 2r_f)\sigma_3^2)] \\
 w_3 = & 1 - w_1 - w_2.
 \end{aligned}$$

Proses pembentukan bobot portofolio dalam penelitian ini mengikuti prinsip optimasi dua variabel sesuai dengan teori Chiang dan Wainwright (2005) [1]. Untuk memverifikasi bahwa bobot yang dihasilkan benar-benar merupakan titik maksimum dari fungsi *Sharpe Ratio*, dilakukan evaluasi terhadap kondisi turunan keduanya. Secara teoretis, suatu titik dikatakan maksimum jika memenuhi dua syarat:

1. turunan parsial kedua terhadap w_1 bernilai negatif: $\frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1^2} < 0$, dan
2. determinan matriks Hessian bernilai positif:

$$\begin{vmatrix}
 \frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1^2} & \frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1 \partial w_2} \\
 \frac{\partial^2 S_p}{\partial w_2 \partial w_1} & \frac{\partial^2 S_p}{\partial w_2^2}
 \end{vmatrix} > 0.$$

Sebagai contoh, pada Portofolio 1 dari Skenario 1 (yang terdiri dari saham EAST, BNBA, dan KDSI), diperoleh nilai $\frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1^2} = -69.8704$, dan determinan matriks Hessian: $\left(\frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1^2} \cdot \frac{\partial^2 S_p}{\partial w_2^2} - \left(\frac{\partial^2 S_p}{\partial w_1 \partial w_2}\right)^2\right) = 7668.3505 > 0$. Hasil perhitungan ini memenuhi kedua syarat optimalitas, yang membuktikan bahwa metode optimasi yang digunakan telah mencapai titik maksimum secara teoretis dan valid untuk diterapkan dalam pembentukan portofolio optimal.

3.4 Perhitungan *Sharpe Ratio* Portofolio

Setelah kombinasi saham dan bobot optimal ditetapkan, kinerja portofolio diukur menggunakan *Sharpe Ratio* menggunakan persamaan (2). *Return* bebas risiko (r_f) yang digunakan sebesar 6,1% per tahun dan dikonversi ke tingkat bulanan menggunakan pendekatan bunga majemuk, sehingga diperoleh $r_f = (1 + 0.061)^{\frac{1}{12}} - 1 \approx 0.00494$. Hasil perhitungan seluruh portofolio, yang mencakup kombinasi saham, bobot, *expected return*, volatilitas, dan *Sharpe Ratio*, disajikan pada Tabel 7 hingga Tabel 10.

Tabel 7. Hasil perhitungan portofolio skenario 1

No.	Portofolio	w_1	w_2	w_3	σ_p	$E(R_p)(\%)$	S_p
	EAST						
1	BNBA	0.4214	0.0004	0.5781	0.0589	0.6101	0.0197
	KDSI						
	EAST						
2	BNBA	0.4943	0.0797	0.4261	0.0113	0.1803	-0.2776
	YULE						
	BNBA						
3	KDSI	0.0314	0.7674	0.2012	0.0840	0.5641	0.0083
	YULE						
	EAST						
4	KDSI	0.0314	0.7674	0.2012	0.0841	0.5837	0.0107
	YULE						

Skenario 1, yang mengombinasikan saham dari beberapa *cluster*, menunjukkan variasi kinerja antar portofolio. Portofolio 1 menjadi yang paling efisien pada skenario ini dengan *Sharpe Ratio* sebesar 0.0197, didukung oleh *expected return* sebesar $0.6101\% > r_f$ bulanan dan volatilitas yang relatif rendah. Portofolio 4 dan 3 juga mencatat *Sharpe Ratio* positif, yang menunjukkan bahwa imbal hasil yang diperoleh masih mampu mengompensasi risiko meskipun volatilitasnya lebih tinggi. Sebaliknya, Portofolio 2 memiliki *Sharpe Ratio* negatif, yang mengindikasikan bahwa *expected return* yang tidak cukup untuk menutup risiko portofolio meskipun volatilitasnya sangat kecil. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa diversifikasi lintas *cluster* dapat meningkatkan efisiensi portofolio, namun tetap bergantung pada keseimbangan antara return dan risiko yang dihasilkan.

Tabel 8. Hasil perhitungan portofolio skenario 2

No.	Portofolio	w_1	w_2	w_3	σ_p	$E(R_p)(\%)$	S_p
	DPNS						
1	BISI	0.0000	0.5300	0.4700	0.0466	0.4111	-0.0178
	SILO						
	DPNS						
2	BISI	0.3250	0.4548	0.2202	0.0395	0.2311	-0.0666
	NELY						
	BISI						
3	SILO	0.0314	0.7674	0.2012	0.1009	0.7652	0.0269
	NELY						
	DPNS						
4	SILO	0.0314	0.7674	0.2012	0.1024	0.7678	0.0267
	NELY						

Secara umum, Skenario 2 menunjukkan kinerja yang bervariasi antar portofolio. Portofolio 3 dan 4 merupakan kombinasi yang relatif paling efisien pada skenario ini karena memiliki *Sharpe Ratio* positif, yang didukung oleh *expected return* yang lebih tinggi dibandingkan portofolio lainnya meskipun disertai volatilitas yang cukup besar. Sebaliknya, Portofolio 1 dan 2 mencatat *Sharpe Ratio* negatif, yang mengindikasikan bahwa tingkat pengembalian yang diperoleh belum mampu mengimbangi risiko maupun *return* bebas risiko. Khusus pada Portofolio 1, bobot saham DPNS bernilai 0.0000, yang mengindikasikan kontribusi diversifikasi yang terbatas dalam kombinasi tersebut.

Tabel 9. Hasil perhitungan portofolio skenario 3

No.	Portofolio	w_1	w_2	w_3	σ_p	$E(R_p)\%$	S_p
1	EAST LPGI BNBA	0.9151	0.0361	0.0488	0.0952	0.3647	-0.0136
2	EAST LPGI IFSH LPGI	0.9151	0.0361	0.0488	0.0898	0.3703	-0.0138
3	BNBA IFSH EAST	0.0314	0.7674	0.2012	0.1704	-0.1812	-0.0396
4	BNBA IFSH	0.9151	0.0361	0.0488	0.0916	0.3718	-0.0133

Skenario 3 mencatat kinerja yang kurang baik di antara semua skenario, dengan seluruh *Sharpe Ratio* bernilai negatif. Berdasarkan Tabel 9, seluruh portofolio pada skenario ini menghasilkan *expected return* kurang dari *return* bebas risiko bulanan, bahkan salah satu portofolio mencatat *expected return* negatif. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tingkat pengembalian portofolio tidak mampu mengimbangi risiko yang ditanggung maupun *return* bebas risiko, sehingga kinerja portofolio secara keseluruhan berada di bawah aset bebas risiko. Dengan demikian, kombinasi saham pada skenario ini dinilai kurang efisien dalam memberikan imbal hasil yang sepadan dengan tingkat risikonya.

Tabel 10. Hasil perhitungan portofolio skenario 4

No.	Portofolio	w_1	w_2	w_3	σ_p	$E(R_p)(\%)$	S_p
1	RAJA GTBO	0.2489	0.2960	0.4551	0.2137	1.5020	0.0472
2	AIMS RAJA GTBO	0.0314	0.7674	0.2012	0.3845	1.1273	0.0165
3	AIMS SMDR RAJA	0.0314	0.7674	0.2012	0.3039	1.5810	0.0358
4	AIMS SMDR	0.0314	0.7674	0.2012	0.3097	1.5498	0.0341

Skenario 4 menunjukkan kinerja portofolio yang relatif baik berdasarkan evaluasi menggunakan *Sharpe Ratio*. Berdasarkan Tabel 10, Portofolio 1 yang terdiri atas saham RAJA, GTBO, dan AIMS merupakan portofolio paling efisien dengan nilai *Sharpe Ratio* sebesar 0.0472, yang diperoleh dari kombinasi *expected return* sebesar 1.5020% per bulan dan volatilitas sebesar 0.2137. Meskipun Portofolio 3 menghasilkan *expected return* tertinggi, yaitu sebesar 0.01581 per bulan, tingkat volatilitas yang lebih tinggi menyebabkan nilai *Sharpe Ratio* lebih rendah, sehingga efisiensi portofolio tersebut berada di bawah Portofolio 1.

3.5 Implikasi bagi Investor

Berdasarkan hasil evaluasi, Skenario 4 menunjukkan kinerja paling baik karena menghasilkan *Sharpe Ratio* positif tertinggi, yaitu sebesar 0.0472 pada Portofolio 1, yang mencerminkan efisiensi risiko–*return* paling optimal di antara seluruh skenario. Skenario 1 memiliki beberapa portofolio dengan *Sharpe Ratio* positif, namun nilai tertingginya hanya mencapai 0.0197, sehingga masih berada di bawah Skenario 4. Skenario 2 juga mencatat *Sharpe Ratio* positif, tetapi dengan tingkat efisiensi yang lebih rendah dibandingkan Skenario 4. Sementara itu, Skenario 3 menunjukkan kinerja terlemah karena seluruh portofolionya memiliki *Sharpe Ratio* bernilai negatif, sehingga tidak dapat dikategorikan sebagai skenario dengan kinerja yang baik.

Sebagai ilustrasi, jika seorang investor mengalokasikan modal Rp100,000,000 ke dalam Portofolio 1 di Skenario 4, dengan komposisi RAJA ($w = 0.2489$), GTBO ($w = 0.2960$), dan AIMS ($w = 0.4551$), maka alokasi dana yang terbentuk adalah RAJA sebesar Rp24,890,000, GTBO sebesar Rp29,600,000, dan AIMS sebesar Rp45,510,000. Portofolio ini menawarkan *expected return* sebesar 1.502% per bulan dengan tingkat volatilitas sebesar 0.2137, yang menghasilkan *Sharpe Ratio* sebesar 0.0472. Nilai *Sharpe Ratio* yang positif dan tertinggi di antara seluruh skenario menunjukkan bahwa portofolio ini memiliki efisiensi terbaik dalam menghasilkan imbal hasil per unit risiko yang ditanggung.

Berdasarkan hasil analisis *Sharpe Ratio* yang telah dilakukan, dapat dirumuskan rekomendasi portofolio yang berbeda untuk masing-masing profil investor. Investor konservatif yang mengutamakan stabilitas dan risiko rendah lebih sesuai memilih portofolio dengan volatilitas kecil dan *Sharpe Ratio* positif, seperti Portofolio 1 pada Skenario 1 atau portofolio efisien pada Skenario 2. Investor moderat dapat mempertimbangkan portofolio dengan *Sharpe Ratio* positif dan volatilitas menengah, khususnya pada Skenario 1 dan Skenario 4. Sementara itu, investor agresif yang berorientasi pada pertumbuhan jangka panjang dapat mempertimbangkan Skenario 4, yang menawarkan *expected return* lebih tinggi meskipun disertai risiko yang lebih besar. Dengan demikian, analisis *Sharpe Ratio* tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi efisiensi portofolio, tetapi juga memberikan dasar pengambilan keputusan investasi yang relevan sesuai dengan tingkat toleransi risiko investor.

4 Simpulan

Portofolio optimal dalam penelitian ini dibentuk melalui pendekatan maksimisasi *Sharpe Ratio* sebagai ukuran efisiensi risiko dan *return*. Hasil analisis menunjukkan bahwa portofolio yang tersusun dari saham dengan potensi *return* relatif tinggi dan volatilitas yang masih terkendali mampu menghasilkan kinerja paling efisien, yang

tercermin dari nilai *Sharpe Ratio* positif tertinggi. Sebaliknya, portofolio yang didominasi oleh saham dengan tingkat pengembalian rendah cenderung menghasilkan kinerja yang kurang optimal karena *return* yang diperoleh belum mampu mengimbangi risiko maupun *return* bebas risiko. Diversifikasi yang mengombinasikan saham dengan karakteristik *return* dan risiko yang saling melengkapi terbukti berperan penting dalam meningkatkan efisiensi portofolio.

Berdasarkan karakteristik risiko dan *return* yang dihasilkan, penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi investor dengan berbagai profil risiko. Investor yang mengutamakan stabilitas lebih sesuai memilih portofolio dengan volatilitas rendah, investor dengan preferensi risiko menengah dapat mempertimbangkan kombinasi saham yang menyeimbangkan potensi imbal hasil dan risiko, sedangkan investor dengan toleransi risiko tinggi dapat memilih portofolio dengan *expected return* lebih besar meskipun disertai volatilitas yang lebih tinggi. Dengan demikian, analisis *Sharpe Ratio* dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi kinerja portofolio, tetapi juga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan investasi yang selaras dengan preferensi risiko investor.

Daftar Pustaka

- [1] Chiang AC, Wainwright K. 2005. *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. Edisi ke-4. New York: McGraw-Hill Education.
- [2] Fama EF, French KR. 2015. A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*. 116(1):1–22. doi:10.1016/j.jfineco.2014.10.010.
- [3] Gubu LD, Rosadi D, Abdurakhman A. 2019. Classical portfolio selection with cluster analysis: comparison between hierarchical complete linkage and Ward algorithm. *Proceedings of the 8th SEAMS-UGM International Conference on Mathematics and Its Applications 2019*. doi:10.1063/1.5139174.
- [4] Markowitz HM. 1952. Portfolio selection. *The Journal of Finance*. 7(1):77–91. doi:10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x.
- [5] Perold AF. 2004. The capital asset pricing model. *Journal of Economic Perspectives*. 18(3):3–24. doi:10.1257/0895330042162340.
- [6] Puspita, ID. 2024. Perbandingan K-Means dan K-Medoids clustering dalam pengelompokan saham di Indonesia [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [7] Sharpe WF. 1994. The Sharpe ratio. *Journal of Portfolio Management*. 21(1):49–58. doi:10.3905/jpm.1994.409501.
- [8] Stapleton RC, Brealey R, Myers S. 2011. *Principles of Corporate Finance*. Edisi ke-10. USA: McGraw-Hill.
- [9] Wang Y, Aste T. 2021. Dynamic portfolio optimization with inverse covariance Clustering. *Expert Systems with Applications*. 213:118739.