

**Kecerdasan Genetic Algorithm sebagai Inovasi dalam Optimasi
Portofolio Saham di India: Analisis Komparatif dengan Model
Markowitz**

Tiara Kusuma Putri¹, Dwi Eko Waluyo^{2*}

^{1,2} Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia

211202207639@mhs.dinus.ac.id¹, dwi.eko.waluyo@dsn.dinus.ac.id^{2*}

ABSTRACT.

This study aims to analyze and compare the performance of stock portfolio optimization using the Markowitz model and Genetic Algorithm (GA) in the Indian stock market. The research is motivated by the high volatility of the Indian stock market and the limitations of the mean-variance approach in dealing with dynamic market conditions. This study uses the foundation of Modern Portfolio Theory (MPT), the concept of efficient frontier, and evaluation of portfolio performance through Sharpe, Sortino, and Omega ratios. The research method used is a comparative quantitative approach with secondary data in the form of stocks that are members of the Nifty 50 and S&P BSE TASI Shariah 50 indices for the period January 1, 2022 to October 30, 2025. Data processing is done using Python with the help of statistics and optimization libraries. The results show that the combined portfolio produces the best performance with an expected return of 2.71%, risk of 0.0421, Sharpe Ratio of 0.6423, Sortino Ratio of 1.6096, and Omega Ratio of 5.0821. Markowitz's model generally results in a slightly more optimal efficient frontier than GA, although GA still exhibits competitive and flexible performance in handling complex optimizations. This study concludes that diversification across stock groups is able to increase risk-return efficiency and provide alternative investment strategies according to the investor's risk profile.

Keywords : *Modern Portfolio Theory, Markowitz, Genetic Algorithm, Efficient Frontier, Portfolio Optimization*

ABSTRAK.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja optimasi portofolio saham menggunakan model Markowitz dan Genetic Algorithm (GA) pada pasar saham India. Penelitian dilatarbelakangi oleh tingginya volatilitas pasar saham India serta keterbatasan pendekatan mean-variance dalam menghadapi kondisi pasar yang dinamis. Kajian ini menggunakan landasan Modern Portfolio Theory (MPT), konsep efficient frontier, serta evaluasi kinerja portofolio melalui rasio Sharpe, Sortino, dan Omega. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif komparatif dengan data sekunder berupa saham yang tergabung dalam indeks Nifty 50 dan S&P BSE TASI Shariah 50 periode 1 Januari 2022 hingga 30 Oktober 2025. Pengolahan data dilakukan menggunakan Python dengan bantuan library statistik dan optimasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa portofolio gabungan menghasilkan performa terbaik dengan expected return sebesar 2,71%, risiko 0,0421, Sharpe Ratio 0,6423, Sortino Ratio 1,6096, dan Omega Ratio 5,0821. Model Markowitz secara umum menghasilkan efficient frontier yang sedikit lebih optimal dibandingkan GA, meskipun GA tetap menunjukkan performa yang kompetitif dan fleksibel dalam menangani optimasi kompleks. Penelitian ini menyimpulkan bahwa diversifikasi lintas kelompok saham

mampu meningkatkan efisiensi risiko–return serta memberikan alternatif strategi investasi sesuai profil risiko investor.

Kata kunci : *Modern Portfolio Theory, Markowitz, Genetic Algorithm, Efficient Frontier, Optimasi Portofolio*

PENDAHULUAN

Pengelolaan portofolio saham yang mampu menyeimbangkan antara tingkat pengembalian dan risiko merupakan isu sentral dalam keuangan modern. Sejak diperkenalkannya *Modern Portfolio Theory* oleh Markowitz tahun 1952, pendekatan optimasi berbasis *mean–variance* telah menjadi fondasi utama dalam pengambilan keputusan investasi, dengan tujuan membentuk portofolio efisien yang memaksimalkan return pada tingkat risiko tertentu atau meminimalkan risiko pada tingkat return tertentu (Halim & Yuliati, 2020). Meskipun demikian, meningkatnya kompleksitas pasar keuangan global dan tingginya ketidakpastian ekonomi memunculkan pertanyaan mengenai kecukupan model klasik tersebut dalam menjelaskan dinamika pasar saham kontemporer (John, 2022).

India sebagai salah satu negara dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi di dunia menunjukkan perkembangan yang pesat pada sektor pasar modal, yang ditandai oleh peningkatan aktivitas perdagangan saham serta bertambahnya arus investasi asing secara berkelanjutan (S&P Global, 2024). Kapitalisasi pasar National Stock Exchange (NSE) mencapai sekitar USD 5,13 triliun pada akhir 2024, dengan lebih dari 2.600 perusahaan tercatat, serta peningkatan signifikan jumlah investor ritel yang melampaui 10,9 juta akun (ANI, 2025). Indeks utama seperti Nifty 50 dan BSE Sensex bahkan mencatatkan level tertinggi baru pada 2025, mencerminkan optimisme pasar sekaligus potensi risiko koreksi yang tidak dapat diabaikan (Bharath Rajeswaran, 2025). Di balik capaian tersebut, volatilitas historis Nifty 50 yang berada pada kisaran 11–14 persen dalam periode 2022–2024 menunjukkan bahwa pasar saham India tetap berada dalam kondisi yang bergejolak, dengan banyak saham mengalami koreksi tajam meskipun indeks utama mendekati rekor tertinggi (Nikhil Agarwal, 2025).

Kondisi pasar yang volatil ini menggaris bawahi keterbatasan model Markowitz yang bergantung pada asumsi distribusi return mendekati normal dan sensitif terhadap kesalahan estimasi kovarians, sehingga berpotensi menghasilkan portofolio yang kurang stabil dalam situasi pasar ekstrem. Oleh karena itu, berbagai penelitian mutakhir mengusulkan pendekatan optimasi alternatif yang lebih fleksibel dan robust, salah satunya melalui pemanfaatan *Genetic Algorithm* (GA). GA merupakan metode heuristik berbasis evolusi yang mampu menangani permasalahan optimasi nonlinier, nonkonveks, dan berbatasan kompleks tanpa memerlukan asumsi distribusi tertentu (T. J. Chang et al., 2009). Sejumlah studi menunjukkan bahwa GA dapat menghasilkan solusi portofolio yang kompetitif, khususnya ketika model diperluas dengan kendala tambahan dan fungsi tujuan berbasis rasio risiko–return (Sefiane & Benbouziane, 2012a).

Dalam konteks pasar saham India, keberadaan segmen konvensional dan

syariah menambah dimensi kompleksitas dalam optimasi portofolio. Indeks Nifty 50 merepresentasikan saham konvensional, sementara S&P BSE TASI Syariah 50 terdiri atas saham-saham yang telah disaring berdasarkan prinsip syariah, sehingga memiliki komposisi sektoral dan profil risiko–return yang berbeda. Perbedaan ini membuka peluang untuk membentuk portofolio konvensional, portofolio syariah, serta portofolio irisan yang memenuhi kedua kriteria. Namun demikian, penelitian yang secara sistematis membandingkan kinerja optimasi portofolio menggunakan model Markowitz dan Genetic Algorithm pada ketiga kelompok portofolio tersebut di pasar saham India masih relatif terbatas (Bedoui & Benkraiem, 2023).

Berdasarkan celah penelitian tersebut, studi ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja optimasi portofolio saham di India yang dihasilkan oleh model Markowitz dan Genetic Algorithm, dengan menggunakan data saham yang tergabung dalam indeks Nifty 50 dan S&P BSE TASI Syariah 50 pada periode 1 Januari 2022 hingga 30 Oktober 2025. Penelitian ini menyusun dan mengevaluasi *efficient frontier* untuk portofolio konvensional, portofolio syariah, dan portofolio irisan, sehingga dapat memberikan gambaran empiris mengenai perbedaan profil risiko–return yang dihasilkan kedua metode optimasi pada masing-masing segmen pasar (Solimanpur Maghsoud et al., 2015). Temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai optimasi portofolio serta memberikan implikasi praktis bagi investor dan pengelola portofolio dalam menghadapi dinamika pasar saham India yang volatil dan tersegmentasi (John, 2022; Nahari, 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengolahan dan analisis data numerik berupa return dan risiko saham yang dianalisis secara objektif dan statistik. Sementara itu, metode komparatif digunakan untuk membandingkan kinerja optimasi portofolio antara model Markowitz dan Genetic Algorithm pada kelompok saham konvensional, syariah, irisan, dan gabungan berdasarkan indikator expected return, risiko, Sharpe Ratio, Sortino Ratio, serta Omega Ratio (Creswell, 2017). Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode mana yang lebih optimal dalam menghasilkan portofolio dengan kombinasi return dan risiko terbaik, serta untuk melihat perbedaan karakteristik hasil dari masing-masing metode dalam kondisi pasar yang sama (T.-J. Chang et al., 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji serta membandingkan kinerja optimasi portofolio saham dengan menggunakan Model Markowitz dan Genetic Algorithm (GA) pada pasar saham India. Analisis dilakukan terhadap empat jenis portofolio, yaitu portofolio konvensional, syariah, irisan, dan gabungan dengan memanfaatkan data saham selama periode 1 Januari 2022 hingga 30 Oktober 2025.

Dari proses seleksi data, diperoleh 93 saham yang memenuhi kriteria kelengkapan data, kemudian dikelompokkan ke dalam kategori saham konvensional,

syariah, dan irisan. Setelah dilakukan penyaringan lanjutan menggunakan nilai Coefficient of Variation (CV), terpilih sejumlah saham yang selanjutnya digunakan dalam pembentukan portofolio. Proses optimasi portofolio dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu Model Markowitz berbasis mean-variance dan Genetic Algorithm sebagai metode optimasi berbasis evolusi. Masing-masing metode menghasilkan komposisi bobot aset yang berbeda, yang kemudian digunakan untuk menghitung tingkat return ekspektasian dan risiko portofolio.

Evaluasi kinerja portofolio dilakukan menggunakan pendekatan efficient frontier serta beberapa ukuran kinerja, yaitu Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio. Efficient frontier digunakan untuk menggambarkan hubungan antara risiko dan return, sedangkan rasio kinerja digunakan untuk mengevaluasi kemampuan portofolio dalam menghasilkan return terhadap tingkat risiko yang ditanggung. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan karakteristik portofolio yang dihasilkan oleh kedua metode optimasi pada masing-masing kelompok saham. Perbedaan tersebut tercermin dari variasi tingkat return, risiko, serta posisi portofolio pada kurva efficient frontier.

Uji Normalitas Return Saham

Sebelum dilakukan pembentukan portofolio optimal, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap data return saham yang digunakan dalam penelitian. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui karakteristik distribusi return saham pada masing-masing kelompok penelitian, yaitu kelompok konvensional, syariah, dan irisan. Informasi mengenai distribusi data diperlukan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik statistik return saham yang digunakan sebagai dasar dalam proses optimasi portofolio serta untuk mendukung interpretasi hasil penelitian secara lebih komprehensif (SHAPIRO & WILK, 1965).

Pengujian normalitas dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk dengan tingkat signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 0,05$). Metode Shapiro-Wilk dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi penyimpangan distribusi normal, terutama pada ukuran sampel kecil hingga menengah. Dalam penelitian ini, data dinyatakan berdistribusi normal apabila memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05, sedangkan data dinyatakan tidak berdistribusi normal apabila memiliki nilai p-value lebih kecil dari 0,05.

Pengujian normalitas dilakukan terhadap return bulanan saham yang telah lolos proses seleksi menggunakan Coefficient of Variation (CV). Hasil pengujian digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik distribusi return pada masing-masing kelompok saham sebelum dilakukan proses pembentukan portofolio. Dalam praktiknya, return saham tidak selalu mengikuti distribusi normal secara sempurna karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti volatilitas pasar, kondisi ekonomi, sentimen investor, maupun peristiwa-peristiwa yang terjadi di pasar keuangan (Cont, 2001).

Meskipun demikian, keberadaan data yang tidak sepenuhnya berdistribusi normal tidak menjadi kendala utama dalam penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan

salah satu metode optimasi yang digunakan, yaitu Genetic Algorithm, merupakan metode optimasi berbasis evolusi yang tidak mensyaratkan asumsi distribusi tertentu pada data. Dengan demikian, proses optimasi tetap dapat dilakukan meskipun terdapat saham yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Selain itu, tujuan utama penelitian ini bukan untuk melakukan pengujian inferensial parametrik, melainkan untuk membentuk dan membandingkan kinerja portofolio optimal menggunakan Model Markowitz dan Genetic Algorithm. Hasil uji normalitas untuk masing-masing kelompok saham disajikan berikut :

Uji Normalitas Return Saham Konvensional

Sebelum dilakukan pembentukan portofolio optimal, dilakukan uji normalitas terhadap data return bulanan saham konvensional menggunakan metode Shapiro-Wilk. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data return saham mengikuti distribusi normal atau tidak. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

H_0 : Data return saham berdistribusi normal.

H_1 : Data return saham tidak berdistribusi normal.

Kriteria pengambilan keputusan ditentukan berdasarkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 5% ($\alpha = 0,05$). Jika nilai p-value lebih besar dari 0,05 maka data dinyatakan berdistribusi normal, sedangkan jika nilai p-value lebih kecil dari 0,05 maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Return Bulanan Saham Konvensional

Saham	Statistik Shapiro-Wilk	p-value	Keputusan
BEL.NS	0,949467	0,04849	Tidak Normal
M&M.NS	0,977294	0,51428	Normal
COALINDIA.NS	0,952651	0,06403	Normal
IOC.NS	0,979841	0,61332	Normal
BRITANNIA.NS	0,987002	0,88841	Normal
BPCL.NS	0,971505	0,32797	Normal
APOLLOHOSP.NS	0,976863	0,49839	Normal
ADANIENT.NS	0,906465	0,00152	Tidak Normal

Sumber : Hasil pengolahan data menggunakan Python (2025)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa enam dari delapan saham konvensional memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga dinyatakan berdistribusi normal. Sementara itu, saham BEL.NS dan ADANIENT.NS memiliki nilai p-value masing-masing sebesar 0,048491 dan 0,001515 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga dinyatakan tidak berdistribusi normal.

Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar saham konvensional memiliki distribusi return yang mendekati normal. Namun demikian, masih terdapat beberapa saham yang menunjukkan penyimpangan dari

distribusi normal. Kondisi ini merupakan fenomena yang umum ditemukan pada data pasar modal karena return saham dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi, kondisi pasar, sentimen investor, serta peristiwa-peristiwa tertentu yang dapat menyebabkan volatilitas tinggi dan distribusi return yang tidak simetris.

Meskipun terdapat saham yang tidak berdistribusi normal, seluruh saham tetap digunakan dalam penelitian. Keputusan ini didasarkan pada tujuan penelitian yang berfokus pada pembentukan portofolio optimal menggunakan Model Markowitz dan Genetic Algorithm. Selain itu, saham-saham tersebut telah memenuhi kriteria seleksi awal berdasarkan nilai Coefficient of Variation (CV) sehingga tetap dianggap layak untuk dimasukkan dalam proses optimasi portofolio.

Keberadaan data yang tidak sepenuhnya berdistribusi normal juga menjadi salah satu alasan relevan digunakannya Genetic Algorithm dalam penelitian ini. Berbeda dengan pendekatan statistik parametrik yang umumnya mensyaratkan asumsi normalitas, Genetic Algorithm merupakan metode optimasi berbasis evolusi yang tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu pada data. Oleh karena itu, metode ini tetap mampu menghasilkan solusi portofolio optimal meskipun sebagian data return saham tidak memenuhi asumsi normalitas.

Dengan demikian, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa mayoritas saham konvensional berdistribusi normal, sedangkan sebagian kecil saham tidak berdistribusi normal. Kondisi tersebut tidak menghambat proses optimasi portofolio dan justru mendukung penggunaan Genetic Algorithm sebagai metode optimasi yang lebih fleksibel terhadap karakteristik data pasar modal yang kompleks.

Uji Normalitas Return Saham Syariah

Uji normalitas return saham syariah dilakukan menggunakan prosedur yang sama seperti pada kelompok saham konvensional, yaitu dengan metode Shapiro-Wilk pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Return Bulanan Saham Syariah

Saham	Statistik Shapiro-Wilk	p-value	Keputusan
PFC.NS	0.966599	0.217047	Normal
MRF.NS	0.976600	0.488824	Normal
SIEMENS.NS	0.977316	0.515103	Normal
GAIL.NS	0.983937	0.779149	Normal
ICICIGI.NS	0.980249	0.629779	Normal
AMBUJACEM.NS	0.960398	0.126496	Normal
VEDL.NS	0.909320	0.001872	Tidak Normal
SRF.NS	0.966985	0.224368	Normal

Sumber : Hasil pengolahan data menggunakan Python (2025)

Berdasarkan hasil pengujian, tujuh dari delapan saham syariah memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga dinyatakan berdistribusi normal. Sementara itu, saham VEDL.NS memiliki nilai p-value sebesar 0,001872 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga dinyatakan tidak berdistribusi normal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

mayoritas saham syariah memiliki distribusi return yang mendekati normal. Meskipun terdapat satu saham yang tidak berdistribusi normal, saham tersebut tetap digunakan dalam penelitian karena telah memenuhi kriteria seleksi awal berdasarkan Coefficient of Variation (CV). Selain itu, Genetic Algorithm yang digunakan dalam penelitian tidak mensyaratkan asumsi normalitas data sehingga proses optimasi portofolio tetap dapat dilakukan secara efektif.

Uji Normalitas Return Saham Irian

Uji normalitas return saham irisan dilakukan menggunakan prosedur yang sama seperti pada kelompok saham konvensional dan syariah, yaitu dengan metode Shapiro-Wilk pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Return Bulanan Saham Irian

Saham	Statistik Shapiro-Wilk	p-value	Keputusan
BHARTIARTL.NS	0,945162	0,033404	Tidak Normal
BAJAJ-AUTO.NS	0,961363	0,137677	Normal
NTPC.NS	0,970601	0,304418	Normal
EICHERMOT.NS	0,968535	0,256038	Normal
SUNPHARMA.NS	0,958012	0,102562	Normal
MARUTI.NS	0,98299	0,741491	Normal
ITC.NS	0,968784	0,261485	Normal
HEROMOTOCO.NS	0,982958	0,740203	Normal

Sumber : Hasil pengolahan data menggunakan Python (2025)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa tujuh dari delapan saham irisan memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga dinyatakan berdistribusi normal. Sementara itu, saham BHARTIARTL.NS memiliki nilai p-value sebesar 0,033404 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga dinyatakan tidak berdistribusi normal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas saham irisan memiliki distribusi return yang mendekati normal. Namun demikian, terdapat satu saham yang menunjukkan penyimpangan dari distribusi normal. Kondisi ini merupakan fenomena yang umum terjadi pada data pasar modal karena return saham dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi, perubahan kondisi pasar, sentimen investor, serta volatilitas harga yang dapat menyebabkan distribusi return tidak sepenuhnya mengikuti distribusi normal.

Meskipun terdapat saham yang tidak berdistribusi normal, seluruh saham tetap digunakan dalam penelitian. Keputusan ini didasarkan pada tujuan penelitian yang berfokus pada pembentukan portofolio optimal menggunakan Model Markowitz dan Genetic Algorithm. Selain itu, saham-saham tersebut telah memenuhi kriteria seleksi awal berdasarkan nilai Coefficient of Variation (CV) sehingga tetap layak untuk dimasukkan ke dalam proses optimasi portofolio.

Keberadaan data yang tidak sepenuhnya berdistribusi normal juga mendukung penggunaan Genetic Algorithm sebagai metode optimasi dalam penelitian ini. Genetic Algorithm merupakan metode optimasi berbasis evolusi yang

tidak mensyaratkan asumsi distribusi tertentu pada data, sehingga tetap mampu menghasilkan solusi portofolio optimal meskipun sebagian data return saham tidak memenuhi asumsi normalitas.

Dengan demikian, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa sebagian besar saham irisan berdistribusi normal, sedangkan hanya satu saham yang tidak berdistribusi normal. Kondisi tersebut tidak menghambat proses pembentukan portofolio optimal dan menunjukkan bahwa Genetic Algorithm merupakan pendekatan yang fleksibel dalam menghadapi karakteristik data pasar modal yang tidak selalu memenuhi asumsi normalitas secara sempurna.

Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Antar Kelompok Portofolio.

Berdasarkan hasil uji normalitas yang telah dilakukan, mayoritas saham pada kelompok konvensional, syariah, dan irisan menunjukkan distribusi return bulanan yang normal. Kelompok syariah dan irisan memiliki tingkat normalitas yang relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional, yang ditunjukkan oleh lebih banyaknya saham yang memenuhi asumsi normalitas. Meskipun demikian, pada setiap kelompok masih ditemukan beberapa saham yang tidak berdistribusi normal. Temuan ini mengindikasikan bahwa karakteristik return saham pada pasar modal tidak selalu mengikuti distribusi normal secara sempurna. Kondisi tersebut merupakan hal yang umum terjadi mengingat return saham dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti volatilitas pasar, sentimen investor, kondisi ekonomi, serta peristiwa-peristiwa yang dapat memengaruhi pergerakan harga saham. Oleh karena itu, penggunaan Genetic Algorithm dalam penelitian ini tetap relevan karena metode tersebut tidak mensyaratkan asumsi normalitas data dan tetap mampu menghasilkan solusi portofolio yang optimal meskipun sebagian data return menunjukkan penyimpangan dari distribusi normal.

Kelompok Konvensional

Tabel 4. Komposisi Optimal Saham Kelompok Konvensional

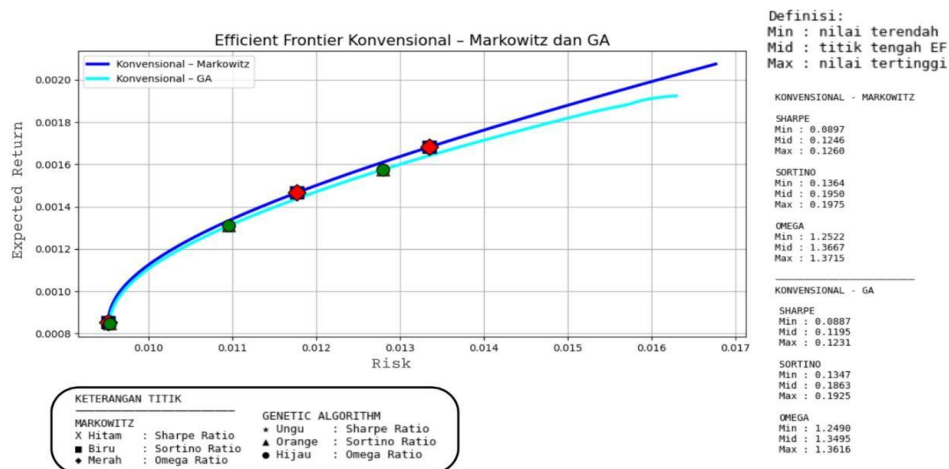
	Maximum Expected Return <- ->Minimum Variance									
	Weight									
BEL.NS	100,00 %	70,00 %	54,37 %	43,21 %	32,53 %	32,53 %	20,97 %	17,01 %	8,29%	0,00%
M&M.NS	0,00%	30,00 %	34,23 %	33,85 %	34,22 %	34,22 %	36,03 %	26,24 %	23,74 %	20,52 %
COALINDIA.NS	0,00%	0,00%	9,64%	14,13 %	15,08 %	15,08 %	15,79 %	18,69 %	20,16 %	21,30 %
IOC.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
BRITANNIA.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,96	20,68	26,46

								%	%	%
BPCL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
APOLLOHOSP.NS	0,00%	0,00%	1,76%	8,81%	18,17	18,17	27,20	23,11	27,12	31,01
					%	%	%	%	%	%
ADANIENT.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%
Expected Return	4,39%	4,09%	3,79%	3,49%	3,19%	3,19%	2,89%	2,59%	2,29%	1,99%
Standard Deviation	9,18%	7,90%	7,11%	6,42%	5,80%	5,80%	5,28%	4,95%	4,69%	4,57%
Coefficient of Variation (CV)	2,0906	1,9294	1,8756	1,8388	1,8156	1,8156	1,8256	1,9106	2,0456	2,2964
Sharpe	0,4783	0,5183	0,5332	0,5438	0,5508	0,5508	0,5478	0,5234	0,4888	0,4355
Sortino	1,0236	1,1518	1,2016	1,2383	1,2625	1,2625	1,2520	1,1687	1,0565	0,8955
Omega	3,3382	3,6965	3,8395	3,9458	4,0167	4,0167	3,9859	3,7449	3,4289	2,9934
	15357	34403	311	45472	43301	43301	36183	34812	31155	04604

Sumber: Data diolah penulis menggunakan Python (2025)

Tabel di atas menampilkan saham-saham konvensional terpilih dari indeks Nifty 50 yang digunakan dalam pembentukan portofolio penelitian ini. Pemilihan saham dilakukan berdasarkan ketersediaan data dan nilai Coefficient of Variation (CV), sehingga saham yang terpilih memiliki tingkat risiko relatif lebih rendah dan pergerakan return yang lebih stabil. Hasil analisis menunjukkan adanya trade-off antara risiko dan return, dimana portofolio Maximum Expected Return menghasilkan return tertinggi sebesar 4,39% dengan risiko 9,18% dan didominasi oleh saham BEL.NS dengan bobot 100%. Sementara itu, pendekatan Minimum Variance menghasilkan tingkat risiko yang lebih rendah dengan Standard Deviation berkisar antara 2,29% hingga 4,69% melalui alokasi portofolio yang lebih terdiversifikasi. Selain itu, nilai Sharpe Ratio yang berada pada kisaran 0,4355–0,5508, Sortino Ratio sebesar 0,8955–1,2625, serta Omega Ratio yang relatif tinggi menunjukkan bahwa portofolio memiliki performa yang cukup baik setelah disesuaikan dengan tingkat risiko. Dalam konteks penelitian ini, hasil tersebut memperlihatkan bahwa Genetic Algorithm mampu menghasilkan solusi optimasi portofolio yang kompetitif dan menyesuaikan dengan preferensi risiko investor yang berbeda. Temuan ini juga mendukung konsep efficient frontier dalam Modern Portfolio Theory yang menyatakan bahwa peningkatan return umumnya diikuti oleh peningkatan risiko.

Gambar 1. Efficient Frontier Konvensional Genetic Algorithm Markowitz



Sumber: Hasil pengolahan data saham menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm dengan bantuan Python (2025)

Model Markowitz konvensional (garis biru tua) dan Genetic Algorithm/GA (garis biru muda atau cyan) dalam mengoptimasi portofolio berdasarkan hubungan antara risiko atau volatilitas (sumbu X) dan expected return (sumbu Y). Kedua kurva membentuk pola efficient frontier yang cembung ke atas, yang menunjukkan adanya hubungan trade-off antara risiko dan imbal hasil, di mana peningkatan expected return akan diikuti oleh kenaikan tingkat risiko portofolio. Titik-titik pada grafik merepresentasikan portofolio optimal berdasarkan tiga indikator performa, yaitu Sharpe Ratio, Sortino Ratio, serta Omega Ratio.

Berdasarkan hasil perhitungan, Model Markowitz menghasilkan Sharpe Ratio berkisar antara 0,0897 hingga 0,1260 dengan nilai tengah sebesar 0,1246, Sortino Ratio antara 0,1364 hingga

0,1975 dengan nilai tengah 0,1950, serta Omega Ratio antara 1,2522 hingga 1,3715 dengan nilai tengah 1,3667. Sementara itu, Genetic Algorithm juga menghasilkan rentang nilai yang relatif serupa, yaitu Sharpe Ratio antara 0,0897–0,1260, Sortino Ratio antara 0,1364–0,1975, dan Omega Ratio antara 1,2522–1,3715. Meskipun demikian, kurva Efficient Frontier Model Markowitz terlihat berada sedikit di atas kurva GA pada sebagian besar tingkat volatilitas. Hal ini menunjukkan bahwa Model Markowitz cenderung mampu menghasilkan expected return yang lebih tinggi pada tingkat risiko yang sama.

Jika dibandingkan secara keseluruhan, model Markowitz menunjukkan nilai rasio kinerja yang sedikit lebih tinggi pada beberapa titik, terutama pada nilai maksimum Sharpe, Sortino, dan Omega. Hal ini menunjukkan bahwa, berdasarkan data yang digunakan, model Markowitz masih mampu menghasilkan portofolio yang sedikit lebih optimal dibandingkan Genetic Algorithm. Namun demikian, selisih kinerja tersebut tidak terlalu besar, sehingga keduanya dapat dianggap memiliki performa yang relatif sebanding.

Di sisi lain, GA memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas dalam pembentukan portofolio, yang tercermin dari kurva efficient frontier yang lebih stabil dan adaptif. Hal ini menunjukkan bahwa GA berpotensi menjadi alternatif yang efektif, terutama dalam kondisi pasar yang lebih kompleks atau ketika terdapat berbagai kendala dalam proses optimasi. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa baik model Markowitz maupun Genetic Algorithm mampu menghasilkan portofolio yang efisien pada saham konvensional, dengan perbedaan kinerja yang relatif kecil. Oleh karena itu, pemilihan metode optimasi sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan analisis, karakteristik data, serta tingkat kompleksitas permasalahan yang dihadapi.

Kelompok Syariah

Tabel 5. Komposisi Optimal Saham Kelompok Syariah

	Maximum Expected Return <- ->Minimum Variance									
	Weight									
PFC.NS	100,00 %	82,31 %	65,22 %	48,18 %	39,30 %	39,30 %	29,37 %	18,70 %	10,89 %	0,80%
MRF.NS	0,00%	4,79%	14,73 %	25,14 %	24,76 %	24,76 %	24,34 %	25,47 %	20,89 %	18,99 %
SIEMENS.NS	0,00%	12,90 %	20,06 %	26,68 %	26,01 %	26,01 %	25,41 %	27,62 %	23,40 %	24,58 %
GAIL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,38%
ICICIGI.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,05 %	15,59 %
AMBUJACEM.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,72%	3,58%	8,81%	8,93%
VEDL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	1,05%
SRF.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,93%	9,93%	16,15 %	24,63 %	24,84 %	29,69 %
Expected Return	3,74%	3,46%	3,18%	2,90%	2,62%	2,62%	2,34%	2,06%	1,78%	1,50%
Standard Deviation	10,68 %	9,36%	8,17%	7,15%	6,31%	6,31%	5,61%	5,08%	4,79%	4,69%
Coefficient of Variation (CV)	2,8548	2,7027	2,5683	2,4662	2,4082	2,4082	2,3982	2,4636	2,6931	3,1281
Sharpe	0,3503	0,3700	0,3894	0,4055	0,4153	0,4153	0,4170	0,4059	0,3713	0,3197
Sortino	0,6665	0,7167	0,7675	0,8111	0,8382	0,8382	0,8430	0,8123	0,7201	0,5919
Omega	2,4123 10239	2,5356 16709	2,6630 43697	2,7740 68264	2,8437 30612	2,8437 30612	2,8562 17486	2,7770 903	2,5441 11264	2,2328 26781

Sumber: Data diolah penulis menggunakan Python (2025)

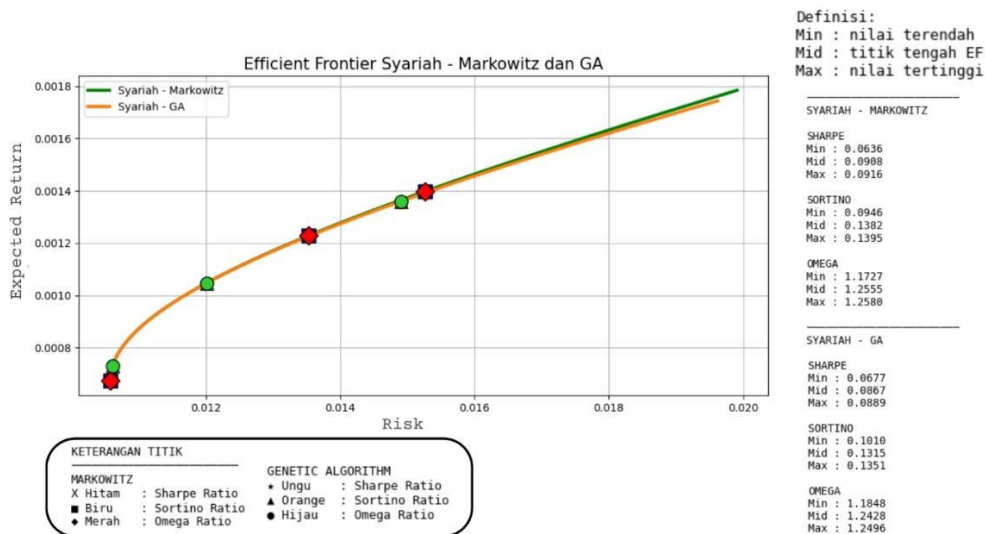
Tabel di atas menunjukkan hasil optimasi portofolio pada kelompok saham syariah yang berasal dari indeks saham S&P BSE Tasis Syariah 50, berdasarkan data

return bulanan selama periode penelitian. Komposisi portofolio mengalami perubahan secara bertahap dari portofolio yang berorientasi pada return maksimum menuju portofolio dengan risiko minimum. Pada portofolio dengan Maximum Expected Return, seluruh dana investasi dialokasikan pada saham PFC.NS sehingga menghasilkan expected return tertinggi sebesar 3,74% dengan tingkat risiko sebesar 10,68%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa potensi keuntungan yang lebih tinggi umumnya diikuti oleh peningkatan risiko investasi.

Seiring meningkatnya tingkat diversifikasi, komposisi portofolio menjadi lebih tersebar pada beberapa saham, terutama MRF.NS, SIEMENS.NS, ICICIGI.NS, dan SRF.NS. Perubahan komposisi tersebut menyebabkan risiko portofolio menurun secara bertahap hingga mencapai 4,69% pada portofolio minimum variance. Namun demikian, penurunan risiko tersebut juga diikuti oleh menurunnya expected return menjadi 1,50%. Berdasarkan nilai Coefficient of Variation (CV), portofolio yang memiliki tingkat efisiensi terbaik berada pada portofolio dengan expected return sebesar 2,34% dan standard deviation sebesar 5,61%, yang menghasilkan nilai CV terendah sebesar 2,3982. Hasil tersebut menunjukkan bahwa portofolio mampu memberikan keseimbangan yang lebih baik antara tingkat pengembalian dan risiko yang ditanggung.

Temuan tersebut diperkuat oleh hasil evaluasi menggunakan Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio. Ketiga indikator tersebut mencapai nilai tertinggi pada portofolio yang sama, yaitu masing-masing sebesar 0,4170, 0,8430, dan 2,8562. Kondisi ini mengindikasikan bahwa portofolio tersebut memberikan kinerja yang relatif lebih baik dibandingkan kombinasi portofolio lainnya dalam kelompok saham syariah. Secara keseluruhan, hasil optimasi menunjukkan bahwa diversifikasi mampu menurunkan risiko portofolio secara signifikan meskipun diikuti oleh penurunan expected return. Berdasarkan seluruh indikator kinerja yang digunakan, portofolio dengan expected return 2,34% dan standard deviation 5,61% dapat dianggap sebagai portofolio yang paling optimal pada kelompok saham syariah karena mampu menghasilkan keseimbangan yang lebih baik antara return dan risiko.

Gambar 2. Efficient Frontier Syariah Genetic Algorithm Markowitz



Sumber: Hasil pengolahan data saham menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm dengan bantuan Python (2025)

Gambar di atas memperlihatkan perbandingan efficient frontier pada portofolio saham syariah yang berasal dari indeks S&P BSE TESIS Syariah 50, yang dioptimalkan menggunakan metode Genetic Algorithm (GA) dan Markowitz. Efficient frontier ini menunjukkan hubungan antara tingkat risiko (volatilitas) dan return ekspektasian dari portofolio yang dihasilkan. Pada grafik Genetic Algorithm, kurva efficient frontier menunjukkan hubungan positif antara risiko dan return, di mana peningkatan risiko diikuti oleh kenaikan return. Nilai rasio Sharpe pada metode ini berada dalam rentang 0,0677 hingga 0,0889, rasio Sortino berkisar antara 0,1010 hingga 0,1351, dan rasio Omega antara 1,1848 hingga 1,2496. Hal ini mengindikasikan bahwa portofolio yang dihasilkan mampu memberikan return yang baik dengan tingkat risiko yang terkendali.

Sementara itu, pada grafik yang menggunakan model Markowitz, pola efficient frontier juga menunjukkan hubungan serupa antara risiko dan return. Nilai rasio Sharpe berada pada kisaran 0,0636 hingga 0,0916, rasio Sortino antara 0,0946 hingga 0,1395, serta rasio Omega antara 1,1727 hingga 1,2580. Hasil ini menunjukkan bahwa model Markowitz juga mampu menghasilkan portofolio yang efisien pada saham syariah. Jika dibandingkan, kedua metode menunjukkan kinerja yang relatif seimbang. Genetic Algorithm memiliki keunggulan pada nilai minimum rasio Sharpe serta kestabilan awal portofolio, sedangkan model Markowitz menunjukkan nilai maksimum rasio yang sedikit lebih tinggi, terutama pada rasio Sharpe dan Omega.

Kelompok Irisan (Terindeks Keduanya)

Tabel 6. Komposisi Optimal Saham Kelompok Irisan

	Maximum Expected Return <- ->Minimum Variance									
	Weight									
BHARTIARTL.NS	100,00 %	45,08 %	46,41 %	42,54 %	39,44 %	39,44 %	36,00 %	21,66 %	19,46 %	25,25 %
BAJAJ-AUTO.NS	0,00%	22,05 %	7,41%	4,94%	2,34%	2,34%	0,00%	4,71%	0,81%	0,00%
NTPC.NS	0,00%	4,25%	10,55 %	8,63%	7,47%	7,47%	6,48%	10,47 %	8,77%	0,30%
EICHERMOT.NS	0,00%	28,62 %	24,82 %	22,90 %	19,65 %	19,65 %	16,38 %	14,37 %	11,66 %	3,22%
SUNPHARMA.NS	0,00%	0,00%	5,43%	7,34%	9,22%	9,22%	11,12 %	15,48 %	17,77 %	14,83 %
MARUTI.NS	0,00%	0,00%	4,44%	9,17%	13,13 %	13,13 %	16,97 %	15,84 %	19,54 %	29,97 %
ITC.NS	0,00%	0,00%	0,93%	4,48%	8,76%	8,76%	13,03 %	17,47 %	22,00 %	25,71 %
HEROMOTOCO.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,73%
Expected Return	2,49%	2,41%	2,34%	2,26%	2,19%	2,19%	2,11%	2,03%	1,96%	1,88%
Standard Deviation	5,52%	4,75%	4,46%	4,28%	4,12%	4,12%	3,98%	3,97%	3,89%	3,80%
Coefficient of Variation (CV)	2,2198	1,9683	1,9092	1,8922	1,8837	1,8837	1,8883	1,9496	1,9874	2,0162
Sharpe	0,4505	0,5080	0,5238	0,5285	0,5309	0,5309	0,5296	0,5129	0,5032	0,4960
Sortino	0,9393	1,1181	1,1700	1,1858	1,1939	1,1939	1,1896	1,1340	1,1022	1,0792
Omega	3,1098 85421	3,6010 0554	3,7486 97893	3,7939 7659	3,8172 7441	3,8172 7441	3,8047 32361	3,6461 14535	3,5564 39882	3,4919 1395

Sumber: Data diolah penulis menggunakan Python (2025)

Tabel di atas menyajikan hasil optimasi portofolio pada kelompok saham irisan yang dihitung menggunakan data return bulanan selama periode penelitian. Kelompok saham irisan terdiri atas saham-saham yang termasuk dalam kategori saham konvensional dan saham syariah, sehingga saham yang digunakan dalam pembentukan portofolio memiliki karakteristik yang memenuhi kedua kriteria tersebut. Hasil optimasi menunjukkan adanya perubahan komposisi bobot saham dari portofolio yang berorientasi pada tingkat pengembalian tertinggi hingga portofolio yang menitikberatkan pada minimisasi risiko.

Pada portofolio dengan Maximum Expected Return, seluruh dana investasi dialokasikan pada saham BHARTIARTL.NS. Komposisi tersebut menghasilkan

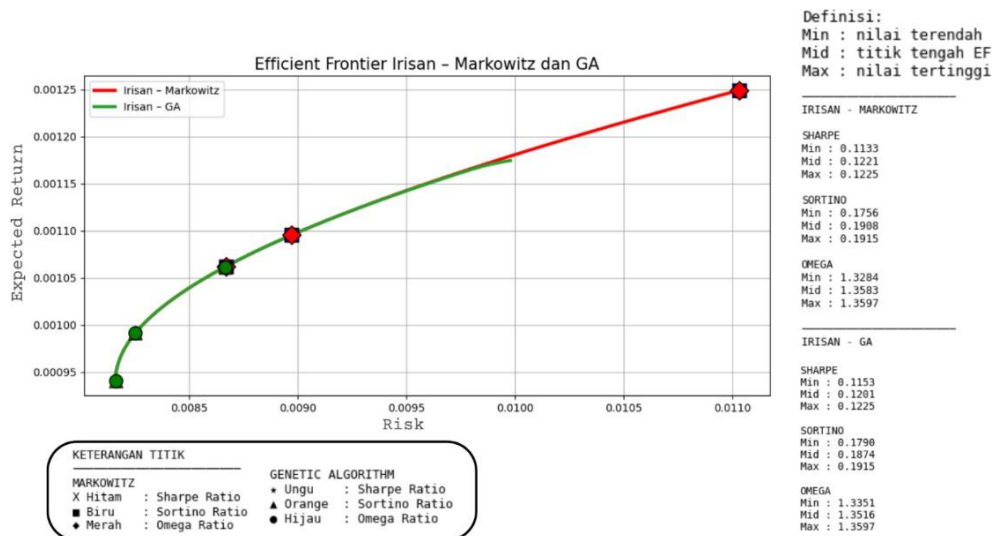
expected return sebesar 2,49% dengan tingkat risiko sebesar 5,52%. Hasil ini mengindikasikan bahwa konsentrasi investasi pada satu saham mampu memberikan potensi return yang lebih tinggi, namun disertai dengan tingkat risiko yang relatif besar. Perubahan komposisi portofolio menuju kelompok Minimum Variance menunjukkan peningkatan tingkat diversifikasi melalui penambahan proporsi investasi pada beberapa saham, seperti EICHERMOT.NS, MARUTI.NS, ITC.NS, SUNPHARMA.NS, dan NTPC.NS. Diversifikasi tersebut berkontribusi terhadap penurunan risiko portofolio secara bertahap hingga mencapai 3,80%. Di sisi lain, expected return juga mengalami penurunan dari 2,49% menjadi 1,88%. Temuan ini menunjukkan adanya hubungan timbal balik antara risiko dan return, dimana pengurangan risiko umumnya diikuti oleh berkurangnya potensi keuntungan yang dapat diperoleh investor.

Ditinjau dari nilai Coefficient of Variation (CV), portofolio yang paling efisien berada pada kombinasi portofolio dengan expected return sebesar 2,19% dan standard deviation sebesar 4,12%. Portofolio tersebut menghasilkan nilai CV terendah sebesar 1,8837, yang menunjukkan bahwa tingkat risiko yang ditanggung relatif lebih kecil dibandingkan tingkat pengembalian yang diperoleh. Dengan demikian, portofolio tersebut dapat dianggap memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan alternatif portofolio lainnya pada kelompok saham irisan.

Kinerja portofolio tersebut juga didukung oleh hasil pengukuran menggunakan Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio. Ketiga ukuran kinerja tersebut mencapai nilai maksimum pada portofolio yang sama, yaitu masing-masing sebesar 0,5309, 1,1939, dan 3,8173. Hasil ini menunjukkan bahwa portofolio tersebut mampu memberikan tingkat pengembalian yang lebih optimal terhadap risiko yang ditanggung dibandingkan kombinasi portofolio lainnya.

Secara umum, hasil optimasi memperlihatkan bahwa diversifikasi pada kelompok saham irisan mampu meningkatkan efisiensi portofolio melalui penurunan risiko yang relatif lebih besar dibandingkan penurunan return yang terjadi. Berdasarkan nilai CV, Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio, portofolio dengan expected return sebesar 2,19% dan standard deviation sebesar 4,12% dapat dianggap sebagai portofolio terbaik dalam kelompok saham irisan. Temuan ini menunjukkan bahwa saham-saham yang berada pada irisan antara kelompok konvensional dan syariah memiliki potensi untuk membentuk portofolio yang seimbang, baik dari sisi tingkat pengembalian maupun risiko investasi.

Gambar 3. Efficient Frontier Irian Genetic Algorithm Markowitz



Sumber: Hasil pengolahan data saham menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm dengan bantuan Python (2025)

Gambar di atas memperlihatkan perbandingan Efficient Frontier yang dihasilkan dari optimasi portofolio menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm (GA) pada kelompok saham irisan. Efficient Frontier menggambarkan hubungan antara tingkat risiko (volatilitas) dan expected return dari berbagai kombinasi portofolio optimal. Kedua kurva memiliki pola yang hampir serupa, sehingga menunjukkan bahwa Genetic Algorithm mampu menghasilkan solusi yang mendekati hasil optimal metode Markowitz dalam pembentukan portofolio.

Titik-titik pada kurva menunjukkan posisi rasio kinerja portofolio, yaitu Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio, pada kondisi minimum, tengah (mid), dan maksimum. Sharpe Ratio digunakan untuk mengukur tingkat return terhadap total risiko portofolio, sementara Sortino Ratio menilai return terhadap downside risk. Di sisi lain, Omega Ratio digunakan untuk membandingkan peluang return yang berada di atas threshold tertentu terhadap return yang berada di bawah threshold tersebut. Berdasarkan hasil pengujian, nilai maksimum Sharpe Ratio pada metode Markowitz sebesar 0,1225, sedangkan pada Genetic Algorithm sebesar 0,1201. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat efisiensi portofolio yang hampir sama.

Selain itu, nilai maksimum Sortino Ratio dan Omega Ratio yang dihasilkan oleh kedua metode juga menunjukkan selisih yang sangat kecil. Kondisi ini mengindikasikan bahwa Genetic Algorithm memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menghasilkan optimasi portofolio yang mendekati metode Markowitz, baik dalam aspek trade-off antara return dan risiko maupun pada performa rasio investasinya. Oleh karena itu, Genetic Algorithm dapat digunakan sebagai alternatif metode optimasi portofolio, terutama pada permasalahan dengan tingkat kompleksitas perhitungan yang tinggi.

Kelompok Gabungan

Tabel 7. Komposisi Optimal Saham Kelompok Gabungan

	Maximum Expected Return <- ->Minimum Variance									
	Weight									
BEL.NS	100,0 0%	62,92 %	45,17 %	35,80 %	27,74 %	27,74 %	20,06 %	13,57 %	6,69%	0,46%
M&M.NS	0,00%	24,40 %	29,50 %	23,12 %	15,37 %	15,37 %	11,83 %	10,44 %	6,78%	1,76%
BHARTIARTL.NS	0,00%	0,83%	17,07 %	36,22 %	38,71 %	38,71 %	31,76 %	25,51 %	20,90 %	13,12 %
BAJAJ-AUTO.NS	0,00%	0,00%	0,00%	1,74%	0,28%	0,28%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%
PFC.NS	0,00%	11,85 %	8,26%	1,45%	1,73%	1,73%	1,50%	0,00%	0,00%	0,00%
NTPC.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,30%
EICHERMOT.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SUNPHARMA.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,88%	5,08%	5,08%	9,67%	10,54 %	9,67%	7,69%
MRF.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MARUTI.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,78%	10,90 %	10,90 %	16,34 %	18,50 %	19,96 %	20,88 %
ITC.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	0,19%	8,84%	12,77 %	14,69 %	15,93 %
COALINDIA.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,39%	1,24%
HEROMOTOCO.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SIEMENS.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,45%	7,08%
IOC.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GAIL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
BRITANNIA.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%	3,62%	8,04%
BPCL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
APOLLOHOSP.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,84%	7,36%	9,46%
ICICIGI.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AMBUJACEM.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,54%
ADANIENT.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%
VEDL.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SRF.NS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,59%	8,48%	12,31 %
Expected Return	4,39%	4,06%	3,72%	3,38%	3,04%	3,04%	2,71%	2,37%	2,03%	1,69%
Standard Deviation	9,18%	7,67%	6,49%	5,52%	4,78%	4,78%	4,21%	3,85%	3,65%	3,59%

Coefficient of Variation (CV)	2,090 6	1,890 7	1,744 6	1,632 0	1,569 8	1,569 8	1,556 8	1,625 8	1,795 2	2,116 9
Sharpe	0,478 3	0,528 9	0,573 2	0,612 8	0,637 0	0,637 0	0,642 3	0,615 1	0,557 0	0,472 4
Sortino	1,023 6	1,187 2	1,342 5	1,491 5	1,588 0	1,588 0	1,609 6	1,500 5	1,284 5	1,005 3
Omega	3,338 21535 7	3,798 00797 8	4,254 01562 8	4,709 22748 4	5,013 01453 8	5,013 01453 8	5,082 07995 3	4,737 35702	4,081 49691 9	3,288 22761 6

Sumber: Data diolah penulis menggunakan Python (2025)

Tabel di atas menyajikan hasil optimasi portofolio pada kelompok saham gabungan yang terdiri atas saham-saham terpilih dari kelompok konvensional, syariah, dan irisan. Perhitungan dilakukan menggunakan data return bulanan selama periode penelitian. Hasil optimasi menunjukkan bahwa perubahan komposisi bobot saham menghasilkan variasi tingkat return dan risiko pada setiap portofolio, mulai dari portofolio yang berorientasi pada return maksimum hingga portofolio yang berorientasi pada risiko minimum.

Pada portofolio dengan Maximum Expected Return, seluruh dana investasi ditempatkan pada saham BEL.NS sehingga menghasilkan expected return tertinggi sebesar 4,39% dengan tingkat risiko sebesar 9,18%. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi investasi pada satu aset dapat memberikan potensi keuntungan yang tinggi, namun di sisi lain meningkatkan risiko yang harus ditanggung investor.

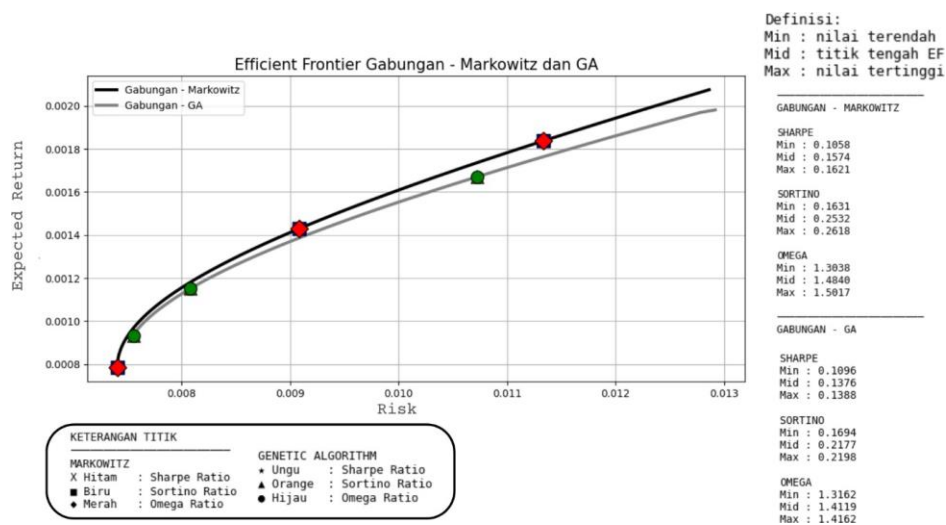
Seiring dengan meningkatnya tingkat diversifikasi, alokasi investasi mulai didistribusikan ke berbagai saham lain, seperti M&M.NS, BHARTIARTL.NS, MARUTI.NS, ITC.NS, SUNPHARMA.NS, dan SRF.NS. Diversifikasi tersebut berkontribusi terhadap penurunan risiko portofolio secara bertahap hingga mencapai 3,59% pada portofolio minimum variance. Namun demikian, penurunan risiko tersebut juga disertai dengan menurunnya expected return menjadi 1,69%. Temuan ini menunjukkan bahwa pembentukan portofolio tetap mengikuti prinsip dasar investasi, dimana pengurangan risiko umumnya diikuti oleh berkurangnya tingkat pengembalian yang diharapkan.

Apabila ditinjau berdasarkan nilai Coefficient of Variation (CV), portofolio yang paling efisien diperoleh pada kombinasi portofolio dengan expected return sebesar 2,71% dan standard deviation sebesar 4,21%. Portofolio tersebut menghasilkan nilai CV terendah sebesar 1,5568, yang mengindikasikan bahwa return yang diperoleh relatif lebih besar dibandingkan risiko yang ditanggung. Dibandingkan dengan kelompok konvensional, syariah, maupun irisan, nilai CV tersebut merupakan yang paling rendah, sehingga menunjukkan tingkat efisiensi yang lebih tinggi. Kinerja portofolio tersebut juga didukung oleh hasil pengukuran menggunakan Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio. Ketiga indikator tersebut mencapai nilai maksimum pada portofolio yang sama, yaitu masing-masing

sebesar 0,6423, 1,6096, dan 5,0821. Nilai yang lebih tinggi dibandingkan kelompok portofolio lainnya menunjukkan bahwa portofolio gabungan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menghasilkan return relatif terhadap risiko yang dihadapi investor.

Secara keseluruhan, hasil optimasi menunjukkan bahwa penggabungan saham dari berbagai kelompok mampu memberikan manfaat diversifikasi yang lebih besar dibandingkan pembentukan portofolio pada masing-masing kelompok secara terpisah. Berdasarkan seluruh ukuran kinerja yang digunakan, portofolio dengan expected return sebesar 2,71% dan standard deviation sebesar 4,21% dapat dianggap sebagai portofolio paling optimal dalam kelompok gabungan. Hal ini tercermin dari pencapaian nilai CV terendah serta Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio tertinggi. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi saham yang lebih beragam mampu meningkatkan efisiensi portofolio melalui pengurangan risiko yang lebih efektif tanpa mengorbankan potensi return secara berlebihan. Oleh karena itu, portofolio gabungan dapat dipertimbangkan sebagai alternatif investasi yang lebih menarik karena mampu menghasilkan keseimbangan yang lebih baik antara tingkat keuntungan dan risiko dibandingkan portofolio konvensional, syariah, maupun irisan.

Gambar 4. Efficient Frontier Gabungan Genetic Algorithm Markowitz



Sumber: Hasil pengolahan data saham menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm dengan bantuan Python (2025)

Gambar tersebut menampilkan perbandingan Efficient Frontier yang diperoleh dari optimasi portofolio menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm (GA) pada kelompok saham gabungan. Efficient Frontier menunjukkan kombinasi portofolio optimal yang mampu memberikan expected return tertinggi pada setiap tingkat risiko tertentu. Pada grafik, garis hitam merepresentasikan hasil optimasi metode Markowitz, sedangkan garis abu-abu menunjukkan hasil optimasi menggunakan Genetic Algorithm. Secara umum, kedua kurva memiliki pola yang

hampir sama, namun kurva Markowitz cenderung berada sedikit di atas kurva Genetic Algorithm pada sebagian besar tingkat risiko. Hal ini menunjukkan bahwa metode Markowitz mampu menghasilkan expected return yang sedikit lebih tinggi pada tingkat risiko yang sama.

Titik-titik pada kurva menggambarkan posisi Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio pada kondisi minimum, tengah (mid), dan maksimum. Sharpe Ratio digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian terhadap total risiko portofolio, sedangkan Sortino Ratio mengukur return terhadap downside risk. Sementara itu, Omega Ratio digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara peluang keuntungan dan kerugian terhadap threshold return tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai maksimum Sharpe Ratio yang dihasilkan metode Markowitz sebesar 0,1621, lebih tinggi dibandingkan Genetic Algorithm yang sebesar 0,1388. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Markowitz memiliki tingkat efisiensi risiko dan return yang lebih baik pada kelompok saham gabungan.

Temuan serupa juga terlihat pada nilai Sortino Ratio dan Omega Ratio. Nilai maksimum Sortino Ratio pada metode Markowitz mencapai 0,2618, sedangkan pada Genetic Algorithm sebesar 0,2198. Selain itu, nilai maksimum Omega Ratio metode Markowitz sebesar 1,5017, lebih tinggi dibandingkan Genetic Algorithm yang sebesar 1,4162. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa metode Markowitz masih memberikan performa portofolio yang lebih optimal dibandingkan Genetic Algorithm pada data saham gabungan. Meskipun demikian, Genetic Algorithm tetap mampu menghasilkan frontier yang cukup mendekati solusi optimal Markowitz, sehingga metode ini tetap layak digunakan sebagai alternatif optimasi portofolio, terutama pada permasalahan investasi dengan tingkat kompleksitas tinggi yang sulit diselesaikan secara analitis.

Analisis Portofolio Berdasarkan Performance (Sharpe, Sortino, dan Omega) Antar Kelompok Portofolio

Tabel 8. Efficient Frontier Perbandingan

Group	Ratio	Level	Portfolio (P#)	Ratio Value	Expected Return	Standard Deviation	CV
Konvensional	Sharpe	MAX	P5	0,5508	3.19%	0,058	1,8156
Konvensional	Sharpe	MEDIAN	P3	0,5332	3.79%	0,0711	1,8756
Konvensional	Sharpe	MIN	P10	0,4355	1.99%	0,0457	2,2964
Konvensional	Sortino	MAX	P5	1,2625	3.19%	0,058	1,8156
Konvensional	Sortino	MEDIAN	P3	1,2016	3.79%	0,0711	1,8756
Konvensional	Sortino	MIN	P10	0,8955	1.99%	0,0457	2,2964
Konvensional	Omega	MAX	P5	4,0167	3.19%	0,058	1,8156
Konvensional	Omega	MEDIAN	P3	3,8395	3.79%	0,0711	1,8756
Konvensional	Omega	MIN	P10	2,9934	1.99%	0,0457	2,2964
Syariah	Sharpe	MAX	P7	0,417	2.34%	0,0561	2,3982
Syariah	Sharpe	MEDIAN	P4	0,4055	2.9%	0,0715	2,4662

Syariah	Sharpe	MIN	P10	0,3197	1.5%	0,0469	3,1281
Syariah	Sortino	MAX	P7	0,843	2.34%	0,0561	2,3982
Syariah	Sortino	MEDIAN	P4	0,8111	2.9%	0,0715	2,4662
Syariah	Sortino	MIN	P10	0,5919	1.5%	0,0469	3,1281
Syariah	Omega	MAX	P7	2,8562	2.34%	0,0561	2,3982
Syariah	Omega	MEDIAN	P4	2,7741	2.9%	0,0715	2,4662
Syariah	Omega	MIN	P10	2,2328	1.5%	0,0469	3,1281
Irisan	Sharpe	MAX	P5	0,5309	2.19%	0,0412	1,8837
Irisan	Sharpe	MEDIAN	P3	0,5238	2.34%	0,0446	1,9092
Irisan	Sharpe	MIN	P1	0,4505	2.49%	0,0552	2,2198
Irisan	Sortino	MAX	P5	1,1939	2.19%	0,0412	1,8837
Irisan	Sortino	MEDIAN	P3	1,17	2.34%	0,0446	1,9092
Irisan	Sortino	MIN	P1	0,9393	2.49%	0,0552	2,2198
Irisan	Omega	MAX	P5	3,8173	2.19%	0,0412	1,8837
Irisan	Omega	MEDIAN	P3	3,7487	2.34%	0,0446	1,9092
Irisan	Omega	MIN	P1	3,1099	2.49%	0,0552	2,2198
Gabungan	Sharpe	MAX	P7	0,6423	2.71%	0,0421	1,5568
Gabungan	Sharpe	MEDIAN	P4	0,6128	3.38%	0,0552	1,632
Gabungan	Sharpe	MIN	P10	0,4724	1.69%	0,0359	2,1169
Gabungan	Sortino	MAX	P7	1,6096	2.71%	0,0421	1,5568
Gabungan	Sortino	MEDIAN	P4	1,4915	3.38%	0,0552	1,632
Gabungan	Sortino	MIN	P10	1,0053	1.69%	0,0359	2,1169
Gabungan	Omega	MAX	P7	5,0821	2.71%	0,0421	1,5568
Gabungan	Omega	MEDIAN	P4	4,7092	3.38%	0,0552	1,632
Gabungan	Omega	MIN	P10	3,2882	1.69%	0,0359	2,1169

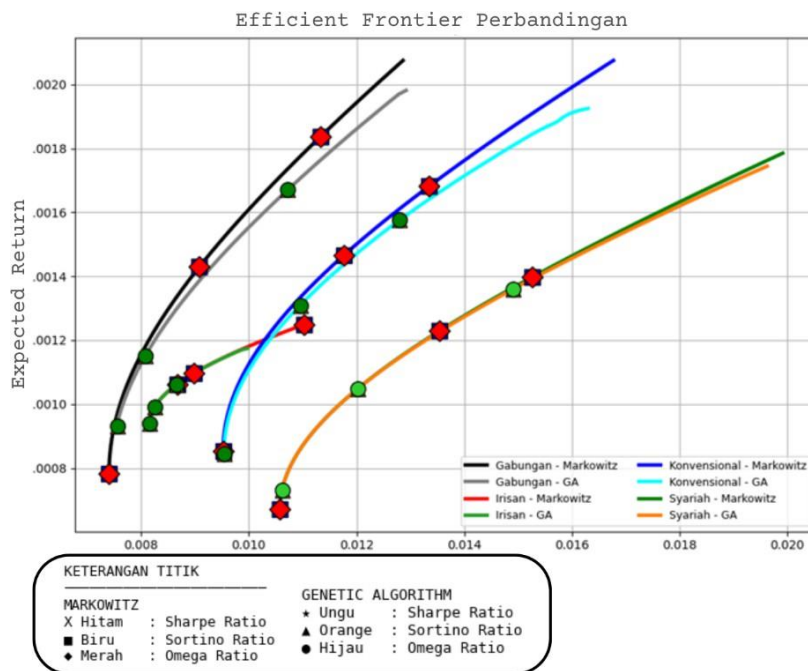
Sumber: Data diolah penulis menggunakan Python (2025)

Tabel di atas menunjukkan perbandingan kinerja portofolio pada titik maksimum (MAX), median (MEDIAN), dan minimum (MIN) berdasarkan nilai Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio pada kelompok portofolio konvensional, syariah, irisan, dan gabungan. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa portofolio gabungan memiliki kinerja terbaik dibandingkan kelompok lainnya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio tertinggi yang masing-masing sebesar 0,6423, 1,6096, dan 5,0821, serta nilai CV terendah sebesar 1,5568 pada portofolio P7. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa portofolio gabungan mampu menghasilkan keseimbangan return dan risiko yang lebih optimal dibandingkan kelompok lainnya.

Kelompok portofolio konvensional menempati posisi berikutnya dengan nilai Sharpe Ratio maksimum sebesar 0,5508, Sortino Ratio sebesar 1,2625, dan Omega Ratio sebesar 4,0167. Sementara itu, kelompok irisan menghasilkan nilai Sharpe Ratio maksimum sebesar 0,5309, Sortino Ratio sebesar 1,1939, dan Omega Ratio sebesar 3,8173. Adapun kelompok syariah menunjukkan nilai rasio kinerja yang relatif lebih rendah dibandingkan ketiga kelompok lainnya.

Secara umum, pola yang sama juga terlihat pada titik median dan minimum, dimana portofolio gabungan tetap menunjukkan kinerja yang lebih baik. Temuan ini menunjukkan bahwa penggabungan saham dari berbagai kelompok mampu meningkatkan manfaat diversifikasi sehingga menghasilkan portofolio yang lebih efisien dalam mengoptimalkan return dan mengendalikan risiko investasi.

Gambar 5. Efficient Frontier Perbandingan



Sumber: Hasil pengolahan data saham menggunakan metode Markowitz dan Genetic Algorithm dengan bantuan Python (2025)

Berdasarkan hasil visualisasi, portofolio konvensional memiliki posisi *efficient frontier* yang relatif lebih tinggi dibandingkan portofolio syariah pada tingkat risiko yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa portofolio konvensional mampu memberikan *expected return* yang lebih besar karena memiliki pilihan sektor investasi yang lebih luas dan tidak terikat oleh proses penyaringan syariah. Sebaliknya, portofolio syariah cenderung memiliki tingkat volatilitas yang lebih terkendali walaupun return yang dihasilkan relatif lebih rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa saham syariah memiliki karakter defensif yang lebih baik dalam menghadapi ketidakstabilan pasar.

Sementara itu, portofolio irisan dan gabungan memperlihatkan karakteristik yang berada di antara portofolio konvensional dan syariah. Portofolio irisan yang terdiri atas saham-saham yang memenuhi kriteria konvensional sekaligus syariah menunjukkan keseimbangan risiko dan return yang cukup moderat. Adapun portofolio gabungan menghasilkan *efficient frontier* yang kompetitif karena memanfaatkan diversifikasi yang lebih luas melalui kombinasi saham konvensional dan syariah.

Ditinjau dari metode optimasi, model Markowitz secara umum menghasilkan kurva *efficient frontier* yang sedikit lebih unggul dibandingkan Genetic Algorithm.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *mean-variance* masih efektif dalam menghasilkan kombinasi portofolio yang efisien, terutama pada kondisi pasar yang relatif stabil. Meskipun demikian, Genetic Algorithm tetap mampu menunjukkan performa yang kompetitif karena menghasilkan frontier yang mendekati model Markowitz, khususnya pada portofolio konvensional dan gabungan. Kemampuan GA dalam menangani permasalahan nonlinier serta kendala optimasi yang kompleks menjadi salah satu keunggulan utama metode ini dalam proses pembentukan portofolio.

Selain itu, titik rasio Sharpe, Sortino, dan Omega pada masing-masing kurva menggambarkan variasi tingkat kinerja portofolio berdasarkan hubungan risiko dan return. Sharpe Ratio digunakan untuk mengukur kemampuan portofolio dalam menghasilkan *excess return* terhadap total risiko, sedangkan Sortino Ratio lebih berfokus pada risiko penurunan. Sementara itu, Omega Ratio menunjukkan kemampuan portofolio dalam menghasilkan return dibandingkan kemungkinan kerugian yang terjadi. Berdasarkan hasil penelitian, portofolio konvensional dan gabungan cenderung memiliki nilai rasio yang lebih tinggi dibandingkan portofolio syariah dan irisan, sehingga menunjukkan tingkat efisiensi risiko–return yang lebih baik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis portofolio dan metode optimasi yang digunakan memengaruhi bentuk *efficient frontier* serta tingkat efisiensi portofolio yang dihasilkan. Portofolio konvensional dan gabungan lebih sesuai bagi investor yang berorientasi pada maksimalisasi return, sedangkan portofolio syariah lebih cocok bagi investor yang mengutamakan stabilitas serta prinsip investasi syariah. Di sisi lain, Genetic Algorithm dapat dijadikan alternatif optimasi yang fleksibel, sementara model Markowitz tetap menunjukkan performa yang baik dalam menghasilkan portofolio yang efisien.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja optimasi portofolio saham menggunakan model Markowitz dan Genetic Algorithm pada pasar saham India, khususnya pada kelompok saham konvensional, syariah, irisan, dan gabungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan portofolio melalui kombinasi saham konvensional dan syariah mampu menghasilkan efisiensi risiko–return yang lebih baik dibandingkan portofolio yang hanya berasal dari satu kelompok saham. Portofolio gabungan memperoleh performa terbaik dengan nilai Sharpe Ratio, Sortino Ratio, dan Omega Ratio tertinggi, yang menunjukkan bahwa portofolio tersebut mampu menghasilkan imbal hasil yang optimal dengan tingkat risiko

yang relatif terkendali. Temuan ini mengindikasikan bahwa diversifikasi lintas kelompok saham dapat meningkatkan efisiensi portofolio sekaligus membantu menekan risiko relatif tanpa mengurangi potensi return secara signifikan.

Berdasarkan hasil perbandingan metode optimasi, model Markowitz secara umum masih menunjukkan hasil yang lebih optimal dalam membentuk *efficient frontier*

dibandingkan Genetic Algorithm. Meskipun demikian, Genetic Algorithm tetap mampu menghasilkan performa yang kompetitif dan mendekati hasil model Markowitz, terutama pada portofolio konvensional dan gabungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pendekatan mean-variance dan algoritma genetika dapat digunakan sebagai metode optimasi portofolio yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan investasi, khususnya pada kondisi pasar yang dinamis dan kompleks. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa setiap jenis portofolio memiliki karakteristik risiko dan return yang berbeda sehingga pemilihan portofolio perlu disesuaikan dengan profil risiko serta tujuan investasi masing-masing investor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Suri, P., Kaur, T., & Bisht, D. (2022a). Modelling time-varying volatility using GARCH models: evidence from the Indian stock market. *F1000Research*, 11, 1098. <https://doi.org/10.12688/f1000research.124998.2>
- Ali, F., Suri, P., Kaur, T., & Bisht, D. (2022b). Modelling time-varying volatility using GARCH models: evidence from the Indian stock market. *F1000Research*, 11, 1098. <https://doi.org/10.12688/f1000research.124998.2>
- ANI. (2025, January 1). *Market capitalisation of NSE increased to \$5.13 trillion, up 21.5% in 2024*.
Thimes of India.
- Bedoui, R., & Benkraiem, R. (2023). *Portfolio Optimization through Hybrid Deep Learning and Genetic Algorithms Vine Copula-GARCH-EVT-CVaR Model*.
- Benhamou, E., Guez, B., & Paris, N. (2019). Omega and Sharpe Ratio. *ArXiv*.
- Bharath Rajeswaran. (2025, November 26). *Rate cuts, tax breaks could lift India's Nifty 50 to 30,000 by end-2026, J.P. Morgan says*. Reuters.
- Chang, T. J., Yang, S. C., & Chang, K. J. (2009). Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10529–10537. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.02.062>
- Chang, T.-J., Meade, N., Beasley, J. E., & Sharaiha, Y. M. (2000). Heuristics for cardinality constrained portfolio optimisation. *Computers & Operations Research*, 27(13), 1271–1302. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(99\)00074-X](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(99)00074-X)
- Creswell, J. W. . (2017). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.
- Deb, K. (2002). *Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms*.
- Frank A. Sortino dan Lee N. Price. (1994). Performance Measurement in a Downside Risk Framework. *The Journal of Investing (Volume 3, Issue 3)*.
- Goldberg, D. E. . (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*.
Addison-Wesley.
- Halim, N. A., & Yuliati, A. (2020). Markowitz Model Investment Portfolio Optimization: a Review Theory. *International Journal of Research in Community Service*, 1(3), 14–18.
- Harry Markowitz. (1952, March). *Portofolio Selection*. The Journal of Finance

(American Finance Association).

- John, C. (2022). Efficient and Simple Heuristic Algorithm for Portfolio Optimization. *Tanzania Journal of Engineering and Technology*, 41(2), 141–150. <https://doi.org/10.52339/tjet.v41i2.787>
- K. Deb, A. P. S. A. dan T. M. (2002, April). *A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II*. IEEE.
- Mandelbrot, B. (1963). The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394. <https://doi.org/10.1086/294632>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Nahari, F. (2025). *Portfolio Optimization in Practice: A Comparative Analysis of the Markowitz and Index Models* (pp. 360–367). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-748-9_40
- Nikhil Agarwal. (2025, November 26). *India's stock market facade: 576 stocks down over 30% as Sensex, Nifty near record high*. ETMarkets.Com (The Economic Times).
- Oliphant, T. E. (2007). Python for Scientific Computing. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 10–20.
- Richard O. Michaud. (2018, December 31). *The Markowitz Optimization Enigma: Is 'Optimized' Optimal?* CFA Institute.
- Sefiane, S., & Benbouziane, M. (2012a). *Munich Personal RePEc Archive Portfolio Selection Using Genetic Algorithm* *Portfolio Selection Using Genetic Algorithm*.
- Sefiane, S., & Benbouziane, M. (2012b). Portfolio Selection Using Genetic Algorithm. *Journal of Applied Finance & Banking*, 2(4), 143–154.
- Solimanpur Maghsoud, Mansourfar, G., & Ghayour, F. (2015). Optimum portfolio selection using a hybrid genetic algorithm and analytic hierarchy process. *Studies in Economics and Finance Year: 2015*, 32(3), 379–394.
- S&P Global. (2024). India's Growing Capital Market: Promising First Steps to Internationalization. *S&P Global Research*