

## Optimasi Portofolio Saham dengan Pembobot Menggunakan Algoritma Genetika

Muhamad Fadli Azim<sup>1</sup>, Azizah<sup>2</sup>, Dian Anggraeni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Asuransi Syariah, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten

Jl. Jendral sudirman No 30 Kota Serang 42118

<sup>2</sup>Jurusan Matematika, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No 5 Kota Malang 65145

<sup>3</sup> Prodi Aktuaria, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui Kec. Jati Agung, Lampung Selatan 35365

Email: [fadli.azim@uinbanten.ac.id](mailto:fadli.azim@uinbanten.ac.id)<sup>1</sup>, [azizah.fmipa@um.ac.id](mailto:azizah.fmipa@um.ac.id)<sup>2</sup>, [dian.anggraini@at.itera.ac.id](mailto:dian.anggraini@at.itera.ac.id)<sup>3</sup>

\*Korespondensi penulis : [fadli.azim@uinbanten.ac.id](mailto:fadli.azim@uinbanten.ac.id)

### Abstrak

Dalam berinvestasi investor dapat menginvestasikan dananya pada lebih dari satu aset, hal ini dilakukan untuk mengurangi besarnya beban risiko yang akan ditanggung kedepannya. Akan tetapi, investor juga perlu menentukan portofolio yang optimal, artinya menentukan bobot atau persentase pada setiap saham yang diinvestasikan dengan tujuan akhir mengoptimalkan *return*. Penelitian ini, dilakukan dengan penentuan bobot portofolio optimal menggunakan algoritma genetika dengan bantuan *R-software*. Algoritma ini sangat efektif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang memiliki banyak kemungkinan solusi, dan penerapannya cukup sederhana. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa *historical data* saham harian dari 6 perusahaan yaitu PT Astra Internasional (ASII), PT Telekomunikasi Indonesia (TLKM), PT Bank Rakyat Indonesia (BBRI), PT Bank Central Asia (BBCA), PT Bank Mandiri Indonesia (BMRI) dan PT Bank Negara Indonesia (BNII). Berdasarkan algoritma genetika, portofolio saham akan optimal dengan persentase bobot: 5% untuk ASII, 30% untuk TLKM, 20% untuk BBRI, 16% untuk BBCA, 12% untuk BMRI dan 17% untuk BBNI.

**Kata Kunci:** Optimasi investasi, algoritma genetika, portofolio, *return*.

### Abstract

*In investing, investors can invest their funds in more than one asset, this is done to reduce the amount of risk that will be borne in the future. However, investors also need to determine the optimal portfolio, which means determining the weight or percentage of each invested share with the ultimate goal of optimizing returns. This research was conducted by determining the optimal portfolio weight using genetic algorithms with the help of R-software. This algorithm is very effective for solving a problem that has many possible solutions, and its application is quite simple. The data used in this study are historical daily stock data from 6 companies,*

namely PT Astra International (ASII), PT Telekomunikasi Indonesia (TLKM), PT Bank Rakyat Indonesia (BBRI), PT Bank Central Asia (BBCA), PT Bank Mandiri Indonesia (BMRI) and PT Bank Negara Indonesia (BNII). Based on the genetic algorithm, the stock portfolio will be optimal with the percentage of weight: 5% for ASII, 30% for TLKM, 20% for BBRI, 16% for BBCA, 12% for BMRI and 17% for BNII.

**Keywords:** *optimization investment, genetic algorithm, portfolio, return.*

## 1. Pendahuluan

Investasi adalah suatu komitmen saat ini atas uang atau sumber daya lain dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan di masa yang akan datang[1]. Seorang yang melakukan proses investasi tersebut disebut dengan investor.

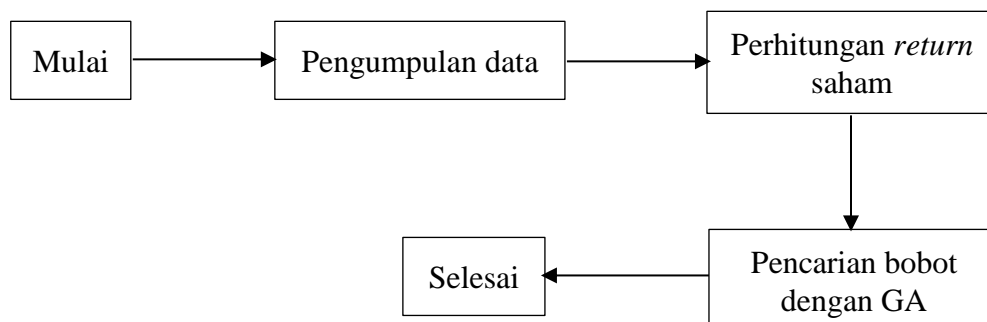
Seorang investor dalam melakukan investasi diharapkan memperoleh imbal balik atau *return* yang maksimal dengan risiko yang minimum, untuk mencapai tujuan tersebut beberapa investor melakukan investasi pada beberapa aset, secara kategori aset terdiri dari aset yang bebas risiko ataupun aset yang memiliki risiko. Pada aset bebas risiko, biasanya investor menginvestasikan dananya pada deposito, karena *return* sudah terjamin. Sedangkan pada aset yang memiliki risiko salah satu contohnya adalah saham. Karena *return* yang didapatkan dari saham tidak pasti, hal ini bergantung pada pasar saham dan kinerja perusahaan yang akan diinvestasikan, namun jika kondisi pasar saham sangat baik maka *return* yang didapatkan bisa jauh lebih besar dari deposito.

Dalam berinvestasi investor dapat menginvestasikan dananya pada lebih dari satu aset, ini dikenal dengan istilah portofolio. Berinvestasi lebih dari satu aset salah satunya untuk mengurangi besarnya beban risiko yang akan ditanggung kedepan. Masalah yang dihadapi investor selanjutnya adalah menentukan portofolio yang optimal, dengan menentukan bobot atau persentase pada masing-masing saham yang diinvestasikan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, akan dilakukan penentuan bobot portofolio optimal dengan algoritma genetika menggunakan *R-software*, karena algoritma ini sangat efektif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang memiliki banyak kemungkinan solusi dan algoritma ini cukup sederhana dalam penerapannya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif disertai dengan penerapan kasus secara langsung. Adapun langkah penelitian diberikan pada diagram berikut:



Gambar 1. Diagram Langkah Penelitian

Materi yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini diantaranya mengenai fungsi objektif portofolio, fungsi pinalti dan algoritma genetika.

## 2.1 Fungsi Objektif Portofolio Markowitz

Berdasarkan [2], misalkan  $P_t$  menyatakan harga saham pada waktu ke- $t$  dan  $P_{t-1}$  menyatakan harga saham pada waktu ke- $t - 1$ , maka dapat diperoleh *return* saham antara periode waktu ke- $t$  dan  $t - 1$  sebagai berikut:

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

Selanjutnya untuk menentukan *return* portofolio akan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^N w_i R_{it} \quad (2)$$

$N$  menyatakan banyaknya saham,  $R_{it}$  menyatakan return saham ke- $i$  pada waktu ke- $t$  dan  $w_i$  menyatakan persentase/bobot untuk masing-masing saham, dengan ketentuan

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1$$

Selanjutnya akan ditentukan *sharpe ratio*, menyatakan ukuran tingkat keuntungan portofolio yang diperoleh, semakin besar *sharpe ratio* maka portofolio semakin baik :

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{E(R_{pt})}{\sqrt{\text{Var}(R_{pt})}} \quad (3)$$

Berdasarkan hal tersebut untuk mencari portofolio optimal dapat dilakukan dengan memaksimalkan *sharpe ratio* dengan kendala bobot portofolio.

## 2.2 Metode Fungsi Pinalti

Metode fungsi pinalti adalah metode yang digunakan dalam masalah optimasi yang mengubah fungsi yang berkendala menjadi tidak berkendala, atau mengubah menjadi fungsi linier[3].

Sebagai Contoh, misalkan akan memaksimumkan  $f(x)$ , dengan kendala  $g(x) = d$  dan  $a \leq x \leq b$ , maka dengan fungsi pinalti diperoleh persamaan baru  $-f(x) + \mu \left[ (g(x) - d)^2 + [(\max(0, g(x) - a))]^2 + [(\max(0, b - g(x)))]^2 \right]$ , dengan  $\mu$  sebagai pengali.

Berdasarkan tersebut, maka permasalahan untuk mencari portofolio maksimum dengan batasan bobot portofolio

*max Sharpe Ratio*

dengan kendala

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1$$

Dapat diubah seperti berikut:

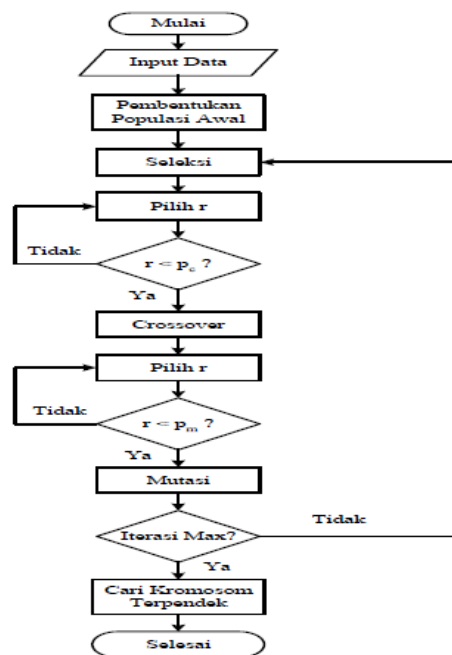
$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{menjadi} \quad \left( \sum_{i=1}^N w_i - 1 \right)^2$$

Kemudian  $w_i \geq 0$  menjadi  $[(\max(0, -w_i))]^2$  dan  $w_i \leq 1$  menjadi  $[(\max(0, w_i - 1))]^2$ , jika diasumsikan  $\mu = 100$  sehingga persamaan menjadi:

$$\begin{aligned}
 & -\text{sharpe ratio}(w_i) \\
 & + 100 \left[ \left( \sum_{i=1}^N w_i - 1 \right)^2 \right. \\
 & + \sum_{i=1}^N [(\max(0, w_i - 1))]^2 \\
 & \left. + \sum_{i=1}^N [(\max(0, -w_i))]^2 \right] \tag{4}
 \end{aligned}$$

### 2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika terinspirasi dari proses evolusi, sehingga istilah yang digunakan dalam algoritma ini mirip dengan proses evolusi seperti seleksi, *crossover* dan mutasi. Pada tahap seleksi proses yang dilakukan mencari kriteria fungsi *fitness*, selanjutnya adalah mencari sebuah rute yang menghasilkan populasi baru berikutnya, kemudian list populasi baru yang dihasilkan akan dilanjutkan ke tahap mutasi. [4] Berikut ini diberikan diagram alir dari algoritma genetika Pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir algoritma genetika

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari <https://finance.yahoo.com> dari 6 saham yang dipilih periode 23 Januari 2013 sampai dengan 23 Januari 2021 berupa data harian. Data saham tersebut adalah saham PT Astra

Internasional (ASII), PT Telekomunikasi Indonesia (TLKM), PT Bank Rakyat Indonesia (BBRI), PT Bank Central Asia (BBCA), PT Bank Mandiri Indonesia (BMRI) dan PT Bank Negara Indonesia (BNII). Pemilihan keenam saham ini didasarkan kepada *return* optimal dari sekumpulan saham yang tergabung dalam LQ45. *Historical data* harga saham saat penutupan terdapat pada lampiran 1 dari penelitian ini.

Hasil perhitungan nilai *return* dari data historis harian penutupan harga saham yang digunakan diberikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. *Return* saham yang digunakan

	Date	ASII. JK. csv	TLKM. JK. csv	BBRI. JK. csv	BBCA. JK. csv	BMRI. JK. csv	BNII. JK. csv
1	2013-01-23	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	2013-01-25	0.000000000	0.020833333	0.006410256	0.005376344	0.041420118	0.000000000
3	2013-01-28	-0.006410256	-0.025510204	0.006369427	-0.005347594	-0.005681818	-0.01234591
4	2013-01-29	-0.006451613	0.010471204	-0.012658228	0.016129032	-0.011428571	0.000000000
5	2013-01-30	-0.012987013	0.005181347	0.006410256	0.000000000	0.028901734	0.000000000
6	2013-01-31	-0.032894737	0.000000000	0.012738854	0.021164021	0.016853933	0.000000000
7	2013-02-01	0.013605442	-0.005154639	0.006289308	0.020725389	-0.005524862	0.01250024
8	2013-02-04	0.020134228	0.005181347	0.012500000	0.020304569	-0.011111111	-0.01234591
9	2013-02-05	0.000000000	0.000000000	0.000000000	-0.014925373	-0.005617978	0.01250024
10	2013-02-06	-0.006578947	0.010309278	0.006172840	0.000000000	-0.005649718	0.000000000
11	2013-02-07	0.013245033	-0.015306122	0.000000000	0.015151515	0.000000000	0.000000000
12	2013-02-08	0.013071895	0.000000000	-0.012269939	-0.009950249	0.005681818	-0.01234591
13	2013-02-11	-0.006451613	0.000000000	0.012422360	0.020100503	-0.011299435	-0.01250024
14	2013-02-12	0.006493506	0.000000000	0.030674847	-0.009852217	0.022857143	0.01265847
15	2013-02-13	0.006451613	-0.005181347	0.035714286	-0.019900498	0.005586592	-0.01250024
16	2013-02-14	-0.006410256	0.015625000	-0.017241379	0.015228426	0.011111111	0.02531694
17	2013-02-15	0.000000000	0.020512821	0.017543860	0.005000000	0.000000000	0.06172947
18	2013-02-18	-0.006451613	0.000000000	-0.005747126	0.014925373	0.000000000	-0.02325623
19	2013-02-19	0.000000000	-0.005025126	0.005780347	0.004901961	0.000000000	-0.01190498
20	2013-02-20	0.006493506	-0.005050505	-0.011494253	0.004878049	0.016483516	0.06023958
21	2013-02-21	0.000000000	0.005076142	-0.011627907	0.004854369	0.010810811	-0.03408923
22	2013-02-22	0.006451613	-0.005050505	0.005882353	0.019323671	0.021390374	0.02352983
23	2013-02-25	0.006410256	0.005076142	0.011695906	0.071090047	0.020942408	-0.01149445
24	2013-02-26	-0.006369427	-0.005050505	-0.005780347	-0.044247788	-0.005128205	-0.01162811
25	2013-02-27	0.012820513	0.030456853	0.029069767	-0.013888889	0.020618557	0.000000000
26	2013-02-28	0.006329114	0.059113300	0.067796610	0.032863850	0.015151515	0.000000000
27	2013-03-01	0.018867925	0.009302326	-0.026455026	-0.027272727	-0.014925373	0.02352983
28	2013-03-04	0.000000000	-0.032258065	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
29	2013-03-05	0.000000000	0.000000000	-0.070652174	-0.018691589	-0.035353535	-0.01149445
30	2013-03-06	0.000000000	0.057142857	0.017543860	0.019047619	0.010471204	0.000000000

Setelah *return* saham diperoleh langkah selanjutnya adalah mencari bobot untuk masing-masing saham menggunakan algoritma genetika dengan bantuan *R-software*. Pemilihan *R-software* karena *open source* dan mudah digunakan. Oleh karena itu peneliti menggunakan *R-software* sebagai alat bantu hitung dalam penelitian ini. Iterasi dalam menentukan bobot akan berhenti ketika nilainya sudah konvergen (tetap) disetiap iterasinya. Sebagian hasil iterasi diberikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil iterasi bobot

GA		iter = 55		Mean = -3.36574151		Best = 0.03761283
GA		iter = 56		Mean = -1.28689831		Best = 0.03761283
GA		iter = 57		Mean = -6.25593957		Best = 0.03761283
GA		iter = 58		Mean = -5.37487918		Best = 0.03761283
GA		iter = 59		Mean = -2.54473255		Best = 0.03761283
GA		iter = 60		Mean = -2.04071568		Best = 0.03761283
GA		iter = 61		Mean = -5.62134407		Best = 0.03761283
GA		iter = 62		Mean = -2.16042944		Best = 0.03761283
GA		iter = 63		Mean = -2.26153853		Best = 0.03761283

Pada iterasi ke 55 dan seterusnya terlihat menghasilkan nilai yang sama (konvergen), maka otomatis iterasi berhenti.

Solusi sudah terlihat dan diperoleh bobot portofolio sebagai berikut:

Tabel 3. Bobot yang diperoleh

[1, ]	"ASII. JK. csv"	"0.0476593087514856"
[2, ]	"TLKM. JK. csv"	"0.297907116311755"
[3, ]	"BBRI. JK. csv"	"0.206999624263348"
[4, ]	"BBCA. JK. csv"	"0.158616449392134"
[5, ]	"BMRI. JK. csv"	"0.121805566501017"
[6, ]	"BNI. JK. csv"	"0.166880051024881"

Tabel 3 menggambarkan bobot yang diperoleh untuk mendapatkan portofolio optimal. Dari tabel tersebut saham untuk Astra Internasional memiliki Persentase sebesar 5%, kemudian saham untuk telkom memiliki persentase 30%, saham untuk Bank BRI memiliki persentase 20%, saham bank BCA 16%, saham Bank Mandiri 12% dan saham Bank BNI 17%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan algoritma genetika, dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh portofolio optimal maka bobot saham Astra Internasional memiliki Persentase sebesar 5%, kemudian saham untuk telkom memiliki persentase 30%, saham untuk Bank BRI memiliki persentase 20%, saham bank BCA 16%, Saham Bank Mandiri 12% dan Saham Bank BNI 17%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Z. Bodie, A. Kane, and A. J. Marcus, *Investments*, Tenth edition. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- [2] N. Christou, 'Enhancing the Teaching of Statistics: Portfolio Theory, An Application of Statistics in Finance', *Journal of Statistics Education*, vol. 16, no. 3, p. 1, Nov. 2008, doi: 10.1080/10691898.2008.11889570.
- [3] M. S. Bazaraa, C. M. Shetty, and H. D. Sherali, 'Nonlinear Programming', p. 871.
- [4] Sarwadi dan Anjar KSW, 'ALGORITMA GENETIKA', *JURNAL MATEMATIKA DAN KOMPUTER*, vol. 7, no. 2, p. 10, 2004.
- [5] Panjer, H.H. et al, *Financial economics. With Applications to Investment, Insurance and Pensions*.
- [6] R. S. Tsay, *Analysis of financial time series*. New York: Wiley, 2002.
- [7] J.-L. Prigent, 'Portfolio Optimization and Performance Analysis', p. 451.
- [8] 'Markowitz H. - Portfolio Selection (1952).pdf'.
- [9] 'M Kateregga - 2014 - Portfolio Analysis using R.pdf'.
- [10] 'Prigent - Portfolio Optimization and Performance Analysis.pdf'.
- [11] D. A. I. Maruddani and A. Purbowati, 'PENGUKURAN VALUE AT RISK PADA ASET TUNGGAL DAN PORTOFOLIO DENGAN SIMULASI MONTE CARLO',

- Medstat*, vol. 2, no. 2, pp. 93–104, Mar. 2012, doi: 10.14710/medstat.2.2.93-104.
- [12] R. Mishra and B. Ram, 'Portfolio selection using R', *Yugosl J Oper Res*, vol. 30, no. 2, pp. 137–146, 2020, doi: 10.2298/YJOR181115002M.