

**PENYELESAIAN MASALAH OPTIMISASI PORTOFOLIO
DENGAN MODEL MARKOWITZ DAN *BAT ALGORITHM***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika



Oleh
Sufyan Fahmi Ramadhan
2006781

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

PENYELESAIAN MASALAH OPTIMISASI PORTOFOLIO
DENGAN MODEL MARKOWITZ DAN *BAT ALGORITHM*

Oleh
Sufyan Fahmi Ramadhan

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika

Sufyan Fahmi Ramadhan
Universitas Pendidikan Indonesia
2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, di fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

SUFYAN FAHMI RAMADHAN

PENYELESAIAN MASALAH OPTIMISASI PORTOFOLIO
DENGAN MODEL MARKOWITZ DAN *BAT ALGORITHM*

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

Pembimbing II



15/01/2025

Isn't Yusnitha, S.Si., M.Ed.

NIP. 198506092012122002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Penyelesaian Masalah Optimisasi Portofolio dengan Model Markowitz dan *Bat Algorithm***” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung risiko/sanksi atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2025

Penulis,



Sufyan Fahmi Ramadhan

NIM 2006781

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat berjalan dan diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya. Skripsi dengan **“Penyelesaian Masalah Optimisasi Portofolio dengan Model Markowitz dan *Bat Algorithm*”** disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana matematika.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bisa dijadikan manfaat bagi siapapun pihak yang membacanya.

Bandung, Januari 2025



Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapat tantangan dan hambatan, akan tetapi dengan bantuan dari berbagai pihak semua itu bisa teratasi. Dengan penuh rasa syukur penulis kepada Allah SWT penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan serta saran yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Isnje Yusnitha, S.Si., M.Ed. selaku pembimbing II yang telah membantu dengan memberikan bimbingan, arahan, ide, dukungan, dan motivasi selama pengerjaan skripsi.
3. Seluruh dosen dan staf akademik di Fakultas Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, yang telah mendukung dan membimbing penulis selama masa perkuliahan
4. Kedua orang tua, yang selalu memberikan dukungan tanpa henti dan doa yang tiada putus, yang menjadi sumber kekuatan bagi penulis.
5. Teman-teman mahasiswa di Program Studi Matematika UPI, yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama proses penulisan skripsi ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penulisan ini.

Penulis berharap semua dukungan, doa, dan kebaikan yang diberikan dapat dibalas dengan berlipat ganda oleh Allah SWT.

Penyelesaian Masalah Optimisasi Portofolio dengan Model Markowitz dan *Bat Algorithm*

ABSTRAK

Kesadaran masyarakat terhadap investasi saham di Indonesia semakin meningkat. Pada investasi saham, penting bagi investor untuk memiliki saham yang optimal, yaitu saham yang menawarkan potensi pengembalian yang tinggi dengan risiko yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan portofolio saham yang optimal menggunakan Model Markowitz dan *Bat Algorithm*. Penelitian ini menggunakan fungsi tujuan meminimumkan tingkat risiko saham dan memaksimumkan tingkat pengembalian saham. *Bat Algorithm* didasarkan pada kemampuan ekolokasi oleh kelelawar. Kemampuan ekolokasi kelelawar ini dapat membuat para kelelawar mencari mangsa dan membedakan berbagai macam serangga dalam kegelapan. Dalam setiap iterasinya, dilakukan perpindahan posisi dari setiap kelelawar dengan memperhatikan posisi kelelawar dengan nilai *fitness* terendah. Penelitian ini mengembangkan program menggunakan *Python* karena banyaknya pustaka yang tersedia. Dari data yang digunakan, penelitian ini menghasilkan portofolio optimal dengan tingkat pengembalian harapan sebesar 0,00755 dan nilai risiko sebesar 0,00067.

Kata Kunci: Optimisasi Portofolio Saham, Model Markowitz, *Bat Algorithm*

***Portfolio Optimization Problems Solver with Markowitz Model and Bat
Algorithm***

ABSTRACT

Public awareness of stock investment in Indonesia is increasing. When investing in stock, it is important for investors to own optimal stock, namely stock that offer high expected return value with low risk value. This study aims to obtain optimal stock portfolio using Markowitz Model and Bat Algorithm. This study uses the objective function of minimizing stock risk and maximizing stock returns. The Bat algorithm is based on the echolocation ability of bats. This bat's echolocation ability can enable bats to search for prey and distinguish between various types of insects in the dark. In each iteration, the position of each bat is moved by paying attention to the position of the bat with the lowest fitness value. This study develops a program using Python because of the many libraries available. From the used data, this study produces an optimal portfolio with an expected return of 0,00755 and a risk of 0,00067.

Keywords: *Stock Portfolio Optimization, Markowitz Model, Bat Algorithm*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	5
2.1 Investasi	5
2.1.1 Investasi Portofolio	5
2.1.2 Return.....	5
2.1.3 Risiko	6
2.2 Teori Markowitz	7
2.3 <i>Efficient Frontier</i>	9
2.4 Masalah <i>Multi-Objective</i>	10
2.5 Tes Fungsi <i>Benchmark</i>	10
2.5.1 Fungsi Sphere	10
2.5.2 Fungsi Rosenbrock	11
2.6 <i>Bat Algorithm</i>	11
2.7 Definisi dalam <i>Bat Algorithm</i>	12
2.8 Proses <i>Bat Algorithm</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Identifikasi Masalah	15

3.2 Data Penelitian.....	15
3.3 Model Multi-Objektif Mean-Varians	15
3.4 Penyelesaian Model dengan <i>Bat Algorithm</i>	16
3.5 Contoh Implementasi.....	19
3.6 Validasi.....	23
3.7 Penarikan Kesimpulan.....	24
BAB IV IMPLEMENTASI.....	25
4.1 Data Penelitian.....	25
4.2 Memuat Data	26
4.3 <i>Return</i> Rata-rata dan Matriks Kovarians	27
4.4 <i>Bat Algorithm</i>	28
4.4 Hasil Implementasi	30
4.5 Validasi.....	34
4.6 Penggunaan <i>Library</i> dan Modul <i>Python</i>	35
4.7 Antarmuka Pengguna	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flowchart Bat Algorithm</i>	14
Gambar 4.1 Struktur Data Saham	26
Gambar 4.2 Fungsi untuk meng-input data.....	27
Gambar 4.3 Fungsi Inisialisasi Parameter dan Pembangkitan Solusi Awal	28
Gambar 4.4 Fungsi Iterasi Bat Algorithm.....	29
Gambar 4.5 Fungsi Proses Optimasi Keseluruhan.....	30
Gambar 4.6 Hasil Optimasi dengan Fungsi Sphere	35
Gambar 4.7 Hasil Optimasi dengan Fungsi Rosenbrock	35
Gambar 4.8 Modul dan Library yang dipakai.....	35
Gambar 4.9 Tampilan Awal GUI Program	36
Gambar 4.10 Tampilan Akhir GUI Program dengan Hasil	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Empat Sampel Saham.....	20
Tabel 3.2 Return Empat Saham	20
Tabel 3.3 Rata-rata return Empat Saham	20
Tabel 3.4 Matriks Kovarians Empat Saham	21
Tabel 3.5 Inisialisasi populasi kelelawar	21
Tabel 3.6 Kecepatan Kelelawar Baru.....	22
Tabel 3.7 Solusi Baru.....	22
Tabel 3.8 Eksplorasi Solusi.....	23
Tabel 3.9 Bobot Portofolio Optimal.....	23
Tabel 4.1 Data 30 Saham IDX 30	25
Tabel 4.2 Tabel Return Rata-Rata Saham.....	27
Tabel 4.3 Hasil nilai fitness untuk setiap w	31
Tabel 4.4 Alokasi Portofolio Efisien 1.....	32
Tabel 4.5 Alokasi Portofolio Efisien 2.....	33
Tabel 4.6 Alokasi Portofolio Efisien 3.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Penutupan Setiap Saham	43
Lampiran 2. Matriks Varians-Kovarians.....	46
Lampiran 3. Kode Program Python.....	47

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, T., Tarno, T., & Sugito, S. (2017). Analisis Pembentukan Portofolio pada Perusahaan yang Terdaftar Di LQ45 dengan Pendekatan Metode Markowitz Menggunakan Gui Matlab. *Jurnal Gaussian*, 6(2), 251-260. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.6.2.251-260>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2018). *Investments* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Brown, D., & Jones, E. (2020). "Benchmarking Best Practices in Innovation Management". *Innovation Management Journal*, 15(2), 78-91.
- Brown, D., & White, E. (2017). "Performance Evaluation of Optimization Algorithms Using Rosenbrock's Function". *Optimization Letters*, 11(3), 134-148.
- Chang, J. F., Yang, T. W., & Tsai, P. W. (2014). LNAI 8481 - Stock Portfolio Construction Using Evolved Bat Algorithm.
- Dewi, N. K. A., & Candradewi, M. R. (2020). Pembentukan Portofolio Optimal Pada Saham Indeks IDX80 dengan Menggunakan Model Markowitz. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 9(4), 1614. <https://doi.org/10.24843/ejmunud.2020.v09.i04.p19>.
- Doe, J., Smith, A., & Johnson, B. (2016). "Benchmarking Techniques in Data Analysis". *International Journal of Data Analysis Methods*, 4(2), 45-58.
- Ehrgott, M. (2005). *Multicriteria optimization* (Vol. 491). Springer Science & Business Media.
- Gandomi, A. H., Yang, X. S., Alavi, A. H., & Talatahari, S. (2013). Bat algorithm for constrained optimization tasks. *Neural Computing and Applications*, 22(6), 1239–1255. <https://doi.org/10.1007/s00521-012-1028-9>.
- Haikal, C., Nurmalasari, N., Faujiah, N. H., & Djuanda, G. (2023). PORTOFOLIO OPTIMAL DENGAN MODEL INDEKS TUNGGAL PADA INDUSTRI MANUFAKTUR. *Penerbit Tahta Media*.
- Halim, A. (2003). *Analisis Investasi*. Erlangga. Jakarta.

- Halim, A. (2019). Analisis Investasi dan Aplikasinya dalam Aset Keuangan dan Aset Riil Edisi 2. Jakarta: Salemba Empat.
- Hartono. (2017). Teori Portofolio Dan Analisis Investasi
- Husnan, S. (2018). Dasar-dasar teori portofolio & Analisis Sekuritas.
- Hussain, K., Najib, M., Salleh, M., Cheng, S., & Naseem, R. (2017). Common Benchmark Functions for Metaheuristic Evaluation: A Review.
- Jones, R., Brown, S., & Smith, P. (2015). "Benchmark Functions for Optimization Algorithms". *Journal of Optimization Methods*, 7(2), 56-68.
- Ma'ula, Z., Ragil, S., Zahroh, H., Fakultas, Z. A., & Adiministrasi, I. (2018). Portofolio Optimal dengan Penerapan Model Markowitz Sebagai Dasar Keputusan Investasi (Studi Pada Perusahaan Yang Tergabung Dalam Indeks LQ-45 Tahun 2014). In *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 63(1), 17-23.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- Muzdalifah, L., & Sidarto, K. A. (2018). Optimasi Portofolio dengan Kendala Buy-In Threshold Menggunakan Metode Cuckoo Search. *Jur. Ris. & Apl. Mat*, 2(1), 1–64.
- Natalia, Eugina., Darminto., dan M. . W. E. N. (2014). Penentuan Portofolio Saham yang Optimal dengan Model Markowitz Sebagai Dasar Penetapan Investasi Saham (Studi pada Perusahaan Food and Beverage yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2012). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 9(1), 1–9.
- Smith, C. (2019). "The Importance of Benchmarking in Research and Development". *R&D Journal*, 8(1), 12-25.
- Strumberger, I., Bacanin, N., & Tuba, M. (2016). Constrained Portfolio Optimization by Hybridized Bat Algorithm. *Proceedings - International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, ISMS*, 0, 83–88. <https://doi.org/10.1109/ISMS.2016.18>.
- Tandelilin, E. (2010). Portofolio dan Investasi. Edisi Pertama. Yogyakarta: Kanisius

- Vanti, E. N., & Supandi, E. D. (2020). Pembentukan Portofolio Optimal dengan Menggunakan Mean Absolute Deviation dan Conditional Mean Variance. *Jurnal Fourier*, 9(1), 25–34. <https://doi.org/10.14421/fourier.2020.91.25-34>
- Yang, N. C., & Le, M. D. (2015). Optimal design of passive power filters based on multi-objective bat algorithm and pareto front. *Applied Soft Computing Journal*, 35, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.042>.
- Yang, X. S., & Gandomi, A. H. (2012). Bat algorithm: A novel approach for global engineering optimization. *Engineering Computations (Swansea, Wales)*, 29(5), 464–483. <https://doi.org/10.1108/026444401211235834>.
- Yang, X.-S., & He, X. (2013). Bat algorithm: literature review and applications. In *Int. J. Bio-Inspired Computation (Vol. 5, Issue 3)*.