

**OPTIMISASI PORTOFOLIO SAHAM DENGAN KENDALA
KARDINALITAS MENGGUNAKAN ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE
COLONY***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Matematika



Oleh:

Razka Divaniza Mukti

NIM 1903809

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Razka Divaniza Mukti

1903809

OPTIMISASI PORTOFOLIO SAHAM DENGAN KENDALA KARDINALITAS MENGGUNAKAN ALGORITMA ARTIFICIAL BEE COLONY

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. Lukman, M.Si

NIP. 196801281994021001

Pembimbing II,



Ririn Sispiyati, S.Si., M.Si

NIP. 198106282005012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

NIP. 198207282005012001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimisasi Portofolio Saham dengan Kendala Kardinalitas Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony” 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 apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023

Razka Divaniza Mukti

NIM. 1903809

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Allah SWT atas limpahan berkah dan karunia-Nya. Melalui rahmat-Nya, penulis berhasil menyelesaikan penulisan karya ini yang berjudul "Optimisasi Portofolio Saham dengan Kendala Kardinalitas Menggunakan *Algoritma Artificial Bee Colony*". Tak lupa, salawat dan salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai cahaya yang menerangi setiap langkah umat manusia menuju jalan kebenaran.

Karya skripsi ini penulis susun sebagai bagian tak terpisahkan dalam upaya untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Strata Satu (S1) dari Program Studi Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis sangat menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang kami miliki. Oleh sebab itu, setiap masukan, saran, dan kritik yang membangun adalah anugerah yang penulis nantikan dengan harap yang tulus, demi penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut di masa-masa mendatang.

Bandung, Agustus 2023

Razka Divaniza Mukti

NIM. 1903809

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan mengucapkan puji serta syukur atas kehadiran Allah SWT., serta dengan penuh penghormatan dan salam kepada Nabi Muhammad SAW., penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat sesuai jadwal yang ditentukan. Karena pencapaian tersebut, penulis berkeinginan untuk mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth Bapak Dr. Lukman, M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir,
2. Yth Ibu Ririn Sispiyati, S.Si.,M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.
3. Yth Ibu Dr. Kartika Yulianti, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Yth Bapak Imam selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bantuan selama penulis menjalani perkuliahan di UPI.
5. Kedua orang tua yang telah mendukung dan mendo'akan agar skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu.
6. Rekan-rekan mahasiswa Matematika UPI 2019 yang telah memberikan bantuan motivasi dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan.
7. Pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menempuh perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini.

ABSTRAK

Optimasi Portofolio Saham dengan Kendala Kardinalitas adalah masalah menentukan portofolio dengan pilihan kombinasi saham optimal dengan membatasi jumlah aset saham yang masuk atau disebut sebagai kendala kardinalitas dengan tujuan untuk memudahkan pemantauan tiap aset dan mengurangi biaya transaksi. Penelitian ini menyelesaikan masalah Optimasi Portofolio Saham dengan Kendala Kardinalitas dengan menggunakan Algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) untuk menentukan saham yang masuk dalam portofolio beserta proporsi bobotnya dengan tujuan mendapatkan return maksimum dengan risiko yang minimum. ABC meniru tingkah laku dari koloni lebah dalam mencari makanan. Terdapat empat tahapan ABC, yaitu tahap inisialisasi, tahap *employed bees*, tahap *onlooker bees*, dan tahap *scout bees*. Penelitian ini juga mengimplementasikan penyelesaian masalah optimasi portofolio dengan kendala kardinalitas dengan menggunakan ABC untuk penentuan portofolio pada indeks saham IDX 30. Hasil implementasi menunjukkan bahwa ABC mampu menyelesaikan masalah optimasi portofolio dan memberikan hasil yang baik.

Kata Kunci: Optimasi portofolio, kardinalitas, *Artificial Bee Colony*, *return*, risiko.

ABSTRACT

Stock Portfolio Optimization with Cardinality Constraints is the problem of determining a portfolio with a choice of optimal stock combinations by limiting the number of incoming stock assets or referred to as cardinality constraints with the aim of facilitating monitoring of each asset and reducing transaction costs. This research solves the problem of Stock Portfolio Optimization with Cardinality Constraints by using the Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm to determine the stocks included in the portfolio along with the proportion of its weight with the aim of getting maximum return with minimum risk. ABC imitates the behavior of a bee colony in search of food. There are four stages of ABC, namely the initialization stage, the employed bees stage, the onlooker bees stage, and the scout bees stage. This research also implements the solution of portfolio optimization problems with cardinality constraints using ABC for portfolio determination on the IDX 30 stock index. The implementation results show that ABC is able to solve portfolio optimization problems and provide good results.

Keywords: *Portfolio optimization, cardinality, Artificial Bee Colony, return, risk.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
2.1 Manajemen Investasi	5
2.1.1 Investasi Saham.....	6
2.1.2 Pasar Modal.....	7
2.1.3 Portofolio	7
2.1.4 Dasar keputusan investasi	8
2.2 Artificial Bee Colony	9
2.2.1 Fase Inisialisasi	10
2.2.2 Fase <i>Employee Bee</i>	11
2.2.3 Fase <i>Onlooker Bee</i>	12
2.2.4 Fase <i>Scout Bee</i>	13
2.3 Fungsi Benchmark.....	13
2.3.1 Fungsi Rosenbrok	14
2.3.2 Fungsi Rastrigin	14
BAB III	16
3.1 Deskripsi Masalah	16
3.2 Studi Pustaka	16
3.3 Tahapan Penelitian	16
3.4 Model Portofolio Markowitz	17
3.5 Model Optimalisasi	21
3.6 Penyelesaian Model Optimasi dengan Algoritma <i>Artificial Bee Colony</i>	23
BAB IV	32

4.1	Data Penelitian.....	32
4.2	Formulasi Model Optimasi.....	32
4.2.1	Mendefinisikan Variabel Keputusan, Fungsi Tujuan dan Kendala.....	32
4.2.2	Menghitung Rata-Rata <i>Return</i>	34
4.2.3	Menghitung Varian dan Kovarian.....	35
4.2.4	Memformulasikan Model Portofolio Optimal dengan Kendala Kardinalitas.....	36
4.3	Validasi.....	37
4.4	Hasil Implementasi	38
4.5	Analisa Sensitivitas	40
BAB V	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Pseudocode</i> Algoritma ABC.....	10
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Algoritma ABC	31
Gambar 4. 1 Hasil Fungsi <i>Benchmark</i> Rosenbrock.....	37
Gambar 4. 2 Hasil Fungsi <i>Benchmark</i> Rastrigin.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Enam Sampel Saham.....	23
Tabel 3. 2 <i>Return</i> Enam Sampel Saham	23
Tabel 3. 3 <i>Return</i> Rata-Rata Enam Sampel Saham.....	24
Tabel 3. 4 Matriks Varian Kovarian Enam Sampel Saham	24
Tabel 3. 5 Hasil Inisialisasi Awal Proporsi Saham	25
Tabel 3. 6 Portofolio dengan Proporsi Saham Sesuai Kendala.....	26
Tabel 3. 7 Nilai Fungsi Objektif/ <i>Fitness</i>	26
Tabel 3. 8 Proporsi Kandidat Calon Solusi (<i>vm</i>).....	27
Tabel 3. 9 Proporsi Portofolio (<i>vm</i>) Sesuai Kendala	27
Tabel 3. 10 Nilai <i>Fitness</i> Portofolio <i>vm</i>	27
Tabel 3. 11 Proporsi <i>vm</i> Sesuai Kendala.....	28
Tabel 3. 12 Nilai <i>Fitness</i> Portofolio Setelah Fase <i>Onlooker Bees</i>	28
Tabel 3. 13 Solusi Portofolio pada Iterasi ke-51 Setelah Fase <i>Onlooker Bees</i>	29
Tabel 3. 14 Inisialisasi Awal <i>v2</i> Baru.....	29
Tabel 3. 15 Proporsi Saham <i>v2</i> Sesuai Kendala.....	29
Tabel 3. 16 Solusi Portofolio Setelah Iterasi ke-51.....	30
Tabel 4. 1 Daftar Saham dan Variabel Keputusan.....	32
Tabel 4. 2 Rata-Rata <i>Return</i>	34
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan <i>Fitness</i> Algoritma ABC.....	38
Tabel 4. 4 Hasil proporsi bobot saham	39
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Algoritma ABC	39
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan <i>Fitness</i> Algoritma ABC untuk 11 saham	41
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan <i>Fitness</i> Algoritma ABC untuk 12 saham	41

DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostopoulos, K. P., & Mamanis, G. (2011). The mean–variance cardinality constrained portfolio optimization problem: An experimental evaluation of five multiobjective evolutionary algorithms. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14208-14217.
- 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.
- Chen, A. H., Liang, Y. C., & Liu, C. C. (2012, June). An artificial bee colony algorithm for the cardinality-constrained portfolio optimization problems. In *2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation* (pp. 1-8). IEEE.
- Chen, A. H., Liang, Y. C., & Liu, C. C. (2013, April). Portfolio optimization using improved artificial bee colony approach. In *2013 IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics (CIFEr)* (pp. 60-67). IEEE.
- Chen, W. (2015). Artificial bee colony algorithm for constrained possibilistic portfolio optimization problem. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 429, 125-139.
- Chin, L., Chendra, E., & Sukmana, A. (2018). Analysis of portfolio optimization with lot of stocks amount constraint: case study index LQ45. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Ge, M. (2014, August). Artificial bee colony algorithm for portfolio optimization. In *Fifth International Conference on Intelligent Control and Information Processing* (pp. 449-453). IEEE.
- Hussain, K., Salleh, M. N. M., Cheng, S., & Naseem, R. (2017). Common benchmark functions for metaheuristic evaluation: A review. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 1(4-2), 218-223.
- Karaboga, D. (2005). *An idea based on honey bee swarm for numerical optimization* (Vol. 200, pp. 1-10). Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer engineering department.

- Karaboga, D., & Basturk, B. (2007, June). Artificial bee colony (ABC) optimization algorithm for solving constrained optimization problems. In *International fuzzy systems association world congress* (pp. 789-798). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kalayci, C. B., & Gupta, S. M. (2013). Artificial bee colony algorithm for solving sequence-dependent disassembly line balancing problem. *Expert Systems with Applications*, 40(18), 7231-7241.
- Lwin, K., Qu, R., & Kendall, G. (2014). A learning-guided multi-objective evolutionary algorithm for constrained portfolio optimization. *Applied Soft Computing*, 24, 757-772.
- Mansourinia, M., & Momeni, A. (2018). Cardinality constrained portfolio optimization using bee colony algorithm (case study: Tehran stock exchange).
- Noor, H. F. (2007). *Ekonomi manajerial*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Nurafifah, L. (2018). Optimasi Portofolio dengan Kendala Roundlot Menggunakan Metode Artificial Bee Colony (ABC). *Euclid*, 5(2), 61-75.
- Nuraini, S. (2013). Optimasi Portofolio Saham dengan Lexicographic Goal Programming pada Bursa Efek Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Soleimani, H., Golmakani, H. R., & Salimi, M. H. (2009). Markowitz-based portfolio selection with minimum transaction lots, cardinality constraints and regarding sector capitalization using genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5058-5063.
- Supandi, E. D., & Rosadi, D. (2017). An empirical comparison between robust estimation and robust optimization to mean-variance portfolio. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 16(1), 32.
- Sri Mulyono, S. E., Werastuti, D. N. S., Siswadi Sululing, S. E., Ak, M., Iryani, dkk. (2022). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Media Sains Indonesia.
- Tandelilin, E. (2010). Dasar-dasar manajemen investasi. *Manajemen Investasi*, 34.