

SKRIPSI

OPTIMASI PORTOFOLIO MENGGUNAKAN ALGORITMA
CUCKOO SEARCH



THOMAS AGUNG SANTOSO

NPM: 2015710001

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019

FINAL PROJECT

**PORTFOLIO OPTIMIZATION USING CUCKOO SEARCH
ALGORITHM**



THOMAS AGUNG SANTOSO

NPM: 2015710001

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI PORTOFOLIO MENGGUNAKAN ALGORITMA
*CUCKOO SEARCH***

THOMAS AGUNG SANTOSO

NPM: 2015710001

Bandung, 23 Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing

Liem Chin, M.Si.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Erwinna Chendra

Taufik Limansyah, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

OPTIMASI PORTOFOLIO MENGGUNAKAN ALGORITMA *CUCKOO SEARCH*

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 23 Juli 2019

Meterai Rp. 6000

THOMAS AGUNG SANTOSO
NPM: 2015710001

ABSTRAK

Pada zaman sekarang, investasi merupakan hal yang penting bagi masyarakat, entah itu untuk mendapatkan penghasilan tambahan ataupun sekedar sebagai sarana lindung nilai uang yang terus tergerus oleh inflasi. Berbagai macam bentuk investasi pun bermunculan, mulai dari investasi pada aset- aset berharga seperti emas dan properti hingga investasi dengan membeli surat hutang negara dan saham. Dari berbagai macam platform investasi ini tentu tujuan utama dari investor pada hakikatnya adalah mencapai *return* yang tinggi dengan resiko yang sekecil mungkin. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan suatu metode untuk mendapatkan kombinasi aset investasi atau yang biasa disebut dengan portofolio yang tepat. Salah satu cara untuk mendapatkan portofolio yang sesuai dengan tujuan investor adalah dengan menggunakan algoritma *metaheuristic*. Algoritma ini adalah sebuah metode yang terinspirasi dari perilaku alam. Banyak algoritma *metaheuristic* yang telah tercipta, salah satunya adalah algoritma *Cuckoo Search*. *Cuckoo Search* dibuat berdasarkan perilaku burung cuckoo yang merupakan burung parasit untuk mencari sarang yang tepat untuk telurnya.

Kata-kata kunci: Optimasi Portofolio, Algoritma, Cuckoo Search, Metaheuristik

ABSTRACT

Today, investment is an important thing for the community, whether it's to get additional income or simply as a means of hedging money that continues to be eroded by inflation. Various forms of investment have also emerged, ranging from investment in valuable assets such as gold and property to investment by buying state bonds and shares. From various investment platforms, of course, the main goal of investors is essentially to achieve high returns with the smallest possible risk. To achieve these objectives, a method is needed to get a combination of investment assets or commonly called the right portfolio. One way to get a portfolio that is suitable for the investor's goal is to use the metaheuristic algorithm. This algorithm is a method inspired by natural behavior. Many metaheuristic algorithms have been created, one of which is the Cuckoo Search algorithm. Cuckoo Search is based on the behavior of cuckoo birds which are parasitic birds to find the right nest for their eggs.

Keywords: Portfolio Optimization, Algorithms, Cuckoo Search, Metaheuristics

Skripsi ini dipersembahkan untuk kamu, iya kamu...

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "OPTIMASI PORTOFOLIO MENGGUNAKAN ALGORITMA *CUCKOO SEARCH*" dengan baik dan tepat waktu. Penulis merasa bahagia dapat menyelesaikan skripsi ini dan berharap karya ini dapat berguna bagi para pembaca, khususnya bagi lingkungan Universitas Katolik Parahyangan. Skripsi ini dibuat karena penulis merasa tertantang untuk menggunakan hal-hal yang didapat selama kuliah pada permasalahan yang terjadi pada kehidupan sehari-hari juga skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Strata-1 Program Studi Matematika, Universitas Katolik Parahyangan Bandung. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini, diantaranya :

- Orang tua, adik, dan keluarga besar penulis yang sedikit banyak telah berpengaruh dalam pengambilan keputusan dan perjalanan penulis selama berkuliah.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis selama proses penulisan skripsi ini.
- Ibu Dr. Erwinna Chendra dan Bapak Taufik Limansyah, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk skripsi ini.
- Seluruh dosen, tata usaha, dan pekarya FTIS yang memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menjalankan kegiatan perkuliahan.
- Alexander Bhima Cahyanto dan Sesilia Trinoviana yang telah menjadi kakak dan selalu menjadi pendorong bagi penulis dalam menjalankan aktivitas selama perkuliahan.
- Livia Belinda dan Maria Hadinata yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
- Giovano Aditya Graha yang telah menjadi sahabat penulis dalam tahun terakhir perkuliahan.
- Vano, Vania, Dius, Lisa, Mega, Raka, Mahe, Pepita yang telah menemani penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
- Vivi dan Laura (tiga babi) yang menjadi tempat penulis untuk berkeluh kesah.
- Sarah dan Grace yang menjadi teman begadang penulis saat mengerjakan skripsi ini.
- Setia Dharma, Nadya Tjindra, Chrestella Levina, dan Wilbert Buntoro yang menjadi teman dan adik bagi penulis selama masa-masa perkuliahan.
- SMASH yang telah merekrut penulis di masa akhir perkuliahan.
- Teman-teman matematika 2015 yang telah menjadi rekan selama perkuliahan.
- Rekan-rekan Majelis Perwakilan Mahasiswa periode 2017/2018 dan program-program kerja lain yang secara langsung maupun tidak langsung membentuk penulis sebagai pribadi yang lebih baik.

- Upnormal, Co-op Space, LH, Galcim, dan Dunkin Donuts beserta pegawainya yang telah setia menjadi tempat dan teman bagi penulis untuk menyusun skripsi ini.
- Pak Moes dan OBC yang menjadi tempat untuk penulis menghabiskan waktu selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis terbuka terhadap seluruh kritik dan saran dari para pembaca. Kritik dan saran tersebut akan digunakan oleh penulis untuk menyempurnakan karya ini agar dapat berguna bagi lebih banyak lagi pihak. Terakhir, semoga kita selalu dalam berkat, rahmat dan lindungannya. Amin.

Bandung, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Proporsi Saham	5
2.2 Tingkat Pengembalian Portofolio	5
2.3 Risiko Portofolio	6
2.4 Metode <i>Cuckoo Search</i>	7
2.4.1 Membangkitkan Populasi Awal <i>Cuckoo</i>	8
2.4.2 Cara Bertelur <i>Cuckoo</i>	8
2.4.3 Migrasi dari Burung <i>Cuckoo</i>	8
3 MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO	15
3.1 Model Portofolio yang Meminimumkan Risiko Dengan Target <i>return</i> tertentu	15
3.2 Penerapan algoritma <i>Cuckoo Search</i> Dalam Masalah Optimasi Portofolio	15
4 CONTOH KASUS OPTIMASI PORTOFOLIO	19
4.1 Data Saham dalam Simulasi	19
4.2 Contoh Kasus Optimasi Portofolio Menggunakan Algoritma <i>Cuckoo Search</i> dengan Teknik Imigrasi <i>Lévy Flight</i>	20
4.3 Contoh Kasus Optimasi Portofolio Menggunakan Algoritma <i>Cuckoo Search</i> dengan Teknik Imigrasi <i>K-Means</i>	21
5 ANALISIS SENSITIVITAS	25
5.1 Pengaruh Jumlah Maksimum <i>Cuckoo</i> Terhadap Risiko	25
5.2 Pengaruh P_a Terhadap Risiko	26
5.3 Pengaruh Iterasi Terhadap Risiko	27
6 KESIMPULAN DAN SARAN	29
6.1 Kesimpulan	29
6.2 Saran	29

DAFTAR GAMBAR

2.1	Distribusi Lévy dan Distribusi Normal	9
2.2	Langkah dalam distribusi Lévy	9
2.3	Clustering menggunakan K-Means	10
2.4	Perpindahan burung <i>cuckoo</i> ke daerah yang lebih baik.	11
2.5	Grafik Fungsi Model 2.15	11
2.6	Iterasi dalam Algoritma <i>Cuckoo Search</i>	12
2.7	Habitat <i>Cuckoo</i> pada Iterasi Terakhir	13
4.1	Risiko Terendah Tiap Iterasi <i>CS Lévy Flight</i>	21
4.2	Risiko Terendah Tiap Iterasi <i>CS K-Means</i>	22
5.1	Sensitivitas Jumlah Maksimal <i>Cuckoo</i> Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	25
5.2	Sensitivitas P_a Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	26
5.3	Sensitivitas Jumlah Iterasi Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	27

DAFTAR TABEL

4.1	<i>Return Rata-Rata Saham</i>	20
4.2	Nilai Parameter pada algoritma <i>CS Lévy Flight</i>	20
4.3	Proporsi Dana Portofolio <i>CS Lévy Flight</i>	20
4.4	Nilai Parameter pada algoritma <i>CS K-Means</i>	21
4.5	Proporsi Dana Portofolio <i>CS K-Means</i>	22
5.1	Pengaruh Jumlah Maksimum Burung Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	26
5.2	Pengaruh P_a Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	27
5.3	Pengaruh Jumlah Iterasi Terhadap Risiko pada Algoritma <i>CS K-Means</i>	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam mengelola uang, salah satu hal yang penting diketahui oleh seseorang adalah cara membuat nilai uang tersebut tetap terjaga atau bahkan meningkat. Hal tersebut dikarenakan adanya inflasi atau kemerosotan nilai uang yang membuat nilai uang pada hari ini dapat berubah menjadi jauh lebih kecil daripada nilai uang bertahun-tahun yang akan datang dengan nominal uang yang sama. Kegiatan investasi dapat menjadi salah satu jawaban dari masalah tersebut. Menurut Gitman dan Joehnk, investasi merupakan suatu sarana dimana penempatan dana dengan harapan hal tersebut akan menghasilkan pendapatan positif dan/atau menjaga atau meningkatkan nilainya[1]. Dari dasar inilah investasi sangat menarik perhatian orang-orang.

Investasi memiliki beberapa hal dasar yang perlu diperhatikan oleh orang yang melakukan investasi (investor). Salah satu prinsip yang umum dikenal oleh banyak orang adalah menempatkan dana pada beberapa aset investasi atau biasa lebih dikenal dengan diversifikasi. Teknik diversifikasi ini pada dasarnya memecah risiko ke beberapa aset sehingga harapannya kerugian pada aset yang satu bisa tertutupi oleh keuntungan aset yang lain, atau setidaknya kerugian tidak dialami oleh seluruh aset yang dimiliki. Saat melakukan diversifikasi, investor akan menempatkan dananya ke beberapa aset dan terbentuklah sebuah portofolio dengan proporsi dana masing-masing aset yang dapat ditentukan sendiri oleh investor.

Sebuah kegiatan investasi sangat lekat hubungannya dengan istilah-istilah seperti *risk* dan *return* atau risiko dan tingkat pengembalian. Secara umum, seorang investor pasti menginginkan portofolio investasi dengan *risk* yang rendah tapi dengan *return* yang tinggi. Dengan demikian, investor membutuhkan suatu metode untuk menyusun portofolio yang dapat memenuhi keinginannya. Salah satu metode yang cukup menarik untuk dibahas adalah metode optimasi *metaheuristic*. Metode *metaheuristic* jika ditilik dari tata bahasa berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari kata *heuriskein* yang berarti suatu seni untuk menyelesaikan masalah dan *meta* yang berarti metodologi tingkat tinggi. Secara utuh, metode optimasi *metaheuristic* berarti suatu metode tingkat tinggi yang dirancang untuk menyelesaikan masalah optimasi. Metode *metaheuristic* merupakan salah satu bagian dari metode *heuristic* yang merupakan cara untuk menyelesaikan masalah yang dapat menghasilkan solusi yang cukup baik dengan waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan menggunakan metode eksakta walaupun tidak menjamin akan memiliki solusi sebaik solusi yang dihasilkan oleh metode eksakta [9]. Salah satu bagian lain dari metode *heuristic* adalah metode *specific heuristic*. Perbedaannya dengan metode *metaheuristic* adalah metode ini hanya dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan satu masalah sedangkan metode *metaheuristic* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi secara umum. Kebanyakan metode *metaheuristic* terinspirasi dari perilaku alam.

Metode *metaheuristic* yang akan dibahas di skripsi ini adalah metode optimasi menggunakan algoritma *cuckoo search*. Metode ini terinspirasi dari perilaku burung cuckoo dalam berkembang biak dengan menaruh telurnya di sarang burung lain dengan harapan induk burung inang tersebut tidak menyadari kehadiran dari telur parasit yang ditaruh oleh burung cuckoo. Dalam skripsi ini, algoritma *cuckoo search* akan digunakan dengan 2 cara yang berbeda. Perbedaan ini terletak

pada cara burung *cuckoo* untuk bermigrasi. Aset yang digunakan dalam optimasi portofolio dalam skripsi ini adalah saham. Dalam contoh kasus, akan digunakan data historis dari saham-saham di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka masalah-masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana cara menyelesaikan permasalahan optimasi portofolio menggunakan algoritma *cuckoo search*?
2. Bagaimana pengaruh parameter terhadap solusi dari permasalahan optimasi portofolio menggunakan algoritma 'cuckoo search'?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk:

1. Pembentukan portofolio optimal menggunakan algoritma *Cuckoo Search* dengan 2 pendekatan, yaitu *Cuckoo Search* menggunakan teknik migrasi *Lévy Flight* dan *Cuckoo Search* menggunakan teknik migrasi *K-Means*.
2. Menganalisa pengaruh parameter terhadap solusi dari permasalahan optimasi portofolio menggunakan *Cuckoo Optimization Algorithm*.
3. *Short-selling* tidak diperbolehkan

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada skripsi ini, yaitu:

1. Tidak ada biaya transaksi.
2. Portofolio hanya terdiri dari saham-saham.

1.5 Sistematika Pembahasan

Dalam skripsi ini, penulis membagi pembahasannya dalam beberapa bab, yaitu:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab 1 dalam skripsi ini merupakan bagian pengantar yang memaparkan secara garis besar mengenai hal-hal yang akan disampaikan di bab-bab selanjutnya. Bab 1 dibagi menjadi lima subbab, yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2: LANDASAN TEORI

Bab 2 akan membahas mengenai teori-teori yang penulis gunakan dalam pembahasan di bab-bab selanjutnya.

BAB 3: MODEL OPTIMASI PORTOFOLIO

Bab 3 akan membahas bagaimana penggunaan *Cuckoo Optimization Algorithm* untuk menyelesaikan masalah optimasi portofolio sesuai dengan model yang dipilih.

BAB 4: CONTOH KASUS OPTIMASI PORTOFOLIO

Bab 4 akan membahas contoh kasus penerapan algoritma *cuckoo search* terhadap model optimasi yang telah dibahas pada bab 3.

BAB 5: ANALISIS SENSITIVITAS

Bab 5 akan membahas analisis sensitivitas dari parameter-parameter yang digunakan pada algoritma *cuckoo search*.

BAB 6: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 6 akan memuat kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh pada bab 4 hingga bab 5 dan saran yang diusulkan penulis untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.