

SKRIPSI

PENYELESAIAN MASALAH *KNAPSACK* DENGAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *MIGRATING BIRDS*
OPTIMIZATION



Rieszky Delfiero Anandha

NPM: 2017730069

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

UNDERGRADUATE THESIS

**MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION ALGORITHM FOR
SOLVING KNAPSACK PROBLEM**



Rieszky Delfiero Anandha

NPM: 2017730069

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENYELESAIAN MASALAH *KNAPSACK* DENGAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *MIGRATING BIRDS*
OPTIMIZATION

Rieszky Delifero Anandha

NPM: 2017730069

Bandung, 16 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed
by Husnul^{PKA}
Hakim

Husnul Hakim, S.Kom., M.T.

Ketua Tim Penguji

Digitally signed
by Vania Natali

Vania Natali, S.Kom, MT

Anggota Tim Penguji

Digitally signed
by Cecilia Esti
Nugraheni

Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni,
ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Mariskha Tri
Adithia

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

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

PENYELESAIAN MASALAH *KNAPSACK* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION*

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 16 Januari 2023



METERAI
TEMPEL
C8BAKX275097844

Rieszky Delfiero Anandha
NPM: 2017730069

ABSTRAK

Masalah *knapsack* adalah suatu permasalahan untuk memilih objek-objek yang memiliki bobot dan nilai lalu akan dimasukkan ke dalam *knapsack* sehingga tidak melebihi kapasitas dari *knapsack* dan memperoleh keuntungan maksimal dari objek-objek yang dimasukkan. Permasalahan *knapsack* aplikasinya banyak digunakan dalam dunia nyata di berbagai bidang. Penelitian *knapsack* sering digunakan untuk membahas hal-hal masalah kargo *loading*, penjadwalan mesin, alokasi sumber daya atau memori, dan optimisasi terhadap sumber daya. Namun permasalahan ini cukup rumit karena kompleksitas yang tinggi dalam menyelesaikan permasalahan ini dan termasuk ke dalam masalah *NP-complete problem*. *NP-complete problem* adalah permasalahan yang dalam pencarian solusinya tidak dapat diselesaikan dengan waktu *polynomial*. Waktu *polynomial* adalah waktu yang berbentuk suku banyak yang memiliki variabel, koefisien, dan konstanta. Contohnya adalah n^2 .

Pada skripsi ini, untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* digunakan sebuah algoritma yang bernama *Migrating Birds Optimization*. *Migrating Birds Optimization* merupakan algoritma yang terinspirasi dari sekumpulan burung yang sedang melakukan migrasi dan membentuk formasi V. Formasi ini terdiri dari burung pemimpin dan burung tetangga. Tiap kumpulan burung tersebut akan merepresentasikan solusi yang berisi kombinasi dan nilai dari benda-benda yang diambil dan tidak melebihi kapasitas. Burung pemimpin dan burung tetangga tersebut akan dibandingkan satu sama lain sehingga burung dengan nilai terbaik akan menjadi burung pemimpin. *Migrating Birds Optimization* ini akan digunakan dengan mencari kombinasi-kombinasi dari kumpulan benda yang tersedia dalam setiap permasalahan *knapsack* dan akan dibandingkan terhadap kombinasi yang tersedia sehingga dapat menghasilkan solusi yang optimal.

Penelitian pada skripsi dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* ini akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman java. Hasil pengujian dari perangkat lunak yang dibangun adalah solusi optimal dari setiap permasalahan *knapsack* berupa nilai *fitness* dan kombinasi benda yang terpilih. Hasil pengujian yang didapat dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* juga diukur kinerjanya dalam menemukan solusinya dan didapat MSE (*Mean Squared Error*) dari pengujian yang dilakukan adalah 2670,65 dan 4513,975

Kata-kata kunci: *Knapsack*, Kapasitas, Solusi optimal. *Migrating Birds Optimization*, Burung, Burung pemimpin, Burung tetangga

ABSTRACT

The Knapsack problem is a problem of selecting objects that have weight and value and then they will be included in the knapsack so that they do not exceed the capacity of the Knapsack and get the maximum benefit from the objects entered. Knapsack research is often used to discuss problems with cargo loading, machine scheduling, resource or memory allocation, and optimization of resources. However, this problem is quite complicated because of the high complexity of solving this problem and it is included in the NP-complete problem. An NP-complete problem is a problem whose solution cannot be solved in polynomial time. Polynomial time is time in the form of polynomials that has variables, coefficients, and constants. An example is n^2 .

In this thesis, an algorithm called Migrating Birds Optimization is used to solve the knapsack problem. Migrating Birds Optimization is an algorithm inspired by a group of Birds that are migrating and form a V formation. This formation consists of lead Birds and neighboring Birds. Each collection of Birds will represent a solution that contains the combination and value of the objects taken and does not exceed capacity. The leader Bird and the neighboring Birds will be compared with each other so that the Birds with the best value will become the leader Birds. This Migrating Birds Optimization will be used by looking for combinations of a collection of objects available in each knapsack problem and will be compared against the existing combinations so as to produce the optimal solution.

Research on thesis using Migrating Birds Optimization will be built using the java programming language. The results of experiments of the software are the optimal solution for each knapsack problem in the form of fitness values and selected object combinations. The experiment results that obtained using the Migrating Birds Optimization algorithm are also measured for their performance to find a solution and the results of the MSE (Mean Squared Error) are 2670,65 and 4513,975

Keywords: *Knapsack, Capacity, Optimal Solution. Migrating Birds Optimization, Birds, Leader Bird, Neighbour Birds*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat yang melimpah dan kesehatan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul Penyelesaian Masalah *Knapsack* Dengan menggunakan Algoritma *Migrating Birds Optimization*. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasihat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Allah SWT yang memberikan izin dan rahmatnya untuk bisa menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi.
3. Kakak-kakak penulis yang berjuang keras dan bersusah payah untuk membiayai perkuliahan penulis selama kuliah.
4. Penulis yang mampu melewati dan menyelesaikan skripsi ini dalam kondisi yang sangat tidak baik.
5. Bapak Husnul Hakim selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan skripsi.
6. Ibu Vania Natali dan Ibu Cecilia Esti Nugraheni sebagai penguji dalam sidang akhir.
7. Teman-teman seperjuangan skripsi Rajasa Cikal dan Quadrat Nadji yang selalu membantu dan menyemangati dalam penyelesaian skripsi.
8. Teman-teman *Executive Board Alpha 19 AIESEC* in Bandung Leticia, Michelle, dan Kak Ama yang menyemangati penulis ketika penulis dalam kondisi tidak baik-baik saja.
9. Teman-teman *Executive Board Alpha 20 AIESEC* in Bandung Pia, Gina, dan Clau yang selalu memberikan semangat saat pengerjaan skripsi.
10. Teman-teman mantan *President AIESEC 20* Aya, Gerri, Wuri, Fadhel, Jimmy, Soso, Farid, dan Arrahma yang juga selalu menemani dan menyemangati penulis setiap saat dalam menyelesaikan skripsi.
11. Pihak lain yang belum disebutkan yang berperan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi penulis dapat menjadi manfaat untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Bila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini, penulis mohon maaf sebesar-besarnya.

Bandung, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Knapsack</i> [1]	5
2.2 Kompleksitas Waktu [2]	5
2.3 Metaheuristik [3]	6
2.4 <i>Mean Squared Error</i> [4]	7
2.5 <i>Migrating Birds Optimization</i> [3]	7
2.6 <i>Migrating Birds Optimization</i> untuk masalah <i>knapsack</i> [5]	9
3 ANALISIS	11
3.1 Analisis Masalah	11
3.1.1 Pemodelan Burung	11
3.1.2 Fitness Function	11
3.1.3 <i>Flow Chart Algoritma</i>	12
3.2 Studi kasus	16
3.2.1 Insialisasi	16
3.2.2 Membandingkan <i>neighbour solution</i> dan membagikan <i>shared neighbour solution</i>	17
3.3 Kebutuhan Perangkat Lunak	18
3.4 Flow Chart Program	18
4 PERANCANGAN	21
4.1 Diagram Kelas Program	21
4.1.1 Kelas <i>MBO</i>	22
4.1.2 Kelas <i>Main</i>	28
5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	29
5.1 Lingkungan Implementasi	29
5.2 Implementasi	29
5.3 Pengujian	32

5.3.1	Skenario Pengujian	32
5.3.2	Uji Fungsionalitas	32
5.3.3	Uji Eksperimen	34
6	KESIMPULAN DAN SARAN	39
6.1	Kesimpulan	39
6.2	Saran	39
	DAFTAR REFERENSI	41
	A KODE PROGRAM	43

DAFTAR GAMBAR

1.1	Formasi "V" pada burung saat migrasi.[6]	2
2.1	Formasi "V" pada burung saat migrasi [6]	7
3.1	<i>Flow chart</i> masukan kasus dan inisialisasi burung	12
3.2	<i>Flow chart</i> algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (2)	13
3.3	<i>Flow chart</i> algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (3)	14
3.4	<i>Flow chart</i> algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (4)	15
3.5	Inisialisasi populasi burung algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> pada contoh kasus	16
3.6	<i>Flow chart</i> program	19
3.7	Inisialisasi populasi burung algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> pada contoh kasus	20
4.1	Diagram kelas pada algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i>	21
4.2	Diagram kelas <i>Knapsack</i>	22
4.3	Diagram kelas <i>Main</i>	28

BAB 1

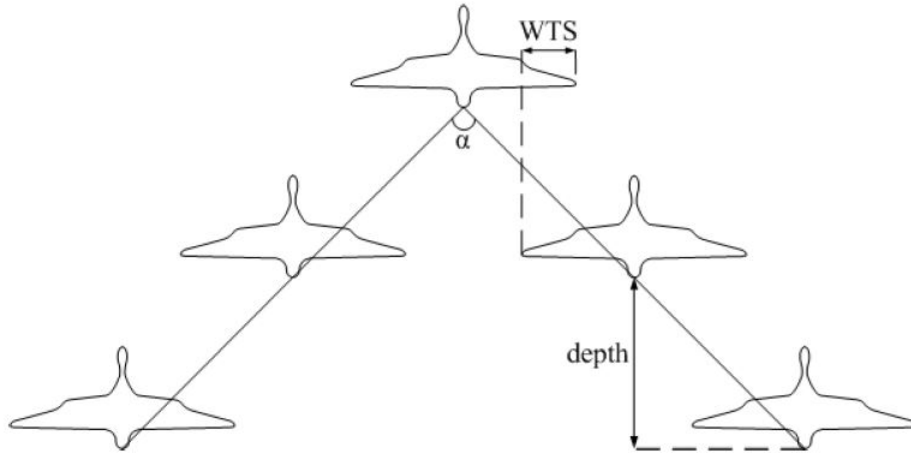
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Knapsack dapat diterjemahkan sebagai ransel. *Knapsack* digunakan sebagai tempat penampungan untuk objek-objek yang dipilih. Masalah *knapsack* adalah suatu permasalahan untuk memilih objek-objek yang memiliki bobot dan nilai lalu akan dimasukkan ke dalam *knapsack* sehingga tidak melebihi kapasitas dari *knapsack* dan memperoleh keuntungan maksimum dari objek-objek yang dimasukkan[1]. Permasalahan *knapsack* aplikasinya banyak digunakan dalam dunia nyata di berbagai bidang. Penelitian *knapsack* sering digunakan untuk membahas hal-hal masalah terhadap kargo *loading*, penjadwalan mesin, alokasi sumber daya atau memori, dan optimisasi sumber daya. Hasil dari penyelesaian *knapsack* dapat berupa perangkat lunak, model keuangan, sistem manajemen produksi dan inventaris, desain jaringan terhadap *queuing*, dan masih banyak lagi. Masalah *knapsack* adalah salah satu permasalahan *NP-complete*. Masalah *nondeterministic polynomial-time complete* atau disingkat masalah *NP-complete* adalah sebuah permasalahan kompleks yang digunakan untuk mengklasifikasikan masalah keputusan dan memiliki himpunan persoalan keputusan yang dapat diselesaikan oleh algoritma non-deterministik dalam waktu *polynomial*. Waktu *polynomial* adalah waktu yang berbentuk suku banyak yang memiliki variabel, koefisien, dan konstanta. Contohnya adalah n^2 . Masalah *knapsack* merupakan permasalahan *NP-complete* maka permasalahan ini tidak dapat diselesaikan dalam waktu yang masuk akal jika diselesaikan dengan metode-metode konvensional.

NP problems merupakan masalah kompleks yang bisa diselesaikan oleh berbagai algoritma namun membutuhkan waktu yang cukup lama dan tidak bisa diselesaikan dengan waktu *polynomial*[7]. *NP problems* dapat dibagi menjadi dua kelas yaitu *NP-hard* dan *NP-complete*. *NP-hard* adalah *NP problems* yang tidak bisa diselesaikan dengan waktu *polynomial*. Suatu problem yang termasuk ke dalam *NP-complete* jika dapat dipecahkan dalam waktu *polynomial* jika dan hanya jika seluruh problem *NP-complete* juga dapat dipecahkan dalam waktu *polynomial*. Jika sebuah problem *NP-hard* dapat dipecahkan dalam waktu *polynomial* maka seluruh problem *NP-complete* dapat dipecahkan dalam waktu *polynomial*. Masalah NP sebenarnya bisa diselesaikan dengan algoritma *brute force*, yaitu algoritma yang mencoba semua kemungkinan solusinya. namun, umumnya tidak dianggap sebagai cara yang praktis atau efisien untuk melakukannya dikarenakan kompleksitas waktunya. Kompleksitas waktu pada permasalahan *knapsack* umumnya tergantung dari teknik yang digunakan. Salah satu tekniknya adalah menggunakan *dynamic programming*. dengan kompleksitas waktu yang dihasilkan adalah $O(nW)$ dimana n adalah jumlah benda dan W adalah maksimum berat yang dapat ditampung *knapsack*.

Selain cara di atas, permasalahan *knapsack* juga dapat menggunakan teknik metaheuristik. Oleh karena itu, pada skripsi ini akan digunakan sebuah algoritma metaheuristik yang bernama *Migrating Birds Optimization*. Heuristik merupakan suatu teknik yang dirancang untuk memecahkan suatu permasalahan dalam pencarian dan digunakan untuk menemukan suatu solusi yang dapat dibuktikan dengan benar. Sehingga metaheuristik merupakan suatu metode pendekatan yang didasarkan pada metode heuristik.[3] Algoritma *Migrating Birds Optimization* merupakan algoritma yang terinspirasi dari sekumpulan burung yang sedang melakukan migrasi. [6]



Gambar 1.1: Formasi "V" pada burung saat migrasi.[6]

Pada Gambar 1.1, burung-burung membentuk formasi 'V' ketika mereka sedang pergi untuk migrasi. Saat bermigrasi, kumpulan burung akan terus melakukan formasi ini hingga sampai ke tempat tujuan. Burung yang di paling atas yang memiliki WTS pada gambar merupakan pemimpin yang menentukan arah dan kecepatan. Pemimpin akan berganti-ganti seiring perjalanan jika dia sudah kelelahan. Hal ini bisa diimplementasikan ke dalam masalah *knapsack* dimana pemimpin akan disimbolkan sebagai solusi awal acak yang paling optimal. Algoritma ini akan mengecek apakah burung di sebelah kiri atau kanannya merupakan solusi yang lebih optimal atau tidak. Jika lebih optimal maka dia akan menjadi pemimpin dan akan bergerak menjadi burung yang paling atas. Jika sudah mencapai titik akhir perjalanan atau pada permasalahan *knapsack* ini dilambangkan dengan banyaknya jumlah iterasi yang dilakukan, maka burung pemimpin yang berada di iterasi akhir akan menjadi solusi optimal. Dalam *Migrating Birds Optimization*, untuk mencari solusi jumlah iterasi cukup berpengaruh karena akan menentukan seberapa optimal sebuah solusi akibat adanya selalu pembaharuan nilai dari setiap iterasi.

Pada skripsi ini akan dibuat sebuah perangkat lunak yang akan menyelesaikan masalah *Knapsack* dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dan akan mengimplementasikan algoritma *Migrating Birds Optimization*. Hasil yang dikeluarkan akan berupa solusi paling optimal pada masalah *knapsack*. Solusi ini berupa kumpulan barang yang dapat dimasukkan dan nilai optimal yang bisa didapat. Pada penelitian ini akan menggunakan data yang sudah pernah diuji coba pada jurnal *Migrating birds optimization algorithm to solve knapsack problem* berupa kapasitas, jumlah benda, dan sekumpulan benda yang memiliki *weight* dan *value*. Data yang diuji akan dilihat kembali kinerja algoritma *Migrating Birds Optimization* dengan melihat perbedaan rata-rata dengan hasil optimal seharusnya dan *error* yang dihasilkan oleh perangkat lunak dengan menggunakan jumlah iterasi yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menyelesaikan permasalahan *knapsack* dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization*?
2. Bagaimana membangun perangkat lunak untuk menyelesaikan *knapsack* dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization*?
3. Bagaimana kinerja *Migrating Birds Optimization* dalam menyelesaikan permasalahan *knapsack*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari cara menyelesaikan masalah *knapsack* dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization*.
2. Membuat perangkat lunak dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* untuk menyelesaikan masalah *knapsack*.
3. Mengetahui kinerja *Migrating Birds Optimization* dalam menyelesaikan permasalahan *knapsack*

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada pada skripsi ini adalah burung yang digunakan untuk percobaan adalah kurang dari 11, *neighbour solution* adalah 5 dan maksimal perulangan adalah sebanyak benda dikarenakan keterbatasan alat penguji.

1.5 Metodologi

Langkah-langkah penyusunan skripsi berdasarkan berikut:

1. Melakukan studi literatur terhadap masalah *knapsack*.
2. Melakukan studi literatur terhadap algoritma *Migrating Birds Optimization*.
3. Mempelajari pemodelan *Migrating Birds Optimization* untuk masalah *knapsack*.
4. Membuat analisa dan merancang kebutuhan rancangan program.
5. Membangun perangkat lunak untuk penyelesaian masalah *knapsack* dengan menggunakan *Migrating Birds Optimization*.
6. Mengumpulkan himpunan data untuk melakukan pengujian.
7. Melakukan pengujian untuk mengukur algoritma *Migrating Birds Optimization* terhadap masalah *Knapsack*.
8. Menulis dokumen Skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

berikut sistematika pembahasan pada skripsi ini:

- Bab 1: Pendahuluan. Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dari pembuatan skripsi ini, batasan masalah, metodologi dalam menyelesaikan skripsi ini, dan sistematika pembuatan skripsi.
- Bab 2: Dasar Teori. Bab ini menjelaskan dan membahas tentang masalah *knapsack*, algoritma *Migrating Birds Optimization*, dan beberapa teori yang terkait.
- Bab 3: Analisis. Bab ini berisi tentang analisis masalah *knapsack* beserta langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization*.
- Bab 4: Perancangan. Bab ini berisi diagram kelas dan penjelasan mengenai kelas-kelas beserta atribut dan *method* yang dibuat.
- Bab 5: Implementasi dan Pengujian. Bab ini berisi tentang implementasi dari algoritma *Migrating Birds Optimization* untuk menyelesaikan masalah *knapsack* dan hasil pengujian dari implementasi tersebut.
- Bab 6: Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan saran untuk peneliti selanjutnya ketika ingin melanjutkan penelitian.