

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**PENGEPAKAN 3-DIMENSI (3D PACKING) DENGAN
METODE *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA)**



MOH. HASBY ABDILLAH H.

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

2021

SKRIPSI

**PENGEPAKAN 3-DIMENSI (3D PACKING) DENGAN
METODE *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA)**



MOH. HASBY ABDILLAH H.

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

2021

**PENGEPAKAN 3-DIMENSI (3D PACKING) DENGAN METODE *WHALE*
OPTIMIZATION ALGORITHM (WOA)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

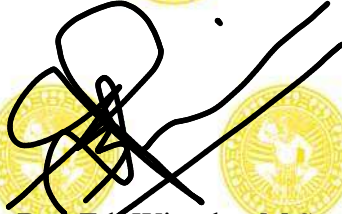
Moh. Hasby Abdillah H
NIM. 081711233036

Disetujui oleh :

Pembimbing I


Dr. Henry Suprajitno, M.Si.
NIP. 196804041994031020

Pembimbing II


Drs. Edi Winarko, M.Sc.
NIP. 196705141993031001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengemasan 3-Dimensi (*3D Packing*) dengan metode *Whale Optimizaton Algorithm* (WOA)
Penyusun : Moh. Hasby Abdillah H.
NIM : 081711233036
Tanggal Ujian : 15 November 2021

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
NIP. 196804041994031020


Drs. Rdi Winarko, M.Sc.
NIP. 196705141993031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga


Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
NIP. 196804041994031020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Moh. Hasby Abdillah H.
NIM : 081711233056
Program Studi : S-1 Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**"PENGEPAKAN 3-DIMENSI (3D PACKING) DENGAN METODE *WHALE*
OPTIMIZATION ALGORITHM (WOA)"**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 November 2021



Moh. Hasby Abdillah H.
NIM. 081711233036

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengepakan 3-Dimensi (*3D Packing*) dengan metode *Whale Optimiztion Algorithm* (WOA)” dengan baik. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., M.T., Ak., CMA selaku rektor Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu serta pengalaman.
2. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Koprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan berupa kritik dan saran yang bermanfaat dan senantiasa penuh kesabaran dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, arahan, waktu, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Drs. Edi Winarko, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa penuh kesabaran dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, arahan, waktu, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Nenik Estuningsih, S.Si., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberi banyak arahan dan nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Semua bapak dan ibu dosen Fakultas Sains dan Teknologi khususnya program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang diberikan kepada penulis.
6. Keluarga tercinta yaitu Ayah Sunarto Abdillah, S.Hi., Ibu Yayah Qodri’atus Sya’diyah, Adik pertama Ismu Yahya Busthaman, Adik kedua Abbas Rafi

Abdillah, Adik ketiga Najwa As Sya'diyah yang selalu memberikan doa, motivasi, saran, dukungan, dan semangat yang tak henti-hentinya dalam proses penyusunan proposal skripsi ini dari awal sampai akhir.

7. Keluarga besan yaitu Bapak Rohim, Ibu Mundayati, Kakak Alfianto, dan Tunangan Novi Rahmawati yang selalu memberikan doa, motivasi, saran, dukungan, dan semangat yang tak henti-hentinya dalam proses penyusunan proposal skripsi ini dari awal sampai akhir.
8. Teman-teman seperjuangan Program Studi Matematika Universitas Airlangga angkatan 2017 yang selalu mendukung dan menemani proses perkuliahan penulis.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan yaitu Dicki, Abad, Dini, Dimas, Ucam, Alfa, Alda, Syahro, Putri, Nobel, Handi, Angga, yang senantiasa membantu dan menyelesaikan berbagai permasalahan baik masalah perkuliahan, masalah masa depan, serta memberi wadah untuk mencurahkan segala keluh kesah sampai menemukan titik terang dari penulis.
10. Kontrakan Barata Jaya yang menjadi tempat diskusi pagi, siang, dan malam di mana sangat membantu dalam proses perkuliahan dan penyusunan proposal skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang senantiasa telah membantu dan memberi dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga.

Surabaya, 6 September 2021
Penulis

Moh. Hasby Abdillah H.

Moh. Hasby Abdillah H., 2021, **Pengepakan 3-Dimensi (3D Packing) dengan Metode Whale Optimization Algorithm (WOA)**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Masalah pengepakan 3-dimensi (3D Packing) adalah proses penempatan dengan n jumlah barang yang berbentuk balok ataupun kubus ke dalam suatu wadah dengan tujuan untuk meminimalkan penggunaan ruang pada wadah yang terpakai. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan Pengepakan 3-Dimensi (3D Packing) menggunakan *Whale Optimization Algorithm (WOA)*. Pengepakan tiga dimensi adalah proses penempatan sejumlah barang berbentuk kotak tiga dimensi yang disusun ke dalam suatu wadah berbentuk balok tiga dimensi yang bertujuan untuk meminimalkan penggunaan ruang dalam wadah yang terpakai. *Whale Optimization Algorithm* adalah sebuah metode heuristik yang mengadopsi dari tingkah laku Paus Bungkuk. Proses algoritma ini diawali dengan input populasi awal paus, mengevaluasi fungsi tujuan, membangkitkan bilangan acak p , menentukan paus terbaik, memperbarui posisi paus, kemudian menyimpan solusi terbaik hingga maksimum iterasi terpenuhi. Algoritma ini diterapkan pada tiga contoh kasus yaitu data berukuran kecil (5 tipe barang 12 unit barang), data sedang (15 tipe barang 100 unit barang), dan data besar (25 tipe barang 110 unit barang). Berdasarkan hasil *running* program didapatkan solusi terbaik untuk data kecil adalah 670 cm, data berukuran sedang adalah 621 cm, data berukuran besar adalah 910 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi dan jumlah populasi paus maka solusi yang diperoleh semakin optimal.

Kata Kunci: Pengepakan 3-Dimensi, *Whale Optimization Algorithm (WOA)*.

Moh. Hasby Abdillah H., 2021, **Pengepakan 3-Dimensi (3D Packing) dengan Metode Whale Optimization Algorithm (WOA)**. This undergraduate thesis is supervised by Dr. Herry Suprajitno, M.Si. and Drs. Edi Winarko, M.Cs. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

The problem of 3-D packing is the process of placing with n number of items in the form of blocks or cubes into a container with the aim to minimize the use of space in the used container. This thesis writing aims to solve the problem of 3-Dimensional packing using whale optimization algorithm (WOA). Three-dimensional packing is the process of placing a number of three-dimensional box-shaped items arranged into a three-dimensional beam container that aims to minimize the use of space in the used container. Whale Optimization Algorithm is a heuristic method that adopts from the behavior of humpback whales. This algorithmic process begins with the initial population input of the whale, evaluating the objective function, developing the random number p , determining the best whale, updating the position of the whale, then storing the best solution until the maximum iteration is met. This algorithm is applied to three case examples, namely small data (5 types of goods 12 units of goods), medium data (15 types of goods 100 units of goods), and big data (25 types of goods 110 units of good). Based on the results of running programs obtained the best solution for small data is 670 cm, medium-sized data is 621 cm, large data is 910 cm. So, it can be concluded that the more iterations and the number of whale populations, the more optimal the solution obtained.

Keywords: *3-D Packing, Whale Optimization Algorithm (WOA).*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Masalah Pengemasan.....	5
2.2. Pengertian Pengemasan 3D	6
2.3. Metode Penempatan Barang	8
2.4. Whale Optimization Problem.....	9
2.4.1. Metode mengitari mangsa	10
2.4.2. Metode menyerang gelembung jaring.....	11
2.4.3. Mencari Mangsa.....	11
2.5. Algoritma	12
2.6. Program C++	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
BAB IV PEMBAHASAN	18
4.1. Prosedur <i>Whale Optimization Algorithm</i> (WOA) untuk Menyelesaikan Masalah Pengepakan 3-Dimensi (<i>3D Packing</i>).....	18

4.1.1. Input Data dan Inisialisasi Parameter.....	19
4.1.2. Membangkitkan Populasi Awal Paus.....	21
4.1.3. Menghitung Fungsi Tujuan.....	21
4.1.4. Mengidentifikasi Solusi Terbaik.....	22
4.1.5. Mengecek Nilai Parameter A.....	22
4.1.6. Mencari Mangsa Baru.....	23
4.1.7. Pengecilan Putaran Cincin.....	23
4.1.8. Pergerakan Spiral.....	24
4.1.9. Menampilkan Solusi Terbaik.....	24
4.2. Data.....	25
4.3. Contoh Kasus Pengemasan 3-Dimensi yang diselesaikan Secara Manual.....	26
4.3.1. Input Data dan Inisialisasi Parameter.....	26
4.3.2. Membangkitkan Populasi Awal.....	27
4.3.3. Evaluasi Fungsi Tujuan.....	27
4.3.4. Whale Optimization Algorithm (WOA).....	32
4.4. Implementasi program <i>Whale Optimization Algorithm</i>	35
4.4.1. Data Kecil.....	35
4.4.2. Data Sedang.....	36
4.4.3. Data Besar.....	37
BAB V PENUTUP	39
5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Kecil	25
Tabel 4.2 Membangkitkan Populasi Awal.....	27
Tabel 4.3 Pengurutan Bilangan dan Pengelompokan Tipe Barang	28
Tabel 4.4 Urutan Barang yang akan Dimasukkan Berdasarkan Tipe Barang	28
Tabel 4.5 Hasil <i>Running</i> Program pada Data Kecil	36
Tabel 4.6 Hasil <i>Running</i> Program pada Data Sedang.....	37
Tabel 4.7 Hasil <i>Running</i> Program pada Data Besar.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumpukan Barang pada Wadah (<i>strip</i>)	7
Gambar 2.2 Susunan Barang yang Memanjang pada Wadah (<i>layer</i>)	8
Gambar 4.1 Prosedur <i>Whale Optimization Algorithm</i> (WOA).....	19
Gambar 4.2 Prrosedur Input Data	20
Gambar 4.3 Prosedure Inisialisasi Parameter	20
Gambar 4.4 Prosedur Pembangkitan Populasi Awal WOA.....	21
Gambar 4.5 Prosedur Pengurutan dan Pelabelan Berdasarkan Tipe Barang	21
Gambar 4.6 Mengecek Parameter A	23
Gambar 4.7 Mencari Mangsa Baru	23
Gambar 4.8 Pengecilan Putaran Cincin	24
Gambar 4.9 Pergerakan Spiral	24
Gambar 4.10 Menampilkan Solusi Terbaik	25
Gambar 4.11 Ilustrasi Wadah dan Barang	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : *Flowchart* Proses (WOA)

Lampiran 2 : Data Sedang

Lampiran 3 : Data Besar

Lampiran 4 : Prosedur Fungsi Tujuan

Lampiran 5 : Mengidentifikasi Solusi Terbaik

Lampiran 6 : *Source Code* Program

Lampiran 7 : Hasil *Running* Program Data Kecil

Lampiran 8 : Hasil *Running* Program Data Sedang

Lampiran 9 : Hasil *Running* Program Data Besar