

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENERAPAN *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA)
UNTUK MENYELESAIKAN *UNCAPACITATED FACILITY
LOCATION PROBLEM* (UFLP)**

SKRIPSI



Kenzo Fathur Rama

**PROGRAM STUDI S1 – MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENERAPAN *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA)
UNTUK MENYELESAIKAN *UNCAPACITATED FACILITY
LOCATION PROBLEM* (UFLP)**

SKRIPSI



Kenzo Fathur Rama

**PROGRAM STUDI S1 – MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
PENERAPAN *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA) UNTUK
MENYELESAIKAN *UNCAPACITATED FACILITY LOCATION PROBLEM*
(UFLP)

SKRIPSI

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

Kenzo Fathur Rama
NIM. 081711233111

Pembimbing I,



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II,



Auli Damayanti, S.Si., M.Si.

NIP. 197511072003122004

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan *Whale Optimization Algorithm* (WOA)
untuk menyelesaikan *Uncapacitated Facility Location*
Problem (UFLP)
Penyusun : Kenzo Fathur Rama
NIM : 081711233111
Pembimbing I : Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
Pembimbing II : Auli Damayanti, S.Si., M.Si.
Tanggal Sidang : 20 Juli 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II,



Auli Damayanti, S.Si., M.Si.

NIP. 197511072003122004

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.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Kenzo Fathur Rama
NIM : 081711233111
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 :

**"PENERAPAN *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA)
UNTUK MENYELESAIKAN *UNCAPACITATED FACILITY
LOCATION PROBLEM* (UFLP)"**

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, 29 Juli 2022



A78AJX937793461
Kenzo Fathur Rama
NIM. 081711233111

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi yang berjudul “Penerapan *Whale Optimization Algorithm* (WOA) untuk menyelesaikan *Uncapacitated Facility Location Problem* (UFLP)” dengan baik. Shalawat 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 terimakasih kepada :

1. Prof Dr. Mohammad Nasih, SE., M.T., Ak., CAM selaku Rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Airlangga, Koprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan motivasi dan arahan.
4. Auli Damayanti, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis yang berupa ilmu, waktu dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Keluarga tercinta yaitu bapak Sayudi, ibu Ulin Niswati, dan adik Jauhan Jaisyal Mustasyfa yang selalu memberi *support*, doa, kritik serta motivasi yang tiada henti-hentinya pada penyusunan skripsi dari awal sampai akhir.

6. Siti Zahidah S.Si., M.Si. selaku dosen wali penulis yang telah membimbing penulis dalam perkuliahan dan juga memberikan arahan dalam penyusunan proposal skripsi ini.
7. Moehammad Syuqron dan Fiqih Fator Rachim selaku teman terbaik saya selama menjalani perkuliahan.
8. Teman-teman WOA yaitu Beny, Vicha, Lisa, Mela dan Dyllah yang telah membantu dan berjuang bersama-sama,
9. Teman-teman UFLP yaitu Tanti dan Rossa yang telah membantu dan berjuang bersama-sama.
10. Teman-teman kontrakan brata jaya yang telah menjadi tempat diskusi, membantu dan memberi motivasi dalam penulisan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan Program Studi Matematika Universitas Airlangga angkatan 2017 yang selalu menemani dan berjuang bersama selama proses perkuliahan.
12. Semua pihak yang tidak disebutkan penulis, yang senantiasa membantu dan memberi *support* dalam proses penyusunan skripsi ini.

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

Surabaya, 28 Juli 2022

Penulis

Kenzo Fathur Rama

Kenzo Fathur Rama, 2022, **Penerapan *Whale Optimization Algorithm* (WOA) untuk Menyelesaikan *Uncapacitated Facility Location Problem* (UFLP)**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Auli Damayanti, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Permasalahan penempatan suatu fasilitas pada suatu lokasi (*Facility Location Problem*) adalah penempatan beberapa fasilitas pada beberapa lokasi agar seluruh pelanggan mendapatkan pelayanan yang maksimal dengan biaya yang minimal. Salah satu permasalahan penempatan fasilitas adalah *Uncapacitated Facility Location Problem* (UFLP). UFLP adalah permasalahan menentukan jumlah lokasi yang akan didirikan, dengan mempertimbangkan biaya pelayanan sehingga total biaya dapat diminimalkan. Kendala yang diambil pada permasalahan ini adalah tidak ada batasan kapasitas untuk setiap fasilitas agar seluruh permintaan dari setiap pelanggan dapat dilayani oleh minimal satu fasilitas. Skripsi ini akan membahas penyelesaian UFLP dengan menggunakan *Whale Optimization Algorithm* (WOA). WOA adalah algoritma meta-heuristik yang terinspirasi dari perilaku sosial paus bungkuk pada saat berburu mangsa. Pada WOA terdapat tiga metode perburuan yaitu mengitari mangsa, mencari mangsa, dan menyerang mangsa dengan gelembung. Dalam skripsi ini, pembuatan program menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan *software* Visual Studio Code dan diimplementasikan pada dua jenis data yaitu data kecil dengan 10 pelanggan dan 15 lokasi sedangkan data besar terdiri dari 50 pelanggan dan 50 lokasi. Solusi yang diperoleh berupa biaya total yang terdiri dari biaya pembangunan ditambahkan dengan biaya pelayanan. Berdasarkan hasil *running* program menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi maka solusi yang dihasilkan semakin baik. Sedangkan banyak paus dan nilai b tidak mempengaruhi hasil sehingga hasil yang didapat tidak berbeda secara signifikan.

Kata kunci : *Uncapacitated Facility Location Problem, Whale Optimization Algorithm, Facility Location Problem*

Kenzo Fathur Rama, 2022, **Implementation of Whale Optimization Algorithm (WOA) to solve Uncapacitated Facility Location Problem (UFLP)**. This thesis is under the guidance of Dr. Herry Suprajitno, M.Si and Asri Bekt, S.Si, M.Sc. S-1 Mathematics Study Program, Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

The problem of placing a facility at a location (Facility Location Problem) is the placement of several facilities in several locations so that all customers get maximum service with minimal costs. One of the problems in the placement of facilities is the Uncapacitated Facility Location Problem (UFLP). UFLP is a matter of determining the number of locations to be established, taking into account the cost of services so that the total cost can be minimized. The constraint in this problem is that there is no capacity limit for each facility so that all requests from each customer can be served by at least one facility. This thesis will discuss the solution of UFLP by using the Whale Optimization Algorithm (WOA). WOA is a meta-heuristic algorithm inspired by the social behavior of humpback whales when hunting for prey. In WOA there are three hunting methods, namely circling prey, looking for prey, and attacking prey with bubbles. In this thesis, the programming language uses C++ programming language with Visual Studio Code software and is implemented on two types of data, namely small data with 10 customers and 15 locations while big data consists of 50 customers and 50 locations. The solution obtained is in the form of a total cost consisting of development costs added to service costs. Based on the results of running the program shows that the more the number of iterations, the better the resulting solution. While the number of whales and the value of b did not affect the results so that the results obtained were not significantly different.

Keyword : *Uncapacitated Facility Location Problem, Whale Optimization Algorithm, Facility Location Problem*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
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 GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Uncapacitated Facility Location Problem	5
2.2 Whale Optimization Algorithm (WOA)	6
2.2.1 Mengitari Mangsa	7
2.2.2 Menyerang mangsa dengan gelembung	8
2.2.3 Mencari Mangsa	8
BAB III METODE PENELITIAN	9
BAB IV PEMBAHASAN	11
4.1 Prosedur <i>Whale Optimization Algorithm</i> (WOA) untuk Menyelesaikan <i>Uncapacitated Facility Locaiton Problem</i> (UFLP)	11
4.1.1 Input Data dan Insialisasi Parameter	12
4.1.2 Membangkitkan Populasi Awal Paus	13
4.1.3 Menghitung Fungsi Tujuan	13
4.1.4 Mengidentifikasi Solusi Terbaik	15
4.1.5 Mengecek Nilai Parameter A	17

4.1.6	Mengitari Mangsa	17
4.1.7	Mencari Mangsa.....	18
4.1.8	Menyerang Mangsa dengan Gelembung.....	18
4.1.9	Menampilkan Solusi Terbaik	19
4.2	Data	20
4.3	Penyelesaian Contoh Kasus UFLP dengan WOA Secara Manual.....	20
4.4	Implementasi Program Pada Contoh Kasus <i>Uncapacitated Facility Location Problem</i> (UFLP).....	31
4.4.1	Implementasi Pada Data Berukuran Kecil	31
4.4.2	Implementasi Pada Data Berukuran Besar.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		34
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 4.1	Prosedur Whale Optimization Algorithm	12
Gambar 4.2	Proses Input Data	12
Gambar 4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	13
Gambar 4.4	Prosedur Pembangkitan Populasi Awal	13
Gambar 4.5	Prosedur Perhitungan Open Facility	14
Gambar 4.6	Prosedur Perhitungan Fungsi Tujuan	15
Gambar 4.7	Prosedur Identifikasi Solusi Terbaik	16
Gambar 4.8	Prosedur Pengecekan Nilai Parameter A	17
Gambar 4.9	Prosedur Mengitari Mangsa	17
Gambar 4.10	Prosedur Mencari Mangsa	18
Gambar 4.11	Prosedur Menyerang Mangsa dengan Gelembung	19
Gambar 4.12	Prosedur Menampilkan Kesimpulan	19

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 4.1	Data bangkitan populasi awal	21
Tabel 4.2	<i>Open Facility</i> Populasi Awal	21
Tabel 4.3	Fungsi Tujuan X_1^0, X_2^0 dan X_3^0	22
Tabel 4.4	Nilai parameter r_1^0 dan a_1^0	23
Tabel 4.5	Nilai parameter C_1^0 dan A_1^0	24
Tabel 4.6	Nilai parameter X_{rand}, D_1^0 dan paus X_1^1	25
Tabel 4.7	Nilai parameter D_2^0 dan paus X_2^1	26
Tabel 4.8	Nilai parameter r_3^0 dan a_3^0	26
Tabel 4.9	Nilai parameter C_3^0 dan A_3^0	27
Tabel 4.10	Nilai parameter D_3^0 dan paus X_3^1	28
Tabel 4.11	Populasi Baru	28
Tabel 4.12	<i>Open facility</i> Populasi Baru	28
Tabel 4.13	Biaya Pelayanan X_1^1	29
Tabel 4.14	Fungsi Tujuan Baru	30
Tabel 4.15	Hasil <i>Running</i> Data Kecil	31
Tabel 4.16	Hasil <i>Running</i> Data Besar	32

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	<i>Flowchart</i> WOA
2	Biaya Pelayanan pada paus X_1^0
3	Data Berukuran Kecil
4	Data Berukuran Besar
5	<i>Source Code</i> Program
6	Hasil <i>Running</i> Data Kecil
7	Hasil <i>Running</i> Data Besar