

**PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM*
(QAP) MENGGUNAKAN ALGORITMA *GREY WOLF*
OPTIMIZER (GWO)**

SKRIPSI



LUTHFIANA ERLISTYA

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM*
(QAP) MENGGUNAKAN ALGORITMA *GREY WOLF*
OPTIMIZER (GWO)**

SKRIPSI



LUTHFIANA ERLISTYA

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

i

**PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM*
(QAP) MENGGUNAKAN ALGORITMA *GREY WOLF*
OPTIMIZER (GWO)**

SKRIPSI

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

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si.

NIP. 196804041994031020

Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si.

NIP. 198312222012122001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP)
Menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO)

Penyusun : Luthfiana Erlistya

NIM : 081811233093

Tanggal Seminar : 3 Agustus 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si.
NIP. 198312222012122001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



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

PEDOMAN PENULISAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis 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 : Luthfiana Erlistya
NIM : 081811233093
Program Studi : S1 - Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

“Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP) Menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO)”

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, 26 Juli 2022

Penulis,



Luthfiana Erlistya

NIM. 081811233093

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan rezekiNya yang telah diberikan sehingga penulisan skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Rasa terimakasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman penulis yang sudah memberikan dukungan dan bantuan atas tersusunnya skripsi yang berjudul **“Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP) Menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO)”**.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., M. T., Ak., CMA selaku rektor Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan serta fasilitas kepada penulis untuk menggali ilmu pengetahuan serta pengalaman.
2. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Kaprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga serta dosen pembimbing I yang senantiasa sabar memberikan arahan berupa kritik dan saran yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing II yang memberi nasihat, bimbingan, tenaga dan memperbaiki setiap kesalahan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
4. Abdulloh Jaelani, S.Si., M.Pd., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan, semangat, dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak dan ibu dosen serta staff program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis
6. Kedua orang tua penulis, yaitu Wasisto Sulistyo, S.E dan Wiwin Erni Siti Nurlina, M.Hum. Serta keluarga kakak penulis yaitu Latifah, Dhimas, Nolan, Nura, dan keluarga besar yang telah mendidik, membesarkan, dan menjadi penyemangat utama hingga saat ini.

7. Sahabat-sahabat penulis yang bertemu di Surabaya, yaitu Patricia, Ais, Della, Yosefa, Dhea, Nomi, Flo, Rara, Rizka, Derre, Pinkan (Poo), Tasya, Ijul, Rena, Eel, Syanu, Anitta dan Moh. Rizki yang memberikan ide serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman penulis yang berada di Jogja, Jobah team (Dini, Firda, Gista, Ayu, Nissa), Group moon, Mbe, Halo(ayul,risang), Group Alien,Tia, Salsa,Opik, ciwi-ciwi (Nia,Devi,Nurul,Frisca) yang memberikan dukungan dan selalu menemani penulis.
9. Teman-teman Scholah Unair Mengajar BEM Unair Departemen Pengajar terutama Salsa, Sosma BEM FST (Erly,Ejak,Bilal,Reyhan,Phelia,Inez,Mas Ham, Mbak Khoir,Ilham kecil, Fannisa), Keluarga Himatika Bidang Pengmas 2018 yang membantu penulis memberikan wadah dalam pengembangan diri.
10. Teman-teman, jurusan Matematika Angkatan 2018, dan teman bidang minat ROK, yang selalu memberikan semangat dan keceriaan kepada penulis.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, menambah pengetahuan, dan pengalaman bagi pembaca untuk kedepannya.

Surabaya, 26 Juli 2022

Penulis,

Luthfiana Erlistya

Luthfiana Erlistya, 2022, **Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP), Menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk menyelesaikan permasalahan *Quadratic Assignment Problem* (QAP) menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO). *Quadratic Assignment Problem* (QAP) adalah pengembangan dari permasalahan *Assignment Problem*. Pada *Assignment Problem* pengalokasian sumber-sumber kepada kegiatan-kegiatan atas dasar satu-satu (*one to one basis*). Jadi setiap sumber atau petugas (*assignee*) ditugaskan secara khusus kepada suatu kegiatan atau tugas, misalnya orang ke tugas, tenaga penjual ke lokasi, atau dapat juga mesin ke pekerjaan. Namun pada QAP itu sendiri merupakan masalah pengalokasian fasilitas ke sejumlah lokasi dengan diketahui arus perpindahan antar fasilitas dan jarak antar lokasi yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya. Pada penempatan ini setiap fasilitas ditempatkan tepat pada satu lokasi begitu juga sebaliknya. Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO) merupakan algoritma yang terinspirasi dari mekanisme berburu dan hierarki kepemimpinan serigala abu-abu di alam. Dalam GWO, proses utama dalam memperbarui solusi dilakukan melalui proses perburuan mangsa, dimana solusi yang baru diperoleh berdasarkan tiga serigala terbaik yang diperoleh sebelumnya yang dapat direpresentasikan sebagai *alpha wolf*, *beta wolf*, dan *delta wolf*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini adalah bahasa pemrograman C++, dengan bantuan *software Visual Studio Code*. Terdapat tiga jenis data yang digunakan, yaitu data kecil dengan 4 fasilitas dan 4 lokasi, data sedang dengan 16 fasilitas 16 lokasi dan data besar dengan 32 fasilitas 32 lokasi. Berdasarkan hasil dari *running* program, diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar iterasi dan jumlah serigala abu-abu maka solusi yang diperoleh menjadi semakin baik.

Kata Kunci : *Assignment Problem, Quadratic Assignment Problem (QAP), Grey Wolf Optimizer (GWO)*

Luthfiana Erlistya, 2022, **Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP), Menggunakan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO)**. This undergraduate thesis is under the guidance Dr. Herry Suprajitno, M.Si. and of Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si. Departement of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

The purpose of this undergraduate thesis is to solve the Quadratic Assignment Problem (QAP) using Grey Wolf Optimizer (GWO) Algorithm. Quadratic Assignment Problem (QAP) is a development of the Assignment Problem. In the Assignment Problem, allocating resources to activities on a one-to-one basis. So each source or officer (assignee) is specifically assigned to an activity or task, for example people to work, salespeople to locations, or it can be machines to work. However, QAP itself is a matter of allocating facilities to a number of locations by knowing the flow of movement between facilities and the distance between locations which aims to minimize the total cost. In this problem, each facility is placed in one location and one location is occupied by one facility. Grey Wolf Optimizer (GWO) Algorithm is an algorithm that inspired by the hunting mechanism and leadership hierarchy of the grey wolf in the wild. In GWO, the main process in updating the solution is through the prey hunting process, where the new solution is obtained based on the three best solutions obtain previously which can be represented as alpha wolf, beta wolf, and delta wolf. The programming language used in this undergraduate thesis was C++ programming language, with the help of the Visual Studio Code software. Software which is implemented in three case examples, namely small data with 4 facilities 4 locations, medium data with 16 facilities 16 locations, and big data with 32 facilities 32 locations. Based from the running program results, it can be concluded that the greater number of iterations and the number of grey wolves, the better the solution obtained.

Keyword : *Assignment Problem, Quadratic Assignment Problem (QAP), Grey Wolf Optimizer (GWO)*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENULISAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Masalah Penugasan (<i>Assignment Problem</i>)	6
2.2 Permasalahan Penugasan Kuadratik (<i>Quadratic Assignment Problem</i>)	7
2.3 Algoritma Grey Wolf Optimizer (GWO).....	8
2.4 Langkah-langkah Algoritma <i>Grey Wolf Optimizer</i> (GWO)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
BAB IV PEMBAHASAN	19
4.1 Prosedur Algoritma <i>Grey Wolf Optimizer</i> (GWO) untuk Menyelesaikan <i>Quadratic Assignment Problem</i> (QAP).....	19
4.1.1 Input Data	20
4.1.2 Inisialisasi Parameter	21
4.1.3 Membangkitkan Populasi Awal Serigala Abu-abu.....	21

4.1.4	Menghitung Fungsi Tujuan.....	22
4.1.5	Menentukan Serigala Alpha, Serigala Beta dan Serigala Delta Input Data.....	24
4.1.6	Membangkitkan Vektor Acak untuk Serigala Terbaik	26
4.1.7	Proses Perburuan Mangsa	26
4.1.8	Menentukan Serigala Alpha, Serigala Beta dan Serigala Delta.....	32
4.2	Data	33
4.3	Penyelesaian Contoh Kasus <i>Quadratic Assignment Problem</i> (QAP) dengan Algoritma <i>Grey Wolf Optimizer</i> (GWO) Secara Manual	34
4.3.1	Input Data dan Inisialisasi Parameter	34
4.3.2	Membangkitkan Posisi Awal Individu Serigala	35
4.3.3	Menentukan Nilai Fungsi Tujuan dari Masing-masing Individu Serigala	36
4.3.4	Menentukan Serigala Alpha ($x\alpha$), Serigala Beta ($x\beta$) dan Serigala Delta ($x\delta$) berdasarkan Nilai Fungsi Tujuan.....	38
4.3.5	Membangkitkan vektor acak $r1$ dan $r2$	39
4.3.6	Memperbarui Posisi Serigala Abu-Abu (Xi).....	40
4.3.7	Menentukan Serigala Alpha, Serigala Beta, dan Serigala Delta yang Baru.....	50
4.3.8	Mengecek Syarat Pemberhentian Algoritma (Maksimum Iterasi) ..	50
4.4	Program	51
4.5	Implementasi Program pada Contoh Kasus <i>Quadratic Assignment Problem</i> (QAP)	51
4.5.1	Implementasi pada Data Berukuran Kecil	51
4.5.2	Implementasi pada Data Berukuran Sedang.....	52
4.5.3	Implementasi pada Data Berukuran Besar.....	54
BAB V	PENUTUP	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Frekuensi Perpindahan antar Fasilitas	33
4.2	Jarak antar Lokasi	33
4.3	Posisi awal serigala abu-abu	34
4.4	Hasil Pengurutan Serigala Abu-abu yang Menjadi Posisi awal Serigala	35
4.5	Nilai fungsi tujuan awal	37
4.6	Posisi Serigala Alpha, Beta, dan Delta Beserta Nilai Fungsi Tujuannya	38
4.7	Vektor Acak $\vec{r}_1$ dan $\vec{r}_2$ Serigala Abu-Abu	39
4.8	Vektor Koefisien Penyerangan Mangsa ($\vec{A}$) dan Vektor Koefisien Rintangan Perburuan ($\vec{C}$) Serigala	41
4.9	Vektor Jarak antara Serigala dengan Mangsa ($\vec{D}$) untuk Serigala ke-1	42
4.10	Vektor Jarak antara Serigala dengan Mangsa untuk Serigala Alpha ($\vec{D}_\alpha$)	42
4.11	Vektor Jarak antara Serigala dengan Mangsa untuk Serigala Beta ($\vec{D}_\beta$)	43
4.12	Vektor Jarak antara Serigala dengan Mangsa untuk Serigala Delta ($\vec{D}_\delta$)	43
4.13	Arah Perpindahan Serigala ($\vec{X}(t + 1)$) untuk Serigala ke-1	45

4.14	Arah Perpindahan Serigala Berdasarkan Serigala Alpha ($\overrightarrow{X_1}$)	45
4.15	Arah Perpindahan Serigala Berdasarkan Serigala Beta ($\overrightarrow{X_2}$)	45
4.16	Arah Perpindahan Serigala Berdasarkan Serigala Delta ($\overrightarrow{X_3}$)	46
4.17	<i>Update</i> Posisi Serigala lainnya (<i>Omega Wolf</i>)/ ($\overrightarrow{X_{new}}$)	47
4.18	Fungsi Tujuan Serigala yang Baru ($f(\overrightarrow{X_{new}})$)	47
4.19	Fungsi Tujuan Serigala Lama ($f(\overrightarrow{X_{old}})$) dan Baru ($f(\overrightarrow{X_{new}})$)	48
4.20	Posisi Serigala Abu-Abu Setelah Proses Perburuan Mangsa	49
4.21	Posisi Serigala Abu-Abu dalam Bentuk Nomor Urutan	49
4.22	Fungsi Tujuan yang Baru Setelah Proses Perburuan Mangsa	49
4.23	Hasil <i>running</i> program pada data berukuran kecil	51
4.24	Hasil <i>running</i> program pada data berukuran sedang	52
4.25	Hasil Optimum Penempatan Fasilitas pada Data Berukuran Sedang	53
4.26	Hasil <i>running</i> program pada data berukuran besar	54
4.27	Hasil Optimum Penempatan Fasilitas pada Data Berukuran Besar	54
4.28	Hasil <i>running</i> Pada Tiga Tipe Data	55

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Susunan Strata Sosial Serigala	9
2.2	Kegiatan Berburu Serigala	10
4.1	Prosedur Algoritma GWO untuk Menyelesaikan QAP	19
4.2	Prosedur Input Data	19
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	20
4.4	Prosedur Membangkitkan Populasi Awal Serigala Abu-Abu	21
4.5	Prosedur Menentukan Matriks Penempatan	22
4.6	Prosedur Menghitung Fungsi Tujuan	23
4.7	Prosedur Menentukan Serigala Alpha, Serigala Beta, dan Serigala Delta	24
4.8	Prosedur Membangkitkan Vektor Acak untuk Serigala Terbaik	25
4.9	Prosedur Menghitung Vektor Koefisien Proses Serigala Mendekati Mangsa	26
4.10	Prosedur Menghitung Vektor Koefisien Penyerangan Serigala	26
4.11	Prosedur Menghitung Vektor Koefisien Rintangan Perburuan	27
4.12	Prosedur Menghitung Vektor Jarak antara Serigala dengan Mangsa	28
4.13	Prosedur Memperbarui Arah Perpindahan Serigala	29
4.14	Prosedur Memperbarui Posisi Omega Wolf	29
4.15	Prosedur Memperbarui Posisi Serigala Abu-Abu	30
4.16	Prosedur Menentukan Solusi Terbaik	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor

Judul Lampiran

-
- 1 Flowchart Penerapan Algoritma *Grey Wolf Optimizer* (GWO) untuk menyelesaikan *Quadratic Assignment Problem* (QAP)
 - 2 Flowchart Proses Perburuan Mangsa
 - 3 Data 4 Fasilitas dan 4 Lokasi (Data Kecil)
 - 4 Data 16 Fasilitas dan 16 Lokasi (Data Sedang)
 - 5 Data 32 Fasilitas dan 32 Lokasi (Data Besar)
 - 6 *Source Code* Program
 - 7 *User Interface* Program