

**PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM* DENGAN
MENGUNAKAN *BAT ALGORITHM***

SKRIPSI



PRACISTA LUSIANSYAH LAKSONO

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2016**

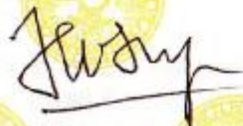
**PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM* DENGAN
MENGUNAKAN *BAT ALGORITHM***

SKRIPSI

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

Disetujui oleh :

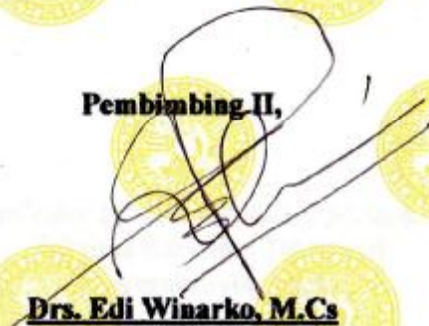
Pembimbing I,



Dr. Herry Suprajitno, M.Si

NIP.19680404 199403 1 020

Pembimbing II,



Drs. Edi Winarko, M.Cs

NIP.19670514 199303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : *Penyelesaian Quadratic Assignment Problem Dengan Menggunakan Bat Algorithm*
Penyusun : **Pracista Lusiansyah Laksono**
NIM : **081112037**
Pembimbing I : **Dr. Herry Suprajitno, M.Si**
Pembimbing II : **Drs. Edi Winarko, M.Cs.**
Tanggal Seminar : **22 Januari 2015**

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Herry Suprajitno, M.Si

Drs. Edi Winarko, M.Cs

NIP.19680404 199403 1 020


NIP.19670514 199303 1 001

Mengetahui:

**Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

**Koordinator Program Studi S-1 Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

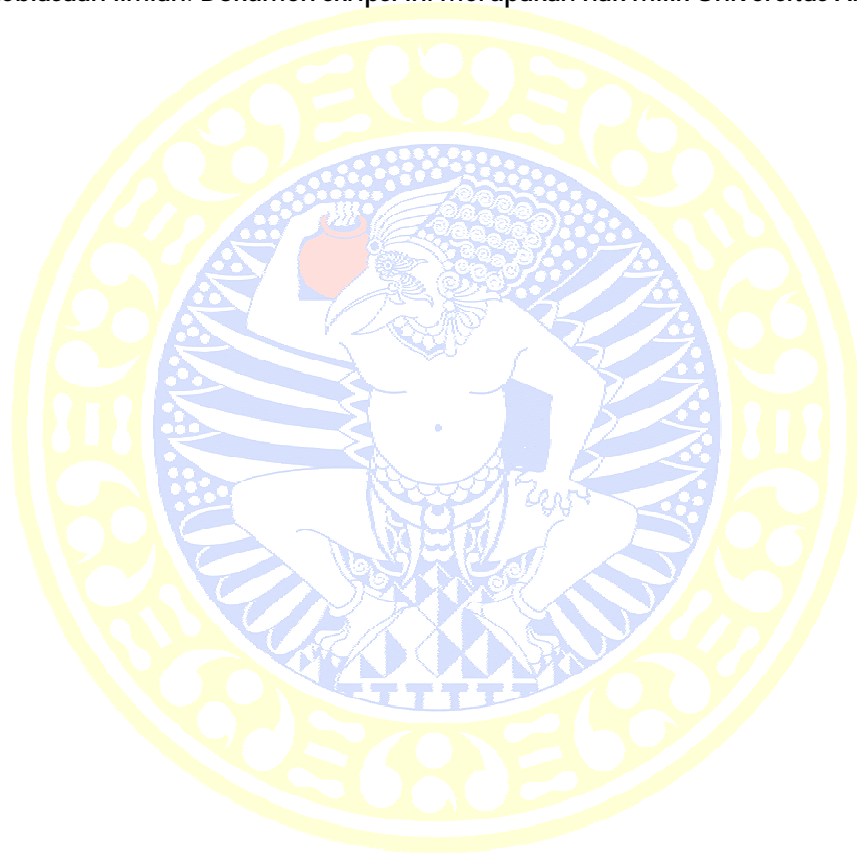



Badrus Zaman, S.Kom., M.Cs.
NIP.197801262006041001


Dr. Moh. Imam Utoyo, M.Si.
NIP.196401031988101001

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 penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



SURAT PERNYATAAN TENTANG ORSINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Pracista Lusiansyah Laksono
NIM : 081112037
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

PENYELESAIAN *QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM* DENGAN MENGGUNAKAN *BAT ALGORITHM*

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, 1 Februari 2016



Pracista Lusiansyah Laksono
NIM 081112037

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Yesus Kristus sumber inspirasi yang telah memberikan anugerah dan hikmat-Nya sehingga proposal skripsi yang berjudul **Penyelesaian *Quadratic Assigment Problem* Dengan Menggunakan *Bat Algorithm*** dapat diselesaikan. Proposal ini ditulis atas dasar rasa ingin tahu penyusun yang sangat besar untuk mengaplikasikan Algoritma Kelelawar (*Bat Algorithm*).

Dalam kesempatan ini, dengan senang hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bank Indonesia (BI) dan Mitra Keong Mas Foundation yang telah memberikan bantuan beasiswa kepada penyusun demi kelancaran penyusun menempuh studi di Matematika Unair.
2. Dr. Miswanto, M.Si selaku dosen wali yang senantiasa memberikan dorongan, arahan serta bimbingan kepada penyusun agar dapat menempuh studi dengan baik.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si selaku dosen pembimbing I yang senantiasa mencurahkan segenap ilmu, waktu, tenaga, saran, dan motivasi kepada penyusun selama bimbingan hingga menyelesaikan proposal skripsi ini.
4. Drs. Edi Winarko, M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membimbing dan mengoreksi serta memberi motivasi selama proses pengerjaan proposal skripsi ini.
5. Mama tercinta, inspirasi dan semangat terbesar, Nani Sulistiowati, wanita yang menularkan semangat juang dan kerja keras. *This one special for you.*
6. Segenap Bapak-Ibu dosen yang telah mengajarkan penyusun berbagai hal mulai dari ilmu hingga pengalaman-pengalaman.

7. Kedua anggota geng yang paling hebat se-jagat raya, Monica C. Laksono dan Lydefix B. Kawaii, atas semangat dan tawa yang selalu menjadi embun sejuk.
8. Seluruh teman-teman S-1 Matematika 2011 Unair terkhusus untuk Amalia, Ines, Inov, Rizky, Septi, Shofi dan Ulfa (almh), terima kasih atas semangat, motivasi dan semua cerita yang hanya akan terjadi sekali seumur hidup.
9. Saudara-saudara yang terkasih dalam Tuhan, TPS Surabaya yang selalu mendukung dalam doa dan memberi semangat di tengah keletihan jiwa. Serta KTB Kakak Renny dan Theodora, sahabat yang terpercaya untuk melihat air mata, seperjalanan mencari visi dan kehendak Tuhan, *I am blessed to have you all.*
10. Teman semusim yang datang seperti hujan – tidak terduga, tetapi selalu menyejukkan. Terima kasih untuk dukungan, doa, dan semangat yang selalu menemani penyusun di tengah tekanan. Juga semua *teaser* yang “menghantui”. Semoga musim hujan sering datang **J**.
11. Semua pihak yang telah memberikan segenap bantuan kepada penyusun yang mana tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa naskah skripsi ini jauh dari sempurna. Adanya kritik dan saran yang membangun sangat penyusun butuhkan. Penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambah ilmu pengetahuan khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Januari 2016

Penyusun

Pracista L. Laksono

Pracista Lusiansyah Laksono, 2016, **Penyelesaian *Quadratic Assignment Problem* (QAP) Dengan Menggunakan *Bat Algorithm***. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si dan Drs. Edi Winarko, M.Cs. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya

ABSTRAK

Quadratic Assignment Problem (QAP) merupakan masalah penugasan yang membahas penempatan n fasilitas pada n lokasi dan bertujuan meminimalkan total biaya/jarak tempuh perpindahan barang antar fasilitas pada suatu lokasi. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk menyelesaikan *quadratic assignment problem* dengan menggunakan *Bat Algorithm*. *Bat Algorithm* (BA) salah satu algoritma baru yang diadaptasi dari *echolocation* kelelawar. *Echolocation* adalah kemampuan kelelawar untuk membedakan rintangan dan mangsa. Dalam *bat algorithm* dua hal yang mempengaruhi adalah denyut nadi(*pulse rate*) dan kebisingan(*loudness*). Apabila nilai *pulse rate* kurang dari nilai bilangan real $[0,1]$ yang diperoleh secara acak, maka akan dilakukan proses pencarian lokal dipersekitaran solusi terbaik yang terpilih(*personal best*). Jika nilai *loudness* lebih dari nilai bilangan real $[0,1]$ yang diperoleh secara acak dan fungsi tujuan yang baru tidak lebih baik daripada fungsi tujuan sebelumnya, maka dilakukan penurunan *loudness* dan peningkatan *pulse rate*. Program penyelesaian dibuat dengan bahasa pemrograman Java yang diimplementasikan pada 3 data yaitu, 4 fasilitas dan 4 lokasi, 12 fasilitas dan 12 lokasi, serta 33 fasilitas dan 33 lokasi. Diperoleh total biaya/jarak tempuh terbaik masing-masing adalah 66, 1666, dan 421763. Berdasarkan hasil implementasi yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa semakin besar maksimum iterasi, jumlah kelelawar, dan nilai awal *pulse rate* yang kecil maka solusi dari penyelesaian QAP cenderung semakin baik yakni dengan fungsi objektif yang minimum.

Kata Kunci : *Bat Algorithm* (BA), *Quadratic Assignment Problem* (QAP), Algoritma

Pracista Lusiansyah Laksono, 2016, *Quadratic Assignment Problem (QAP) Solving Using Bat Algorithm*. This final project was supervised by Dr. Herry Suprajitno, M.Si and Drs. Edi Winarko, M.Cs. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya

ABSTRACT

Quadratic Assignment Problem (QAP) is a assignment problem which addresses the placement of n facilities to n locations and aims to minimize the total cost or distance of materials movement among facilities on locations. The purpose of writing this undergraduate thesis is to solve the quadratic assignment problem using a bat algorithm. Bat Algorithm (BA) ones of latest algorithms adapted from bat's echolocation. Echolocation is the ability of bat to differentiate among the background barrier and food source. In BA, those are two important things : loudness and pulse rate. If the pulse rate below the value of real number $[0,1]$ which obtained from randomization, it will process local search around the best chosen solution (personal best). If the loudness exceeding the value of real number $[0,1]$ which obtained from randomization and the latest destination function is not better than previous one, it will lowering loudness and increasing pulse rate. The program is created by using JAVA programming language that will be implemented on 3 cases, 4 facilities and 4 locations, 12 facilities and 12 locations, 20 facilities and 20 locations, and 33 facilities and 33 locations. The computation processes obtain the best total cost or distance ranges for each data are 66, 1666 and 421763. Based on the implementation results, it was obtained the higher maximum iteration, popsize, and lower pulse rate result the better QAP solution as indicated by minimum objective function.

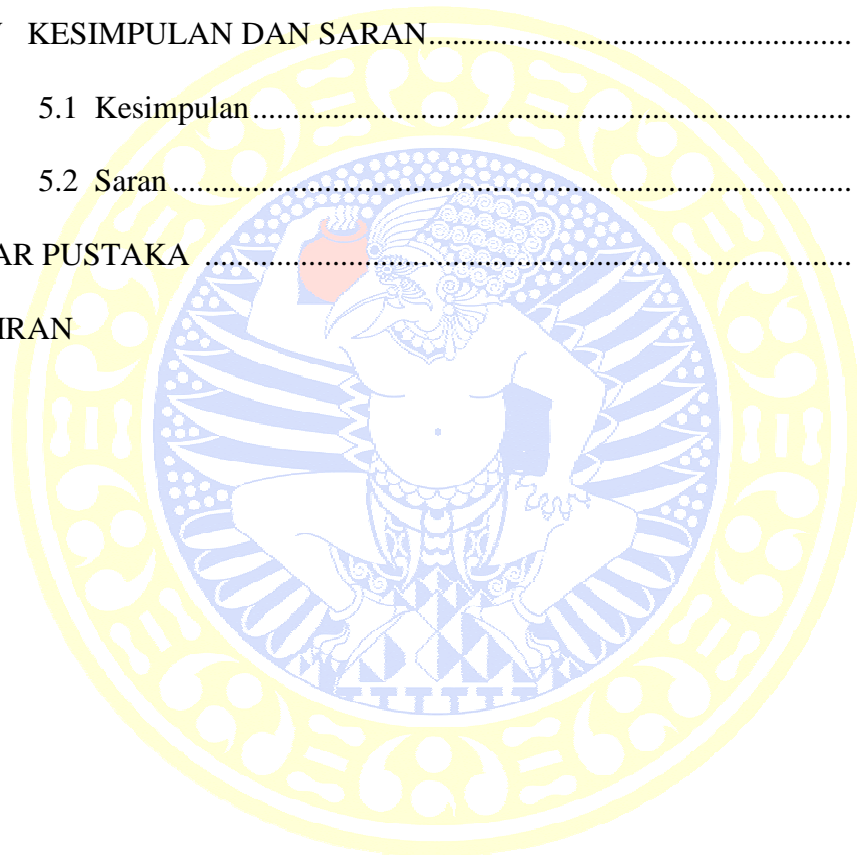
Keywords : *Bat Algorithm (BA), Qadratic Assignment Problem, Algorithm*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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 Pemrograman Linier (<i>Linear Programming</i>)	5
2.2 Permasalahan Penugasan	7
2.2.1 Penugasan Kuadratik	8
2.3 Algoritma Kelelawar	9
2.3.1 <i>Echolocation</i>	10
2.3.2 Pergerakan Kelelawar (<i>Movement of Bats</i>)	11

2.3.3	<i>Local Search</i>	12
2.3.4	Perubahan Kebisingan (<i>Loudness</i>) dan <i>Pulse Rate</i> ..	13
2.3.5	Langkah-langkah <i>Bat Algorithm</i> (BA)	13
2.4	Java	14
2.4.1	Pemrograman Java	14
2.4.2	Dasar Bahasa Java.....	15
BAB III METODE PENELITIAN		18
BAB IV PEMBAHASAN.....		21
4.1	Masalah Penugasan Kuadratik.....	21
4.2	<i>Bat Algorithm</i> (BA) untuk Menyelesaikan Masalah Penugasan Kuadratik.....	21
4.2.1	Input Data.....	22
4.2.2	Inisialisasi Parameter	23
4.2.3	Membangkitkan Populasi Awal <i>Bat</i>	24
4.2.4	Menghitung Nilai Fungsi Tujuan.....	26
4.2.5	<i>Movement</i>	26
4.2.6	<i>Local Search</i>	27
4.2.7	Membandingkan Solusi, Mengupdate Kebisingan dan <i>Pulse Rate</i>	27
4.2.8	Menyimpan Solusi Terbaik	28
4.3	Data.....	28
4.4	Penyelesaian Secara Manual Contoh Masalah Penugasan Kuadratik dengan Data 4 Fasilitas 4 Lokasi.....	29

4.5 Program	47
4.6 Implementasi Program Pada Contoh	
Masalah Penugasan Kuadratik.....	47
4.6.1 Data 4 Fasilitas 4 Lokasi	47
4.6.2 Data 12 Fasilitas 12 Lokasi	48
4.6.3 Data 33 Fasilitas 33 Lokasi	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
3.1	<i>Flowchart</i> Penerapan <i>Bat Algorithm</i> (BA) Untuk Penyelesaian <i>Quadratic Assignment Problem</i> (QAP)	21
4.1	Prosedur <i>Bat Algorithm</i> untuk menyelesaikan Masalah Penugasan Kuadratik	22
4.2	Prosedur Input Data	23
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	23
4.4	Prosedur Membangkitkan Posisi Awal	24
4.5	Prosedur Transformasi Pengkodean Nilai Menjadi Pengkodean Permutasi	25
4.6	Prosedur Penetapan Nilai	25
4.7	Prosedur Menghitung Nilai Fungsi Tujuan	
4.8	Prosedur Mencari <i>Global Best</i>	26
4.9	Prosedur Movement	27
4.10	Prosedur Menyimpan Solusi Terbaik	28
4.11	Prosedur Penentuan Solusi Terbaik	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1	Posisi Awal	29
4.2	Kecepatan Awal	30
4.3	Urutan Penugasan Fasilitas dari Posisi Awal	31
4.4	Nilai Fungsi Tujuan (Z_i) dari Posisi Awal	33
4.5	Nilai <i>Beta</i> (β_i)	34
4.6	Nilai Frekuensi (Q_i)	34
4.7	Kecepatan <i>Movement</i>	35
4.8	Posisi <i>Movement</i>	37
4.9	Urutan Penugasan Fasilitas Pada Lokasi	37
4.10	Acak _{<i>i</i>}	38
4.11	Lokal <i>Best</i>	38
4.12	Epsilon	39

4.13	Posisi <i>Local Search</i>	40
4.14	Posisi Baru	41
4.15	Urutan Fasilitas Pada Lokasi Dari Posisi Baru	41
4.16	Nilai Fungsi Tujuan (Z_i) Dari Posisi Baru	42
4.17	Solusi <i>Update</i>	43
4.18	Nilai A_i dan r_i <i>Update</i>	44
4.19	Posisi <i>Update</i>	45
4.20	Kecepatan <i>Update</i>	45
4.21	Urutan Penugasan Fasilitas pada Lokasi dari Posisi <i>Update</i>	45
4.22	Nilai Fungsi Tujuan dari Posisi <i>Update</i>	46
4.23	Nilai Fungsi Tujuan pada Data 4 Fasilitas 4 Lokasi dengan Parameter Berbeda	47
4.24	Nilai Fungsi Tujuan pada Data 12 Fasilitas 12 Lokasi dengan Parameter Berbeda	48
4.25	Nilai Fungsi Tujuan pada Data 33 Fasilitas 33 Lokasi dengan Parameter Berbeda	49

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Prosedur Pencarian Lokal
2.	Prosedur Membangkitkan Solusi, Mengupdate Kebisingan dan <i>Pulse Rate</i>
3.	Data 4 Fasilitas dan 4 Lokasi
4.	Data 12 Fasilitas dan 12 Lokasi
5.	Data 33 Fasilitas dan 33 Lokasi
6.	<i>Source Code</i> Program
7.	Antar Muka Program