

SKRIPSI

***HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN SIMULATED
ANNEALING (SA) UNTUK MENYELESAIKAN QUADRATIC
ASSIGNMENT PROBLEM (QAP)***



QONITAH ASIA APRIFIAR

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

SKRIPSI

HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN SIMULATED ANNEALING (SA) UNTUK MENYELESAIKAN QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM (QAP)



QONITAH ASIA APRIFIAR

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


HYBRID FIREFLY ALGORITHM (FA) DAN SIMULATED ANNEALING (SA) UNTUK MENYELESAIKAN QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM (QAP)

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara 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



Auli Damayanti, S.Si., M.Si
NIP. 19751107 200312 2 004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : *Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Simulated Annealing (SA) untuk Menyelesaikan Quadratic Assignment Problem (QAP)*

Penyusun : Qonitah Asia Aprifiar

NIM : 081211233028

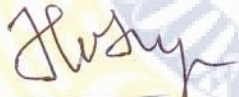
Pembimbing I : Dr. Herry Suprajitno, M.Si

Pembimbing II : Auli Damayanti, S.Si., M.Si

Tanggal Seminar : 14 Maret 2016

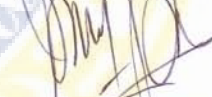
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Herry Suprajitno, M.Si
NIP. 19680404 199403 1 020

Pembimbing II



Auli Damayanti, S.Si, M.Si
NIP. 19751107 200312 2 004

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Badrus Zaman, S.Kom., M.Cs
NIP. 19780126 200604 1 001

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

Dr. Mohammad Imam Utoyo, M.Si
NIP. 19640103 198810 1 001

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 ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Qonitah Asia Aprifiar
NIM : 081211233028
Program Studi : S1-Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Simulated Annealing (SA) untuk Menyelesaikan Quadratic Assignment Problem (QAP)

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, 28 Maret 2016



Qonitah Asia Aprifiar

NIM. 081211233028

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil'alamin. Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi yang berjudul "*Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Simulated Annealing (SA) untuk Menyelesaikan Quadratic Assignment Problem (QAP)*" ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam bahagia semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin sekaligus sebaik-baiknya suri tauladan bagi kehidupan umat manusia.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menuntut ilmu.
2. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dirjen Dikti) yang telah memberikan Beasiswa PPA kepada penulis untuk membantu secara ekonomis serta memacu semangat belajar
3. Badrus Zaman, S.Kom, M.Cs selaku Ketua Departemen Matematika.
4. Dr. Mohammad Imam Utoyo, M.Si selaku Kepala Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang selalu memberikan saran dan motivasi.

5. Dr. W indarto, M .Si s elaku dos en w ali s elama menjadi m ahasiswa Fakultas Sains d an T eknologi Universitas A irlangga yang t elah b anyak m emberikan arahan, waktu, nasihat, serta semangat demi kesuksesan menjadi mahasiswa.
6. Dr. Herry Suprajitno, M.Si selaku dosen pembimbing I yang senantiasa sabar dan t eliti da lam m emberikan bi mbingan be rupa i lmu, a rahan, s aran, w aktu, dan motivasi serta semangat.
7. Auli D amayanti, S .Si., M.Si s elaku dos en pe mbimbing II yang s enantiasa sabar da n t eliti da lam m emberikan bi mbingan be rupa i lmu, a rahan, s aran, waktu, dan motivasi serta semangat.
8. Dr. Eridani, D rs., M.Si s elaku dos en yang s elalu m emberikan i nspirasi ba gi penulis dalam setiap cerita yang disampaikan selama kuliah sebagai motivasi serta semangat.
9. Yang tercinta, kedua orang tua penulis Anwar Matondang dan Fitrijah, serta kakak penulis M. Qushai Y.M yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, doa dan kasih sayangnya.
10. Seluruh D osen S 1 M atematika F akultas S ains da n T eknologi U niversitas Airlangga yang t elah m emberikan b anyak p engetahuan yang s angat bermanfaat bagi penulis.
11. Sahabat penulis saat kuliah. Terima kasih untuk Bunga, Nindhy, Rizki Azizia, Herfinggi, Y ulia, d an teman-teman s eperjuangan m ahasiswa M atematika angkatan 2012 atas dukungan dan kebersamaannya selama ini.
12. Sahabat p enulis s aat S MA. Terima ka sih unt uk R enny dan G eng K apak (Nurul, F adhila, A riza, A jeng, N ur) yang t elah m endengarkan c urahan ha ti

penulis, menemani adventure di kala penulis untuk serta memacu semangat penulis untuk cepat lulus.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tiada gading yang tak retak. Begitu juga makalah ini, tentunya masih banyak kekurangan yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran dari para pembaca sangat penting bagi penulis dalam penyempurnaan penulisan selanjutnya di kemudian hari. Semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca sekalian pada umumnya.



Surabaya, Maret 2016

Qonitah Asia Aprifiar

Qonitah Asia A prifiar, 2016, *Hybrid Firefly Algorithm (FA) dan Simulated Annealing (SA) Untuk Menyelesaikan Quadratic Assignment Problem (QAP)*, Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Auli Damayanti, S.Si., M.Si, Prodi S1-Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Quadratic Assignment Problem adalah permasalahan yang membahas penempatan fasilitas pada lokasi dan bertujuan untuk meminimalkan total jarak tempuh perpindahan bahan antar fasilitas. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk menyelesaikan *Quadratic Assignment Problem* dengan menggunakan *Hybrid Firefly Algorithm* dan *Simulated Annealing*. *Firefly Algorithm* terinspirasi dari perilaku kunang-kunang. *Simulated Annealing* merupakan metode yang dianalogikan dengan proses *annealing*. *Hybrid Firefly Algorithm* dan *Simulated Annealing* merupakan kombinasi dari dua algoritma dengan memproses FA terlebih dahulu kemudian proses SA. Proses algoritma ini dimulai dengan inisialisasi parameter, pembangkitan solusi awal *firefly*, menghitung fungsi tujuan, menghitung intensitas cahaya, membandingkan intensitas cahaya tiap *firefly*, *update* solusi baru, pemilihan solusi untuk *Simulated Annealing*, melakukan proses *Simulated Annealing* terhadap solusi yang sudah dipilih, menyimpan solusi terbaik, menentukan *G-Best* dan proses berlanjut sampai maksimal iterasi. Data yang digunakan adalah data 4 fasilitas dengan 4 lokasi, data 12 fasilitas dengan 12 lokasi, data 20 fasilitas dengan 20 lokasi dan data 30 fasilitas dengan 30 lokasi. Algoritma ini diimplementasikan dengan bahasa pemrograman C++, menggunakan software Borland C++. Total jarak perpindahan bahan antar fasilitas minimum terbaik untuk data 4 fasilitas dengan 4 lokasi sebesar 1340, untuk data 12 fasilitas dengan 12 lokasi sebesar 1652, untuk data 20 fasilitas dengan 20 lokasi sebesar 7070 dan untuk data 30 fasilitas dengan 30 lokasi 107810. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar jumlah *firefly* dan *max_iterasi* maka solusi yang didapatkan semakin mendekati solusi yang optimal. Akan tetapi hasil yang diperoleh bergantung pada permasalahan yang diselesaikan.

Kata Kunci: *Firefly Algorithm, Simulated Annealing, Hybrid, Quadratic Assignment Problem.*

Qonitah Asia Aprihar, 2016, **Hybrid Firefly Algorithm (FA) and Simulated Annealing (SA) to Solve The Quadratic Assignment Problem (QAP)**, This undergraduate thesis is supervised by Dr. Herry Suprajitno, M.Si and Auli Damayanti, S .Si., M.Si. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, University of Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Quadratic Assignment Problem is a problem which addresses the placement of n facilities to n locations and aims to minimize the total distance of materials movement among facilities. The purpose of writing this undergraduate thesis is to solve the Quadratic Assignment Problem using a Hybrid Firefly Algorithm and Simulated Annealing. Firefly Algorithm that inspired by the behavior of fireflies. Simulated Annealing is a analogous method to the annealing process. Hybrid Firefly Algorithm and Simulated Annealing are the combination of these two algorithm in a way to process FA first then processes the SA. The process of this algorithm starts with initialization parameters, the generation of the initial population firefly, calculate the objective function, calculate the intensity of light, comparing the light intensity of each firefly, updates of new solutions, select solution for simulated annealing, do the simulated annealing to the selected solution, memorize the best solution, determine G -Best, find the exhausted solution and the process running until maximum iteration. The data used is 4 facilities with 4 locations, 12 facilities with 12 locations, 20 facilities with 20 locations, and 30 facilities with 30 locations. This algorithm was being simulated with C++ programming language, using Borland C++ software. The total distance of materials movement among facilities minimum for data 4 facilities with 4 locations is 1340, data 12 facilities with 12 locations is 1652, data 20 facilities with 30 locations is 7070, and data 30 facilities with 30 locations is 107810. Based on the result from calculating of all data shows that the larger of number *firefly* and *max_iteration* then the solutions approaches the optimal solution. However, the result obtained depend on the problem resolved.

Keywords: *Firefly Algorithm, Simulated Annealing, Hybrid, Quadratic Assignment Problem.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Permasalahan Penugasan	7
2.2 <i>Quadratic Assignment Problem (QAP)</i>	8
2.3 Algoritma	10

2.4	Pengkodean	11
2.5	<i>Firefly Algorithm</i> (FA)	11
2.5.1	Prinsip Kehidupan Alami Kunang-kunang	12
2.5.2	Pengertian <i>Firefly Algorithm</i> (FA).....	12
2.5.3	Intensitas Cahaya dan <i>Attractiveness</i>	14
2.5.4	<i>Distance</i>	15
2.5.5	<i>Movement</i>	16
2.5.6	Langkah-langkah <i>Firefly Algorithm</i> (FA).....	16
2.6	<i>Simulated Annealing</i> (SA).....	17
2.7	<i>Hybrid Firefly Algorithm</i> dengan <i>Simulated Annealing</i>	20
2.8	C++	20
BAB III	METODE PENELITIAN.....	25
BAB IV	PEMBAHASAN	
4.1	<i>Quadratic Assignment Problem</i> (QAP)	29
4.2	<i>Hybrid Firefly Algorithm</i> (FA) dan <i>Simulated Annealing</i> (SA)	29
4.2.1	Input Data dan Inisialisasi Parameter	30
4.2.2	Pembangkitan Populasi Awal	32
4.2.3	Menghitung Fungsi Tujuan	33
4.2.4	Menghitung Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	35
4.2.5	Membandingkan Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	36

4.2.6	Modifikasi	39
4.2.7	Penurunan Suhu	41
4.2.8	Menentukan <i>Global Best (G-Best)</i>	42
4.2.9	Melakukan <i>Movement</i> Pada <i>Firefly</i> Terbaik	43
4.3	Data	44
4.4	Penyelesaian Secara Manual Contoh Kasus <i>Quadratic</i> <i>Assignment Problem</i> dengan Menggunakan Data 4 Fasilitas dan 4 Lokasi	45
4.4.1	Input Data dan Inisialisasi Parameter	45
4.4.2	Membangkitkan Populasi Awal <i>Firefly</i>	46
4.4.3	Evaluasi Fungsi Tujuan	46
4.4.4	Menentukan Intensitas Cahaya	50
4.4.5	Membandingkan Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	51
4.4.6	Proses <i>Simulated Annealing</i>	54
4.4.7	Penggabungan Solusi	58
4.4.8	Menentukan <i>Global Best (G-Best)</i>	58
4.4.9	<i>Movement Firefly</i> Terbaik	59
4.5	Implementasi Program Pada Contoh Kasus <i>Quadratic</i> <i>Assignment Problem (QAP)</i>	61
4.5.1	Implementasi Program Pada Data 1 (4 Fasilitas 4 Lokasi)	62
4.5.2	Implementasi Program Pada Data 2 (12 Fasilitas	

12 Lokasi)	63
4.5.3 Implementasi Program Pada Data 3 (20 Fasilitas 20 Lokasi)	65
4.5.4 Implementasi Program Pada Data 4 (30 Fasilitas 30 Lokasi)	67
4.5.5 Perbandingan Solusi Optimal dengan Solusi Terbaik <i>Hybrid FA dan SA</i>	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Populasi Awal <i>Firefly</i>	46
4.2	Hasil Pengurutan dan Transformasi Populasi Awal	47
4.3	Hasil Nilai Fungsi Tujuan	50
4.4	Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	50
4.5	<i>Firefly</i> Baru dan Pengurutannya	52
4.6	Proses Membandingkan Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	53
4.7	Fungsi Tujuan dan Intensitas Cahaya <i>Firefly</i> Hasil <i>Movement</i>	54
4.8	Proses <i>Simulated Annealing</i> untuk <i>Firefly</i> 1	57
4.9	Penggabungan Solusi	58
4.10	Populasi Baru	61
4.11	Hasil <i>Running</i> Program Terbaik Pada Data 1	62
4.12	Hasil <i>Running</i> Program Terbaik Pada Data 2	64
4.13	Hasil <i>Running</i> Program Terbaik Pada Data 3	65
4.14	Hasil <i>Running</i> Program Terbaik Pada Data 4	67
4.15	Hasil Perbandingan Solusi	69

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Prosedur Input Data	31
4.2	Prosedur Inisialisasi Parameter	32
4.3	Prosedur Pembangkitan Populasi Awal	33
4.4	Prosedur Pembentukan Matriks Penempatan	34
4.5	Prosedur Menghitung Fungsi Tujuan	35
4.6	Prosedur Menghitung Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	36
4.7	Prosedur Membandingkan Intensitas Cahaya Tiap <i>Firefly</i>	36
4.8	Prosedur Menghitung Jarak dan <i>Attractiveness</i>	37
4.9	Prosedur <i>Movement Firefly</i>	38
4.10	Prosedur Pemilihan Solusi Awal <i>Simulated Annealing</i>	38
4.11	Prosedur Modifikasi <i>Firefly</i> Terburuk	39
4.12	Prosedur Membandingkan Solusi	40
4.13	Prosedur Penurunan Suhu	41
4.14	Prosedur Menentukan <i>Global Best</i>	42
4.15	Prosedur <i>Movement</i> Pada <i>Firefly</i> Terbaik	43