

**PENERAPAN *FIREFLY ALGORITHM* (FA) UNTUK MENYELESAIKAN
MULTI – DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM (MDVRP)**

SKRIPSI



RATNA SEPTIANA

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2015**

**PENERAPAN *FIREFLY ALGORITHM* (FA) UNTUK MENYELESAIKAN
MULTI – DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM (MDVRP)**

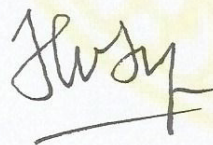
SKRIPSI

**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, M.Si
NIP.19680404 199403 1 020



Dr. Miswanto, M.Si
NIP. 19680204 199303 1 002

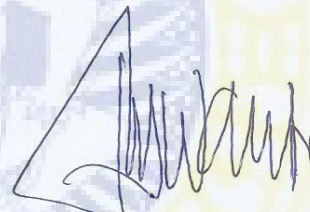
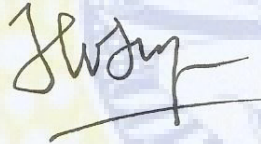
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan *Firefly Algorithm* (FA) untuk menyelesaikan *Multi-Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP)
Penyusun : Ratna Septiana
NIM : 081112001
Pembimbing I : Dr. Herry Suprajitno, M.Si
Pembimbing II : Dr. Miswanto, M.Si
Tanggal Seminar : 9 Februari 2015

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

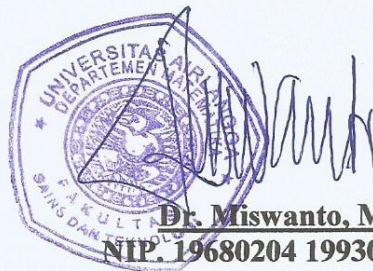


Dr. Herry Suprajitno, M.Si
NIP.19680404 199403 1 020

Dr. Miswanto, M.Si
NIP. 19680204 199303 1 002

Mengetahui,

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



Dr. Miswanto, M.Si
NIP. 19680204 199303 1 002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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



KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “*Penerapan Firefly Algorithm (FA) untuk menyelesaikan Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)*” dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melanjutkan pendidikan tinggi khususnya program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
2. Bapak Presiden Republik Indonesia dan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah mencanangkan program Beasiswa Bidikmisi yang memberikan kesempatan kepada penulis sehingga penulis dapat merasakan indahnya bangku perkuliahan.
3. Dr. Miswanto, M.Si selaku Kepala Departemen Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan serta ilmu selama perkuliahan.
4. Dr. Herry Suprajitno, M.Si selaku dosen wali selama penulis menjadi mahasiswa dan dosen pembimbing I yang senantiasa penuh kesabaran, ketelitian dan keramahan dalam memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.

5. Yang tercinta, kedua orang tua penulis yang sangat luar biasa, untuk Ibu Kastutik yang senantiasa memberikan dukungannya dan Almarhum Bapak Kasmi'an di surga yang senantiasa memberikan doanya demi kelancaran penulis. Terimakasih atas segala yang telah diberikan kepada putri bungsumu ini.
6. Yang terkasih, kedua kakak penulis beserta istrinya yang sangat menyayangi penulis, untuk Mas Edi dan Mbak Emi serta Mas Wahyu dan Mbak Rina, yang senantiasa menanyakan "Kapan wisuda?", sehingga memberikan dorongan agar penulis cepat dalam menyelesaikan proposal skripsi. Terimakasih atas segala yang telah diberikan.
7. Teman-teman Departemen Matematika 2011, khususnya sahabat-sahabat penulis yang tercinta diantaranya Ninggar, Ria, Ayu, Renita, Kun, Nanda, Ema, Zaim, Icha dan masih banyak lainnya yang telah bersama-sama mengisi hari-hari selama masa kuliah dengan kegembiraan, tawaan, candaan dan kejahilan yang telah memberikan warna-warni dalam kehidupan penulis.
8. Teman-teman kos Az-Zahra yang tercinta, Nikmah, Ina, Shilfi, mbak Riza, mbak Nayla, mbak Yayuk, Ilma, Ulfa, Nurul dan untuk Ibu Mega selaku ibu kos, terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan kepada penulis serta Mufidatus Sholikah yang telah memberikan bantuan sehingga penulis bisa mendapatkan pustaka guna pengerjaan skripsi ini.
9. Yang terkasih, Iwan Sayekti yang senantiasa sabar membimbing, membantu, menyayangi, serta memberikan dukungan untuk masa depan penulis.

10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap, skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, baik sebagai bahan pustaka, penambah wawasan, maupun sebagai acuan untuk pengembangan pengerjaan selanjutnya sehingga hasil penyelesaian *Multi-depot Vehicle Routing Problem* yang diperoleh menghasilkan total jarak yang lebih minimum.

Tiada gading yang tak retak, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini dapat lebih baik lagi.

Surabaya, Februari 2015

Ratna Septiana

Ratna Septiana, 2015, **Penerapan *Firefly Algorithm* (FA) untuk menyelesaikan *Multi-Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si dan Dr. Miswanto, M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah *Multi-Depot Vehicle Routing Problem* dengan menggunakan *Firefly Algorithm*. *Multi-Depot Vehicle Routing* (MDVRP) adalah suatu permasalahan dalam pembentukan rute untuk kendaraan yang digunakan melayani pelanggan yang berbasis pada suatu depot tertentu. Tujuan dari permasalahan ini adalah mendesain rute yang dapat meminimumkan jarak tempuh kendaraan untuk melayani pelanggan tanpa melanggar kendala kapasitas kendaraan dan kapasitas depot. Terdapat tiga tahapan dalam penyelesaian MDVRP yaitu, *grouping*, *routing*, dan *scheduling*. Pada tahap *grouping*, pelanggan dikelompokkan tepat ke satu depot terdekat. Pada Tahap *routing*, pelanggan pada masing-masing depot dibentuk kedalam rute pengiriman barang. Kemudian pada tahap *scheduling*, Tahap ini dimulai dari pelanggan pertama, urutan pengiriman dipilih sedemikian rupa sehingga pelanggan berikutnya sedekat mungkin dengan pelanggan sebelumnya, dengan kata lain melakukan penjadwalan rute berdasarkan total jarak yang paling minimum. *Firefly Algorithm* (FA) adalah salah satu algoritma metaheuristik yang diadaptasi dari cara berkedipnya kunang-kunang. Dalam FA, ada dua hal yang penting yakni variasi intensitas cahaya dan perumusan *attractiveness*. Semakin terang intensitas cahaya suatu kunang-kunang, berarti total jarak tempuh akan semakin minimum, dengan demikian urutan pelanggan pada posisi kunang-kunang tersebut merupakan solusi yang terbaik. Program dibuat dalam bahasa pemrograman Java untuk menerapkan FA dalam menyelesaikan MDVRP yang diimplementasikan pada 3 contoh kasus yaitu P01, P03, dan P04, dengan total jarak tempuh 614.404 km untuk P01, 701.66 km untuk P03 dan 1976.45 km untuk P04. Hasil yang diperoleh dari output program menunjukkan bahwa semakin banyak iterasi dan semakin banyak posisi *firefly* yang dibangkitkan, maka penyelesaian MDVRP cenderung lebih baik yakni dengan total jarak tempuh yang lebih minimum.

Kata Kunci : *Firefly Algorithm* (FA), *Multi-Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP), Algoritma Heuristik

Ratna Septiana, 2015, *Application of Firefly Algorithm (FA) to Solve Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)*. This final project was supervised by Dr. Herry Suprajitno, M.Si and Dr. Miswanto, M.Si. Mathematics Departement, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

This paper aims to solve the problem of Multi-Depot Vehicle Routing Problem using Firefly Algorithm. Multi-Depot Vehicle Routing (MDVRP) is a problem in the formation of the vehicles used to serve customers who are based in a particular depot. The purpose of this problem is to designing route that can minimize the mileage of the vehicle to serve customers without violating vehicle capacity constraints and capacity depot. There are three phases to solve MDVRP i.e. grouping, routing, and scheduling. At the grouping phase, customers are grouped right to a nearest depot. In routing Phase, customers at each depot formed into a delivery route. Then the scheduling phase, this phase begins from the first customer, the order of delivery is selected such that the next customer as near as possible with previous customers, in other words, these scheduling based on the number of minimum distance. Firefly Algorithm (FA) is one of metaheuristic algorithms adapted from how to flashing of fireflies. In the FA, there are two important things: the variation of light intensity and formulation of the attractiveness. If the light intensity of a firefly brighter, that means the number of mileage will be minimum, thus the order of the customer in the position of the fireflies is the best solution. The program is created by using JAVA programming language to implement FA to solve MDVRP that implemented on 3 cases are P01, P03, and P04, with a number of mileage are 614 404 miles to P01, 701.66 miles to P03 and 1976.45 miles to P04. The results that obtained from output program shows that the more iterations and the more firefly position that generated, MDVRP solution settlement tend to be better that the total mileage minimum.

Keywords : *Firefly Algorithm (FA), Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP), Heuristic Algorithm*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemrograman Linier (<i>Linier Programming</i>)	6
2.2 Himpunan	8
2.3 Graph	9
2.4 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	10

2.5	<i>Multi-Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)</i>	11
2.6	Algoritma	16
2.7	Pengkodean	17
2.8	<i>Firefly Algorithm (FA)</i>	18
2.8.1	Prinsip Kehidupan Alamai Kunang-kunang	18
2.8.2	Pengertian <i>Firefly Algorithm</i>	19
2.8.3	Intensitas Cahaya dan <i>Attractiveness</i>	19
2.8.4	<i>Distance</i>	20
2.8.5	<i>Movement</i>	21
2.8.6	Langkah-langkah <i>Firefly Algorithm</i>	21
2.9	Pemrograman Java.....	22
BAB III	METODE PENELITIAN.....	26
BAB IV	PEMBAHASAN.....	30
4.1	<i>Multi-Depot Vehicle Routing (MDVRP)</i>	30
4.2	<i>Firefly Algorithm (FA)</i> untuk Menyelesaikan MDVRP.....	30
4.2.1	Input Data.....	32
4.2.2	<i>Grouping</i>	33
4.2.3	Inisialisasi Parameter	35
4.2.4	Membangkitkan Populasi Awal <i>Firefly</i>	35
4.2.5	Evaluasi <i>Firefly</i>	37
4.2.6	Menentukan Intensitas Cahaya <i>Firefly</i>	39
4.2.7	Membandingkan <i>Firefly</i>	40
4.2.8	Menentukan <i>Firefly</i> Terbaik	42

4.2.9	Menentukan $g\text{-best}(j)$ sementara.....	43
4.2.10	Melakukan <i>Movement</i> Pada <i>Firefly</i> Terbaik.....	45
4.2.11	Menghitung Total Jarak Tempuh	46
4.3	Data.....	46
4.4	Penyelesaian Contoh Kasus MDVRP Dengan Data P01R Secara Manual	48
4.5	Program	62
4.6	Implementasi Program Pada Contoh Kasus <i>Multi Depot</i> <i>Vehicle Routing Problem</i> (MDVRP).....	62
4.6.1	Menggunakan Data Berukuran Kecil (P01).....	62
4.6.2	Menggunakan Data Berukuran Sedang (P03).....	65
4.6.3	Menggunakan Data Berukuran Besar (P04)	68
4.7	Perbandingan dengan Algoritma Lain.....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Contoh MDVRP dengan 2 depot dan 10 pelanggan	14
2.2	Langkah-langkah penyelesaian MDVRP	14
4.1	<i>Firefly Algorithm</i> untuk menyelesaikan MDVRP	31
4.2	Input data	32
4.3	Prosedur <i>grouping</i>	34
4.4	Inisialisasi parameter	35
4.5	Prosedur membangkitkan populasi awal <i>firefly</i> depot j	36
4.6	Prosedur transformasi elemen <i>firefly</i> k depot j	37
4.7	Prosedur pembentukan rute untuk depot j	38
4.8	Prosedur untuk menghitung fungsi tujuan <i>firefly</i> k	39
4.9	prosedur menghitung intensitas cahaya <i>firefly</i> k pada depot j	40
4.10	Prosedur untuk membandingkan intensitas cahaya	41
4.11	Prosedur untuk menghitung jarak dan <i>attractiveness</i>	41
4.12	Prosedur untuk <i>movement</i>	42
4.13	Prosedur menentukan <i>firefly</i> terbaik`	43
4.14	Prosedur menentukan <i>g-best(j)</i>	44
4.15	Prosedur <i>movement</i> pada <i>firefly</i> terbaik	45
4.16	Menghitung total jarak tempuh	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1	Pengelompokan pelanggan	49
4.2	Populasi awal <i>firefly</i> depot 0	50
4.3	Pengurutan bilangan acak depot 0	51
4.4	Pembentukan rute depot 0	53
4.5	Intensitas cahaya <i>firefly</i> depot 0	54
4.6	<i>Firefly</i> 1 yang baru dan pengurutannya	55
4.7	Rute <i>firefly</i> 1 yang baru	56
4.8	Proses membandingkan intensitas cahaya tiap <i>firefly</i> pada depot 0	56
4.9	Populasi baru <i>firefly</i> depot 0	59
4.10	Hasil running program pada data p01	63
4.11	Solusi terbaik penyelesaian p01	64
4.12	Hasil running program pada data p03	65
4.13	Solusi terbaik penyelesaian p03	67
4.14	Hasil running program pada data p04	68
4.15	Solusi terbaik penyelesaian p04	70
4.16	Perbandingan solusi terbaik menggunakan FA dan GA	71

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran
1.	<i>Flowchart</i> dari <i>Firefly Algorithm</i> untuk menyelesaikan MDVRP
2.	<i>Flowchart Grouping</i>
3.	Data P01
4.	Data P01R
5.	Data P03
6.	Data P04
7.	<i>Source Code</i> Program
8.	Output Program Penyelesaian P01
9.	Output Program Penyelesaian P03
10.	Output Program Penyelesaian P04
11.	<i>User Interface</i> Program