

**PENERAPAN KOMBINASI ALGORITMA *GEOMETRIC
DIFFERENTIAL EVOLUTION* DAN SISTEM *FUZZY* DALAM
PENYELESAIAN *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (TSP)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer**



FRANSISKA MARISKE POLI

1112001028


**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fransiska Mariske Poli

NIM : 1112001028

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 September 2016

HALAMAN PENGESAHAN

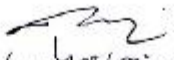
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fransiska Mariske Poli
NIM : 1112001028
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Penerapan Kombinasi Algoritma *Geometric Differential Evolution* dan Sistem *Fuzzy* dalam Penyelesaian *Travelling Salesman Problem (TSP)*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI


Pembimbing 1 : Prof. Dr. Hoga Saragih, S.T., M.T.


(.....)
15/05/2016

Penguji 1 : Dr. Siti Rohajawati, S.Kom., M.Kom.


(.....)

Penguji 2 : Gun Gun Gumilar, S.Kom, MMSI


(.....)
15/05/2016

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 15 September 2016

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus, karena hanya atas berkat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Penerapan Kombinasi Algoritma *Geometric Differential Evolution* dan *System Fuzzy* Dalam Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP)”, dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer Program Studi Informatika pada Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari berbagai hambatan dan kesulitan dari awal hingga akhir penyusunan.

Terima kasih juga Penulis sampaikan kepada Universitas Bakrie yang telah memberikan dukungan dan fasilitas yang memadai selama masa perkuliahan. Begitu banyak pihak yang telah memberikan doa, masukan, bantuan, semangat dan nasihat selama penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis sampaikan juga terima kasih kepada:

- 1 Kedua orang tua tercinta, (Alm) Bapak Marthen dan Ibu Marta Inneng atas kasih sayang, motivasi, nasihat, semangat, pengingat dan doa yang selalu mengiringi setiap langkah.
- 2 Dosen pembimbing Tugas Akhir, Bapak Prof. Dr. Hoga Saragih, ST, MT, berkat bimbingan, pengetahuan, arahan dan masukan akhirnya hambatan dan kesulitan dapat diatasi. Bukan hanya itu, Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beliau atas waktu, tenaga dan pikiran yang telah diberikan untuk membantu proses penyusunan Tugas Akhir ini.
- 3 Adik tersayang, Ririn Adriyani Poli dan Nindi Pricilia Poli atas doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
- 4 Semua keluarga besar, terima kasih untuk doa dan motivasi yang terus diberikan.
- 5 Farel atas *support* , motivasi yang diberikan, selalu hadir menemani dan turut membantu dalam memberikan masukan terhadap penyelesaian Tugas Akhir ini.

Universitas Bakrie

- 6 Sakkarepmu geng, Tri Angga Indra Kusuma, Numila, Hasnah, Angelina Nina Koten, Andre Arsyian J, dan Firdaus Angga. Terima kasih sudah menjadi sahabat terbaik dan kebersamaan selama ini
- 7 Semua Sahabat yang sudah turut memberikan *Support* agar penulis dapat segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 8 Egha teman farel yang telah turut membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
- 9 Rekan-rekan Informatika 2011 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang selalu memberikan bantuan dan mendengarkan cerita serta keluhan selama penyusunan tugas akhir ini.
- 10 Seluruh pihak Program Studi Informatika Universitas Bakrie yang telah memberikan pembelajaran yang begitu bermanfaat selama perkuliahan.

Semoga Tuhan Yesus Kristus membalas kebaikan dan memberikan keberkahan kepada kita semua. Serta semoga Tugas Akhir ini memberi informasi yang berguna dan dapat bermanfaat bagi semua kalangan bidang pendidikan, khususnya bidang Informatika.

Jakarta, 15 September 2016



Fransiska Mariske P.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fransisku Mariske Poli
NIM : 1112001028
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Penerapan Kombinasi Algoritma *Geometric Differential Evolution* dan Sistem *Fuzzy* dalam Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 15 September 2016

Yang menyatakan,


(Fransiska Mariske Poli)

DIFFERENTIAL EVOLUTION DAN SYSTEM FUZZY DALAM PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP)

Fransiska Mariske Poli

ABSTRAK

TSP merupakan suatu permasalahan dimana seorang *salesman* harus mengunjungi semua kota dimana tiap kota hanya boleh dikunjungi sekali, dan harus mulai dari dan kembali ke kota asal. Tujuan dari TSP ini adalah dapat menentukan rute optimal dengan total jarak yang paling minimum. TSP termasuk dalam kelas *NP-Hard Problem*, yaitu persoalan yang digolongkan sebagai masalah yang sulit untuk diselesaikan dengan algoritma eksak.

Geometric Differential Evolution (GDE) merupakan salah satu algoritma dalam penyelesaian optimasi yang meniru proses evolusi biologi, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun akan mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat, dia yang bertahan” seperti halnya Algoritma Genetika dan *Differential Evolution*. Tahapan – tahapan yang ada dalam algoritma GDE ini sama dengan tahapan yang ada dalam *Differential Evolution*.

Dalam penelitian ini, akan dibangun sebuah sistem yang dapat menyelesaikan permasalahan *Travelling salesman problem* dengan algoritma GDE yang akan dikombinasikan dengan *system fuzzy* yang menjadi alat bantu dalam menentukan parameter probabilitas *crossover*.

Keywords : *Travelling Salesman Problem, NP-Hard Problem, Geometric Differential Evolution, Differential Evolution, System Fuzzy.*

**IMPLEMENTATION OF COMBINATION GEOMETRIC
DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM AND FUZZY
SYSTEM IN THE COMPLETION OF TRAVELLING
SALESMAN PROBLEM (TSP)**

Fransiska Mariske Poli

ABSTRACT

TSP is an issue in which a salesman must visit all the cities where each city may only be visited once, and had to start from and return to their home towns. The purpose of the TSP is able to determine the optimal route for a total distance of most minimum. TSP included in the class of NP-hard problem, namely the problem of being classed as a difficult problem to be solved with an exact algorithm.

Geometric Differential Evolution (GDE) is one of the algorithms in the completion of the optimization that mimics the process of biological evolution, the development of generation in a population naturally, gradually will follow the principle of natural selection, or "whoever is strong, he survived" such as Genetic Algorithms and Differential Evolution. Stages in GDE algorithm is the same as the stages in Differential Evolution.

In this study, will be built a system that can solve the problems Traveling salesman problem with GDE algorithm which will be combined with a fuzzy system is an invaluable tool in determining the probability of crossover parameters.

Keywords : Travelling Salesman Problem, NP-Hard Problem, Geometric Differential Evolution, Differential Evolution, System Fuzzy.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Teori Graf	14
2.2.1 Definisi Graf.....	14
2.2.2 Terminologi Graf.....	15
2.2.3 Jenis Graf.....	19
2.2.4 Graf Hamilton	21
2.3 Optimasi	22
2.3.1 Definisi Optimasi	22
2.3.2 Macam – Macam Persoalan optimisasi	22
2.3.3 Penyelesaian persoalan optimisasi	23
2.4 Travelling Salesman Problem	24

2.5 Differential Evolution (DE).....	25
2.5.1 Definisi Differential Evolution (DE).....	25
2.5.2 Tahapan – tahapan Algoritma Differential Evolution (DE).....	26
2.6 Geometric Differential Evolution (GDE).....	28
2.6.1 Definisi Geometric Differential Evolution (GDE).....	28
2.6.2 Tahapan – tahapan Geometric Differential Evolution (GDE)	29
2.6.3 Permutation based geometric differential evolution	32
2.7 Algoritma Greedy.....	32
2.8 Fuzzy	32
2.8.1 Konsep fuzzy.....	32
2.8.2 Algoritma Fuzzy Evolusi	34
2.9 Model Waterfall	37
2.10 Pengujian Perangkat Lunak.....	38
2.11 MATLAB	39
BAB III	41
3.1 Kerangka Penelitian	41
3.1.1 Studi Pustaka.....	42
3.1.2 Pendefinisian Masalah.....	42
3.1.3 Pengambilan Data	42
3.1.4 Analisa dan Perancangan	42
3.1.5 Konstruksi	43
3.1.6 Pengujian.....	43
3.1.7 Reporting Hasil	44
3.2 Perangkat Penelitian	45
3.2.1 Perangkat keras / Hardware.....	45
3.2.2 Perangkat lunak / Software.....	45
BAB IV	46
4.1 Studi Pustaka	46
4.2 Pendefinisian Masalah.....	46
4.3 Pengambilan Data.....	46
4.4 Analisa dan Perancangan.....	49
4.5 Konstruksi	51

4.5.1 Implementasi System Fuzzy.....	51
4.5.2 Implementasi algoritma Geometric Differential Evolution (GDE)	55
4.6 Pengujian	59
4.6.1 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 10 dan batas generasi 100.....	59
4.6.2 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 100 dan batas generasi 100.....	61
4.6.3 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 200 dan batas generasi 100.....	62
4.6.4 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 500 dan batas generasi 100.....	63
4.6.5 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 1000 dan batas generasi 100.....	64
4.6.6 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 100 dan batas generasi 200.....	65
4.6.7 Data sampel st70.tsp dengan masukan populasi 100 dan batas generasi 500.....	66
4.6.8 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 10 dan batas generasi 100.....	67
4.6.9 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 100 dan batas generasi 100.....	68
4.6.10 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 200 dan batas generasi 100.....	69
4.6.11 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 500 dan batas generasi 100.....	70
4.6.12 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 1000 dan batas generasi 100.....	71
4.6.13 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 100 dan batas generasi 200.....	72
4.6.14 Data sampel eil101.tsp dengan masukan populasi 10 dan batas generasi 500.....	73

4.7 Reporting Hasil.....	74
BAB V.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh graf G.....	14
Gambar 2.2 Graf dengan sisi ganda dan loop	14
Gambar 2.3 Graf G1.....	15
Gambar 2.4 Graf G2.....	15
Gambar 2.5 Graf N5.....	16
Gambar 2.6 Graf G3.....	16
Gambar 2.7 Contoh graf tak terhubung	17
Gambar 2.8 Contoh graf G4.....	18
Gambar 2.9 Contoh graf berbobot	19
Gambar 2.10 Graf berarah dan berbobot.....	19
Gambar 2.11 Graf tidak berarah dan berbobot.....	20
Gambar 2.12 Graf berarah dan tidak berbobot.....	20
Gambar 2.13 Graf tidak berarah dan tidak berbobot.....	21
Gambar 2.14 Graf hamilton (1), Graf semi-hamilton (2), Graf bukan hamilton (3).....	21
Gambar 2.15 Contoh travelling salesman problem.....	24
Gambar 2.16 Contoh gambar convex combination.....	28
Gambar 2.17 Proses pergerakan vektor dalam GDE	29
Gambar 2.18 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel populasi.....	35
Gambar 2.19 Semesta Pembicaraan dan Domain untuk Variabel Generasi	35
Gambar 2.20 Semesta Pembicaraan dan Domain untuk Variabel probabilitas crossover	36
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	41
Gambar 4. 1 Flowchart Sistem.....	51
Gambar 4. 2 Proses Defuzzifikasi (Wicaksana, 2013).....	54
Gambar 4. 3 Tampilan Setelah memasukan populasi dan batas generasi.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2.2 Aturan untuk nilai probabilitas crossover	34
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penelitian	46
Tabel 4. 1 Data st70 (70 node)	48
Tabel 4. 2 Data eil101 (101 node).....	49
Tabel 4. 3 Tabel Hasil System Fuzzy.....	55
Tabel 4. 4 Hasil uji pada populasi 10 dan generasi 100 dengan	61
Tabel 4. 5 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 100 dengan	62
Tabel 4. 6 Hasil uji pada populasi 200 dan generasi 100 dengan	63
Tabel 4. 7 Hasil uji pada populasi 500 dan generasi 100 dengan	64
Tabel 4. 8 Hasil uji pada populasi 1000 dan generasi 100 dengan	65
Tabel 4. 9 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 200 dengan	66
Tabel 4. 10 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 500 dengan	67
Tabel 4. 11 Hasil uji pada populasi 10 dan generasi 100 dengan	68
Tabel 4. 12 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 100 dengan	69
Tabel 4. 13 Hasil uji pada populasi 200 dan generasi 100 dengan	70
Tabel 4. 14 Hasil uji pada populasi 500 dan generasi 100 dengan	71
Tabel 4. 15 Hasil uji pada populasi 1000 dan generasi 100 dengan	72
Tabel 4. 16 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 200 dengan	73
Tabel 4. 17 Hasil uji pada populasi 100 dan generasi 500 dengan	74

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Populasi untuk setiap generasi G	26
Rumus 2. 2 Bangkitkan vektor baru V	26
Rumus 2. 3 Vektor uji	27
Rumus 2. 4 Convex combination	28
Rumus 2. 5 Operasi convex combination dari dua vektor	30
Rumus 2. 6 Convex combination X1 dan X3	31
Rumus 2. 7 Extension ray dari X2 dan E	31
Rumus 2. 8 Convex combination proses crossover	31

DAFTAR SINGKATAN

TSP	<i>Travelling Salesman Problem</i>
NP-Hard	<i>Nondeterministik Polynomial-hard</i>
DE	<i>Differential Evolution</i>
GDE	<i>Geometric Differential Evolution</i>
IG	<i>Iterated Greedy</i>
PSO-SA	<i>Particle Swarm Optimization-Simulated Annealing</i>
SA	<i>Simulated Annealing</i>
ACO	<i>Ant Colony Optimization</i>
Pc	Probabilitas <i>crossover</i>
Pm	Probabilitas mutasi
EA	<i>Evolutionary Algorithm</i>
GA	<i>Genetic Algorithm</i>
NP	<i>Number Population</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
TSPLIB	<i>Travelling Salesman Problem Library</i>