

**PENYELESAIAN *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DENGAN *FUZZY LOGIC*
*CONTROLLER***

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



disusun oleh:

HILAL HAMBALI ROHMAT

13610052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2017



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Hilal Hambali Rohmat
NIM : 13610052
Judul Skripsi : Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang matematika

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 7 September 2017

Pembimbing

Muchammad Abrori, S.Si, M.Kom

NIP. 19720423 199903 1 003



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2325/Un.02/DST/PP.00.9/10/2017

Tugas Akhir dengan judul : Penyelesaian Traveling Salesman Problem (TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan Fuzzy Logic Controller

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : HILAL HAMBALI ROHMAT
Nomor Induk Mahasiswa : 13610052
Telah diujikan pada : Rabu, 27 September 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom
NIP. 19720423 199903 1 003

Penguji I

Dr. Muhammad Wahid Musthofa, S.Si., M.Si.
NIP. 19800402 200501 1 003

Penguji II

Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.
NIP. 19861208 201503 2 006

Yogyakarta, 27 September 2017
UIN Sunan Kalijaga



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Hilal Hambali Rohmat

NIM : 13610052

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 7 September 2017

Penulis



Hilal Hambali Rohmat

NIM. 13610052



*Tulisan ini penulis persembahkan
untuk emah, bapa, dan kakak-kakakku tersayang.*

Keluarga besar Matematika angkatan 2013

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



*“Apapun yang kita lakukan dalam kehidupan ini
adalah perlombaan dalam kebaikan.*

Bukan perlombaan keunggulan satu sama lain”

(Emha Ainun Najib)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi berjudul “Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*” dapat diselesaikan guna memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang dipenuhi dengan cahaya-cahaya ilmu.

Penulis menyadari skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, bimbingan, arahan serta dorongan motivasi dari berbagai pihak baik. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terimakasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Dr. Murtono, M. Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S. Si, M. Si, selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Moh. Farhan Qudratullah, M. Si, selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan banyak pengarahan, masukan serta motivasi kepada penulis.

4. Bapak Muchammad Abrori, S.Si, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing, memotivasi serta mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Tenaga Kependidikan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu, bimbingan dan pelayanan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
6. Bapak Ended Suhendi dan Ibu Iis Maspupah, terimakasih atas doa, kasih sayang, nasihat, untaian doa serta pengorbanan yang tercurah untuk penulis. Karya ini penulis persembahkan khusus untuk Bapa dan Emah.
7. Kakak tercinta Jalaludin Mukti, Ira Rahmayani, dan Nina Apriani terimakasih atas semangat dan dukungannya.
8. Keluarga besar Prodi Matematika angkatan 2013 yang selalu memberikan dukungan serta motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat Cunihin dan alumni SMA Al-Ittihad Cianjur (Kamaly) terkhusus Elsyia Iqlima, terimakasih atas kebersamaanya.
10. Sahabat-sahabat HMI Komisariat Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta tempat saya berproses.
11. Sahabat-sahabat KKN angkatan 89 kelompok 123, terima kasih atas pengalaman berharga yang tidak akan pernah terlupakan.
12. Terimakasih untuk Bapak Kos serta keluarga, Lokalti, Tirta Kadisoka dan Polosan Jogja tempat menimba ilmu dan pengalaman.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Peneliti menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga Skripsi ini bisa membawa manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 7 September 2017

Penulis

Hilal Hambali Rohmat
NIM. 13610052



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR LAMBANG	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tinjauan Pustaka	4
1.7 Metode Penelitian.....	6
1.8 Sistematika Penulisan	7

BAB II DASAR TEORI.....	8
2.1 Teori Graf.....	8
2.1.1 Definisi Graf.....	9
2.1.2 Jenis-jenis Graf.....	10
2.1.3 Keterhubungan	12
2.1.3.1 Terhubung dan tidak terhubung.....	12
2.1.3.2 Jalan (<i>walk</i>).....	14
2.1.3.3 Jalur (<i>trail</i>).....	14
2.1.3.4 Jalan tertutup (<i>close walk</i>).....	15
2.1.3.5 Lintasan (<i>path</i>).....	15
2.1.4 Graf Berbobot.....	15
2.1.5 Graf Berarah Berbobot.....	15
2.1.6 Graf Hamilton	16
2.2 <i>Shortest Path Problem</i>	17
2.3 <i>Traveling Salesman Problem</i>	17
2.4 Algoritma Genetika.....	20
2.5 <i>Fuzzy</i>	35
2.5.1 Logika <i>Fuzzy</i>	35
2.5.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	36
2.5.3 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	40
2.5.4 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	48
2.5.5 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	50
2.6 Hubungan Algoritma Genetika dengan <i>Fuzzy Logic Controller</i>	52

BAB III APLIKASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN <i>FUZZY LOGIC</i>	
<i>CONTROLLER</i> PADA TSP.....	60
3.1 Penentuan Parameter	62
3.2 <i>Fuzzy Logic Controller</i>	62
3.3 Komponen Utama Algoritma Genetika	75
BAB IV PENUTUP	106
4.1 Kesimpulan	106
4.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	108
DAFTAR LAMPIRAN.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan <i>Konisberg</i>	8
Gambar 2.2 Model graf jembatan <i>Konisberg</i>	9
Gambar 2.3 Contoh Graf.....	9
Gambar 2.4 Graf nol	10
Gambar 2.5 Contoh graf lengkap K_1 , K_2 , K_3 , dan K_4	10
Gambar 2.6 Contoh graf ganda (<i>Multigraph</i>)	11
Gambar 2.7 Contoh graf semu (<i>Pseudograph</i>)	11
Gambar 2.8 Gambar graf berarah (<i>Directed Graph</i> atau <i>Digraph</i>).....	12
Gambar 2.9 Graf G_1 terhubung G_2 tidak terhubung	13
Gambar 2.10 Graf H.....	13
Gambar 2.11 Contoh graf berbobot	15
Gambar 2.12 Contoh graf berarah berbobot	16
Gambar 2.13 Contoh TSP	19
Gambar 2.14 <i>Flowchart</i> Algoritma Genetik	22
Gambar 2.15 Ilustrasi Seleksi dengan Roda <i>Roulette</i>	27
Gambar 2.16 Contoh sebelum dan setelah mutasi dengan Pengkodean Pohon	34
Gambar 2.17 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel umur.....	38
Gambar 2.18 Himpunan <i>fuzzy</i> pada variabel temperatur	38
Gambar 2.19 Representasi linear naik	40
Gambar 2.20 Representasi linear turun.....	41
Gambar 2.21 Representasi fungsi segitiga.....	42
Gambar 2.22 Representasi fungsi trapesium.....	43

Gambar 2.23 Representasi kurva-S Pertumbuhan	44
Gambar 2.24 Representasi kurva-S Penyusutan	44
Gambar 2.25 Representasi kurva PI.....	46
Gambar 2.26 Representasi kurva Beta	47
Gambar 2.27 Representasi kurva Gauss.....	48
Gambar 2.28 Proses <i>Deffuzifikasi</i>	51
Gambar 2.29 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel populasi.....	56
Gambar 2.30 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel generasi.....	56
Gambar 2.31 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel Probabilitas <i>Crossover</i>	57
Gambar 2.32 Semesta pembicaraan dan domail untuk variabel Probabilitas <i>Mutasi</i>	58
Gambar 2.33 <i>Flowchart</i> Algoritma Genetika dengan <i>Fuzzy Logic Controller</i>	59
Gambar 3.1 Jarak antar lokasi wisata candi (KM)	61
Gambar 3.3 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel populasi.....	63
Gambar 3.4 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel generasi.....	63
Gambar 3.5 Semesta pembicaraan dan domail untuk variabel Probabilitas <i>Crossover</i>	64
Gambar 3.6 Semesta pembicaraan dan domail untuk variabel Probabilitas <i>Mutasi</i>	65
Gambar 3.7 Rute terpendek dari 6 kota pada kasus TSP	105

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbedaan penelitian	5
Tabel 2.1 Aturan untuk nilai Probabilitas <i>Crossover</i>	53
Tabel 2.2 Aturan untuk nilai Probabilitas Mutasi	54
Tabel 3.1 Alamat bandara dan candi.....	60
Tabel 3.2 Populasi awal	76
Tabel 3.3 Proses Seleksi.....	83
Tabel 3.4 Populasi baru hasil seleksi Roda <i>Roulette</i>	83
Tabel 3.5 Bilangan acak untuk proses <i>crossover</i>	85
Tabel 3.6 Kromosom untuk proses <i>crossover</i>	85
Tabel 3.7 Bilangan acak proses <i>crossover</i>	86
Tabel 3.8 Populasi hasil proses <i>crossover</i>	87
Tabel 3.9 Bilangan acak untuk proses mutasi	88
Tabel 3.10 Populasi hasil proses mutasi	89
Tabel 3.11 Hasil Algoritma Genetika generasi pertama	92
Tabel 3.12 Proses seleksi	96
Tabel 3.13 Populasi baru hasil seleksi Roda <i>Roulette</i>	96
Tabel 3.14 Bilangan acak untuk proses <i>crossover</i>	98
Tabel 3.15 Kromosom untuk proses <i>crossover</i>	98
Tabel 3.16 Bilangan acak proses <i>crossover</i>	99
Tabel 3.17 Populasi hasil proses <i>crossover</i>	100
Tabel 3.18 Bilangan acak untuk proses mutasi.....	101
Tabel 3.19 Populasi hasil proses mutasi	102

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1 Bandara Adisutjipto.....	111
Gambar 2 Candi Ijo.....	111
Gambar 3 Candi Sambisari	112
Gambar 4 Candi Barong.....	112
Gambar 5 Candi Gebang.....	112
Gambar 6 Candi Sari.....	113
Gambar 7 Hasil Rute Terpendek.....	113

DAFTAR LAMBANG

$G(V,E)$	= Graf G
V	= Himpunan simpul
E	= Himpunan Garis
v	= Titik
e	= Sisi
$D(V, A)$	= Graf berarah
A	= Himpunan sisi berarah atau busur
$deg(v)$	= Derajat simpul v
P_c	= Probabilitas <i>crossover</i>
P_m	= Probabilitas mutasi
i	= Populasi
N	= Banyaknya populasi
f_i	= Nilai dari fungsi tujuan kromosom i
fit_i	= Nilai <i>fitness</i> yang diperoleh
fit_w	= Nilai <i>fitness</i> terbesar terbesar yang diperoleh
h	= Bilangan yang sangat kecil
$T(fit_i)$	= Total <i>fitness</i>
p_i	= Probabilitas <i>fitness</i> tiap rute
q_i	= Probabilitas kumulatif tiap rute
$\mu_A(x)$	= Derajat keanggotaan himpunan A
$[0, 1]$	= Interval tertutup antara 0 dan 1
S	= Fungsi keanggotaan Kurva-S

Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma

Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*

Oleh: Hilal Hambali Rohmat

13610052

ABSTRAK

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah salah satu permasalahan optimalisasi untuk menentukan siklus Hamilton yang memiliki bobot minimum pada sebuah graf terhubung. TSP bertujuan untuk mencari rute terpendek dari tempat asal ke tempat lain yang akan dituju dengan syarat setiap tempat hanya dikunjungi satu kali dan harus kembali ke tempat asal. Salah satu algoritma yang dapat diterapkan pada TSP adalah Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*.

Algoritma Genetika adalah suatu algoritma pencarian heuristik yang didasarkan pada mekanisme alam dan operasi genetika pada kromosom. Solusi yang diperoleh dari Algoritma Genetika ditentukan oleh operator dan parameter yang digunakan. Operator Algoritma Genetika meliputi seleksi, *crossover*, dan mutasi. Parameter Algoritma Genetika meliputi panjang kromosom, ukuran populasi, banyaknya generasi, Probabilitas *Crossover* (P_c), dan Probabilitas Mutasi (P_m).

Solusi pada Algoritma Genetika merupakan solusi *random* sehingga tidak selalu memberikan hasil yang optimal. *Fuzzy Logic Controller* digunakan untuk mengontrol parameter P_c dan P_m sehingga diperoleh hasil yang baik dalam perhitungan Algoritma Genetika pada permasalahan TSP. Pada contoh kasus perjalanan wisata candi di Yogyakarta diperoleh jarak tempuh minimum adalah 36,9 KM dengan rute perjalanan Bandara Adi Sutjipto – Candi Ijo – Candi Barong – Candi Sari – Candi Gebang – Candi Sambisari – Bandara Adisutjipto atau sebaliknya.

Kata kunci: TSP, Algoritma Genetika, *Fuzzy Logic Controller*, heuristik

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering melakukan perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain dengan mempertimbangkan efektifitas waktu dan biaya sehingga dibutuhkan ketepatan dalam menentukan jarak terpendek yang melintasi tempat-tempat tersebut. Hasil penentuan jarak terpendek akan menjadi suatu pertimbangan dalam mengambil keputusan sehingga kita dapat menunjukkan rute perjalanan yang akan ditempuh.

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah salah satu permasalahan optimalisasi untuk menemukan siklus Hamilton yang memiliki bobot minimum pada sebuah graf terhubung. TSP bertujuan untuk mencari rute terpendek dari tempat asal ke tempat lain yang akan dituju dengan syarat setiap tempat hanya dikunjungi satu kali dan harus kembali ke tempat asal. Algoritma yang bisa diterapkan pada permasalahan TSP diantaranya adalah *nearest neighbor heuristic*, *cheapest insertion heuristic*, *ant colony optimization*, *branch and bound method*, dan Algoritma Genetika.

Algoritma Genetika digunakan untuk mencari solusi optimal TSP. Algoritma Genetika mempunyai keunggulan waktu komputasi yang lebih cepat untuk permasalahan yang luas dibandingkan menggunakan algoritma yang lain. Akan tetapi Algoritma Genetika mempunyai kekurangan yaitu hasil dari pencarian seringkali bukan merupakan solusi yang optimal, hanya mendekati optimal.

Fuzzy Logic Controller berfungsi untuk mengatur parameter dari suatu sistem yang sedang dikontrol (dalam hal ini Algoritma Genetika) berdasarkan keadaan sebelumnya dari sistem tersebut. Parameter yang dikontrol dari Algoritma Genetika yakni nilai Probabilitas *Crossover* (P_c) dan Probabilitas Mutasi (P_m). *Fuzzy Logic Controller* dipilih karena *knowledge base* yang digunakan dapat berasal dari pengetahuan/pengalaman pakar maupun dari intuisi manusia yang bersifat *fuzzy* (samar). *Fuzzy Logic Controller* dapat melakukan penalaran yang mirip dengan penalaran yang dilakukan oleh manusia.

Algoritma Genetika bisa dikombinasikan dengan *Fuzzy Logic Controller* dengan harapan memperoleh rute dengan kualitas terbaik dari Algoritma Genetika. Pada prinsipnya, *Fuzzy Logic Controller* digunakan untuk mengontrol nilai parameter Algoritma Genetika pada suatu generasi secara otomatis (*automatic fine-tuning*) berdasarkan informasi yang diperoleh dari populasi sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka penulis mengambil judul “Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*”. Dalam penulisannya akan dijelaskan langkah-langkah untuk mencari jarak terpendek pada sebuah graf.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menyelesaikan masalah TSP menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* ?

2. Bagaimana penerapan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* pada penentuan rute perjalanan beberapa objek wisata candi di Yogyakarta agar dapat meminimalkan jarak tempuh?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini akan dibahas tentang mencari jarak terpendek Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*. Untuk itu diperlukan batasan masalah, yaitu:

1. Menentukan rute yang optimal hanya berdasarkan jarak (*single objective*).
2. Pada Algoritma Genetika dipilih pengkodean permutasi dengan Seleksi Roda *Roulette*.
3. Proses *Crossover* pada Algoritma Genetika menggunakan *Order Crossover*.
4. Proses Mutasi pada Algoritma Genetika menggunakan *Swapping Mutation*.
5. Pada *Fuzzy Logic Controller* menggunakan sistem inferensi metode Sugeno.
6. Penentuan parameter Probabilitas *Crossover* (P_c) dan Probabilitas Mutasi (P_m) menggunakan aturan Model Xu.
7. Objek wisata candi yang dipilih adalah Candi Ijo, Candi Sambisari, Candi Barong, Candi Gebang, Candi Sari, dan titik awal Bandara Adisutjipto.
8. Jarak antar lokasi diambil dari Google Maps.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mempunyai tujuan diantaranya;

1. Mengetahui penyelesaian masalah TSP menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*.
2. Menentukan jarak terpendek dari rute perjalanan beberapa objek wisata candi di Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat diantaranya:

1. Menambah pengetahuan mengenai aplikasi Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*.
2. Penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk membantu masyarakat yang berhubungan langsung dengan transportasi dan jasa pengiriman sehingga dapat menghemat waktu, tenaga, dan biaya.

1.6 Tinjauan Pustaka

Skripsi yang berjudul “*Aplikasi Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Masalah Traveling Salesman Problem (TSP)*” yang ditulis oleh Sakinatul Chasanah mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga pada tahun 2011. Dalam penelitiannya membahas tentang penggunaan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah TSP.

Skripsi yang berjudul “*Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma Dijkstra untuk Menyelesaikan Shortest Path Problem*” yang ditulis oleh Noor Chamidah mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga pada

tahun 2012. Dalam penelitiannya membandingkan Algoritma Genetika dan Algoritma Dijkstra untuk menyelesaikan masalah *Shortest Path Problem*.

Skripsi yang berjudul “*Solusi Traveling Salesman Problem Menggunakan Algoritma Fuzzy Evolusi*” yang ditulis oleh Dinar Anggit Wicaksana mahasiswa Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang. Dalam penelitiannya membahas Algoritma Genetika menggunakan Algoritma *Fuzzy Evolusi*

Tabel 1.1 Perbedaan Penelitian

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan
1	Sakinatul Chasanah (2011)	Aplikasi Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Masalah <i>Traveling Salesman Problem</i> (TSP).	Berisi tentang penyelesaian TSP dengan menggunakan Algoritma Genetika.
2	Noor Chamidah (2012)	Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma <i>Dijkstra</i> untuk Menyelesaikan <i>Shortest Path Problem</i> .	Membandingkan Algoritma Genetika dan Algoritma <i>Dijkstra</i> dalam menyelesaikan masalah <i>Shortest Path Problem</i> .
3	Dinar Anggit Wicaksana (2013)	Solusi <i>Traveling Salesman Problem</i> Menggunakan Algoritma Fuzzy Evolusi	Berisi tentang penyelesaian masalah TSP dengan Algoritma Genetika menggunakan Fuzzy Evolusi.

4	Hilal Hambali Rohmat (2017)	Penyelesaian <i>Traveling Salesman Problem (TSP)</i> menggunakan Algoritma Genetika dengan <i>Fuzzy Logic Controller</i>	Berisi tentang penyelesaian masalah TSP menggunakan Algoritma Genetika dengan <i>Fuzzy Logic Controller</i>
---	--------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.7 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian studi literatur yaitu dengan membahas dan menjabarkan konsep-konsep yang sudah ada. Dalam hal ini, penyusun menggunakan penelitian kepustakaan.

Sumber data diambil dari berbagai buku, jurnal, makalah ataupun artikel-artikel yang berkaitan dengan Algoritma Geneika, *Fuzzy Logic Controller*, dan TSP. Berbagai sumber yang dikumpulkan peneliti kebanyakan buku-buku tentang bentuk umum atau pengenalan bentuk Algoritma Genetika.

Dalam skripsi ini akan dicoba menggabungkan dan melengkapi teori dari berbagai sumber yang ada untuk dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Baik dari buku, jurnal, maupun artikel yang telah diperoleh peneliti.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari tentang Algoritma Genetika, *Fuzzy Logic Controller*, dan TSP.
2. Mempelajari penggunaan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* dalam menentukan rute terpendek pada masalah TSP dengan menentukan jaraknya terlebih dahulu.

3. Mengerjakan contoh masalah TSP menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* dimulai dari menentukan parameter dengan *fuzzy*, inialisasi populasi awal, mengevaluasi, melakukan proses seleksi, *crossover*, dan mutasi.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan penulis dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I berisi pendahuluan yang terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II berisi landasan teori yang difokuskan pada berbagai pengertian dasar yang akan digunakan pada bab selanjutnya. Materi yang terdapat dalam bab ini yaitu teori yang berkaitan dengan Graf, TSP, Algoritma Genetika, dan *Fuzzy Logic Controller*.

Bab III berisi pembahasan dari hasil penelitian yang berupa penyelesaian persoalan TSP menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller*.

Bab IV berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang membangun yaitu komentar peneliti mengenai beberapa hal yang belum dapat dikerjakan oleh peneliti karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan peneliti.

BAB IV

PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tentang penerapan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* pada *Traveling Salesman Problem* (TSP) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* dalam penyelesaian *Traveling Salesman problem* (TSP) ditentukan oleh parameter dan operator. Parameter Algoritma Genetika meliputi panjang kromosom, ukuran populasi, banyaknya generasi, probabilitas *crossover* (P_c), dan probabilitas mutasi (P_m). *Fuzzy Logic Controller* berperan sebagai pengontrol parameter P_c dan P_m pada operator Algoritma Genetika. Sedangkan operator Algoritma Genetika meliputi seleksi, *crossover* dan mutasi.
2. Penentuan parameter yang tepat dapat dapat mempercepat proses Algoritma Genetika untuk mencari kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi. Parameter P_c dan P_m dikontrol dengan *Fuzzy Logic Controller* sehingga diperoleh hasil yang baik dalam perhitungan Algoritma Genetika.
3. Karakteristik Algoritma Genetika adalah mencari calon-calon solusi secara *random* sehingga Algoritma Genetika tidak selalu memberikan hasil yang terbaik tetapi pada umumnya memberikan solusi yang relatif mendekati hasil yang optimal dengan proses yang relatif singkat.

4. Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* dapat melakukan pencarian solusi pada masalah *Traveling Salesman Problem* (TSP). Pada contoh kasus perjalanan wisata candi di atas diperoleh jarak tempuh minimum adalah 36,9 KM dengan rute perjalanan Bandara Adi Sutjipto – Candi Ijo – Candi Barong – Candi Sari – Candi Gebang – Candi Sambisari – Bandara Adisutjipto atau sebaliknya.

4.2 SARAN

Berdasarkan hasil penulisan skripsi ini, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari yang dilengkapi dengan pemrograman komputer. Sebagai contoh studi kasus untuk mencari rute terpendek bagi penyedia jasa pengiriman.
2. Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* hendaknya dibandingkan kinerjanya dengan Algoritma lain untuk masalah yang sama.
3. Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* pada kasus yang kompleks menggunakan parameter ukuran populasi dan banyaknya generasi yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang optimal.
4. Pada hasil akhir Algoritma Genetika dengan *Fuzzy Logic Controller* pada kasus yang kompleks dicari apakah solusinya tunggal atau bisa lebih dari satu, karena pada contoh kasus penelitian ini solusinya tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

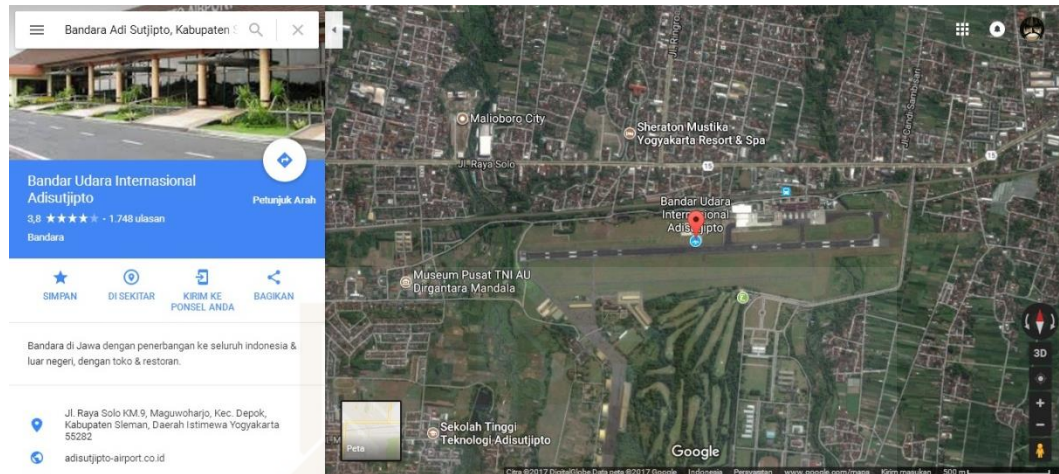
- Basuki, A. 2003. *Algoritma Genetika Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, PENS – ITS.
- Bindu & Tanwar, P. 2012. Fuzzy Inspired Hybrid Genetic Approach to Optimize Travelling Salesman Problem. *International Journal of Computer Science & Communication Network*, volume 2(3): 416-420.
- Budayasa, I. K. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.
- Chasanah, S. 2011. *Aplikasi Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Masalah Traveling Salesman Problem (TSP)*. Yogyakarta: Skripsi UIN Sunan Kalijaga.
- Chamidah, N. 2012. *Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma Dijkstra untuk Menyelesaikan Shortest Path Problem*. Yogyakarta: Skripsi UIN Sunan Kalijaga.
- Desiani, A. & Arhani, M. 2006. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Fazarudin, T. K., Sulistiyo, M. D. & Wulandari, G. S. 2015. Multi-Depot Vehicle Routing Problem With Time Window Menggunakan Adaptive Algorithm Dengan Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknologi Universitas Telkom*. Volume 8 no, 135-142.
- Goodaire, E. G. & Parmenter, M. M. 2002. *Discrete Mathematics with Graph Theory Second Edition*. United States of America: Prentice-Hall, Inc.

- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intellegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H. 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Munir, R. 2010. *Matematika Diskrit Edisi 3*. Bandung : Informatika.
- Muzid, S. 2008. Pemanfaatan Algoritma Fuzzy Evolusi untuk Penyelesaian Kasus *Travelling Salesman Problem*. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pandian, P. & Natarjan, G. 2010. A New Algorithm for Finding Optimal Solution for Fuzzy Transportation Problem. *Applied Mathematical Science*. Volume 4 no. 2: 79-90.
- Primasari, D. N.. 2009. *Analisis Algoritma Genetika dan Aplikasinya pada Solusi Program Linier Bilangan Bulat Multi Objektif untuk Masalah Jaringan Distribsi Berkapasitas*. Yogyakarta: Skripsi MIPA UGM Yogyakarta.
- Rosen, K. H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Application Seventh Edition*. NewYork: Mc-Graw-Hill.
- Taha, H. A. 2003. *Operations Research: An Introduction Eight Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Wicaksana, D. A.. 2013. *Solusi Traveling Salesman Menggunakan Algoritma Fuzzy Evolusi*. Semarang: Skripsi MIPA UNNES Semarang.
- Wibowo, M. A. 2009. *Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Kuliah*. Semarang: Skripsi MIPA UNDIP.

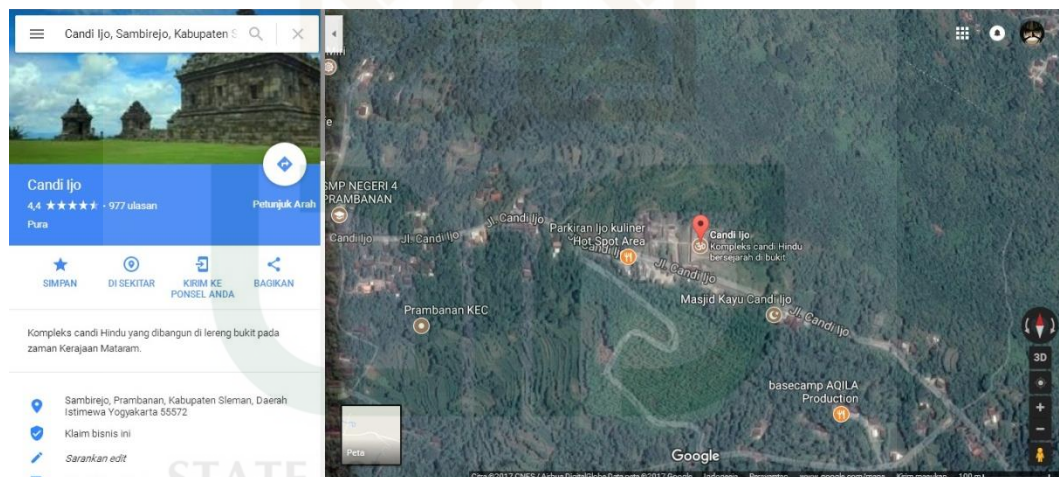
Widodo, P. 2012. *Penerapan Soft Computing Dengan MATLAB*. Bandung:
Rekayasa Sains.



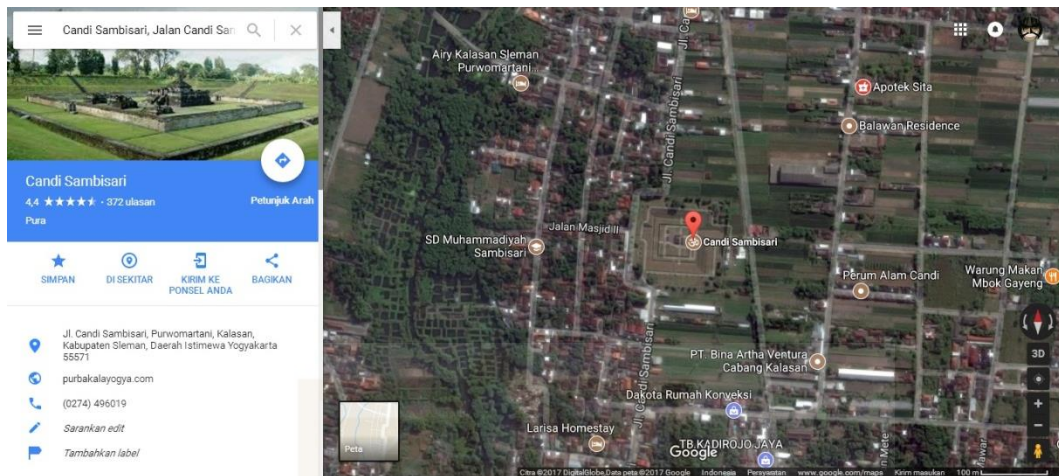
DAFTAR LAMPIRAN



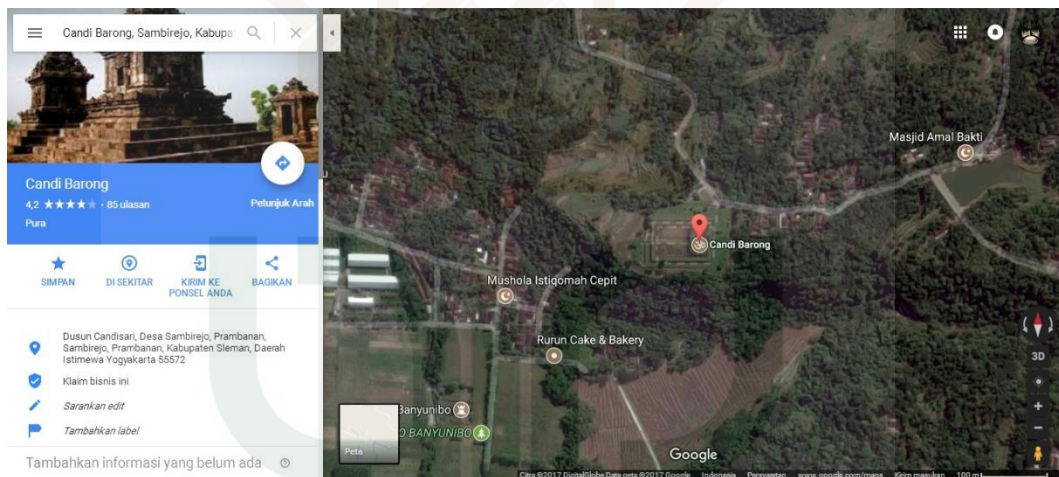
Gambar 1 Bandara Adisutjipto



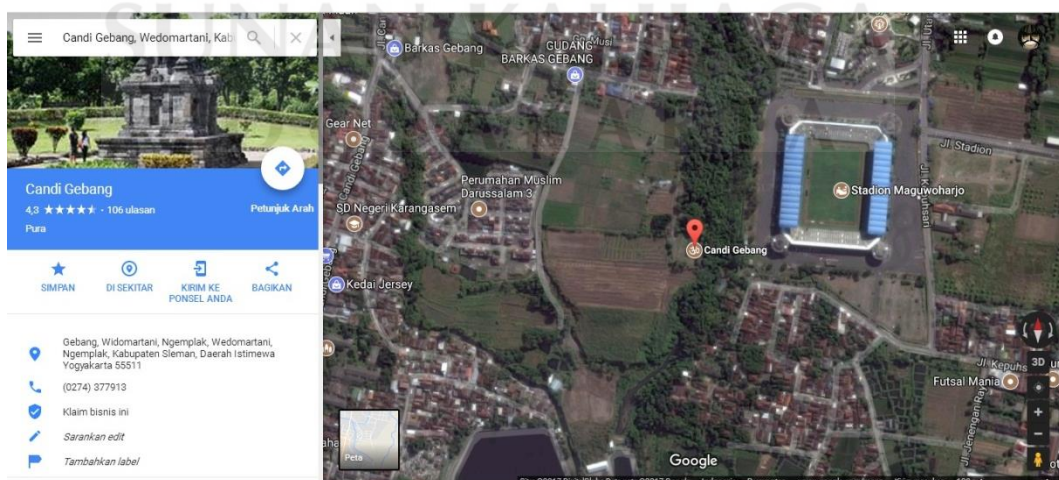
Gambar 2 Candi Ijo



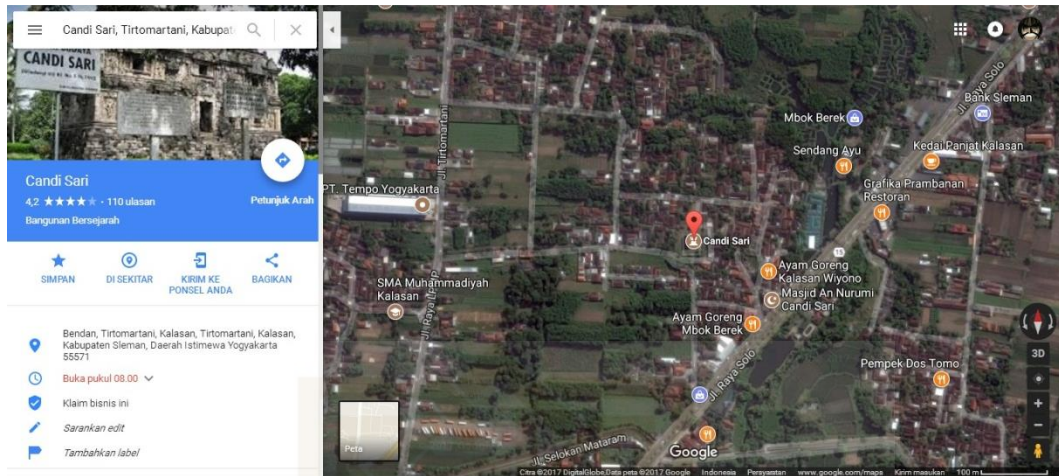
Gambar 3 Candi Sambisari



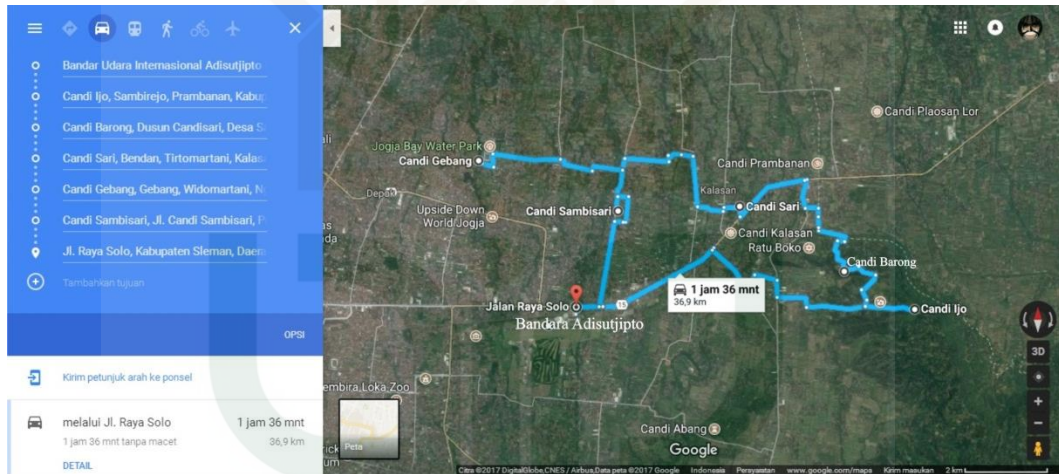
Gambar 4 Candi Barong



Gambar 5 Candi Gebang



Gambar 6 Candi Sari



Gambar 7 Hasil Rute Terpendek