

SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK
MENYELESAIKAN *ASYMMETRIC TRAVELLING*
SALESMAN PROBLEM



NITA NURANI

NPM: 2014710013

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2018

FINAL PROJECT

**AN APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM TO SOLVE
ASYMMETRIC TRAVELLING SALESMAN PROBLEM**



NITA NURANI

NPM: 2014710013

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK
MENYELESAIKAN *ASYMMETRIC TRAVELLING
SALESMAN PROBLEM***

NITA NURANI

NPM: 2014710013

Bandung, 21 Desember 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Julius Dharma Lesmono

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Iwan Sugiarto, M.Si.

Taufik Limansyah, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENYELESAIKAN *ASYMMETRIC TRAVELLING SALESMAN PROBLEM*

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 21 Desember 2018

Meterai Rp. 6000

NITA NURANI
NPM: 2014710013

ABSTRAK

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah suatu pencarian rute perjalanan terpendek. TSP dibagi menjadi dua tipe yaitu TSP simetri dan TSP asimetri. TSP dikatakan simetri jika jarak kota i ke kota j sama dengan jarak kota j ke kota i , sedangkan TSP dikatakan asimetri jika jarak kota i ke kota j tidak sama dengan jarak kota j ke kota i . Penyelesaian TSP dapat menggunakan metode optimasi atau dengan metode pendekatan. Pada skripsi ini akan membahas mengenai metode Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah TSP. Algoritma Genetika adalah metode Metaheuristik yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses alamiah. Pada Algoritma Genetika dikenal dengan adanya proses seleksi alam yang mempertahankan individu dengan tingkat kebugaran yang tinggi saja yang dapat bertahan hidup. Tingkat kebugaran suatu kromosom disebut dengan nilai *fitness*. Adapun struktur Algoritma Genetika yaitu inialisasi populasi, evaluasi populasi, proses penyilangan dan proses mutasi. Parameter yang berpengaruh pada hasil Algoritma Genetika adalah jumlah populasi, peluang penyilangan dan peluang mutasi. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas hanya peluang penyilangan yang berpengaruh terhadap pengurangan jarak. Jumlah populasi dan peluang mutasi tidak terlalu berpengaruh terhadap pengurangan jarak.

Kata-kata kunci: *Travelling salesman problem, metode Metaheuristik, Algoritma Genetika, rute terpendek*

ABSTRACT

The Travelling Salesman Problem (TSP) is a search for the shortest route. TSP is divided into two types, namely TSP symmetry and TSP asymmetry. TSP is said to be symmetry if the distance of city i to city j is equal to the distance of city j to city i , while TSP is said to be asymmetry if the distance of city i to city j is not the same as the distance of city j to city i . The solution of the TSP can be obtained using optimization methods or by approach methods. In this final project, we will be discuss the methods of Genetic Algorithm to solve TSP problems. Genetic Algorithm are Metaheuristic methods which are developed based on the principles of genetics and natural processes. In Genetic Algorithm, it is known as the natural selection process that keeps individuals with high levels of fitness who can survive. The fitness level of a chromosome is called a fitness value. The structure of the Genetic Algorithm is population initialization, population evaluation, and permutation process. The parameters that influence the results of the Genetic Algorithm are population numbers, crossing probabilities, and mutation probabilities. From sensitivity analysis, it is find that only crossing probabilities that have influence on the distance reduction. The influence of populations numbers and mutations probabilities are not significant lenth to reduce the distance.

Keywords: Travelling salesman problem, Metaheuristic method, Genetic Algorithm, shortest rute

Kupersembahkan skripsi ini untuk kedua orangtuaku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penerapan Algoritma Gentika untuk Menyelesaikan *Asymmetric Travelling Salesman Problem*" dengan baik. terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan, antara lain:

- Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kelancaran bagi penulis dalam segala hal sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan perkuliahan ini.
- Mamah dan Papah yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- Kaka Ginanjar, Rafqi dan Kaka Isna yang selalu memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Bapak Dr. J. Dharama Lesmono selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran kepada penulis. Terima kasih atas kesabaran dan kesediaan Bapak menjadi dosen pembimbing bagi penulis dalam menyusun skripsi ini.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk skripsi ini.
- Bapak Taufik Limansyah, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk skripsi ini.
- Seluruh dosen, Kepala Tata Usaha dan para staf Tata Usaha yang memberikan dukungan, semangat serta bantuan selama penulis menjalankan proses perkuliahan.
- Citra, Nicholas, Indra, Samuel, Billy Elwin dan Thasya yang senantiasa membantu, memotivasi dan memberi saran selama penyusunan skripsi ini.
- Teman-teman matematika angkatan 2014: Citra, Ester, Agquila, Cindy, Samuel, Indra, Billy, Elwin, Evan, Ivan Fanthony, Alya, Vina, Adi, Thasya, Neilshan, Angelina, Grace, Meirene, Adit, Vido, Andry, Azka, Enrico, Erlan, Michael, Philip, Steven, Kevin Bilianto, Laras, Ivan Stefanus dan Joshua yang telah menjadi teman terbaik.
- Azmi, Anggit, Annisa Hasna, Dipo, Gandaria, Alimah, Dinda, Sebby, Rosafira, Rima, Fika, Hafid, Akmal, Regina, Syifa dan Hanna yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi kepada penulis.

Bandung, Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Teori Graf	3
2.2 <i>Travelling Salesman Problem</i>	4
2.3 Metode Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i>	5
2.3.1 Metode Optimasi	5
2.3.2 Metode Heuristik	10
2.3.3 Metode Metaheuristik	11
3 PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENYELESAIKAN <i>Travelling Salesman Problem</i>	13
3.1 Algoritma Genetika	13
3.1.1 Proses Penyilangan	13
3.1.2 Proses Mutasi	14
3.2 Rancangan Algoritma Genetika	15
3.3 Penyelesaian TSP Asimetris Secara Manual Menggunakan Algoritma Genetika . .	17
4 ANALISIS SENSITIVITAS ALGORITMA GENETIKA	23
4.1 Analisis Sensitivitas Algoritma Genetika untuk Permasalahan TSP 34 Kota	23
4.1.1 Pengaruh Jumlah Populasi Terhadap Solusi Algoritma Genetika	23
4.1.2 Pengaruh Peluang Penyilangan Terhadap Solusi Algoritma Genetika	26
4.1.3 Pengaruh Peluang Mutasi Terhadap Solusi Algoritma Genetika	28
4.2 Analisis Sensitivitas Parameter Algoritma Genetika untuk Permasalahan TSP 100 Kota	30
4.2.1 Pengaruh Jumlah Populasi Terhadap Solusi Algoritma Genetika	30
4.2.2 Pengaruh Peluang Penyilangan Terhadap Solusi Algoritma Genetika	32
4.2.3 Pengaruh Peluang Mutasi Terhadap Solusi Algoritma Genetika	35
5 KESIMPULAN	39
5.1 Kesimpulan	39

5.2 Saran	39
DAFTAR REFERENSI	41

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh Graf	3
2.2	<i>Tour</i>	4
2.3	<i>Sub-Tour</i>	4
3.1	Penyilangan Berbasis Posisi	14
3.2	Penyilangan Berbasis Urutan	14
3.3	Mutasi Berbasis Posisi	14
3.4	Mutasi Berbasis Urutan	15
3.5	Mutasi Campur	15
3.6	<i>Flow chart</i> Algoritma Genetika	16
3.7	Proses Penyilangan	19
4.1	Hasil TSP 34 Kota dengan Jumlah Populasi yang Berbeda	24
4.2	Hasil TSP 34 Kota dengan Peluang Penyilangan yang Berbeda	26
4.3	Hasil TSP 34 Kota dengan Peluang Mutasi yang Berbeda	28
4.4	Hasil TSP 100 Kota dengan Jumlah Populasi yang Berbeda	31
4.5	Hasil TSP 100 Kota dengan Peluang Penyilangan yang Berbeda	33
4.6	Hasil TSP 100 Kota dengan Peluang Mutasi yang Berbeda-beda	35

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Jarak Antar Kota	6
2.2	Pemetaan Proses <i>Simulated Annealing</i> pada Proses Pendinginan Logam	11
3.1	Pemetaan Proses Alamiah ke Proses Komputasi	13
3.2	Populasi Awal	17
3.3	Populasi Awal	17
3.4	Bilangan Acak untuk Seleksi	18
3.5	Kromosom Hasil Seleksi	18
3.6	Bilangan Acak untuk Proses Penyilangan	19
3.7	Kromosom Induk	19
3.8	Kromosom Anak	20
3.9	Bilangan Acak untuk Proses Mutasi	20
3.10	Kromosom Hasil Evaluasi	20
3.11	Kromosom Terbaik	21
3.12	Kromosom Terbaik	21
4.1	Hasil TSP 34 Kota dengan Jumlah Populasi yang Berbeda	25
4.2	Hasil TSP 34 Kota dengan Peluang Penyilangan yang Berbeda	27
4.3	Hasil TSP 34 Kota dengan Peluang Mutasi yang Berbeda	30
4.4	Hasil TSP 100 Kota dengan Jumlah Populasi yang Berbeda	32
4.5	Hasil TSP 100 Kota dengan Peluang Penyilangan yang Berbeda-beda	35
4.6	Hasil TSP 100 Kota dengan Peluang Mutasi yang Berbeda	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang usaha distribusi barang merupakan hal yang penting. Segala cara diusahakan agar barang cepat kepada konsumen dan bisa diterima dalam kondisi yang baik. Namun sering kali proses distribusi mengalami kendala dengan masalah transportasi, terutama dengan penentuan rute terpendek. Masalah ini sering dikenal dengan istilah *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP merupakan masalah pencarian rute terpendek dengan syarat setiap kota hanya boleh dikunjungi satu kali dan harus kembali pada kota asalnya. Jika jarak kota i ke kota j sama dengan jarak kota j ke kota i ini disebut dengan TSP simetris, namun jika jarak kota i ke kota j tidak sama dengan jarak kota j ke kota i ini disebut dengan TSP asimetris. Permasalahan TSP juga dapat digunakan untuk mencari rute terpendek dan efisiensi waktu untuk menempuh semua kota, namun pada skripsi ini yang dicari hanya rute terpendek. Ada tiga metode untuk menyelesaikan TSP yaitu dengan menggunakan metode optimasi, metode Heuristik, metode Metaheuristik.

Pada skripsi ini yang akan dibahas adalah Algoritma Genetika. Algoritma Genetika merupakan salah satu algoritma yang termasuk dalam metode Metaheuristik. Algoritma Genetika merupakan metode yang dikembangkan berdasarkan prinsip genetika dan proses alamiah Teori Evolusi Darwin [4]. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian pada Algoritma Genetika berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi. Dalam teori ini dikenal adanya proses seleksi alam yang mempertahankan individu dengan tingkat kebugaran yang tinggi saja yang akan tetap bertahan hidup. Begitu juga dengan Algoritma Genetika, individu yang bertahan adalah individu yang memiliki nilai *fitness* paling tinggi. Nilai *fitness* dari suatu individu menunjukkan kualitas individu dalam suatu populasi.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah-masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana menyelesaikan masalah TSP asimetris dengan menggunakan Algoritma Genetika?
2. Parameter apa saja yang mempengaruhi solusi pada Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah TSP asimetris?
3. Bagaimana perbandingan hasil yang diperoleh dengan Algoritma Genetika dengan Algoritma *Simulated Annealing* untuk masalah TSP asimetris?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulis skripsi ini adalah:

1. Menerapkan Algoritma Genetika untuk mencari rute terpendek dari masalah TSP asimetris.

2. Menganalisa parameter yang mempengaruhi solusi dari masalah TSP dengan menggunakan Algoritma Genetika.
3. Membandingkan hasil yang diperoleh untuk masalah TSP dengan menggunakan Algoritma Genetika dan Algoritma *Simulated Annealing*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Proses penyilangan pada Algoritma Genetika berbasis posisi.
2. Proses mutasi pada Algoritma Genetika berbasis urutan.
3. Data jarak yang digunakan pada skripsi ini diperoleh dari TSPLIB dengan jumlah kota yang digunakan adalah 34 dan 100 kota.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab 1: PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika pembahasan.

Bab 2: LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas mengenai teori graf, metode optimasi, metode Heuristik, Algoritma *Simulated Annealing*.

Bab 3: PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK MENYELESAIKAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

Bab ini akan membahas penerapan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan TSP asimetris untuk 5 kota.

Bab 4: ANALISIS SENSITIVITAS ALGORITMA GENETIKA

Bab ini akan mencari parameter mana yang berpengaruh pada Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah TSP asimetris dengan 34 dan 100 kota.

Bab 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan yang diambil dari seluruh pembahasan skripsi ini dan saran untuk penelitian lebih lanjut.