

**PENYELESAIAN *CLUSTERING TRAVELING SALESMAN PROBLEM*  
DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *LEXISEARCH***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Matematika



Oleh:

Ananda Risnandika Oktora

NIM 2008761

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2024**

**LEMBAR HAK CIPTA**

**PENYELESAIAN *CLUSTERING TRAVELING SALESMAN PROBLEM*  
DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *LEXISEARCH***

Oleh:

Ananda Risnandika Oktora

2008761

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh Gelar Sarjana  
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Ananda Risnandika Oktora 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

# LEMBAR PENGESAHAN

ANANDA RISNANDIKA OKTORA

## PENYELESAIAN *CLUSTERING TRAVELING SALESMAN PROBLEM* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *LEXISEARCH*

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II



Dr. Sumanang Muhtar Gozali, M.Si.

NIP. 197411242005011001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penyelesaian *Clustering Traveling Salesman Problem* Dengan Menggunakan Algoritma *Lexisearch*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Ananda Risnandika Oktora

NIM 2008761

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penyelesaian *Clustering Traveling Salesman Problem* Dengan Menggunakan Algoritma *Lexisearch*” dengan baik. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Matematika di Program Studi Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Keberhasilan dari penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas berkat dorongan, masukan, dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini. Penulis juga menyadari bahwa pada tulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, sehingga penulis terbuka akan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi pembaca.

Bandung, Juli 2024



Ananda Risnandika Oktora

## UCAPAN TERIMAKASIH

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kontribusi banyak pihak. Kontribusi ini berupa bimbingan, saran, motivasi, dan dukungan lainnya yang telah banyak membantu penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis sampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada:

1. Ibu Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, saran, dan motivasi yang sangat berarti bagi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Sumanang Muhtar Gozali, M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang juga senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, saran, dan motivasi yang sangat berarti bagi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Dra. Encum Sumiaty, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing dan mendampingi penulis selama penulis berkuliah di Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Seluruh staff dan dosen program studi Matematika yang telah banyak membantu penulis selama penulis berkuliah di Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Deni Risnandi dan Ibu Erni Kartini yang telah memberikan banyak sekali kasih sayang, dorongan, motivasi, dan doa bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Saudara penulis yaitu Syifa Fitria, Yuni Agustina, Nuri Nur Fadilah, Erman Supriatna serta seluruh keluarga yang selalu memberikan bantuan berupa motivasi dan doa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Alviana, Ade Lia, Charunia, Novita, Risa, dan Sri sebagai teman terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan serta motivasi.
8. Teman teman kelas Matematika D 2020 yang telah kebersamai penulis selama berkuliah di Universitas Pendidikan Indonesia.

9. Kepada seluruh pihak lainnya yang tidak dapat penulis cantumkan namanya satu persatu yang telah memberikan motivasi dan doa yang sangat membantu penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Terimakasih atas kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan-kebaikan yang telah diberikan.

# PENYELESAIAN *CLUSTERING TRAVELING SALESMAN PROBLEM* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *LEXISEARCH*

## ABSTRAK

Penelitian ini membahas *Clustering Traveling Salesman Problem* (CTSP), yaitu masalah penentuan rute bagi seorang salesman ke sejumlah lokasi. Setiap lokasi harus dikunjungi tepat satu kali, dimulai dari depot dan kembali ke lokasi awal. Lokasi-lokasi yang akan dikunjungi diklasterkan berdasarkan kedekatan jarak antar lokasi-lokasi tersebut. Pada CTSP, setiap lokasi pada suatu klaster harus dikunjungi terlebih dahulu sebelum beranjak mengunjungi klaster lainnya. Pada penelitian ini, permasalahan CTSP diselesaikan menggunakan Algoritma *Lexisearch*. Algoritma ini bekerja dengan mencari rute dalam suatu tabel alfabet. Tabel Alfabet dikonstruksi melalui modifikasi matriks jarak agar aturan klaster tetap terjaga. Rute optimal diperoleh ketika rute lengkap pada suatu iterasi menghasilkan total jarak yang paling minimum. Hasil implementasi CTSP pada masalah pencarian rute sembako suatu Perusahaan di Bandung menunjukkan bahwa rute pendistribusian dengan jarak terpendek berhasil diperoleh dengan mengaplikasikan Algoritma *Lexisearch*.

**Kata kunci:** Rute Optimal, *Clustering Traveling Salesman Problem*, Algoritma *Lexisearch*, Klastering.



# **SOLVING CLUSTERING TRAVELING SALESMAN PROBLEM USING LEXISEARCH ALGORITHM**

## **ABSTRACT**

*This research studies Clustering Traveling Salesman Problem, a problem to find distribution routes (CTSP) for a salesman to visit a number of locations. Each location should visit exactly once, starting from a depot and returning to the depot. The locations are clustered based on the closest distance between them. On CTSP, each location in the same cluster must be visited first before moving to the other clusters. In this research, the CTSP is solved using the Lexisearch Algorithm. The algorithm works by finding routes on an alphabet table. The alphabet table is constructed by modifying the distance matrix such that the cluster rule is maintained. The optimal route is obtained if the complete route produces the shortest distance. The implementation results of CTSP on the problem to find the distribution routes of a basic food company in Bandung show that the optimal route is successfully obtained using the Lexisearch Algorithm.*

**Keywords:** *Optimal Route, Clustering Traveling Salesman Problem, Lexisearch Algorithm, Clustering.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Sejarah singkat dan konsep teori graf .....	5
2.1.1. Definisi Graf .....	6
2.1.2. Definisi Walk (Jalan) .....	6
2.1.3. Definisi Path (Lintasan) .....	6
2.1.4. Definisi Cycle (sirkuit) .....	6
2.1.5. Definisi Cycle Hamilton .....	6
2.2. Traveling Salesman problem (TSP) .....	7
2.3. Clustered Traveling Salesman Problem (CTSP).....	7
2.4. Modifikasi Matriks Jarak .....	7
2.5. Bias Dari Matriks .....	8
2.6. Tabel Alfabet.....	9

2.7. Blok Kata.....	9
2.8. Batas Bawah.....	10
2.9. Algoritma Lexisearch dalam CTSP.....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1. Deskripsi Masalah .....	12
3.2. Tahapan Penelitian .....	13
3.3. Model Optimisasi .....	14
3.4. Teknik Penyelesaian.....	17
3.5. Contoh Kasus .....	24
<b>BAB IV IMPLEMENTASI &amp; PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1. Data Penelitian .....	35
4.2. Model Optimisasi .....	37
4.3. Tahapan Implementasi .....	38
4.4. Validasi.....	38
4.5. Hasil Implementasi.....	39
<b>BAB V KESIMPULAN &amp; SARAN.....</b>	<b>49</b>
5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Langkah-Langkah Algoritma Lexisearch. ....	209
Gambar 4. 1 Modifikasi Matriks Jarak Awal.....	39
Gambar 4. 2 Solusi Hasil Simulasi .....	39
Gambar 4. 3 Keluaran program.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Matriks jarak awal yang dimodifikasi. ....	20
Tabel 3. 2 Update 1 Matriks Jarak. ....	20
Tabel 3. 3 Update 2 Matriks Jarak. ....	21
Tabel 3. 4 Tabel Alfabet. ....	21
Tabel 3. 5 Matriks Jarak Awal.....	24
Tabel 3. 6 Data Jarak 4 Lokasi.....	24
Tabel 3. 7 Update 1 Data Jarak 4 Lokasi .....	25
Tabel 3. 8 Matriks jarak awal yang dimodifikasi .....	26
Tabel 3. 9 Minimal Baris Matriks Jarak .....	26
Tabel 3. 10 Update Minimal Baris Matriks Jarak.....	26
Tabel 3. 11 Minimal Kolom Matriks Jarak.....	27
Tabel 3. 12 Matriks Jarak Direduksi.....	27
Tabel 3. 13 Tabel Alfabet. ....	28
Tabel 4. 1 Data Lokasi pendistribusian.....	36
Tabel 4. 2 Data Jarak (km).....	37
Tabel 4. 3 Data Jarak 10 Lokasi.....	40
Tabel 4. 4 Update 1 Data Jarak 10 Lokasi .....	41
Tabel 4. 5 Update 2 Data Jarak 10 Lokasi .....	41
Tabel 4. 6 Update 3 Data Jarak 10 Lokasi .....	42
Tabel 4. 7 Update 4 Data Jarak 10 Lokasi .....	43
Tabel 4. 8 Update 5 Data Jarak 10 Lokasi .....	43
Tabel 4. 9 Update 6 Data Jarak 10 Lokasi .....	44
Tabel 4. 10 Modifikasi Matriks Jarak .....	46
Tabel 4. 11 Matriks jarak yang diupdate berdasarkan baris. ....	46
Tabel 4. 12 Matriks Jarak yang diupdate berdasarkan kolom.....	47
Tabel 4. 13 Tabel Alfabet .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Koding Python.....	52
Lampiran 2. Penyelesaian Algoritma Lexisearch untuk contoh kasus CTSP dengan Aplikasi Python.....	61

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Z., H. (2011). A Data-Guided Lexisearch Algorithm For The Asymmetric Travelling Salesman Problem. *Mathematical Problem in Engineering*. 2011:1-18.
- Ahmed, Z., H. (2013). An Exact Algorithm or The Clustered Travelling Salesman Problem. *Operational Research Society of India*, 50(2), 215–228.
- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2022). *Teori Graf dan Aplikasinya*. Makassar: LSQ.
- Chrisman J., H. (1975). The Clustered Travelling Salesman Problem. *Computers & operations Research*. 2(2).
- Daniel, F., & Taneo, P., N., L. (2019). *Teori Graf*. Bandung: Deepublish (CV Budi Utama).
- Ding C., Cheng Y., & He M. (2007). *Two-level genetic algorithm for clustered traveling salesman problem problem with application in large-scale TSPs*. Tsinghua Science and Technology. 12(4):459-465.
- Gould, R. (2013). *Graph Theory*. Dover Publications.
- Hidayat, Fikri. (2016). *Penyelesaian Clustered Travelling Salesman Problem Dengan Algoritme Lexisearch*. (Skripsi Sarjana, Institut Pertanian Bogor).  
Doi:[http://repository.ipb.ac.id/handle/1234\\_56789/80380](http://repository.ipb.ac.id/handle/1234_56789/80380).
- Kawasaki, M. & Takazawa, K. Improving Approximation Ratios For The Clustered Traveling Salesman Problem. *Journal of the Operations Research Society of Japan*. 63(2):60-70.
- Kusrini & Istiyanto, J., E. (2007). Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Algoritma Cheapest Insertion Heuristics dan Basis Data. *Jurnal Informatika*, 8(2), 109-114. Doi : <https://doi.org/10.9744/informatika.8.2.pp.%20109-114> .
- Laporte G., Potvin J.Y., & Quilleret F. 1996. A Tabu Search Heuristic Using Genetic Diversification for The Clustered Traveling Salesman Problem. *J Heuristics*. 2(3):187-200.

- Lu, Y., Hao, J., & Wu, Q. (2022). Solving The Clustered Traveling Salesman Problem Via Traveling Salesman Problem Methods. *PeerJ Comput. Sci.* Doi: 10.7717/peerj-cs.972.
- McNaughton, L. (2023). *Clustered Traveling Salesman Problem Elucidating The Effects Of Clustering On The Performance Of Non-Deterministic Polynomial Problem.* (Skripsi Sarjana, University of Groningen).
- Saniyah, S., B. (2018). *Algoritma Lexisearch Menggunakan Representasi Adjacency Dan Path Untuk Menyelesaikan Bottleneck Travelling Salesman Problem.* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Doi:<http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/32147>.