

SKRIPSI

**ALGORITMA GENETIKA FUZZY DAN APLIKASINYA PADA
PERMASALAHAN RUTE TERDEKAT (STUDI KASUS: SHOPEE
EXPRESS)**



18106010039
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2025

**ALGORITMA GENETIKA FUZZY DAN APLIKASINYA PADA
PERMASALAHAN RUTE TERDEKAT (STUDI KASUS: SHOPEE
EXPRESS)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh
RIZQIANINGSIH
18106010039

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Kepada
PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2025

**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 : Rizqianingsih
NIM : 18106010039
Judul Skripsi : Algoritma Genetika Fuzzy dan Aplikasinya pada Permasalahan Rute Terdekat (Studi Kasus Shopee Express)

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 Program Studi Matematika.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Juli 2025

Pembimbing

Arif Munandar, M.Sc.

NIP. 19920721 201903 1 013



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1950/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Algoritma Genetika dan Aplikasinya pada Permasalahan Rute Terdekat (Studi Kasus: Shopee Express)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIZQIANINGSIH
Nomor Induk Mahasiswa : 18106010039
Telah diujikan pada : Selasa, 05 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Arif Munandar, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 689aa2b703c83



Pengaji I

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68a548a80f38c



Pengaji II

Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 689d9181dddb4



Yogyakarta, 05 Agustus 2025

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a9aa7bd6a87

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizqianingsih
NIM : 18106010039
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 sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 18 Juli 2025



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Meskipun jauh dari kata sempurna, skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri. Terima kasih waktu itu memilih ambil sendok untuk ngopi bukan ambil pis*u untuk p*t*ng nadi.

HALAMAN MOTTO



Allah's plan is always on time. Never too early and never too late.

PRAKATA

Allhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Algoritma Genetika Fuzzy dan Aplikasinya pada Permasalahan Rute Terdekat (Studi Kasus: Shopee Express)". Penulisan skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu prasyarat mencapai gelar Sarjana Matematika.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan halangan. Namun berkat adanya motivasi, bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, *alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Ephra Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Bapak Muhammad Abrori, S.Si., M.Kom, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
4. Bapak Arif Munandar, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan memberikan pelayanan administrasi akademik.
6. Ibu Ninik Nuryani, selaku ibu penulis yang telah bekerja dengan sangat keras demi penulis dapat mengenyam bangku kuliah.

7. Nikmatul Umah dan Nini Aulia Sari selaku sahabat penulis selama berkuliah.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan yang secara langsung maupun tidak langsung membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua yang membacanya. Penulis juga berharap kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 24 Juli 2025

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.5. Tinjauan Pustaka	6
1.6. Metode Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	8
II DASAR TEORI	9
2.1. Teori Graf	9
2.1.1. Graf Berarah	10
2.1.2. Matriks Vicinity	10
2.2. Teori <i>Fuzzy</i>	11
2.2.1. Himpunan Crisp	12

2.2.2. Bilangan <i>Fuzzy</i>	12
2.2.3. Alpha-cut	16
2.3. Algoritma Genetika	18
2.3.1. Prosedur Algoritma Genetika	19
III ALGORITMA GENETIKA <i>FUZZY</i> DALAM MENYELESAIKAN PERMASALAHAN RUTE terdekat	25
3.1. Algoritma Genetika <i>Fuzzy</i>	25
3.1.1. Skema <i>Encoding</i> dan Inisialisasi Populasi	26
3.1.2. Crossover	28
3.1.3. Mutasi	29
3.1.4. Evaluasi dan Seleksi	30
IV IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA <i>FUZZY</i> DALAM MENYELESAIKAN PERMASALAHAN RUTE TERDEKAT	34
4.1. Inisialisasi Populasi	38
4.2. Evaluasi Nilai Fitness	39
4.3. Proses Seleksi	40
4.4. Proses Crossover	42
4.5. Proses Mutasi	44
4.6. Pencarian Rute Terdekat	46
4.6.1. Menentukan L_{min}	46
4.6.2. Menghitung Operasi Min Pada Dua Bilangan <i>fuzzy</i>	47
4.6.3. Menghitung $\alpha - cut$	53
4.6.4. Menghitung Jarak Antara Dua Bilangan Fuzzy	57
V PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
Curriculum Vitae	65

DAFTAR TABEL

2.1 Elemen $a_{ij} = 1$ pada graf berarah G	11
3.1 <i>Arc length</i> pada graf A.	32
4.1 <i>Arc length</i> pada graf G	37
4.2 Populasi awal yang terbentuk	39
4.3 Nilai fitness dari masing-masing kromosom	40
4.4 Kromosom hasil seleksi <i>roulette wheel</i> dengan elitism	41
4.5 <i>One point crossover</i> pada kromosom 6 dan 7	43
4.6 <i>One point crossover</i> pada kromosom 9 dan 11	43
4.7 <i>One point crossover</i> pada kromosom 12 dan 13	43
4.8 Kromosom anak (<i>offspring</i>) hasil crossover	44
4.9 Kromosom anak (<i>offspring</i>) hasil mutasi	46
4.10 <i>Arc length</i> pada path $1 - 7 - 12$	47
4.11 <i>Arc length</i> pada path $1 - 4 - 5 - 8 - 12$	47
4.12 <i>Arc length</i> pada path $1 - 3 - 9 - 2 - 7 - 12$	48
4.13 <i>Arc length</i> pada path $1 - 2 - 7 - 12$	49
4.14 <i>Arc length</i> pada path $1 - 3 - 9 - 2 - 7 - 11 - 12$	50
4.15 <i>Arc length</i> pada path $1 - 2 - 7 - 11 - 12$	50
4.16 <i>Arc length</i> pada path $1 - 2 - 10 - 11 - 12$	51
4.17 <i>Arc length</i> pada path $1 - 7 - 11 - 12$	51
4.18 <i>Arc length</i> pada path $1 - 7 - 8 - 12$	52
4.19 <i>Arc length</i> pada path $1 - 4 - 6 - 5 - 8 - 12$	52
4.20 $\alpha - cut$ pada path $1 - 7 - 12$	53
4.21 $\alpha - cut$ pada path $1 - 4 - 5 - 8 - 12$	54
4.22 $\alpha - cut$ pada path $1 - 3 - 9 - 2 - 7 - 12$	54
4.23 $\alpha - cut$ pada path $1 - 2 - 7 - 12$	54
4.24 $\alpha - cut$ pada path $1 - 3 - 9 - 2 - 7 - 11 - 12$	55

4.25 α – cut pada path 1 – 2 – 7 – 11 – 12	55
4.26 α – cut pada path 1 – 2 – 10 – 11 – 12	55
4.27 α – cut pada path 1 – 7 – 11 – 12	56
4.28 α – cut pada path 1 – 7 – 8 – 12	56
4.29 α – cut pada path 1 – 4 – 6 – 5 – 8 – 12	56



DAFTAR GAMBAR

2.1	Graf G dengan 8 node dan 12 edge	9
2.2	Graf berarah G dengan 8 node dan 12 edge	10
2.3	Kurva bilangan <i>fuzzy trapesium</i> $\tilde{A} = (3, 5, 7, 9)$	13
2.4	Contoh Pengkodean Biner	20
2.5	Contoh <i>Octal Encoding</i>	20
2.6	Contoh Pengkodean Permutasi	20
3.1	Flowchart Algoritma Genetika	26
3.2	Graf berarah A dengan 6 node	27
3.3	<i>One-pointCrossover</i>	29
4.1	Graf berarah G dengan 12 node	36

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

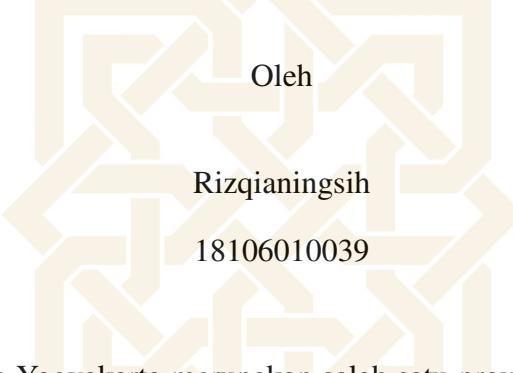
DAFTAR LAMBANG

- \rightarrow : menuju
- \tilde{A} : himpunan fuzzy \tilde{A}
- $x < y$: x kurang dari y
- $\mu_A(x)$: derajat keanggotaan elemen x pada himpunan fuzzy A
- $L(x)$: fungsi penurunan ke kiri pada bilangan fuzzy LR
- $R(x)$: fungsi penurunan ke kanan pada bilangan fuzzy LR
- σ : sigma
- $x \in X$: x adalah elemen dari himpunan X
- $x \in \mathbb{R}$: x adalah elemen dari himpunan bilangan real
- α : alpha

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

ALGORITMA GENETIKA FUZZY DAN APLIKASINYA PADA PERMASALAHAN RUTE TERDEKAT (Studi Kasus: Shopee Express)

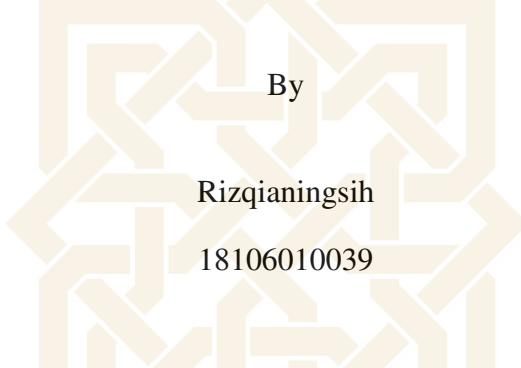


Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi dengan kepadatan penduduk yang tinggi menjadikan Yogyakarta sebagai wilayah dengan transaksi jual beli daring yang tinggi. Salah satu yang menarik dari fenomena ini adalah adanya gudang ekspedisi Shopee Express yang banyak tersebar di berbagai wilayah Yogyakarta yang terkoneksi langsung dengan Yogyakarta *Distribution Centre*. Permasalahan dalam menentukan rute baru dari Yogyakarta DC menuju hub tujuan dapat digambarkan dengan menggunakan graf, di mana hub-hub *Last Mile* digambarkan sebagai node (simpul), sedangkan jalan yang menghubungkan antar hub maupun dengan Yogyakarta DC digambarkan sebagai edge. Masalah dalam penelitian ini adalah Shortest Path Problem (SPP) di mana permasalahan ini memiliki tujuan untuk mendapatkan rute terdekat pengiriman logistik secara oletif dari Yogyakarta DC dengan menggunakan Algoritma Genetika Fuzzy. Prosedur Algoritma Genetika meliputi *encoding*, inisialisasi populasi, seleksi, crossover, mutasi, hingga generasi baru diperoleh. Pada penelitian ini, kondisi terpenuhi ketika kromosom memiliki nilai fungsi jarak terkecil. Berdasarkan penghitungan dengan menggunakan Algoritma Genetika Fuzzy diperoleh rute terpendek yang dapat ditempuh oleh truk *line haul* adalah Yogyakarta DC-Godean Hub-Gamping Hub.

Kata kunci : Algoritma Genetika Fuzzy, Rute Terdekat, Shopee Express, Shortest Path Problem (SPP),.

ABSTRACT

FUZZY GENETIC ALGORITHM AND ITS APPLICATION TO SOLVING SHORTEST PATH PROBLEM (Case Study: Shopee Express)



Yogyakarta is one of the most densely populated provinces in Indonesia, which contributes to its high volume of online buying and selling activities. One interesting aspect of this is the presence of many Shopee Express warehouses spread across Yogyakarta, all connected to the main distribution center (Yogyakarta DC). The problem of choosing a new delivery route from the Yogyakarta DC can be described using a graph, where each Last Mile warehouse is represented as a node, and the roads connecting them are represented as edges. This study focuses on solving the Shortest Path Problem (SPP), which aims to find the most efficient delivery route using the Fuzzy Genetic Algorithm. The steps in this algorithm include encoding, population initialization, selection, crossover, mutation, and creating a new generation. The best route is found when a chromosome produces the smallest total distance. Based on the results, the shortest route for the delivery truck is Yogyakarta DC – Godean Hub – Gamping Hub.

Keyword : Fuzzy Genetics Algorithm, Shortest Path Problem, Shortest Route, Shopee Express.

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan zaman yang pesat mampu mengubah cara manusia dalam menjalani hidup, termasuk diantaranya cara bertransaksi jual beli. Manusia pada awalnya hanya mengenal transaksi jual beli secara tatap muka, namun kini, berkat adanya teknologi yang semakin maju manusia dapat bertransaksi tanpa tatap muka atau manusia masa kini menyebutnya dengan belanja *online*. Belanja *online* merupakan kegiatan jual beli yang dilakukan oleh manusia melalui perangkat komunikasi masa kini. Manusia akan menggunakan salah satu aplikasi jual beli yang ada untuk menemukan barang yang ingin mereka beli, kemudian melakukan pembayaran dengan metode pembayaran transfer bank ataupun menggunakan layanan uang elektronik yang disediakan oleh penyedia aplikasi. Kegiatan berbelanja secara daring ini pada umumnya terdapat jarak antara pembeli dengan penjual. Adanya jarak tersebut memunculkan berbagai perusahaan penyedia jasa pengiriman logistik untuk bekerja sama dengan aplikasi penyedia belanja daring.

Shopee, sebagai salah satu e-commerce terbesar di Asia tenggara, mengandalkan sistem pengiriman logistik internal yang dikenal dengan Shopee Express. Shopee Express merupakan layanan logistik yang dirancang secara internal untuk menangani proses pengiriman barang dalam ekosistem milik Shopee. Shopee Express merupakan bentuk strategi integrasi vertikal Shopee untuk mengendalikan kualitas layanan dari hulu ke hilir, mulai dari pengambilan barang dari penjual hingga pengantaran langsung ke tangan pembeli. Shopee Express mengoperasikan berbagai layanan yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Adanya sistem yang terintegrasi langsung dengan aplikasi Shopee, proses pelacakan paket dapat dilakukan secara *real-time*, sehingga mampu memberikan transparansi dan kenyamanan bagi

pengguna.

Pada sistem logistik modern, proses distribusi paket dibagi menjadi tiga tahap utama, *first mile*, *middle mile*, dan *last mile*. *First mile* merupakan tahap awal ketika paket dikumpulkan dari lokasi penjual untuk dikirim ke pusat distribusi logistik perusahaan. Tahapan awal ini sangat penting karena ketepatan waktu dan keakuratan data saat pengambilan paket akan berpengaruh pada kelancaran distribusi pada tahap berikutnya. *Middle mile* merupakan tahap di mana paket dipindahkan secara massal dari pusat distribusi ke hub regional lainnya. Di tahap ini, umumnya pengiriman dilakukan dengan menggunakan kendaraan yang memiliki kapasitas besar untuk menghemat waktu serta biaya operasional. Sedangkan *last mile* merupakan proses distribusi terakhir di mana dalam tahap ini paket diantarkan ke tangan pembeli melalui kurir-kurir yang bertugas.

Tahap *middle mile* ke *last mile* memiliki kompleksitas yang tinggi karena melibatkan pengiriman paket ke berbagai hub LM (*last mile*) dengan keterbatasan sumber daya seperti kendaraan, waktu pengiriman, dan kondisi lalu lintas. Perencanaan rute yang tidak efisien dapat menyebabkan peningkatan jarak tempuh, sehingga dapat berpengaruh pada keterlambatan pengiriman, peningkatan biaya operasional, serta berkurangnya kepuasan pelanggan. Permasalahan rute pengiriman dari DC menuju hub *last mile* dapat dikategorikan sebagai Shortest Path Problem (SPP). SPP merupakan pencarian rute terdekat dari satu titik ke banyak titik lainnya dalam suatu jaringan graf. Namun, mengingat kompleksitas dan banyaknya kombinasi rute yang mungkin, penyelesaian secara konvensional atau eksak menjadi sangat sulit, terutama jika jumlah titik pengiriman meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang mampu memberikan solusi optimal dengan efisiensi waktu yang baik.

Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, menjadikan daerah ini sebagai salah satu pusat aktivitas e-commerce yang berkembang pesat. Peningkatan transaksi jual beli daring mendorong kebutuhan masyarakat terhadap layanan pengiriman barang yang cepat dan efisien. Hal ini memberikan dampak pada meningkatnya aktivitas logistik di wilayah Yogyakarta. Aksesi-

bilitas wilayah Yogyakarta yang didukung oleh jaringan jalan nasional, jalan provinsi, dan jalan lokal yang cukup baik.

Shopee Express memiliki kehadiran yang aktif di wilayah Yogyakarta untuk mendukung aktivitas pengiriman barang dari penjual ke pembeli dan sebaliknya. Salah satu *Distribution Center* (DC) Shopee terletak di Yogyakarta, tepatnya di Jalan Imogiri Barat menjadi titik kumpul untuk paket-paket yang datang dari berbagai arah. Setiap harinya Yogyakarta DC menangani ribuan paket yang datang dari berbagai wilayah di Provinsi Yogyakarta maupun dari luar Yogyakarta. Paket-paket tersebut kemudian didistribusikan ke hub-hub tujuan maupun DC tujuan dengan melibatkan kendaraan besar seperti truk.

Kepadatan penduduk yang tinggi, menuntut Shopee Express untuk memecah hub besar menjadi hub-hub kecil yang bertanggung jawab untuk mengantarkan paket-paket kepada buyer yang berada di area-area tertentu. Sebagai contoh, Sleman Hub yang pada awalnya merupakan hub besar yang bertanggung jawab dalam pengiriman paket di keseluruhan wilayah Kabupaten Sleman kini telah dipecah menjadi beberapa hub bagian yang mencakup wilayah tertentu di Kabupaten Sleman. Pemecahan hub tersebut diharapkan agar berkurangnya kendala sortir yang lama yang mampu berdampak pada meningkatnya keluhan pelanggan mengenai penerimaan paket yang lama. Sebagai contoh, Shopee Express belum lama ini memecah Godean hub menjadi dua hub yaitu Godean Hub yang bertanggung jawab di wilayah Kecamatan Godean dan Gamping Hub yang bertanggung jawab di wilayah Kecamatan Gamping, di mana pada awalnya hanya ada satu hub yang bertanggung jawab di wilayah Kecamatan Godean dan Kecamatan Gamping.

Pemecahan hub tersebut memunculkan permasalahan baru berupa dibutuhkan cara untuk menentukan rute baru menuju Gamping Hub tanpa mengubah rute pengiriman yang telah ada sebelumnya. Hal ini dilakukan agar biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan tidak semakin besar dan pengiriman tetap berjalan sesuai dengan estimasi waktu. Permasalahan ini secara matematis dapat dimodelkan sebagai *Shortest Path Problem (SPP)*. *Shortest Path Problem* merupakan permasalahan untuk menentukan rute terdekat dengan bobot minimum

dari titik awal menuju titik tujuan dalam jaringan graf berbobot (Ahuja, Manganti, & Orlin, 1993). Bobot tersebut menggambarkan berbagai parameter seperti jarak tempuh, waktu pengiriman, maupun biaya operasional.

Hingga saat ini terdapat berbagai penelitian yang meneliti mengenai penyelesaian *Shortest Path Problem* dengan berbagai jenis algoritma, seperti Algoritma Floyd dan Algoritma Ford-Moore-Bellman (Dubois and Pete (1989)). Algoritma tersebut dinilai bahwa rute terdekat akan diperoleh tanpa identifikasi path yang ada (Klein (1991)) Terdapat algoritma lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Shortest Path Problem*, yaitu Algoritma Djikstra, di mana bobot dari *arc* dianggap sebagai interval angka dan didefinisikan dengan menggunakan urutan parsial antara interval angka (Okada and Gen (1994)). Namun, dalam implementasinya pada dunia nyata, data yang ada sering bersifat kompleks. Hal ini dikarenakan adanya variasi waktu tempuh diakibatkan oleh kondisi lalu lintas, cuaca, atau faktor manusia. Untuk mengatasi hal tersebut, penerapan algoritma yang bersifat adaptif dan mampu memberikan hasil yang optimal menjadi sangat penting. Salah satu algoritma yang mampu memberikan solusi optimal adalah Algoritma Genetika, yaitu algoritma berbasis evolusi yang mampu menjelajahi ruang solusi yang luas dan komplek secara efisien (Goldberg (1989)). Algoritma Genetika sangat sesuai diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan pencarian rute terdekat dikarenakan Algoritma Genetika memiliki kemampuan untuk:

1. Menyelesaikan permasalahan dengan banyak titik.
2. Menghindari solusi tidak optimal dengan melakukan proses evolusi seperti seleksi, crossover, dan mutasi.
3. Algoritma Genetika dapat menyesuaikan solusi terhadap perubahan lingkungan dan ketidakpastian data.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis tertarik untuk mengambil judul "Algoritma Genetika fuzzy dan Aplikasinya dalam Menyelesaikan Permasalahan Rute Ter-

dekat". Pada penulisannya akan dijelaskan langkah-langkah untuk memperoleh rute distribusi paket dari Yogyakarta DC menuju Gamping Hub dengan waktu tempuh minimum pada sebuah graf berbobot *fuzzy*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur Algoritma Genetika *fuzzy* dengan konsep *fuzzy arc length* untuk menangani masalah pencarian rute terdekat?
2. Bagaimana penerapan Algoritma Genetika *fuzzy* dengan *fuzzy arc length* dapat meningkatkan efisiensi penentuan rute pengiriman paket Shopee Express dalam kondisi lalu lintas dan waktu tempuh yang tidak pasti?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka perlu adanya batasan masalah agar dalam penyusunan skripsi ini dapat terfokus hanya pada permasalahan yang ingin dipecahkan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pencarian rute terdekat dari Yogyakarta DC menuju Gamping Hub yang masih berada di wilayah Yogyakarta. Rute terdekat yang dapat ditempuh oleh mobil line haul dihitung berdasarkan waktu tempuh dengan jarak terdekat yang diunduh pada Google Maps.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. Mengetahui struktur Algoritma Genetika *fuzzy* dengan konsep *fuzzy arc length* dalam menangani masalah pencarian rute terdekat.
2. Mengetahui penerapan Algoritma Genetika *fuzzy* dengan *fuzzy arc length* dapat meningkatkan efisiensi penentuan rute pengiriman paket Shopee Express dalam kondisi

lalu lintas dan waktu tempuh yang tidak pasti.

Hasil penelitian skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak terkait, antara lain:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pencarian rute terdekat secara matematis dengan menggunakan Algoritma Genetika.

2. Bagi Penyedia Layanan Logistik

Manfaat penelitian yang dapat diambil bagi penyedia layanan logistik adalah dapat mengimplementasikan pencarian rute terdekat secara matematis dengan menggunakan Algoritma Genetika, sehingga dapat memunculkan rute terdekat dengan waktu tempuh paling singkat.

1.5. Tinjauan Pustaka

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menelaah informasi dari berbagai penelitian sebelumnya baik buku, jurnal, maupun skripsi untuk mendapatkan teori yang erat kaitannya dengan judul yang diaplikasikan untuk memperoleh landasan teori ilmiah. Permasalahan pencarian rute terdekat sebelumnya telah diteliti oleh berbagai peneliti dengan menggunakan berbagai algoritma.

Reza Hassanzadeh, Iraj Mahdavi, Nezam Mahdavi-Amiri, Ali Tajdin pada tahun 2013 dalam jurnal berjudul "*A genetic algorithm for solving fuzzy shortest path problems with mixed fuzzy arc lengths*" membahas mengenai penyelesaian permasalahan pencarian rute terdekat. Dalam penelitiannya, Algoritma Genetika digunakan untuk menemukan rute terdekat pada graf dengan bilangan *fuzzy* yang berbeda.

Skripsi yang disusun oleh Rama M. Sukaton, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, yang berjudul *Penggunaan Algoritma Genetika dalam Masalah Jalur terdekat Pada Jaringan Data* pada tahun 2011 membahas mengenai penggunaan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan jalur terdekat pada

sebuah jaringan.

Skripsi berjudul "*Penerapan Algoritma Genetika dalam Menentukan Rute terdekat Perjalanan Wisata di Yogyakarta*" yang ditulis oleh Binti Meisaroh pada tahun 2017 membahas mengenai penyelesaian rute terdekat dalam perjalanan wisata di Yogyakarta dengan menggunakan Algoritma Genetika.

Penelitian-penelitian di atas sangat berguna bagi penulis karena menyajikan pengetahuan dan perbedaan tersendiri mengenai pencarian rute terdekat. Dalam penelitian ini, penulis akan membahas mengenai penerapan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan pencarian rute terdekat. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian sebelumnya hanya menerapkan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, sedangkan pada penelitian ini menerapkan Algoritma Genetika yang dikombinasikan dengan *fuzzy* untuk menentukan rute terdekat yang harus ditempuh oleh mobil line haul Shopee Express dalam pendistribusian paket dari Yogyakarta DC menuju Gamping Hub.

1.6. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dipakai oleh penulis ialah penelitian studi literatur, yaitu peneliti akan menguraikan teori-teori yang telah ada. Untuk dapat menguraikan teori-teori yang telah ada, peneliti melakukan penelitian kepustakaan dari berbagai sumber data yang ada. Sumber data yang akan dipakai ialah sumber tertulis. Sumber tertulis akan dikutip dari berbagai buku, jurnal, makalah, artikel maupun penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengenai *fuzzy*, Algoritma Genetika, dan *Shortest Path Problem*.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis juga bermaksud untuk menggabungkan berbagai teori-teori dari sumber data yang ada baik dari buku, jurnal, artikel, maupun penelitian dilakukan oleh peneliti sebelumnya sehingga mampu membantu peneliti untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari mengenai *fuzzy*, Algoritma Genetika, dan *Shortest Path Problem*.
2. Memberikan uraian mengenai implementasi Algoritma Genetika yang dikombinasikan dengan *fuzzy* dalam menyelesaikan permasalahan rute terdekat.
3. Menyelesaikan permasalahan rute terdekat dengan menggunakan Algoritma Genetika yang dikombinasikan dengan *fuzzy*.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan skripsi ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan Bab ini berisi meliputi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab II : Dasar Teori Bab ini akan membahas mengenai landasan teori yang berguna sebagai acuan untuk memahami mengenai permasalahan yang erat kaitannya dengan teori graf, teori *fuzzy*, dan Algoritma Genetika.

Bab III : Pembahasan Bab ini akan membahas mengenai hasil studi literatur, yaitu pembahasan mengenai langkah-langkah Algoritma Genetika *fuzzy* untuk menyelesaikan permasalahan rute terdekat.

Bab IV : Implementasi Bab ini akan menjelaskan mengenai implementasi dari hasil studi literatur, yaitu penerapan Algoritma Genetika *fuzzy* dalam pencarian rute terdekat yang harus ditempuh oleh mobil line haul Shopee Express dari Yogyakarta DC menuju Gamping Hub.

Bab V : Penutup Bab ini akan berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta saran-saran yang membangun sehingga dapat berguna bagi peneliti maupun pembaca pada umumnya.

BAB V

PENUTUP

Bab penutup ini akan diberikan kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil penulis setelah menyelesaikan pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Struktur Algoritma Genetika *Fuzzy* dengan konsep *fuzzy arc length* dalam menangani masalah pencarian rute terdekat parameter dan operator genetika. Parameter Algoritma Genetika *Fuzzy* terdiri dari panjangnya kromosom berdasarkan banyaknya gudang-gudang last mile Shopee Express yang berada di Yogyakarta dengan Yogyakarta sebagai pusat distribusi penjaluran paket. Kromosom-kromosom tersebut akan menjalani operator genetika seperti crossover, mutasi, dan seleksi untuk mendapatkan rute terdekat dengan waktu tempuh yang paling cepat.
2. Berdasarkan penghitungan di atas, menggunakan fungsi jarak dua bilangan $D_{p,q}$, dengan $q = \frac{1}{2}$ dan $p = 2$, path atau rute terdekat dari node awal 1 hingga node akhir 12 adalah path $1 - 7 - 12$ selaku path yang ditetapkan sebagai L_{min} . Sehingga, rute baru yang dilalui oleh truk line haul dari Yogyakarta DC menuju Shopee Express Gamping Hub dengan perhitungan waktu paling cepat adalah Yogyakarta DC → Yogyakarta Hub → Gamping Hub.

5.2. Saran

Saran yang akan penulis sampaikan untuk penenelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dibatasi pada pencarian rute terdekat dari Yogyakarta DC menuju Gamping Hub dengan mengikuti rute pengiriman pada hub-hub yang telah ada sebelumnya. Diharapkan ada penelitian yang membahas mengenai pencarian rute terdekat dalam kondisi yang lebih kompleks.
2. Disarankan untuk menggunakan algoritma lain yang lebih beragam untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam.
3. Pada permasalahan yang lebih kompleks, Algoritma Genetika *fuzzy* diterapkan dengan ukuran populasi dan generasi yang lebih banyak sehingga hasil yang diperoleh lebih optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., and Orlin, J. B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall.
- Alim, A. et al. (2015). Retracted: Elementary operations on lr fuzzy number. *Advances in Pure Mathematics*, 5(03):131.
- Buckley, J. J. and Feuring, T. (2000). Evolutionary algorithm solution to fuzzy problems: fuzzy linear programming. *Fuzzy sets and systems*, 109(1):35–53.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., and Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms*. MIT press.
- Dijkstra, E. W. (2022). A note on two problems in connexion with graphs. In *Edsger Wybe Dijkstra: his life, work, and legacy*, pages 287–290.
- Dubois, D. and Pete, H. (1989). Floyd and bellman algorithms in fuzzy shortest path problems. *Fuzzy Sets and Systems*, 31:1–10.
- Dubois, D. and Prade, H. (1978). Operations on fuzzy numbers. *International Journal of systems science*, 9(6):613–626.
- Dubois, D. J. (1980). *Fuzzy sets and systems: theory and applications*, volume 144. Academic press.
- Gen, M., Cheng, R., and Lin, L. (2008). *Network models and optimization: Multiobjective genetic algorithm approach*. Springer.
- Geyer-Schulz, A. (1998). Fuzzy genetic algorithms. In *Fuzzy Systems: Modeling and Control*, pages 403–459. Springer.

- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley.
- Hassanzadeh, R., Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., and Tajdin, A. (2013). A genetic algorithm for solving fuzzy shortest path problems with mixed fuzzy arc lengths. *Mathematical and Computer Modelling*, 57(1-2):84–99.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. MIT press.
- Klein, M. (1991). Dominant fuzzy sets in shortest path problems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 21(1):110–116.
- Kramer, O. (2017). Genetic algorithms. In *Genetic algorithm essentials*, pages 11–19. Springer.
- Liu, G. and Wang, X. (2023). A trapezoidal fuzzy number-based vikor method with completely unknown weight information. *Symmetry*, 15(2):559.
- Meisaroh, B. (2017). *PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK PERJALANAN WISATA DI YOGYAKARTA*. PhD thesis, UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA.
- Munir, R. (2012). Graf. *Matematika Diskrit Revisi Edisi Kelima*, Bandung, Informatika, pages 353–358.
- Okada, N. and Ben, R. (1992). Dijkstra's algorithm with interval weights. *Fuzzy Sets and Systems*, 45(2):173–181.
- Okada, S. and Gen, M. (1994). Fuzzy shortest path problem. *Computers & industrial engineering*, 27(1-4):465–468.
- Okada, S. and Soper, T. (2000). A shortest path problem on a network with fuzzy arc lengths. *Fuzzy sets and systems*, 109(1):129–140.

Rahayuningsih, S. and Pd, S. (2011). *TEORI GRAPH DAN PENERAPANNYA*. Universitas Wisnuwardhana Press Malang.

Rosen, K. H. (2012). *Discrete Mathematics and Its Applications Seventh Edition*. McGraw-Hill.

Sivanandam, S. and Deepa, S. (2008). Genetic algorithms. In *Introduction to genetic algorithms*, pages 15–37. Springer.

Sukaton, R. M. (2012). *Penggunaan Algoritma Genetika dalam Masalah Jalur Terpendek Pada Jaringan Data*. PhD thesis, Universitas Indonesia.

Tajdin, A., Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., and Sadeghpour-Gildeh, B. (2010). Computing a fuzzy shortest path in a network with mixed fuzzy arc lengths using α -cuts. *Computers & Mathematics with Applications*, 60(4):989–1002.

Takahashi, M. T. and Yamakami, A. (2005). On fuzzy shortest path problems with fuzzy parameters: an algorithmic approach. In *NAFIPS 2005-2005 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society*, pages 654–657. IEEE.

Zimmerman, H. (1934). *Fuzzy set theories-and its applications*. Kluwer Academic Publisher.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA