

SKRIPSI

STRUKTUR GRAF *FUZZY* DAN APLIKASINYA



ILMA NINDITA RAMADHANI
20106010022
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2024

STRUKTUR GRAF *FUZZY* DAN APLIKASINYA

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



diajukan oleh

ILMA NINDITA RAMADHANI

20106010022

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2024



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 : Ilma Nindita Ramadhani
NIM : 20106010022
Judul Skripsi : Struktur graf *fuzzy* dan aplikasinya

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 26 Februari 2024

Pembimbing I

Pembimbing II

M. Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19840113 201503 1 001

Arif Munandar, M.Sc.
NIP. 19920721 201903 1 013



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-431/Un.02/DST/PP.00.9/03/2024

Tugas Akhir dengan judul : Struktur Graf Fuzzy dan Aplikasinya

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ILMA NINDITA RAMADHANI
Nomor Induk Mahasiswa : 20106010022
Telah diujikan pada : Rabu, 06 Maret 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 65f26b495f007



Penguji I

Arif Munandar, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65f2676460953



Penguji II

Deddy Rahmadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65ee74670493f



Yogyakarta, 06 Maret 2024

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 65f2ab68d03d8

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilma Nindita Ramadhani
NIM : 20106010022
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, 26 Februari 2024



Ilma Nindita Ramadhani

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Penulis mempersembahkan karya kecil ini untuk:

Almamaterku,

Keluargaku,

dan

Diriku sendiri.

HALAMAN MOTTO



"Stop thinking, start doing!"

"So, remember Me. I will remember you." (QS 2:152)

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala Puji Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Struktur Graf *Fuzzy* dan Aplikasinya" dengan baik dan lancar. Penulisan skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu prasyarat mencapai gelar Sarjana Matematika.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan kekurangan. Ucapan terima kasih tidak lupa disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan motivasi, bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, dengan hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Aulia Khifah Futhona, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
4. Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc. dan Arif Munandar, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah mendidik baik di dalam maupun di luar perkuliahan serta Bapak dan Ibu staf Tata Usaha Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.

6. Kedua orang tua tercinta, Margiyono dan Hermayanti, yang tak pernah terhenti terus memberikan do'a, motivasi, dan nasihat-nasihat yang menjadi pegangan hidup penulis. Tidak lupa juga kakak tersayang Abang Adip dan adik tersayang Dila yang selalu memberikan dukungan penuh dalam bentuk apapun.
7. Keluarga besar mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Matematika angkatan 2020 dan keluarga besar komunitas aljabar yang telah kebersamai dan berjuang sampai akhir.
8. Teman-teman KKN 111 Candisari, terima kasih atas kenangan selama 45 hari dan kebersamaannya sampai saat ini.
9. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu serta memberikan dukungan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Yogyakarta, 27 Februari 2024

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	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Tinjauan Pustaka	6
1.7. Metode Penelitian	9
1.8. Sistematika Penulisan	10
II DASAR TEORI	12

2.1. Graf	12
2.1.1. <i>Adjacency</i> dan Insiden	14
2.1.2. Keterhubungan	15
2.1.3. Jenis-jenis Graf	18
2.1.4. Operasi pada Graf	20
2.2. Fuzzy	22
2.3. Graf <i>Fuzzy</i>	27
2.3.1. Derajat Vertek Pada Graf <i>Fuzzy</i>	29
2.3.2. Jenis-jenis Graf <i>Fuzzy</i>	31
III STRUKTUR GRAF FUZZY	35
3.1. Konsep Struktur Graf <i>Fuzzy</i>	35
3.2. <i>Semi strong min-product</i>	43
IV APLIKASI PADA AGEN TRANSPORTASI TERBAIK	94
4.1. Bahan dan Algoritma	94
V PENUTUP	106
5.1. Kesimpulan	106
5.2. Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	111
A HARGA TIKET DARI SATU KOTA KE KOTA LAIN	111
Curriculum Vitae	117

DAFTAR TABEL

1.1	Perbedaan dan Persamaan Penelitian	7
2.1	Derajat vertek graf G	14
2.2	Derajat vertek graf <i>fuzzy</i> G	30
2.3	Derajat total vertek graf <i>fuzzy</i> G	31
3.1	Derajat vertek pada struktur graf G^*	37
3.2	R_1 -derajat vertek pada struktur graf G^*	37
3.3	R_2 -derajat vertek pada struktur graf G^*	37
3.4	R_3 -derajat vertek pada struktur graf G^*	37
3.5	R_4 -derajat vertek pada struktur graf G^*	38
3.6	Himpunan <i>fuzzy</i> σ pada himpunan vertek V	38
3.7	Himpunan <i>fuzzy</i> μ_1 pada relasi R_1	39
3.8	Himpunan <i>fuzzy</i> μ_2 pada relasi R_2	39
3.9	Himpunan <i>fuzzy</i> μ_3 pada relasi R_3	40
3.10	Himpunan <i>fuzzy</i> μ_4 pada relasi R_4	40
3.11	μ_1 -derajat vertek pada struktur graf <i>fuzzy</i> G	41
3.12	μ_2 -derajat vertek pada struktur graf <i>fuzzy</i> G	41
3.13	μ_3 -derajat vertek pada struktur graf <i>fuzzy</i> G	42
3.14	μ_4 -derajat vertek pada struktur graf <i>fuzzy</i> G	42
4.1	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Jakarta ke kota-kota lain	95
4.2	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Tangerang ke kota-kota lain	95

4.3	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Bekasi ke kota-kota lain	96
4.4	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Bogor ke kota-kota lain	96
4.5	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Yogyakarta ke kota-kota lain	97
4.6	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Semarang ke kota-kota lain	97
4.7	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Surakarta ke kota-kota lain	98
4.8	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Surakarta ke kota-kota lain	99
4.9	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Madiun ke kota-kota lain	99
4.10	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Malang ke kota-kota lain	100
4.11	Himpunan fuzzy agen perjalanan yang menyediakan layanan dari Surabaya ke kota-kota lain	100
4.12	Himpunan fuzzy σ dari sebelas kota	101

DAFTAR GAMBAR

1.1	Skema Metode Penelitian	10
2.1	Representasi Jembatan Konisbreg	12
2.2	Graf G	13
2.3	Graf terhubung dan graf tak terhubung	17
2.4	Komponen graf H	18
2.5	Graf Reguler	18
2.6	Graf Kosong	19
2.7	Graf Lengkap	19
2.8	Graf <i>Cycle</i>	20
2.9	Graf G_1 dan G_2	21
2.10	Cartesian produk dari G_1 dan G_2	21
2.11	Komposisi dari G_1 dan G_2	22
2.12	Graf <i>fuzzy</i> G	28
2.13	Graf <i>fuzzy</i> kuat G	32
2.14	Graf <i>fuzzy</i> lengkap G	33
2.15	Graf <i>fuzzy</i> reguler G dan H	34
3.1	Struktur graf G^*	36
3.2	Struktur graf <i>fuzzy</i> G	41
3.3	Struktur graf <i>fuzzy</i> G_1 dan G_2	44
3.4	<i>Semi strong min-product</i> dari dua struktur graf <i>fuzzy</i>	45
3.5	Struktur graf <i>fuzzy</i> yang kuat	46
3.6	Struktur graf <i>fuzzy</i> kuat G_1 dan G_2	48

3.7	<i>Semi strong min-product</i> ($G_1[G_2]_{min}$) dari dua struktur graf <i>fuzzy</i> kuat	49
3.8	Struktur graf <i>fuzzy</i> lengkap	52
3.9	G_1 struktur graf <i>fuzzy</i> tak terhubung dan G_2 struktur graf <i>fuzzy</i> terhubung	57
3.10	<i>Semi strong min-product</i> dari dua struktur graf <i>fuzzy</i>	57
3.11	Struktur graf <i>fuzzy</i> reguler G	78
3.12	Struktur graf <i>fuzzy</i> reguler total G	89
4.1	Struktur graf menunjukkan agen transportasi terbaik diantara kota-kota	103
4.2	Struktur graf menunjukkan agen transportasi terbaik diantara kota-kota	105

DAFTAR LAMBANG

$a \in A$:	a anggota A
$a \notin A$:	a bukan anggota A
$A \subseteq X$:	A himpunan bagian (<i>subset</i>) atau sama dengan X
$a \leq b$:	a kurang dari sama dengan b
$a \geq b$:	a lebih dari sama dengan b
σ	:	himpunan nilai keanggotaan vertek
μ	:	himpunan nilai keanggotaan <i>edge</i>
$G_1[G_2]_{min}$:	<i>semi strong min-product</i> dari struktur graf fuzzy G_1 dan G_2
$d_{G^*}(v)$:	derajat vertek v pada struktur graf
$d_G(v)$:	derajat vertek v pada struktur graf fuzzy G
$td_G(v)$:	derajat total vertek v pada struktur graf fuzzy G
$\Delta(G)$:	derajat maksimum dari G
$\delta(G)$:	derajat maksimum dari G
$\mu_A(x)$:	fungsi keanggotaan A dari x anggota himpunan X atau nilai keanggotaan dari x dalam himpunan A
$supp(A)$:	support dari himpunan fuzzy A
$v_i \wedge v_j$:	minimal dari v_i dan v_j
$v_i \vee v_j$:	maksimal dari v_i dan v_j

INTISARI

STRUKTUR GRAF FUZZY DAN APLIKASINYA

Oleh

Ilma Nindita Ramadhani

20106010022

Struktur graf *fuzzy* adalah penggabungan dari struktur graf dan graf *fuzzy*. Penelitian ini membahas beberapa pengertian dan sifat dari struktur graf *fuzzy* diantaranya struktur graf *fuzzy* komplit dan kuat, struktur graf *fuzzy* terhubung, serta struktur graf *fuzzy* reguler. Lebih lanjut, dibentuk *semi strong min-product* dari dua struktur graf *fuzzy*, kemudian dibahas beberapa teoremanya, utamanya yang berkaitan dengan derajat dan derajat total dari *semi strong min-product* yang dihasilkan. Selanjutnya disajikan aplikasi dari struktur graf *fuzzy* dalam pengambilan keputusan, yaitu pengambilan keputusan dalam identifikasi layanan perjalanan, yang didasarkan pada tarif harga dari masing-masing agen. Melalui algoritma yang disusun dapat ditentukan layanan perjalanan dari satu kota ke kota lain, berdasarkan harga tiket terendah.

Kata kunci : struktur graf *fuzzy*, *semi strong min-product*, pengambilan keputusan.

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

FUZZY GRAPH STRUCTURES AND APPLICATION

By

Ilma Nindita Ramadhani

20106010022

A fuzzy graph structure is an extension of graph structure and fuzzy graph. This research discusses several definitions and properties of the fuzzy graph structure including complete and strong fuzzy graph structure, connected fuzzy graph structure, and regular fuzzy graph structure. Furthermore, the semi strong min-product of two fuzzy graph structures can be formed, then some theorems are discussed, especially those related to the degree and total degree of the resulting semi strong min-product. Furthermore, the application of the fuzzy graph structure in decision making is presented, namely decision making in the identification of travel services, which is based on the price rates of each agent. Through the algorithm, it is possible to determine the travel service from one city to another, based on the lowest ticket price.

Keyword : fuzzy graph structure, semi strong min-product, decision-making.

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Himpunan adalah kumpulan objek-objek yang memiliki ciri-ciri yang jelas. Himpunan atau dikenal dengan himpunan tegas (*crisp*) adalah himpunan yang terdefinisi secara tegas dalam arti setiap elemen dalam semestanya selalu dapat ditentukan secara tegas apakah merupakan anggota atau tidak dalam himpunan tersebut. Dengan kata lain, terdapat batas tegas berupa kriteria tertentu yang termasuk anggota atau tidak.

Himpunan yang menerapkan fungsi keanggotaan suatu unsur dalam himpunan tersebut disebut sebagai himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* diperkenalkan pertama kali oleh Zadeh (1965), ilmuwan dari Berkeley berkembangsaan Iran. Kata *fuzzy* jika diterjemahkan berarti kabur, tidak jelas, samar-samar, tidak presisi, dan membingungkan. Pengertian himpunan *fuzzy* berbeda dengan konsep himpunan tegas, yang batasnya tegas. Zadeh menggeneralisasi pengertian himpunan tegas dengan memperluas himpunan nilai $\{0, 1\}$ menjadi interval bernilai real antara 0 dan 1, yaitu $[0, 1]$. Derajat keanggotaan suatu elemen himpunan *fuzzy* menyatakan derajat ketetangaan elemen tersebut dengan konsep yang dipresentasikan oleh himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* menangkap ketidakjelasan secara eksklusif dengan fungsi keanggotaan yang memetakan dari semesta pembicaraan.

Seorang matematikawan berasal dari Swiss yang bernama Euler memperkenalkan teori graf pertama kalinya pada tahun 1736. Pada saat itu graf muncul untuk

menemukan jalan yang menghubungkan jembatan di Königsberg. Secara sederhana graf didefinisikan sebagai kumpulan titik yang dihubungkan oleh sisi. Definisi graf secara sistematis adalah, pasangan terurut himpunan (V, E) , dimana V merupakan himpunan beranggotakan titik-titik (verteks) dan E merupakan himpunan beranggotakan sisi-sisi (*edges*).

Saat ini, graf tidak dapat mempresentasikan semua sistem seperti jaringan, rute, dan jadwal dengan baik karena ketidakpastian parameter sistem. Sebagai contoh, jaringan sosial dapat direpresentasikan sebagai sebuah graf, dimana vertek mewakili akun (orang atau institusi) dan *edge* mewakili hubungan antara mereka. Jika hubungan antar akun diukur sebagai baik atau buruk berdasarkan frekuensi di antara akun-akun tersebut, maka ketidakjelasan (*fuzzy*) dapat ditambahkan untuk representasi tersebut. Konsep graf *fuzzy* diperkenalkan pertama kali oleh Kauffman (1973). Graf *fuzzy* yang terdiri dari himpunan titik tegas dan himpunan sisi *fuzzy*. Namun, Rosenfeld (1975) menggambarkan suatu graf *fuzzy* sebagai suatu graf yang terdiri dari himpunan titik *fuzzy* dan himpunan sisi *fuzzy*. Penelitian tentang graf *fuzzy* terus berkembang baik secara teoritis maupun aplikasi. Teori graf *fuzzy* memiliki banyak aplikasi di berbagai bidang, termasuk, penggalian data, jaringan, pengelompokan, komunikasi, perencanaan, pengambilan gambar, dan penjadwalan. Gani dan Radha (2009) memperkenalkan graf *fuzzy* reguler dan mendefinisikan beberapa sifatnya. Penelitian tersebut juga memperkenalkan derajat dan derajat total vertek pada graf *fuzzy* reguler. Selanjutnya, melakukan perbandingan antara graf *fuzzy* reguler dan graf *fuzzy* total reguler melalui beberapa contoh. Penelitian tersebut memberikan syarat perlu dan cukup dimana kedua graf tersebut menjadi ekuivalen. Selanjutnya, Gani dan Radha (2009) mendefinisikan tentang derajat vertek pada graf *fuzzy* yang diperoleh dari operasi *union*, *join*, *cartesian*, dan *product*.

Sampathkumar (2006) memperkenalkan konsep struktur graf yang digeneralisasi. Struktur graf adalah generalisasi dari graf dan secara luas berguna dalam mempelajari beberapa struktur seperti, graf, semi graf, graf bertanda, graf berwarna *edge* dan graf berlabel *edge*. Struktur graf sangat bermanfaat dalam mempelajari berbagai dominan ilmu komputer dan kecerdasan komputasi.

Dinesh (2011) mendefinisikan struktur graf *fuzzy* dan mendeskripsikan beberapa hal, seperti operasi, pewarnaan, dan aplikasi. Struktur graf *fuzzy* jauh lebih bermanfaat daripada struktur graf biasa, karena berurusan dengan ketidaktepatan dan ambiguitas dari berbagai fenomena kehidupan nyata. Penelitian yang dilakukan oleh Sitara et al. (2019) membahas mengenai operasi *maximal product* dari struktur graf *fuzzy*. Lebih lanjut, penelitian tersebut menjelaskan mengenai derajat dan derajat total vertek dari hasil operasi *maximal product* tersebut. Penelitian ini memberikan aplikasi mengenai identifikasi isu-isu yang paling kontroversial di antara negara-negara.

Dari sekian banyak jurnal yang membahas tentang struktur graf *fuzzy*, ada satu jurnal yang menarik perhatian peneliti untuk dibahas lebih jauh. Penelitian terdahulu yaitu Akram dan Sitara (2019) memberikan pengertian mengenai struktur graf *fuzzy* reguler, kuat, lengkap, dan terhubung serta menghasilkan operasi *semi strong min-product* dari struktur graf *fuzzy* tersebut. Operasi *semi strong min-product* $G_1[G_2]_{min}$ adalah graf yang disusun dari dua struktur graf *fuzzy* himpunan verteknya adalah *Cartesian product* $V = V_1 \times V_2$ dan himpunan *edge*-nya adalah $u = (u_1, u_2)$ *adjacent* dengan $v = (v_1, v_2)$ saat $[u_1 \text{ adjacent } v_1]$ atau $[u_1 = v_1 \text{ dan } u_2 \text{ adjacent } v_2]$. Produk ini juga memiliki dua sifat yang sama dengan hasil kali langsung. Selanjutnya, dalam penelitian tersebut menyajikan penerapan dalam pengambilan keputusan, yaitu identifikasi layanan perjalanan terbaik.

Banyak agen transportasi yang menyediakan layanan terbaik mereka. Setiap agen ingin memberikan layanan terbaik dengan fasilitas yang tepat kepada pengguna agar merasa puas dengan layanan yang diterima dan menjadi pelanggan setia agen transportasi tersebut. Dalam melakukan perjalanan, beberapa hal yang menjadi pertimbangan bagi para pengguna untuk memilih agen transportasi, misalnya harga tiket, waktu tempuh, fasilitas perjalanan, dan keamanan serta kenyamanan perjalanan dengan resiko yang akan dihadapi. Namun dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan satu faktor yaitu harga tiket, sehingga akan ditemukan agen perjalanan terbaik.

Permasalahan di atas yang menjadi dorongan peneliti untuk membahas aplikasi dari struktur graf *fuzzy*, dengan melihat kota-kota sebagai himpunan vertek dan himpunan *fuzzy* agen perjalanan yang menyediakan layanan dari satu kota ke kota lain. Pengambilan keputusan pada penelitian ini adalah identifikasi agen perjalanan terbaik dengan faktor harga tiket.

1.2. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah struktur graf *fuzzy* tertentu yaitu hanya dibahas struktur graf *fuzzy* lengkap, kuat, terhubung, dan reguler serta dibahas mengenai *semi strong min-product* yang dihasilkan dari operasi komposisi pada jenis-jenis struktur graf *fuzzy* tersebut. Kemudian pembahasan *semi strong min-product* hanya dibatasi dengan dibahas derajat vertek dan derajat total vertek. Aplikasi yang digunakan hanya dibatasi dengan melihat satu faktor yaitu harga tiket.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan di atas, kemudian dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep dasar tentang struktur graf *fuzzy* dan *semi strong min-product* yang dihasilkan dari dua struktur graf *fuzzy* beserta teorema yang berlaku di dalamnya?
2. Bagaimana penerapan dari struktur graf *fuzzy* yaitu identifikasi agen perjalanan terbaik?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari tentang konsep dasar tentang struktur graf *fuzzy* dan *semi strong min-product* yang dihasilkan oleh dua struktur graf *fuzzy* beserta teorema yang berlaku di dalamnya.
2. Mengetahui penerapan dari struktur graf *fuzzy* yaitu identifikasi agen perjalanan terbaik.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman tentang konsep dasar tentang struktur graf *fuzzy* dan *semi strong min-product* yang dihasilkan oleh dua struktur graf *fuzzy* beserta teorema yang berlaku di dalamnya.

2. Memberikan gambaran tentang penerapan dari struktur graf *fuzzy* yaitu identifikasi agen perjalanan terbaik.

1.6. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Dinesh dan Ramakrishnan (2011) membahas mengenai struktur graf *fuzzy* yang digeneralisasi. Penelitian ini menjelaskan konsep mengenai ρ_i -edge, ρ_i -path, ρ_i -cycle, ρ_i -tree, ρ_i -forest, *fuzzy* ρ_i -cycle. Selanjutnya, diperoleh beberapa hasil mengenai sifat-sifat dari *fuzzy* ρ_i -tree dan *fuzzy* ρ_i -forest.

Penelitian yang dilakukan oleh Harinath dan Lavanya (2016) membahas mengenai struktur graf *fuzzy* Gear dan Bistar. Tujuan penelitian ini untuk menemukan bilangan kohesif vertek dan *edge*. Teori himpunan *fuzzy* yang ditambahkan pada graf Gear dan graf Bistar dapat menjadi graf *fuzzy* dengan memberikan nilai keanggotaan pada vertek dan *edge*. *Edges* yang memiliki nilai keanggotaan yang sama dikelompokkan untuk mendapatkan struktur graf *fuzzy* Gear dan Bistar. Struktur graf *fuzzy* Gear diperoleh bilangan kohesif vertek adalah 2 dan bilangan kohesif *edge* adalah 2 dan pada struktur graf *fuzzy* Bistar diperoleh bilangan kohesif vertek adalah 2 dan bilangan kohesif *edge* adalah 3.

Penelitian yang dilakukan oleh Akram et al. (2016) membahas mengenai konsep struktur graf *fuzzy* m-polar. Penelitian ini memperjelaskan berbagai operasi, seperti produk Cartesian, produk kuat, produk silang, produk *lexicographics*, komposisi, *union* dan *join* dari struktur graf *fuzzy* m-polar. Diilustrasikan operasi-operasi tersebut dengan contoh dan menganalisis terkait sifat-sifatnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Sitara et al. (2019) membahas mengenai *maximal products* dari struktur graf *fuzzy*, stuktur graf *fuzzy* reguler, dan mendeskripsikan pengertian tersebut dengan contoh dan sifat-sifatnya. Penelitian ini menje-

laskan mengenai derajat dan derajat total dari suatu vertek dalam *maximal product* dari struktur-struktur graf *fuzzy* serta diberikan beberapa sifat-sifatnya. Penelitian ini diberikan penerapan dari struktur graf *fuzzy* yaitu mengenai identifikasi isu-isu yang paling kontroversial di antara negara-negara.

Penelitian yang dilakukan Akram dan Sitara (2019) membahas mengenai beberapa pengertian dari struktur graf *fuzzy* kuat, lengkap, terhubung, dan reguler serta menghasilkan *semi strong min-product* dari struktur graf *fuzzy* tersebut. Penelitian ini menghitung derajat dan derajat total vertek pada *semi strong min-product*. Lebih lanjut, penelitian ini menyajikan sebuah aplikasi dari struktur graf *fuzzy* dalam pengambilan keputusan, yaitu identifikasi layanan perjalanan terbaik.

Banyak penelitian yang membahas mengenai struktur graf *fuzzy*, adapun perbedaan dan persamaan terhadap penelitian yang penulis akan lakukan ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perbedaan dan Persamaan Penelitian

No.	Judul	Penulis	Perbedaan	Persamaan
1.	On Generalised Fuzzy Graph Structures, 2011.	T. Denish and T. V. Ramakrishnan	Membahas mengenai konsep ρ_i -cycle, ρ_i -tree, ρ_i -forest, fuzzy ρ_i -cycle, fuzzy ρ_i -tree, fuzzy ρ_i -forest.	Membahas mengenai konsep ρ_i -edge, ρ_i -path.

No.	Judul	Penulis	Perbedaan	Persamaan
2.	Fuzzy Graph Structures and Its Properties, 2016.	Purnima Harinath and S. Lavanya	Membahas mengenai struktur graf <i>fuzzy</i> Gear dan Bistar.	Membahas mengenai konsep dasar struktur graf <i>fuzzy</i> .
3.	On m -Polar Fuzzy Graph Structures, 2016.	Muhammad Akram, Rabbia Akmal, and Noura Alshehri	Membahas mengenai konsep struktur graf <i>fuzzy m</i> -polar dan beberapa operasi seperti produk cartesian, produk silang, produk <i>lexicographics</i> , dan sebagainya.	Membahas mengenai konsep dasar struktur graf <i>fuzzy</i> .
4.	Fuzzy Graph Structures with Application, 2019.	Muzzamal Sitara, Muhammad Akram, and Muhammad Yousaf Bhatti	Membahas mengenai <i>maximal products</i> dari struktur graf <i>fuzzy</i> .	Membahas mengenai konsep dasar struktur graf <i>fuzzy</i> dan reguler.
5.	Certain Fuzzy Graph Structures, 2019.	Muhammad Akram and Muzzamal Sitara	Menyajikan aplikasi dari struktur graf <i>fuzzy</i> dalam pengambilan keputusan.	Membahas mengenai <i>semi strong min-product</i> dan beberapa jenis struktur graf <i>fuzzy</i> .

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah diuraikan, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai konsep struktur graf *fuzzy* meliputi kuat, lengkap, terhubung, dan reguler. Selanjutnya akan dibahas *semi strong min-product* yang dihasilkan dari dua struktur graf *fuzzy* melalui operasi komposisi. Selain itu, didefinisikan derajat vertek dan derajat total vertek pada *semi strong min-product*. Terdapat perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini menyajikan sebuah aplikasi dari struktur graf *fuzzy* dalam pengambilan keputusan, yaitu identifikasi agen perjalanan terbaik dari beberapa kota di Pulau Jawa.

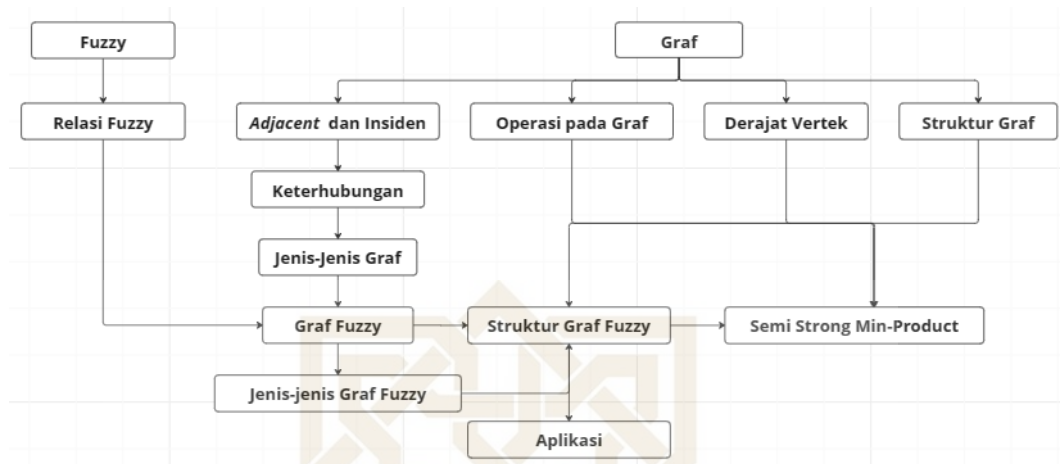
1.7. Metode Penelitian

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan metode studi literatur. Metode tersebut dilakukan dengan mengambil dan mengkaji beberapa buku-buku referensi, jurnal-jurnal terkait topik, karya ilmiah, dan referensi lainnya yang membahas mengenai konsep graf *fuzzy*, struktur graf, dan struktur graf *fuzzy*.

Langkah awal dimulai dari dibahas konsep dasar graf yaitu meliputi derajat vertek, keterhubungan, jenis-jenis graf, dan operasi pada graf. Pembahasan selanjutnya akan dijelaskan mengenai konsep *fuzzy* yaitu meliputi *support* pada himpunan *fuzzy* dan relasi *fuzzy*. Serta lebih lanjut dibahas konsep graf *fuzzy* yaitu meliputi *path* dalam graf *fuzzy*, derajat vertek, dan jenis-jenis graf *fuzzy*.

Selanjutnya akan dijelaskan tentang konsep struktur graf serta derajat vertek pada struktur graf. Struktur graf merupakan generalisasi dari graf. Pembahasan selanjutnya akan dijelaskan tentang konsep struktur graf *fuzzy* yaitu meliputi μ_i -derajat dari derajat vertek v dan beberapa jenis dari struktur graf *fuzzy*. Pembahasan selanjutnya akan menjelaskan tentang *semi strong min-product* yang dihasilkan dari dua struktur graf *fuzzy*. Kemudian akan disajikan aplikasi dari struktur graf *fuzzy*

yaitu identifikasi layanan perjalanan terbaik. Berikut skema alur dari penelitian ini.



Gambar 1.1 Skema Metode Penelitian

1.8. Sistematika Penulisan

Untuk menulis tugas akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 : DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang konsep dasar graf, *fuzzy*, dan graf *fuzzy*.

3. BAB 3 : STRUKTUR GRAF FUZZY

Bab ini membahas tentang konsep dasar struktur graf, struktur graf *fuzzy*, dan *semi strong min-product* yang dihasilkan dari dua struktur graf *fuzzy* beserta teorema yang berlaku di dalamnya.

4. BAB 4 : APLIKASI

Bab ini membahas pengaplikasian atau penerapan dari struktur graf *fuzzy*.

5. BAB 5 : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan penelitian dan saran dari penulis terhadap pengembangan penelitian.



BAB V

PENUTUP

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

5.1. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan pembuatan skripsi ini, kesimpulan yang dapat diperoleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Konsep struktur graf *fuzzy* merupakan pengembangan dari struktur graf dengan penambahan syarat nilai keanggotaan *fuzzy* pada himpunan vertek dan nilai keanggotaan pada himpunan relasi harus kurang dari atau sama dengan vertek yang *adjacent*. Kemudian konsep *semi strong min-product* adalah operasi komposisi dari dua struktur graf *fuzzy*. Teorema-teorema yang berkaitan dengan *semi strong min-product* dari struktur graf *fuzzy* dengan derajat vertek dan derajat total vertek adalah sebagai berikut:
 - a. Jika struktur graf *fuzzy* kuat G_1 dan G_2 maka *semi strong min-product* dari G_1 dan G_2 adalah struktur graf *fuzzy* kuat dengan derajat keanggotaan vertek G_2 kurang dari atau sama dengan derajat keanggotaan vertek G_1 dan derajat keanggotaan *edge* G_1 dan G_2 adalah fungsi konstan.
 - b. Jika struktur graf *fuzzy* komplit G_1 dan G_2 maka *semi strong min-product* dari G_1 dan G_2 adalah struktur graf *fuzzy* komplit dengan derajat keanggotaan vertek G_2 kurang dari atau sama dengan derajat keanggotaan vertek

- G_1 dan derajat keanggotaan *edge* G_1 dan G_2 adalah fungsi konstan.
- c. *semi strong min-product* $G_1[G_2]_{min}$ adalah struktur graf *fuzzy* terhubung jika dan hanya jika G_1 adalah struktur graf *fuzzy* terhubung.
 - d. *semi strong min-product* $G_1[G_2]_{min}$ adalah struktur graf *fuzzy* reguler jika dan hanya jika G_1 dan G_2 adalah struktur graf *fuzzy* reguler dengan derajat keanggotaan *edge* G_2 kurang dari atau sama dengan derajat keanggotaan vertek G_1 .
 - e. *semi strong min-product* $G_1[G_2]_{min}$ adalah struktur graf *fuzzy* reguler total jika dan hanya jika G_1 dan G_2 adalah struktur graf *fuzzy* reguler total dengan derajat keanggotaan *edge* G_2 kurang dari atau sama dengan derajat keanggotaan vertek G_1 .
2. Aplikasi dari struktur graf *fuzzy* dapat mengidentifikasi agen perjalanan terbaik pada beberapa kota di Pulau Jawa. Langkah pertama untuk menentukannya adalah dengan cara memasukkan himpunan vertek dari kota-kota dan himpunan *fuzzy* agen perjalanan yang menyediakan layanan dari satu kota ke kota lain. Selanjutnya dibentuk relasi-relasi dari agen perjalanan tersebut dengan syarat saling *disjoint*, simetris, dan tidak refleksif. Kemudian dibuatlah struktur graf pada himpunan kota dengan relasi yang menunjukkan agen perjalanan terbaik. Tambahkan semua elemen relasi dengan nilai keanggotaannya, sehingga diperoleh struktur graf *fuzzy* yang setiap *edge*-nya mengidentifikasi agen perjalanan terbaik.

5.2. Saran

Berikut ini adalah saran yang akan diberikan oleh penulis untuk penelitian yang akan datang:

1. Penelitian berikutnya dapat dilakukan pada aspek-aspek lain yang lebih aplikatif dengan konsep struktur graf *fuzzy* dan pengembangannya pada konsep *semi strong min-product*.
2. Aplikasi ini hanya dibatasi pada satu faktor yaitu harga tiket. Diharapkan ada penelitian untuk menambahkan beberapa faktor seperti, waktu tempuh, fasilitas perjalanan, serta keamanan perjalanan dengan minimnya tingkat kecelakaan.
3. Penelitian selanjutnya penulis menyarankan konsep *semi strong min-product* dapat dikembangkan secara teoritis dengan diperluas himpunan *fuzzy* menggunakan konsep *intuitionistic fuzzy set* dan *pythagorean fuzzy set*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, M., Akmal, R., & Alshehri, N. (2016). On m-polar fuzzy graph structures. *Springerplus*.
- Akram, M. & Sitara, M. (2019). Certain fuzzy graph structures. *Journal of Applied Mathematics and Computing*.
- Dinesh, T. (2011). *A study on graph structures, incidence algebras and their fuzzy analogues*. PhD thesis, Kannur University.
- Dinesh, T. & Ramakrishnan, T. (2011). On generalised fuzzy graph structures. *Applied Mathematical Sciences*.
- Gani, N. & Radha, K. (2008). On regular fuzzy graphs.
- Gani, N. & Radha, K. (2009). The degree of a vertex in some fuzzy graphs. *Int. J. Algorithms Comput. Math.*
- Harary, F. (1969). *Graph Theory*. Addison-Wesley Pub. Co.
- Harinath, P. & Lavanya, S. (2016). Fuzzy graph structures and its properties. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(43).
- Kauffman, A. (1973). Introduction a la theorie des sous-ensembles flous, masson et cie.
- Munandar, A. (2022). *Pengantar Matematika Diskrit dan Teori Graf*. Sleman : Deepublish (CV Budi Utama).

Pal, M., anta, S., & Ghorai, G. (2020). *Modern Trends in Fuzzy Graph Theory*. Springer Singapore.

Rosenfeld, A. (1975). *Fuzzy Graphs, In Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*. New York: Academic Press.

Sampathkumar, E. (2006). Generalized graph structures. *Bull. Kerala Math. Assoc.*

Sitara, M., Akram, M., & Bhatti, M. Y. (2019). Fuzzy graph structures with application. *Mathematics*.

Zadeh, L. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Information sciences*.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353.