

21.582/H/05



APLIKASI LOGIKA FUZZY PADA SISTEM LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG

Oleh :

MM. NORA ADHITAMA PERMANA
NRP. 1200.100.013



RSMa
511.313
Per
a-1
2005

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	5-4-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	221617

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

SKRIPSI
APLIKASI LOGIKA FUZZY
PADA SISTEM LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG

dipersiapkan dan diusulkan oleh :

MM. NORA ADHITAMA PERMANA
NRP. 1200.100.013

telah dipertahankan di depan tim penguji
pada tanggal : 13 Januari 2005

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I,



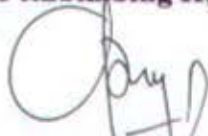
Drs. I Gst. Ngurah Rai Usadha, MSi
NIP. 131 846 103

Anggota Tim Penguji



1. Drs. Sutrisno, MIKomp
NIP. 131 629 805

Pembimbing II,



Imam Mukhlash, SSi, MT
NIP. 132 094 085



2. Drs. Suhud Wahyudi
NIP. 131 651 427

**Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika**

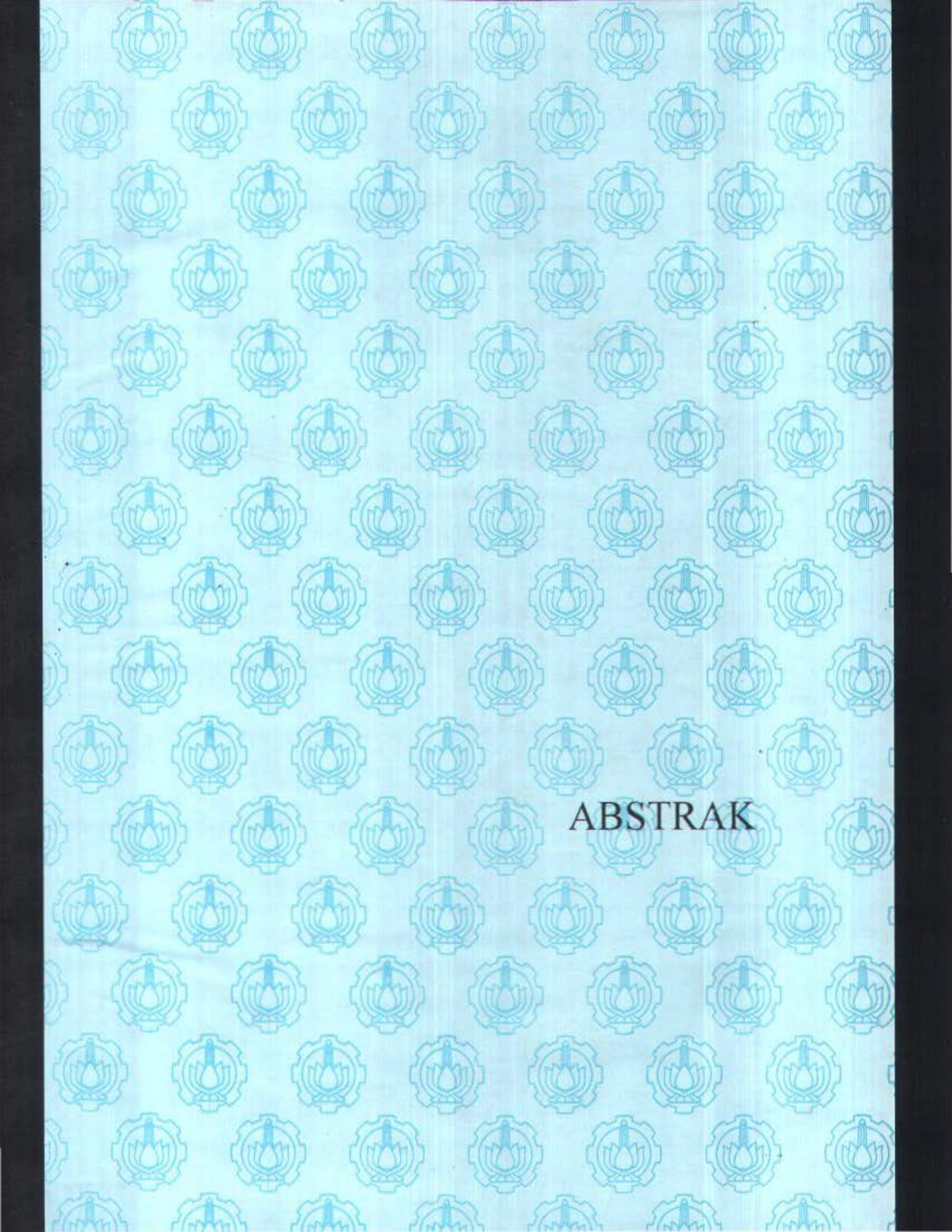
Surabaya, 13 Januari 2005

Ketua Jurusan Matematika

FMIPA ITS



Drs. Lukman Hanafi, MSc
NIP. 131 782 039



ABSTRAK

ABSTRAK

Tuntutan masyarakat akan layanan transportasi dewasa ini semakin meningkat. Untuk itu diperlukan suatu layanan antar jemput bersama yang handal dan aman. Perusahaan yang bergerak dalam bidang layanan transportasi, menyediakan jasa transportasi dengan menerima reservasi melalui telepon dari para penumpang.

Sistem layanan antar jemput penumpang pada tugas akhir ini dikembangkan secara dinamis dimana permintaan akan layanan transportasi (reservasi) dapat dilakukan *real time*. Untuk memilih kendaraan yang akan ditugaskan untuk melayani reservasi *real time* tersebut dan merancang rute baru bagi kendaraan terpilih, dikembangkan tiga (3) algoritma yang direpresentasikan sebagai kumpulan aturan inferensi fuzzy.

Algoritma pertama digunakan untuk menentukan waktu perjalanan tiap ruas jalan, algoritma kedua digunakan untuk memilih kendaraan yang akan ditugaskan untuk melayani reservasi *real time*, sedangkan algoritma ketiga digunakan untuk merancang rute baru bagi kendaraan terpilih.

Model yang dikembangkan dengan penerapan algoritma di atas, dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dalam kaitannya dengan layanan antar jemput penumpang yang bersifat dinamis.

Kata kunci : *Aturan inferensi fuzzy, Transportasi*

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Bapa yang Maha Pengasih dan Maha Kuasa, karena atas berkat, anugerah, bimbingan dan pimpinannya semata penulis bisa menyelesaikan Skripsi dengan judul "APLIKASI LOGIKA FUZZY PADA SISTEM LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG".

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis sebagai manusia yang penuh kekurangan tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak dan untuk itu perkenankan penulis untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan ibunda yang selalu tulus mendoakan, mencintai dan memotivasi.
2. Drs. Lukman Hanafi, MSc, selaku Ketua Jurusan Matematika ITS.
3. Drs. I Gst. Ngurah. Rai Usadha, MSi, selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing selama pelaksanaan Tugas Akhir.
4. Imam Mukhlash, SSi, MT selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing selama pelaksanaan Tugas Akhir
5. Didik Khusnul Arif SSi, MSi, selaku koordinator Tugas Akhir Jurusan Matematika FMIPA ITS.
6. Seluruh dosen Jurusan Matematika FMIPA ITS
7. Seluruh karyawan/karyawati Jurusan Matematika FMIPA ITS, atas keramahan dan bantuannya.
8. Teman-teman Matematika ITS.
9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan serta kekeliruan yang harus dibenahi karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan karya-karya penulis selanjutnya.

Akhir kata, penulis memohon maaf jika terdapat hal-hal yang kurang berkenan. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. *Soli Deo Gloria*

Surabaya, Januari 2005

Penulis,

MM. Nora Adhitama Permana

Lembar Persembahan

Allah Bapa yang Maha Kuasa yang memampukan segalanya sehingga karya ini terselesaikan,
yang telah menguatkan penulis, yang telah mengizinkan penulis untuk membahagiakan kedua orang
tua penulis lewat karya ini. *Sola Deo*

Ayahanda dan ibunda tercinta, yang senantiasa mendoakan, menguatkan lewat doa, senantiasa memberi
dukungan dan semangat.

D' Neo Phillean, m' surya - bpk kepala sekolah, cigit - bpk rik. kepala sekolah sekaligus conductor,
ibu guru tyas, john - ketua osis dan rinata - ketua kelas. D' Sopranos, m' tantin, deni, aisk, rinda,
puji, bella, meme, dedeth, dyah - sisikal. D' Altos, lisa, dyah - lling, krisyanti, gita. D' Tenors, mika,
damora, cak ant, nempy, ancis, niniin. D' Bass, rinata, john, dika, danang, nala, erico, simon, anto.
D' Pianis, dina. Our coach, ko richard.

Sobat di Papua, okky, k' ai, k' dy, k' yuleks, bpk-ib tangkepayung, k' ian, k' ape, agnes, .. dll.
We've done many impossible things, we've been through a hardest time together, .. love u all.
In memoir of Papua, Great is Thy Faithfulness ...

Predators' 00 :
retno d' ta - kom .. , winarno .. cayo !!, angelin d' sulitin, elly matoh, hj. ulil, ib dosen era, neni - lele,
lina, ibu anik, qiqi, berta, destina, m' luluk, nyambiekero : hardian, aan, lutfi, botol, jay, mat, denis,
teddy - gembeluk, adin, mbah din, dll.

pdam's kru, yan, bpk. mat, aan, jay, mbah din, m' topan, m' ibad, santo, sodikin yang telah
menyediakan waktu untuk menjawab kebingungan penulis.

Para pejuang t-a, bpk boyo, m' singgih, m' topan, m' danu, arif, m' mufidah, felly, kawan-kawan '01
Penghuni S-1, hesti - cheersss ☺ .. !!, niniid, riska, novi, rida (o klip) - little paa, meme, fitri, te isrin,
m' dee, m' den, m' ida, m' yo, m' tanti, m' farah, kalian semua telah menjadi penghiburan sekaligus
kesumpekkanku .. terima kasih tuk semua dukungan, pujian dan hinaan kalian selama ini.

Segenap himatika's kru .. ♪ .. Hidup Himatika .. ♪ .. !!

Karyawan Matematika ITS n RPPSI, bu salma, bu nanik, pak joko, pak toat, pak kamin, pak
muladi, pak agung, m' anik dan nina terima kasih atas bantuannya selama ini.

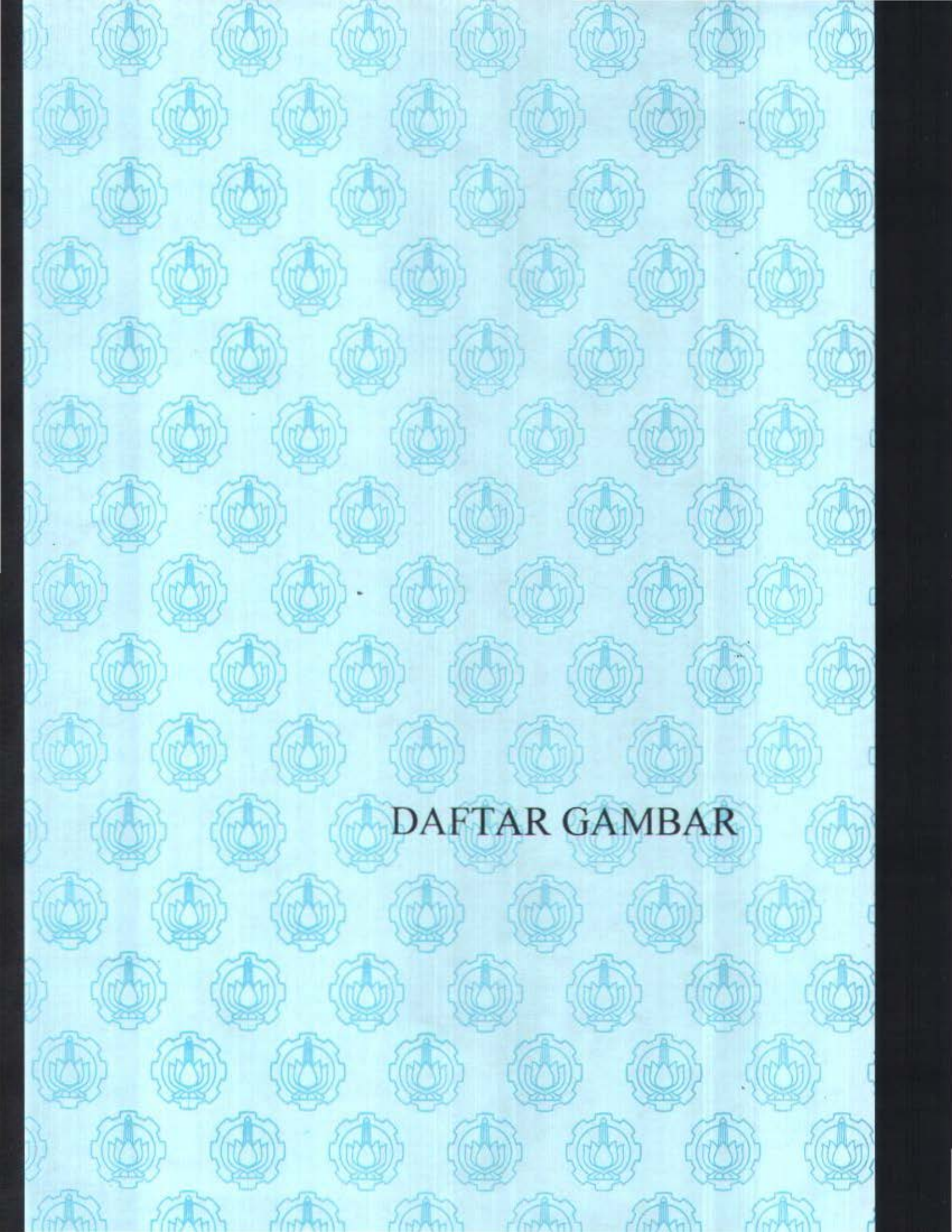
I'm not perfect, yes I do wrong
I'm trying my best but it ain't good enough
Seems like I always fall short of being worthy
Cause I ain't good enough
But the Lord been good to me, He still loves me
"Sola Deo Gloria"

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	5
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	7
BAB II DASAR TEORI	8
2.1 Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	9
2.2 Himpunan Crisp	9
2.3 Teori Himpunan Fuzzy	10
2.3.1 Himpunan Fuzzy	11
2.3.2 Fungsi Keanggotaan	12
2.3.3 Operasi-operasi Himpunan Fuzzy	13
2.3.4 Variabel Linguistik	14
2.4 Logika Fuzzy	15
2.4.1 Fuzzyfikasi	15
2.4.2 Aturan Inferensi Fuzzy	15
2.4.3 Fuzzy Knowledge Base	16
2.4.4 Defuzzyfikasi	17
2.5 Graph	17
2.5.1 Definisi Graph	17
2.5.2 Aplikasi Graph	18

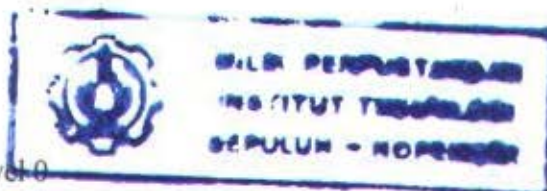
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN	
SISTEM LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG	20
3.1 Asumsi Dasar	20
3.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak	21
3.3 Perancangan Sistem	22
3.3.1 Perancangan Proses	
Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	22
3.3.1.1 Proses Awal	22
3.3.1.2 Proses Perubahan Rute	28
3.3.2 Diagram Aliran Data (Data Flow Diagram)	42
3.3.3 Perancangan Data	50
3.3.4 Perancangan Antar Muka (Interface)	53
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA PERANGKAT LUNAK	
4.1 Implementasi Perangkat Lunak	56
4.1.1 Implementasi Pengkodean Sistem	56
4.1.2 Implementasi Antar Muka Sistem	64
4.2 Uji Coba Perangkat Lunak	72
4.2.1 Uji Coba Proses Perhitungan Waktu Perjalanan	72
4.2.2 Uji Coba Proses Pemilihan Kendaraan	73
4.2.3 Uji Coba Proses Perubahan Rute Kendaraan Terpilih ...	77
4.3 Analisa Hasil	82
4.3.1 Hasil Proses Perhitungan Waktu Perjalanan	82
4.3.2 Analisa Hasil Proses Perhitungan Waktu Perjalanan	82
4.3.3 Hasil Proses Pemilihan Kendaraan	
dan Perubahan Rute Kendaraan Terpilih	82
4.3.4 Analisa Hasil Proses Penerimaan Reservasi Baru	88
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91



DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik fungsi himpunan 'panjang' dalam pengertian fuzzy.....	11
Gambar 2.2	Grafik fungsi himpunan 'panjang' dalam pengertian crisp.....	11
Gambar 2.3	Grafik fungsi keanggotaan himpunan fuzzy $\tilde{A}$	12
Gambar 2.4	Fungsi-S	12
Gambar 2.5	Fungsi-T	13
Gambar 2.6	Struktur dasar sistem dalam logika fuzzy.....	17
Gambar 2.7	Graph berarah	18
Gambar 2.8	Graph tak berarah	18
Gambar 2.9	Rute kendaraan yang direpresentasikan dengan graph	19
Gambar 3.1	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'kepadatan'.....	24
Gambar 3.2	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'kerawanan'.....	25
Gambar 3.3	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'waktu tunda'	27
Gambar 3.4	Bagan proses perubahan rute	28
Gambar 3.5	Jarak tambahan kendaraan dan waktu tunggu kendaraan	29
Gambar 3.6	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'tambahan jarak kendaraan'	30
Gambar 3.7	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'waktu tunggu kendaraan'	31
Gambar 3.8	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'preference'.....	34
Gambar 3.9	Alternatif rute baru	36
Gambar 3.10	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'tambahan jarak perjalanan penumpang'	37
Gambar 3.11	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'tambahan waktu perjalanan penumpang'	38
Gambar 3.12	Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'tingkat kepuasan'	41
Gambar 3.13	Context diagram Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	42



Gambar 3.14	Diagram Alir Data Level 0 Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	43
Gambar 3.15	Diagram Alir Data Level 1 Proses Perhitungan Waktu Perjalanan	45
Gambar 3.16	Diagram Alir Data Level 1 Sistem Perubah Rute	46
Gambar 3.17	Diagram Alir Data Level 2 Proses Pemilihan Kendaraan	48
Gambar 3.18	Diagram Alir Data Level 2 Proses Perubahan Rute Kendaraan Terpilih	50
Gambar 3.19	Entity Relationship Diagram (ER Diagram) Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	52
Gambar 3.20	Conceptual Data Model (CDM) Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	52
Gambar 3.21	Physical Data Model (PDM) Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang	53
Gambar 3.22	Struktur Menu Perangkat Lunak	55
Gambar 4.1	Form Login	64
Gambar 4.2	Form Utama	65
Gambar 4.3	Form Update Node	65
Gambar 4.4	Form Input Nama Node	66
Gambar 4.5	Form Update Jalan	66
Gambar 4.6	Form Update Rule	67
Gambar 4.7	Data Penumpang	67
Gambar 4.8	Form Hitung Waktu Tunda	68
Gambar 4.9	Rute Awal Kendaraan	69
Gambar 4.10	Simulasi Rute Perjalanan Kendaraan	69
Gambar 4.11	Form Input Calon Penumpang	70
Gambar 4.12	Simulasi Rute Perjalanan Kendaraan setelah terdapat reservasi baru	71
Gambar 4.13	Form Laporan Layanan	71
Gambar 4.14	Alternatif Rute Baru Kendaraan 2	77

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai linguistik untuk variabel linguistik kondisi jalan	25
Tabel 3.2	Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma I	26
Tabel 3.3	Nilai linguistik untuk variabel linguistik waktu tunda	27
Tabel 3.4	Nilai linguistik untuk variabel input algoritma II	32
Tabel 3.5	Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma II	33
Tabel 3.6	Nilai linguistik untuk variabel linguistik preference	34
Tabel 3.7	Nilai linguistik untuk variabel input algoritma III	39
Tabel 3.8	Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma III	40
Tabel 3.9	Tabel Jalan	51
Tabel 3.10	Tabel Node	51
Tabel 3.11	Tabel Penumpang	51
Tabel 4.1	Data penumpang untuk reservasi tanggal 3 Januari 2004	68
Tabel 4.2	Data 'Jalan 1'	72
Tabel 4.3	Variabel fuzzy kepadatan	72
Tabel 4.4	Variabel fuzzy kerawanan	72
Tabel 4.5	Variabel fuzzy waktu tunda hasil inferensi algoritma I	73
Tabel 4.6	Rute perjalanan kendaraan tanggal 3 Januari 2004	74
Tabel 4.7	Data calon penumpang	74
Tabel 4.8	Jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan	74
Tabel 4.9	Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 1	75
Tabel 4.10	Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 2	75
Tabel 4.11	Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 3	75
Tabel 4.12	Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 1	75
Tabel 4.13	Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 2	76
Tabel 4.14	Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 3	76
Tabel 4.15	Variabel fuzzy preference kendaraan 1	76
Tabel 4.16	Variabel fuzzy preference kendaraan 2	76
Tabel 4.17	Variabel fuzzy preference kendaraan 3	76
Tabel 4.18	Nilai preference	77
Tabel 4.19	Tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang	

	masing-masing rute	78
Tabel 4.20	Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 1	78
Tabel 4.21	Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 2	79
Tabel 4.22	Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 3	79
Tabel 4.23	Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 4	79
Tabel 4.24	Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 1	79
Tabel 4.25	Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 2	79
Tabel 4.26	Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 3	80
Tabel 4.27	Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 4	80
Tabel 4.28	Variabel fuzzy preference kendaraan 1	80
Tabel 4.29	Variabel fuzzy preference kendaraan 2	80
Tabel 4.30	Variabel fuzzy preference kendaraan 3	80
Tabel 4.31	Variabel fuzzy preference kendaraan 4	81
Tabel 4.32	Nilai preference	81
Tabel 4.33	Jumlah kendaraan dan waktu kedatangan kendaraan 2	81
Tabel 4.34	Tabel perhitungan waktu perjalanan beberapa ruas jalan	82
Tabel 4.35	Data Penumpang	83
Tabel 4.36	Reservasi	83
Tabel 4.37	Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih	83
Tabel 4.38	Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih	84
Tabel 4.39	Jumlah kendaraan dan waktu kedatangan kendaraan 3	84
Tabel 4.40	Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih	85
Tabel 4.41	Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih	85
Tabel 4.42	Jumlah kendaraan dan waktu kedatangan kendaraan 1	85
Tabel 4.43	Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih	86

Tabel 4.44	Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih	86
Tabel 4.45	Jumlah kendaraan dan waktu kedatangan kendaraan 2	87
Tabel 4.46	Laporan hasil uji coba	88

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan laju pertumbuhan mobilitas manusia dewasa ini, maka tuntutan masyarakat akan layanan transportasi juga semakin meningkat, dan tentu saja hal ini akan menyebabkan kepadatan lalu lintas terutama di kota-kota besar. Untuk itu diperlukan suatu layanan antar jemput bersama yang handal dan aman yang mampu melayani sejumlah besar permintaan penumpang pada suatu waktu tertentu dengan meminimalkan jarak dan waktu perjalanan total yang ditempuh kendaraan, mengurangi jumlah kendaraan yang diperlukan, dan lain-lain yang pemesanan layanan antar jemput (reservasi) dapat dilakukan melalui telepon.

Sistem layanan antar jemput penumpang pada tugas akhir ini dikembangkan secara dinamis dimana pemesanan layanan bisa dilakukan baik sebelum maupun setelah proses layanan dimulai, sedangkan pada sistem layanan antar jemput penumpang statis, pemesanan layanan dilakukan pada hari sebelum layanan dimulai. Dengan demikian penjadwalan rute tiap kendaraan dibuat secara dinamis sesuai dengan adanya pemesanan layanan dari penumpang baru sehingga penumpang baru bisa dilayani dengan relatif cepat.

Sistem layanan antar jemput penumpang yang dinamis pada tugas akhir ini dikembangkan dengan menggunakan logika fuzzy. Jika diperhatikan, baik para penumpang, pengemudi maupun operator yang menerima pemesanan layanan dan yang menentukan rute dari masing-masing kendaraan mempunyai ketidakpastian pada permasalahan waktu perjalanan. Dalam kehidupan sehari-hari, tidak pernah

digunakan frase seperti “waktu perjalanannya 17 menit 26 detik” melainkan biasa digunakan pendekatan numerik seperti “waktu perjalanannya sekitar 20 menit” atau bentuk linguistik seperti “waktu perjalanannya sangat pendek.” Waktu perjalanan yang diberikan baik secara pendekatan numerik atau linguistik bisa direpresentasikan dengan himpunan fuzzy tertentu. Selain itu, ketidakpastian waktu perjalanan juga disebabkan karena kondisi jalan yang sifatnya dinamis dimana kondisi selalu berubah dengan mempertimbangkan faktor kemacetan dan kerawanan kecelakaan.

Penyisipan pemesanan layanan penumpang baru pada rute yang telah direncanakan akan menambah waktu dan jarak total perjalanan kendaraan. Dalam membuat keputusan kendaraan yang akan ditugaskan, operator menggunakan bentuk linguistik seperti “tambahan jarak perjalanan kendaraan yang besar” atau waktu tunggu kendaraan yang pendek” dan lain-lain. Logika fuzzy bisa digunakan untuk menyediakan ekspresi dari aturan linguistik.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai perubahan jadwal rute awal kendaraan berdasarkan pemesanan melalui telepon yang dilakukan oleh penumpang baru untuk layanan pada hari dimana ia melakukan pemesanan.

Adapun permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan algoritma untuk menentukan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang.
2. Mengembangkan algoritma untuk menentukan kendaraan yang akan melayani pemesanan layanan penumpang baru untuk layanan pada hari dimana ia melakukan pemesanan.

3. Mengembangkan algoritma untuk merancang rute baru bagi kendaraan yang terpilih melayani pemesanan layanan penumpang baru tersebut.
4. Mengimplementasikan algoritma tersebut di atas.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah menyelesaikan masalah transportasi dengan mengaplikasikan logika fuzzy dalam kaitannya dengan layanan antar jemput penumpang yang bersifat dinamis, dimana penumpang dapat melakukan pemesanan layanan setiap saat sehingga rute perjalanan setiap kendaraan dibuat dinamis sesuai dengan adanya pemesanan layanan dari para penumpang.

Sedangkan manfaat dalam pembuatan tugas akhir ini adalah dengan pengembangan dan penerapan tugas akhir tersebut pada kasus real diharapkan dapat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan layanan transportasi sekaligus untuk mengurangi kemacetan lalu lintas.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini antara lain :

1. Pada tugas akhir ini, tidak dibahas mengenai penjadwalan rute awal kendaraan. Jadwal rute awal kendaraan merupakan input sistem, dimana node-node yang ada pada rute awal merupakan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang yang pemesanannya dilakukan pada hari sebelum layanan dimulai.
2. Parameter yang digunakan dalam penentuan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang adalah waktu perjalanan normal, tingkat

- kepadatan dan kerawanan. Hal-hal yang bersifat fatal seperti kecelakaan, jembatan rusak dan kejadian-kejadian mendadak lain, diabaikan oleh sistem.
3. Node-node yang ada pada rute merupakan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang yang telah melakukan reservasi.
 4. Himpunan semua node dan jalur adalah tertentu yang dalam hal ini diasumsikan sebagai ruang node dan jalur. Pemesanan yang lokasi penjemputan atau pengantarannya di luar ruang node tidak akan dilayani.
 5. Pada awal layanan, semua kendaraan berlokasi di depot (pangkalan). Pada tugas akhir ini diasumsikan hanya ada satu depot.
 6. Setelah menyelesaikan rute yang telah ditugaskan, masing-masing kendaraan diasumsikan kembali ke depot.
 7. Semua kendaraan mempunyai tipe, kapasitas yang sama serta mempunyai jumlah yang terbatas.
 8. Pemesanan layanan antar jemput (reservasi) dilakukan melalui telepon.
 9. Layanan antar jemput penumpang yang dimaksudkan adalah layanan antar jemput orang yang tidak membawa barang dalam kapasitas yang besar.
 10. Rute kendaraan disimulasikan dengan graph terbatas.
 11. Pembatalan reservasi yang dilakukan pada hari dimana ia memesan layanan diasumsikan tidak ada.
 12. Setiap ruas jalan yang ada pada basis data mempunyai tingkat kepadatan dan kerawanan yang diperhitungkan dalam satu (1) periode.
 13. Para penumpang tidak dapat menentukan waktu penjemputan dan waktu tiba di node-node yang diinginkan. Waktu penjemputan dan waktu tiba ditentukan oleh

rute dengan mempertimbangkan waktu perjalanan normal dan waktu tunda masing-masing ruas jalan.

14. Reservasi dilayani secara berurutan.

1.5. Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini antara lain :

1. Studi literatur

Kegiatan yang dilakukan pada langkah ini meliputi pembelajaran konsep fuzzy fuzzy (yang meliputi fuzzyfikasi, inferensi dan defuzzyfikasi), algoritma aturan fuzzy, aritmatika fuzzy dan konsep sistem layanan antar jemput penumpang.

2. Analisa sistem

Dalam langkah ini dirumuskan algoritma yang digunakan. Adapun algoritma yang akan dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Algoritma untuk menentukan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang yang akan digunakan sebagai parameter dalam algoritma kedua dan ketiga. Waktu tunggu kendaraan merupakan waktu perjalanan kendaraan untuk menempuh jarak dari posisi kendaraan tersebut pada saat penumpang baru melakukan pemesanan untuk layanan pada hari dimana ia ingin dilayani menuju lokasi penjemputan yang diinginkan oleh penumpang baru tersebut. Sedangkan tambahan waktu perjalanan penumpang merupakan selisih antara waktu untuk menempuh node-node pada rute awal kendaraan dengan waktu untuk menempuh node-node pada rute yang akan direncanakan bagi suatu kendaraan setelah adanya permintaan dari penumpang baru untuk layanan pada hari dimana ia melakukan pemesanan.

Parameter yang digunakan dalam algoritma ini adalah waktu perjalanan normal, tingkat kepadatan dan kerawanan kecelakaan.

2. Algoritma untuk menentukan kendaraan yang akan melayani pemesanan layanan penumpang baru untuk layanan pada hari dimana ia melakukan pemesanan dengan meminimalkan jarak total kendaraan dan waktu tunggu total kendaraan. Parameter yang digunakan dalam algoritma ini adalah tambahan jarak kendaraan dan waktu tunggu kendaraan.
3. Algoritma untuk merancang rute baru bagi kendaraan yang terpilih melayani pemesanan layanan penumpang baru tersebut dengan meminimalkan waktu total perputaran dan jarak total perputaran rute yang telah ditetapkan sebelumnya. Parameter yang digunakan dalam algoritma ini adalah tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang.

Adapun kendaraan-kendaraan yang dipertimbangkan dalam algoritma di atas merupakan kendaraan-kendaraan yang memenuhi batasan operasional berupa batasan kapasitas kendaraan dan batasan toleransi waktu kedatangan di suatu lokasi.

Dalam sistem layanan antar jemput penumpang yang dikembangkan dalam tugas akhir ini terdapat kemungkinan ada pemesanan layanan untuk lebih dari 1(satu) penumpang dalam sekali telepon.

3. Desain dan implementasi perangkat lunak

Pada langkah ini, perangkat lunak dirancang dengan menerapkan algoritma yang sudah ditentukan sebelumnya dan mengimplementasikannya dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0.

4. Uji coba dan evaluasi perangkat lunak

Dalam langkah ini dilakukan uji coba dan evaluasi terhadap program yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan perbaikan jika perlu.

5. Penulisan tugas akhir

Kegiatan ini berupa pembuatan dokumentasi untuk setiap tahap yang telah disusun dalam sebuah buku laporan.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II Dasar Teori

Berisi teori-teori yang mendasari penyelesaian permasalahan dalam tugas akhir ini.

BAB III Analisa dan Perancangan Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

Berisi tentang analisa kebutuhan perangkat lunak dan perancangan perangkat lunak

BAB IV Implementasi dan Ujicoba Perangkat Lunak

Berisi implementasi perangkat lunak yang telah dibuat dan ujicoba terhadap perangkat lunak tersebut

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran-saran

BAB II DASAR TEORI



BAB II

DASAR TEORI

Irawati (2002) telah membahas tentang pemilihan rute perjalanan. Pemilihan rute ini mempertimbangkan waktu tempuh terpendek dengan menerapkan logika fuzzy. Dalam karya tulis tersebut diasumsikan pengemudi mengemudikan kendaraannya dari daerah asal ke tujuan tanpa adanya keharusan untuk kembali ke tempat sebelumnya untuk tujuan tertentu, misalnya untuk menjemput penumpang.

Dalam tugas akhir ini akan dikembangkan suatu sistem transportasi angkutan (orang) yang bersifat dinamis dimana rute perjalanan dapat berubah apabila ada pemesanan layanan ke operator.

Dalam penentuan waktu tempuh terdapat banyak faktor yang mempengaruhi karena kondisi jalan yang sifatnya dinamis dimana suatu hal tidak pasti terjadi pada saat dan cara yang sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu tempuh adalah seperti faktor kemacetan, kerawanan kecelakaan dan lain-lain. Ketidakpastian yang terjadi pada waktu tempuh ini sulit diselesaikan dengan menggunakan matematika crisp karena akan banyak asumsi. Logika fuzzy dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian pada waktu tempuh.

Tugas akhir ini merupakan pengembangan dari tugas akhir Irawati (2002) dengan menerapkan metode penentuan waktu tempuh untuk mendapatkan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang yang akan digunakan sebagai parameter dalam algoritma kedua dan ketiga (dalam perumusan masalah) untuk menentukan kendaraan yang akan melayani pemesanan baru dan membuat rute baru bagi kendaraan yang terpilih tersebut.

2.1 Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

Sistem Layanan antar jemput penumpang menyediakan layanan antar jemput bagi para penumpang yang telah melakukan reservasi melalui telepon. Sistem layanan antar jemput penumpang ini, dikembangkan secara dinamis dimana penjadwalan rute masing-masing kendaraan dibuat secara dinamis sesuai dengan adanya permintaan layanan dari penumpang baru sehingga permintaan penumpang bisa dilayani dengan relatif cepat.

Pada sistem layanan antar jemput penumpang ini, dikembangkan tiga algoritma. Algoritma yang pertama digunakan untuk menentukan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang. Algoritma yang kedua digunakan untuk menentukan kendaraan yang akan menerima permintaan dari penumpang baru tersebut. Algoritma ketiga digunakan untuk merancang rute baru bagi kendaraan terpilih tersebut.

Sistem layanan antar jemput penumpang ini merupakan layanan transportasi bersama yang berarti bahwa terdapat kemungkinan pengemudi akan menjemput atau menurunkan seorang penumpang sebelum mengantarkan penumpang yang lain yang sudah berada dalam kendaraan tersebut ke tujuannya.

2.2 Himpunan Crisp

Dalam suatu semesta X , suatu himpunan crisp didefinisikan dengan memberikan identitas kepada elemen-elemen yang menjadi anggotanya. Setiap elemen dalam semesta X tersebut mempunyai identitas apakah ia termasuk dalam himpunan tersebut atau tidak. Dalam hal ini, identitas yang diberikan pada tiap elemen dalam semesta adalah 'ya' jika elemen tersebut merupakan anggota

himpunan tersebut, dan 'tidak' jika elemen tersebut bukan merupakan anggota himpunan tersebut.

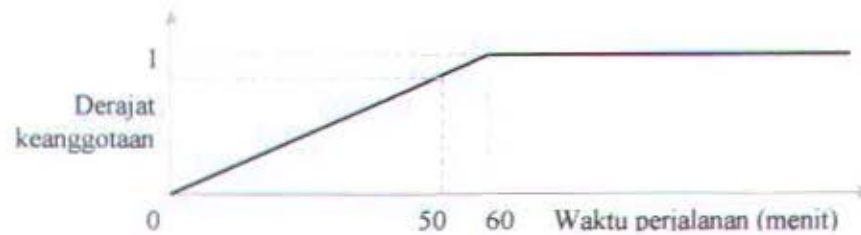
Himpunan crisp dapat dinotasikan dengan $A = \{x | P(x)\}$ yang mengindikasikan bahwa himpunan A terdiri dari elemen-elemen x yang mempunyai sifat P. Sebagai contoh, himpunan $A = \{x | x = \text{mahasiswa ITS}\}$ yang berarti bahwa himpunan A terdiri dari orang-orang yang merupakan mahasiswa ITS

Dalam kehidupan sehari-hari, orang terbiasa dengan properti (nilai) yang tidak bisa diungkapkan dengan dasar sederhana 'ya' dan 'tidak' (crisp). Sebagai contoh, waktu perjalanan dikatakan 'panjang' apabila waktu perjalanan yang ditempuh 60 menit atau lebih. Dalam hal ini jika waktu perjalanan yang ditempuh 59 menit, maka waktu perjalanan dikatakan tidak 'panjang'. Penilaian 'panjang' waktu perjalanan dalam suatu populasi dengan nilai 'ya' dan 'tidak' seperti yang dilakukan pada teori himpunan biasa merupakan jalan yang kurang sesuai.

2.3 Teori Himpunan Fuzzy

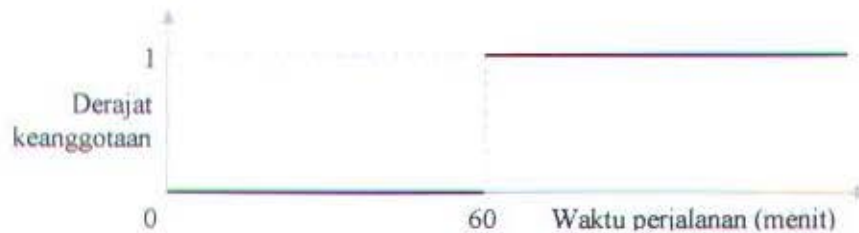
Himpunan fuzzy dikembangkan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dalam teori himpunan fuzzy, masing-masing objek dalam suatu himpunan fuzzy mempunyai derajat keanggotaan.

Dalam suatu semesta X, himpunan fuzzy ditentukan oleh suatu fungsi keanggotaan yang memetakan elemen-elemen X pada suatu interval derajat keanggotaan $[0, 1]$. Sebagai contoh, pada himpunan fuzzy 'panjang', waktu perjalanan 60 menit (mempunyai derajat keanggotaan 1) berarti 'panjang', sedangkan waktu perjalanan yang kurang dari 60 menit, misal 50 menit mempunyai derajat keanggotaan 0.83 yang berarti cukup 'panjang'.



Gambar 2.1 Grafik fungsi himpunan 'panjang' dalam pengertian fuzzy

Sedangkan dalam suatu semesta U , himpunan crisp ditentukan oleh suatu fungsi keanggotaan yang memetakan elemen-elemen U pada dua buah nilai diskrit yaitu 0 dan 1.



Gambar 2.2 Grafik fungsi himpunan 'panjang' dalam pengertian crisp

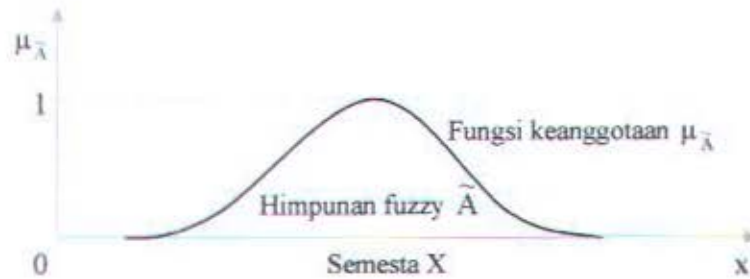
2.3.1 Himpunan Fuzzy

Suatu himpunan fuzzy $\tilde{A}$ dalam semesta X dengan x adalah elemen dari X dikarakteristikan dengan suatu fungsi keanggotaan $\mu_{\tilde{A}}$ yang memetakan elemen dari X pada suatu range derajat keanggotaan yang berada dalam interval $[0, 1]$.

$$\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Suatu himpunan fuzzy $\tilde{A}$ dalam semesta X direpresentasikan sebagai suatu himpunan pasangan terurut dari elemen X dengan nilai fungsi keanggotaannya yang dapat ditulis dengan notasi sebagai berikut :

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\}$$



Gambar 2.3 Grafik fungsi keanggotaan himpunan fuzzy $\tilde{A}$

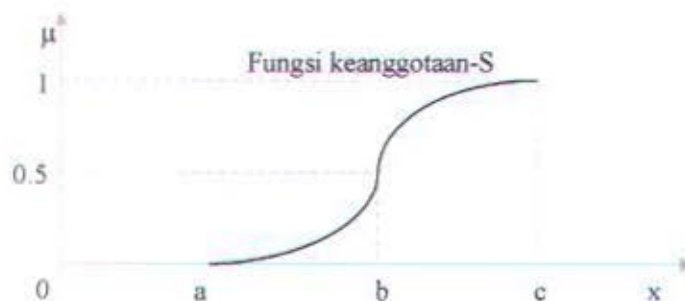
2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Untuk mendefinisikan keanggotaan himpunan fuzzy dapat dilakukan dengan cara fungsional. Fungsi keanggotaan yang biasa digunakan adalah fungsi-S, π dan T.

Fungsi-S didefinisikan sebagai berikut :

$$S(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x \leq a \\ 2[(x-a)/(c-a)]^2 & \text{untuk } a < x \leq b \\ 1 - 2[(x-c)/(c-a)]^2 & \text{untuk } b < x \leq c \\ 1 & \text{untuk } x > c \end{cases}$$

Fungsi-S mempunyai bentuk S yang ditentukan oleh parameter a, b, c seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.4. Fungsi-S mempunyai nilai konstan 0 untuk $x \leq a$ dan nilai konstan 1 untuk $x \geq c$. Fungsi-S merupakan fungsi kuadrat dari x untuk nilai x yang berada di antara a dan c. Nilai 0.5 muncul pada $b = (a + c) / 2$.



Gambar 2.4 Fungsi-S

Fungsi-T didefinisikan sebagai berikut :

$$T(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a \\ (x - a) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ (c - x) / (c - b) & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{untuk } x > c \end{cases}$$

Fungsi-T mempunyai bentuk segitiga dimana tampilannya ditentukan oleh parameter a, b, c yang mendefinisikan koordinat x dari ketiga sudut segitiga seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Fungsi-T

2.3.3 Operasi-operasi Himpunan Fuzzy

Operasi-operasi himpunan fuzzy diterapkan dengan memanipulasi fungsi keanggotaan. Berikut akan dijelaskan beberapa operasi dasar himpunan fuzzy.

a. Kesamaan dua Himpunan Fuzzy

Jika $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ merupakan himpunan fuzzy dalam X dengan fungsi keanggotaan masing-masing $\mu_{\tilde{A}}$ dan $\mu_{\tilde{B}}$ maka $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ adalah sama jika $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ didefinisikan pada semesta yang sama dan fungsi keanggotaannya sama yaitu :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x) \quad \text{untuk semua } x \in X$$

b. Gabungan dua Himpunan Fuzzy

Jika $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ merupakan himpunan fuzzy dalam X dengan fungsi keanggotaan masing-masing $\mu_{\tilde{A}}$ dan $\mu_{\tilde{B}}$ maka gabungan dari $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ merupakan himpunan fuzzy yang fungsi keanggotaannya diberikan oleh persamaan :

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad \text{untuk semua } x \in X$$

c. Irisan dua Himpunan Fuzzy

Jika $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ merupakan himpunan fuzzy dalam X dengan fungsi keanggotaan masing-masing $\mu_{\tilde{A}}$ dan $\mu_{\tilde{B}}$ maka irisan dari $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ merupakan himpunan fuzzy yang fungsi keanggotaannya diberikan oleh persamaan :

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad \text{untuk semua } x \in X$$

d. Komplemen Himpunan Fuzzy

Jika $\tilde{A}$ merupakan himpunan fuzzy dalam X dengan fungsi keanggotaan $\mu_{\tilde{A}}$ maka komplemen dari himpunan fuzzy $\tilde{A}$ didefinisikan sebagai suatu himpunan fuzzy yang terdapat pada semesta yang sama dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad \text{untuk semua } x \in X$$

2.3.4 Variabel Linguistik

Suatu himpunan fuzzy dapat dipandang sebagai suatu nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Sebagai contoh, himpunan fuzzy 'tinggi' dapat dipandang sebagai suatu nilai linguistik 'tinggi' dari suatu variabel linguistik 'ketinggian'. Variabel linguistik merupakan suatu variabel yang tidak dinilai dengan angka / numerik, tetapi nilainya berupa kalimat. Contoh lain nilai linguistik dari variabel linguistik ketinggian adalah agak tinggi, sangat tinggi, tidak tinggi, dan lain-lain.

2.4 Logika Fuzzy

Logika fuzzy banyak digunakan pada sejumlah pengertian yang berbeda-beda. Pada tugas akhir ini logika fuzzy diterapkan pada pengambilan keputusan yang merupakan himpunan fuzzy dari suatu keadaan yang merupakan himpunan fuzzy.

2.4.1 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan proses pemetaan input pada himpunan fuzzy. Data-data input biasanya crisp, dan fuzzyfikasi dibutuhkan untuk memetakan input crisp tersebut pada nilai fuzzy yang bersesuaian yang akan dipergunakan sebagai variabel input sistem. Proses dari fuzzyfikasi ini bisa diekspresikan sebagai berikut :

$$x = \text{fuzzifier}(x_0)$$

dimana x_0 merupakan nilai crisp, x merupakan nilai fuzzy dan fuzzifier merupakan operator fuzzyfikasi yang memetakan nilai crisp pada nilai fuzzy.

2.4.2 Aturan Inferensi Fuzzy

Penalaran fuzzy biasanya diekspresikan sebagai aturan dalam bentuk "IF x adalah $\tilde{A}$, THEN y adalah $\tilde{B}$ ", dimana x dan y adalah variabel linguistik dan $\tilde{A}$ dan $\tilde{B}$ adalah nilai linguistik. Secara umum, suatu aturan fuzzy merupakan suatu relasi fuzzy. Suatu relasi fuzzy juga disebut implikasi fuzzy. Relasi fuzzy dalam fuzzy knowledge base dapat didefinisikan sebagai suatu himpunan relasi atau implikasi.

Dalam penalaran fuzzy, ada dua tipe utama dari aturan inferensi fuzzy yaitu GMP (Generalized Modus Ponens) dan GMT (Generalized Modus Tollens). Inferensi modus ponens disebut penalaran langsung sedangkan modus tollens disebut penalaran tak langsung. GMP dan GMT bisa diekspresikan sebagai berikut :

a. Generalized Modus Ponens (GMP)

Premis 1	jika x adalah $\tilde{A}$ maka y adalah $\tilde{B}$
Premis 2	x adalah $\tilde{A}$
Kesimpulan	y adalah $\tilde{B}$

b. Generalized Modus Tollens (GMT)

Premis 1	jika x adalah $\tilde{A}$ maka y adalah $\tilde{B}$
Premis 2	y adalah $\overline{\tilde{B}}$
Kesimpulan	x adalah $\overline{\tilde{A}}$

2.4.3 Fuzzy Knowledge Base

Fuzzy knowledge base pada umumnya merupakan kumpulan sejumlah aturan-aturan fuzzy. Dalam mengatur struktur dari aturan-aturan fuzzy tersebut dalam fuzzy knowledge base tidak ada aturan standar yang khusus dan formal. Pada umumnya, aturan-aturan fuzzy dalam aplikasi-aplikasi kontrol sistem diekspresikan sebagai 'IF - THEN' sebagai contoh 'IF x adalah A THEN y adalah B'.

Dalam mengekspresikan aturan-aturan fuzzy tersebut terdapat pemakaian beberapa penghubung kalimat, yaitu 'AND', 'OR', dan 'ALSO'. Penghubung 'AND' dan 'OR' biasa digunakan pada bagian sebab dari aturan fuzzy, sedangkan penghubung 'ALSO' biasa digunakan pada bagian akibat dari aturan fuzzy.

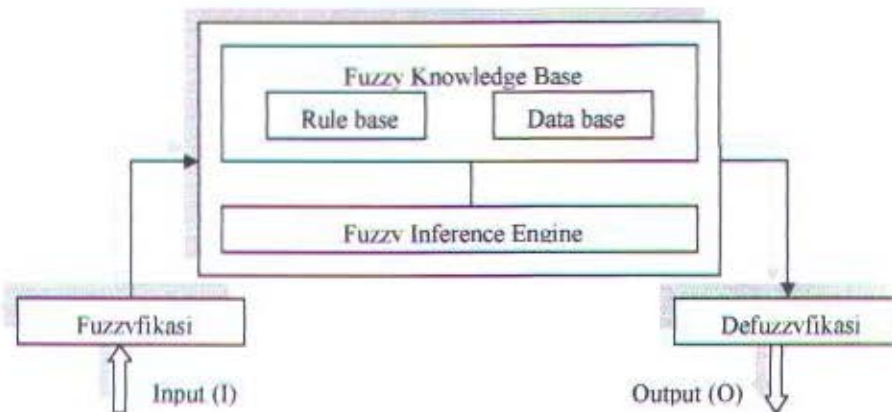
Penghubung kalimat 'AND' biasanya diinterpretasikan sebagai operator irisan dan 'OR' biasanya diinterpretasikan sebagai operator gabungan, sedangkan 'ALSO' mengindikasikan keberadaan keluaran yang ganda dari aturan fuzzy tersebut.

2.4.4 Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan proses pemetaan hasil inferensi logika fuzzy pada suatu nilai crisp. Proses dari defuzzyfikasi ini dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$y_0 = \text{defuzzifier}(y)$$

dimana y merupakan nilai fuzzy hasil dari inferensi logika fuzzy, y_0 merupakan nilai crisp dan defuzzifier merupakan operator defuzzyfikasi.

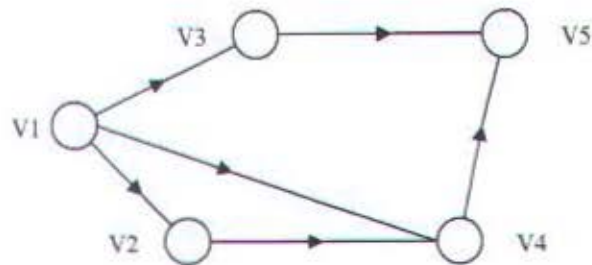


Gambar 2.6 Struktur dasar sistem dalam logika fuzzy

2.5 Graph

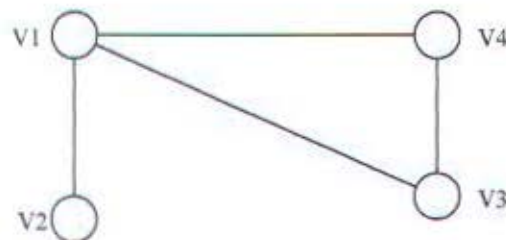
2.5.1 Definisi Graph

Suatu graph berarah didefinisikan secara abstrak sebagai suatu pasangan terurut (V, E) , dengan V merupakan suatu himpunan dan E merupakan suatu relasi biner pada V . Graph berarah dapat digambarkan secara geometri sebagai suatu himpunan titik-titik V dengan suatu himpunan tanda panah E antara pasangan titik-titik V tersebut. Unsur-unsur di dalam V dinamakan verteks (node), sedangkan pasangan terurut di dalam E dinamakan rusuk (edge). Gambar 2.7 menunjukkan suatu graph berarah.



Gambar 2.7 Graph Berarah

Graph tak berarah didefinisikan secara abstrak sebagai suatu pasangan terurut (V, E) , dengan V merupakan suatu himpunan dan E merupakan suatu himpunan yang unsur-unsurnya merupakan himpunan pasangan dari dua unsur V . Graph tak berarah dapat digambarkan secara geometri sebagai suatu himpunan titik-titik V dengan suatu himpunan garis-garis E yang menghubungkan titik-titik V tersebut. Gambar 2.8 menunjukkan suatu grap tak berarah.



Gambar 2.8 Graph Tak Berarah

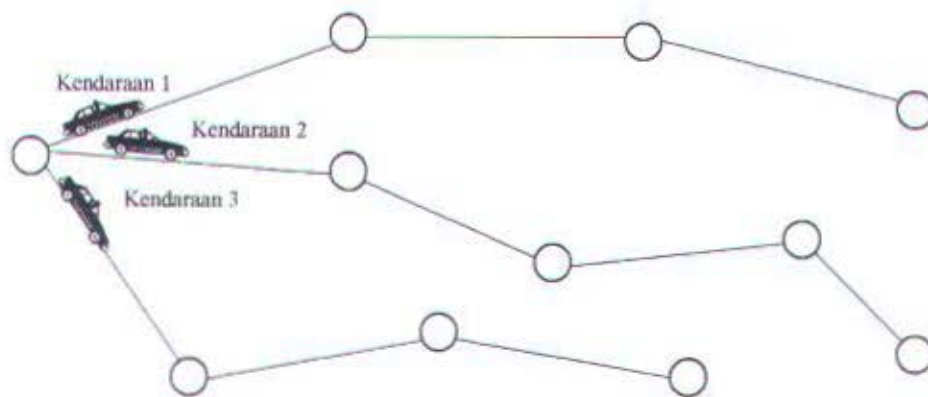
2.5.2 Aplikasi Graph

Dalam kehidupan sehari-hari, terdapat banyak permasalahan yang dapat dikaitkan dengan himpunan benda-benda diskrit dan relasi biner pada benda-benda tersebut. Sebagai contoh, pada peta suatu daerah, titik-titik yang merupakan awal dan akhir suatu jalan serta titik-titik yang merupakan titik persimpangan antara dua jalan atau lebih pada peta tersebut, dapat dipandang sebagai suatu himpunan benda-benda

diskrit. Sedangkan jalan-jalan yang menghubungkan titik-titik tersebut dapat dipandang sebagai suatu relasi biner pada benda-benda tersebut.

Graph seperti yang telah diuraikan pada sub Bab 2.5.1 merupakan salah satu bentuk representasi yang memudahkan penyajian dari berbagai permasalahan yang berkaitan dengan benda-benda diskrit dan relasi biner.

Pada tugas akhir ini, graph digunakan untuk merepresentasikan rute-rute yang dimiliki oleh masing-masing kendaraan dimana himpunan node mewakili himpunan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang pada rute tersebut dan juga mewakili depot sedangkan himpunan edge yang merupakan relasi biner pada node-node tersebut mewakili himpunan jalan yang menghubungkan suatu node dengan node yang lain pada rute tersebut. Representasi rute kendaraan dengan menggunakan graph dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rute kendaraan yang direpresentasikan dengan graph

Seperti yang telah dibahas pada sub Bab 1.1.4 Batasan Masalah, bahwa node-node yang ada pada rute merupakan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang yang telah melakukan reservasi. Persimpangan antara dua jalan atau lebih pada rute bukan merupakan node.

BAB III
ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM
LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG

BAB III

ANALISA DAN PERANCANGAN

SISTEM LAYANAN ANTAR JEMPUT PENUMPANG

3.1 Asumsi Dasar

Pada tugas akhir ini akan dikembangkan suatu sistem layanan antar jemput penumpang yang dapat melayani reservasi penumpang yang real time yaitu permintaan penumpang yang dilakukan pada hari dimana ia ingin dilayani. Dengan demikian, rute tiap kendaraan dibuat secara dinamis sehingga permintaan layanan penumpang yang real time dapat dilayani dengan relatif cepat.

Pada sistem ini, para penumpang tidak bisa menentukan waktu tiba di suatu lokasi. Waktu tiba ditentukan oleh sistem berdasarkan rute tiap kendaraan dengan mempertimbangkan waktu perjalanan normal dan waktu tunda tiap ruas jalan.

Waktu perjalanan normal suatu ruas jalan merupakan waktu yang diperlukan untuk menempuh panjang jalan tersebut tanpa adanya hambatan. Diasumsikan kecepatan rata-ratanya adalah 70 km/jam.

Waktu tunda setiap ruas jalan ditentukan dengan mempertimbangkan faktor kondisi jalan yaitu tingkat kepadatan dan kerawanan kecelakaan tiap ruas jalan. Data tingkat kepadatan dan kerawanan kecelakaan yang dipakai dalam sistem ini merupakan data simulasi. Data kepadatan tiap ruas jalan mempunyai nilai yang berada dalam interval $[0, 1]$, sedangkan data kerawanan kecelakaan tiap ruas jalan merupakan data angka kecelakaan yang terjadi pada tiap ruas jalan dalam satu bulan.

Himpunan semua node yang mewakili lokasi penjemputan dan pengantaran tiap penumpang dan semua jalan yang merupakan edge yang menghubungkan node-

node tersebut, adalah terbatas dan diasumsikan sebagai ruang node dan jalan. Data node dan jalan merupakan data simulasi. Node-node pada rute dibangkitkan dari data lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang sedangkan jalan-jalan pada rute dibangkitkan ketika ada suatu lintasan yang harus dilalui oleh suatu kendaraan.

Adapun yang dimaksud dengan data simulasi node adalah data posisi x dan y pada graph. Pada sistem, diasumsikan bahwa semua node terhubung dimana terdapat jalan yang menghubungkan suatu node dengan node yang lain termasuk juga depot. Sedangkan yang dimaksud dengan data simulasi jalan adalah data node awal dan node akhir, waktu perjalanan normal (menit), panjang jalan (km), data tingkat kerawanan dan kepadatan masing-masing ruas jalan.

3.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada sub bab ini akan diuraikan kembali tujuan tugas akhir ini, yaitu untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan mengaplikasikan logika fuzzy dalam kaitannya dengan layanan antar jemput penumpang yang dinamis dimana para penumpang dapat melakukan reservasi setiap saat sehingga rute kendaraan dibuat dinamis sesuai dengan adanya reservasi penumpang yang real time.

Sistem yang dikembangkan disimulasikan dengan simulasi sederhana dimana pada awal layanan masing-masing kendaraan akan menerima jadwal berupa rute perjalanan beserta data penumpang yang harus dijemput atau diantar. Masing-masing kendaraan akan melaksanakan tugas sesuai dengan rute yang diberikan. Sistem ini dapat melayani reservasi penumpang yang real time. Dengan demikian sistem mempunyai kemampuan untuk memutuskan kendaraan yang akan ditugaskan untuk melayani reservasi real time sekaligus merubah rute kendaraan terpilih.

Berdasarkan uraian di atas, spesifikasi dari perangkat lunak yang dihasilkan oleh sistem yang dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat lunak dapat memperhitungkan waktu tunda masing-masing ruas jalan yang nantinya akan dibutuhkan oleh sistem untuk menentukan waktu tunggu kendaraan dan tambahan waktu perjalanan penumpang.
2. Perangkat lunak dapat mensimulasikan perjalanan masing-masing kendaraan yang dimiliki oleh sistem berdasarkan rute yang telah diberikan.
3. Perangkat lunak melakukan pemilihan kendaraan yang akan ditugaskan untuk melayani reservasi penumpang yang real time.
4. Perangkat lunak dapat merubah rute kendaraan terpilih.

3.3 Perancangan Sistem

Setelah spesifikasi perangkat lunak ditetapkan, selanjutnya akan dilakukan perancangan sistem layanan antar jemput penumpang. Dalam sub bab perancangan sistem ini akan diuraikan mengenai serangkaian proses yang ada dalam sistem layanan antar jemput penumpang ini.

3.3.1 Perancangan Proses Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

3.3.1.1 Proses Awal

Proses awal yang dimaksudkan pada sub bab ini adalah proses yang dilakukan oleh sistem ketika layanan baru dimulai. Pada awal layanan, sistem akan membangkitkan node-node yang merupakan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang yang telah melakukan reservasi pada hari sebelum layanan dimulai.

Pada proses berikutnya, sistem membutuhkan input rute tiap kendaraan beserta data penumpang yang harus dijemput dan diantar. Setelah rute perjalanan diterima, tiap kendaraan bekerja sesuai dengan rute yang telah diterima.

Pada saat sistem menerima input berupa rute dari operator, sistem melakukan perhitungan waktu kedatangan setiap kendaraan di node-node yang ada pada rute berdasarkan data waktu perjalanan tiap ruas jalan. Dalam melakukan perhitungan waktu perjalanan, sistem mempertimbangkan faktor kondisi jalan yang diwakili oleh tingkat kepadatan dan kerawanan. Dengan demikian waktu perjalanan merupakan hasil penjumlahan antara waktu perjalanan normal dan waktu tunda tiap ruas jalan.

Untuk menghitung besarnya waktu tunda perjalanan kendaraan pada setiap ruas jalan, sistem melakukan serangkaian proses yaitu sebagai berikut :

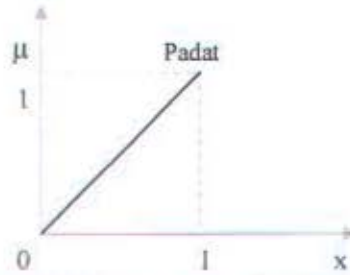
a. Proses Fuzzyfikasi Kepadatan dan Kerawanan

Fuzzyfikasi merupakan proses pemetaan input yang berupa nilai crisp / numerik ke nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy. Pada proses ini, input data kepadatan pada setiap ruas jalan yang mempunyai nilai yang berada dalam interval $[0, 1]$ akan dipetakan pada suatu himpunan fuzzy 'kepadatan' dengan derajat keanggotaan yang berada pada interval $[0, 1]$. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy 'kepadatan' di dalam semesta 'kepadatan' (X) didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{kepadatan}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'kepadatan' adalah padat. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan input ke nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy kepadatan adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{kepadatan}}(x) = x, \text{ untuk semua } x \in X$$



Gambar 3.1 Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'kepadatan'

Sedangkan input data kerawanan akan dipetakan pada suatu himpunan fuzzy 'kerawanan' dengan derajat keanggotaan yang berada pada interval $[0, 1]$. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy 'kerawanan' (X) didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Kerawanan}} : X \rightarrow [0, 1]$$

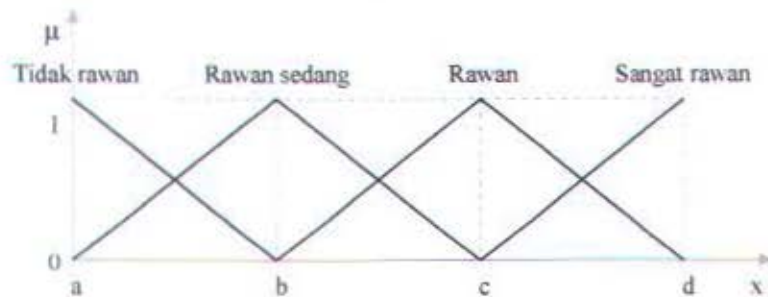
Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'kerawanan' adalah tidak rawan, rawan sedang, rawan dan sangat rawan. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan nilai numerik kepadatan ke nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy 'tidak rawan', 'rawan sedang', 'rawan' dan 'sangat rawan' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Tidak rawan}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (b - x) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > b, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Rawan sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ (c - x) / (c - b) & \text{untuk } b < x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Rawan}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < b, x \in X \\ (x - b) / (c - b) & \text{untuk } b \leq x \leq c, x \in X \\ (d - x) / (d - c) & \text{untuk } c < x \leq d, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > d, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat rawan}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < c, x \in X \\ (x - c)/(d - c) & \text{untuk } c \leq x \leq d, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > d, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.2 Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'kerawanan'

Parameter a , b , c dan d yang ada pada fungsi keanggotaan himpunan fuzzy kerawanan ditentukan dari data kerawanan. Dalam hal ini, nilai yang diambil untuk d adalah nilai maksimum data kerawanan, $c = \frac{2}{3}d$, $b = \frac{1}{3}d$ dan $a = 0$.

Tabel 3. 1 Nilai linguistik untuk variabel linguistik kondisi jalan

KEPADATAN	KERAWANAN
Padat	Tidak rawan
	Rawan sedang
	Rawan
	Sangat rawan

b. Proses Inferensi

Aturan-aturan dalam *fuzzy knowledge base* yang dipergunakan untuk mendapatkan waktu tunda dengan mempertimbangkan variabel linguistik kepadatan dan kerawanan selanjutnya akan disebut *Algoritma 1*, yaitu sebagai berikut :

Algoritma 1

Rule 1 : JIKA padat DAN sangat rawan MAKA waktu tunda sangat lama

Rule 2 : JIKA padat DAN rawan MAKA waktu tunda lama

Rule 3 : JIKA padat DAN rawan sedang MAKA waktu tunda sedang

Rule 4 : JIKA padat DAN tidak rawan MAKA waktu tunda sebentar.

Tabel 3. 2 Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma I

Kepadatan	Kerawanan				
		Sangat rawan	Rawan	Rawan sedang	Tidak rawan
	Padat	Sangat lama	Lama	Sedang	Sebentar

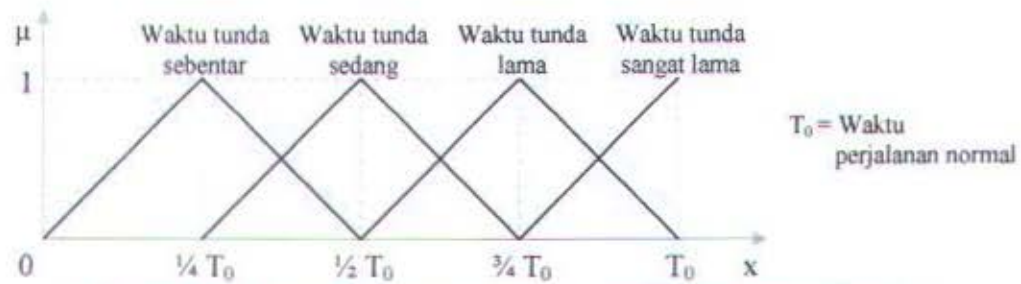
Adapun waktu tunda yang diperoleh dari proses inferensi di atas merupakan suatu keputusan yang didefinisikan sebagai himpunan fuzzy. Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'waktu tunda' adalah sebentar, sedang, lama dan sangat lama. Fungsi keanggotaan yang dipakai pada masing-masing himpunan fuzzy 'waktu tunda sebentar', 'waktu tunda sedang', 'waktu tunda lama' dan 'waktu tunda sangat lama' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Waktu tunda sebentar}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < 0, x \in X \\ x / \frac{1}{4}T_0 & \text{untuk } 0 \leq x \leq \frac{1}{4}T_0, x \in X \\ (\frac{1}{2}T_0 - x) / (\frac{1}{2}T_0 - \frac{1}{4}T_0) & \text{untuk } \frac{1}{4}T_0 < x \leq \frac{1}{2}T_0, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > \frac{1}{2}T_0, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Waktu tunda sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < \frac{1}{4}T_0, x \in X \\ (x - \frac{1}{4}T_0) / (\frac{1}{2}T_0 - \frac{1}{4}T_0) & \text{untuk } \frac{1}{4}T_0 \leq x \leq \frac{1}{2}T_0, x \in X \\ (\frac{3}{4}T_0 - x) / (\frac{3}{4}T_0 - \frac{1}{2}T_0) & \text{untuk } \frac{1}{2}T_0 < x \leq \frac{3}{4}T_0, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > \frac{3}{4}T_0, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Waktu tunda lama}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < \frac{1}{2}T_0, x \in X \\ (x - \frac{1}{2}T_0) / (\frac{3}{4}T_0 - \frac{1}{2}T_0) & \text{untuk } \frac{1}{2}T_0 \leq x \leq \frac{3}{4}T_0, x \in X \\ (T_0 - x) / (T_0 - \frac{3}{4}T_0) & \text{untuk } \frac{3}{4}T_0 < x \leq T_0, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > T_0, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Waktu tunda sangat lama}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < \frac{3}{4}T_0, x \in X \\ (x - \frac{3}{4}T_0) / (T_0 - \frac{3}{4}T_0) & \text{untuk } \frac{3}{4}T_0 \leq x \leq T_0, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > T_0, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.3 Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'waktu tunda'

Tabel 3. 3 Nilai linguistik untuk variabel linguistik waktu tunda

WAKTU TUNDA
Sebentar
Sedang
Lama
Sangat lama

c. Proses Defuzzyfikasi

Pada proses ini, hasil inferensi logika fuzzy algoritma I yang berupa nilai fuzzy akan dipetakan pada suatu nilai crisp dengan menggunakan metode Centroid.

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Pada proses ini didapatkan waktu tunda tiap ruas jalan. Waktu tunda merupakan waktu tambahan perjalanan yang disebabkan oleh faktor kepadatan dan kerawanan. Waktu tunda tiap ruas jalan ini ditambahkan pada waktu perjalanan normal jalan yang bersesuaian sehingga didapatkan waktu perjalanan tiap ruas jalan.

Pada proses awal ini, setiap kendaraan akan melaksanakan tugas sesuai dengan rute yang telah diterima. Sebuah kendaraan mempunyai kemungkinan untuk tidak mempunyai tugas karena tidak menerima rute perjalanan. Selama sebuah kendaraan tidak menerima rute perjalanan, kendaraan tersebut berlokasi di depot.

3.3.1.2 Proses Perubahan Rute

Proses perubahan rute ini dilaksanakan ketika ada reservasi real time. Untuk melayani reservasi tersebut, sistem harus memilih kendaraan sekaligus merubah rute kendaraan terpilih dengan melakukan serangkaian proses yaitu proses pemilihan kendaraan, perubahan rute dan pengujian kendaraan dan rute kendaraan terpilih.



Gambar 3.4 Bagan proses perubahan rute

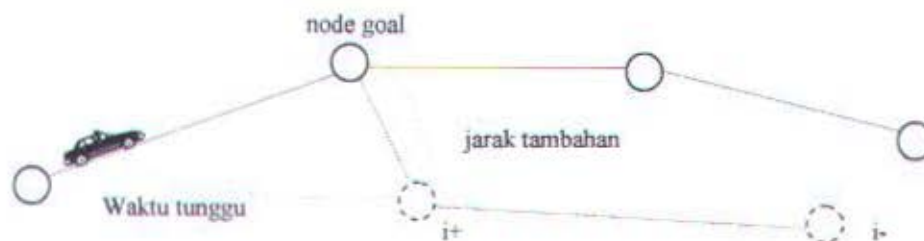
I. Proses Pemilihan Kendaraan

Pada proses awal pemilihan kendaraan, setiap kendaraan diberikan prioritas berdasarkan pengelompokkan kendaraan yang didefinisikan sebagai berikut :

- *Kelompok I*, terdiri dari kendaraan-kendaraan yang pada saat sistem menerima reservasi baru, sedang melaksanakan tugas yang telah diterima.
- *Kelompok II*, terdiri dari kendaraan-kendaraan yang pada saat sistem menerima reservasi baru, telah selesai melaksanakan tugas dan sedang berlokasi di depot.
- *Kelompok III*, terdiri dari kendaraan-kendaraan yang pada saat sistem menerima reservasi baru, belum menerima tugas dan sedang berlokasi di depot.

Dalam proses pemilihan kendaraan, sistem memberikan prioritas pada kendaraan kelompok I. Jika tidak ada kendaraan kelompok I yang lolos proses pengujian kendaraan dan rute kendaraan terpilih maka prioritas diberikan pada kendaraan kelompok II dan seterusnya. Dengan cara ini, diharapkan tiap kendaraan melayani penumpang sebanyak mungkin dan meminimalkan jumlah kendaraan yang beroperasi.

Pada proses ini, sistem memberikan nilai preference (kecenderungan untuk dipilih) pada setiap kendaraan. Kendaraan dengan nilai preference terbesar akan menjadi kendaraan terpilih. Dalam memberikan nilai preference, dipertimbangkan faktor jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan. Jarak tambahan kendaraan merupakan jarak dari node goal kendaraan ke lokasi asal reservasi baru dan waktu tunggu kendaraan merupakan waktu untuk menempuh jarak dari lokasi kendaraan ke lokasi asal reservasi baru. Proses ini bertujuan memilih kendaraan dengan meminimalkan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan.



Gambar 3.5 Jarak tambahan kendaraan dan waktu tunggu kendaraan

Untuk mendapatkan nilai preference setiap kendaraan, sistem melakukan serangkaian proses sebagai berikut :

a. Proses Fuzzyfikasi

Proses fuzzyfikasi merupakan proses pemetaan input yang berupa nilai crisp / nilai numerik ke nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy. Tambahan jarak

kendaraan yang merupakan input berupa nilai numerik dalam satuan kilometer (km) akan dipetakan pada suatu himpunan fuzzy 'tambahan jarak kendaraan' yang mempunyai derajat keanggotaan yang berada dalam interval $[0, 1]$. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy 'tambahan jarak kendaraan' di dalam semesta 'tambahan jarak kendaraan' (X) didefinisikan sebagai berikut :

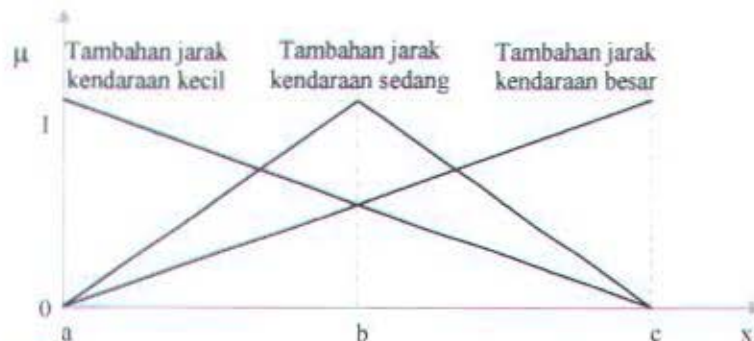
$$\mu_{\text{Tambahan jarak kendaraan}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'tambahan jarak kendaraan' adalah kecil, sedang dan besar. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan nilai numerik tambahan jarak kendaraan ke nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy 'tambahan jarak kendaraan kecil', 'tambahan jarak kendaraan sedang', 'tambahan jarak kendaraan besar' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Tambahan jarak kendaraan kecil}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (c - x) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan jarak kendaraan sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ (c - x) / (c - b) & \text{untuk } b < x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan jarak kendaraan besar}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy 'tambahan jarak kendaraan'

Sedangkan variabel waktu tunggu kendaraan yang merupakan input berupa nilai numerik (menit) dipetakan ke nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy 'waktu tunggu kendaraan' yang mempunyai derajat keanggotaan yang berada dalam interval $[0, 1]$. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy 'waktu tunggu kendaraan' di dalam semesta 'waktu tunggu kendaraan' (X) didefinisikan sebagai berikut :

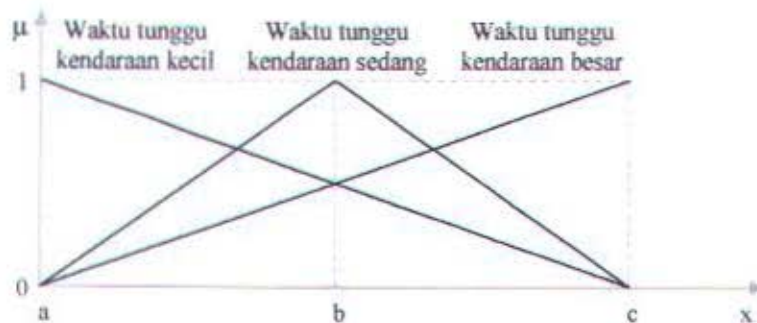
$$\mu_{\text{Waktu tunggu kendaraan}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'waktu tunggu kendaraan' adalah kecil, sedang dan besar. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan nilai numerik tambahan jarak kendaraan ke nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy 'waktu tunggu kendaraan kecil', 'waktu tunggu kendaraan sedang' dan 'waktu tunggu kendaraan besar' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Waktu tunggu kendaraan kecil}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (c - x) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Waktu tunggu kendaraan sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ (c - x) / (c - b) & \text{untuk } b < x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Waktu tunggu kendaraan besar}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.7 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy 'waktu tunggu kendaraan'

Tabel 3. 4 Nilai linguistik untuk variabel input algoritma II

TAMBAHAN JARAK KENDARAAN	WAKTU TUNGGU KENDARAAN
Kecil	Kecil
Sedang	Sedang
Besar	Besar

Parameter a , b dan c yang ada pada fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan jarak dan waktu tunggu kendaraan ditentukan dari data panjang jalan dan waktu perjalanan. Dalam hal ini, nilai yang diambil untuk c adalah nilai maksimum dari data masing-masing panjang jalan dan waktu perjalanan, $b = \frac{1}{2} c$ dan $a = 0$.

b. Proses Inferensi

Aturan dalam *fuzzy knowledge base* yang digunakan untuk mendapatkan nilai preference dengan mempertimbangkan variabel linguistik tambahan jarak dan waktu tunggu kendaraan selanjutnya akan disebut *Algoritma II*, yaitu sebagai berikut :

Algoritma II

Rule 1 : JIKA tambahan jarak kendaraan kecil DAN waktu tunggu kendaraan kecil
MAKA preference sangat kuat

Rule 2 : JIKA tambahan jarak kendaraan kecil DAN waktu tunggu kendaraan sedang
MAKA preference kuat

Rule 3 : JIKA tambahan jarak kendaraan kecil DAN waktu tunggu kendaraan besar
MAKA preference sedang

Rule 4 : JIKA tambahan jarak kendaraan sedang DAN waktu tunggu kendaraan kecil
MAKA preference sedang

Rule 5 : JIKA tambahan jarak kendaraan sedang DAN waktu tunggu kendaraan sedang
MAKA preference sedang

Rule 6 : JIKA tambahan jarak kendaraan sedang DAN waktu tunggu kendaraan besar MAKA preference lemah

Rule 7 : JIKA tambahan jarak kendaraan besar DAN waktu tunggu kendaraan kecil MAKA preference lemah

Rule 8 : JIKA tambahan jarak kendaraan besar DAN waktu tunggu kendaraan sedang MAKA preference lemah

Rule 9 : JIKA tambahan jarak kendaraan besar DAN waktu tunggu kendaraan besar MAKA preference sangat lemah

Tabel 3. 5 Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma II

	Waktu tunggu kendaraan			
		<i>Kecil</i>	<i>Sedang</i>	<i>Besar</i>
	<i>Kecil</i>	Sangat kuat	Kuat	Sedang
	<i>Sedang</i>	Sedang	Sedang	Lemah
	<i>Besar</i>	Lemah	Lemah	Sangat Lemah

Adapun preference yang diperoleh dari proses inferensi di atas merupakan suatu keputusan yang didefinisikan sebagai himpunan fuzzy. Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'preference' adalah sangat lemah, lemah, sedang, kuat dan sangat kuat. Fungsi keanggotaan yang dipakai pada masing-masing himpunan fuzzy 'preference sangat lemah', 'preference lemah', 'preference sedang', 'preference kuat' dan 'preference sangat kuat' adalah sebagai berikut :

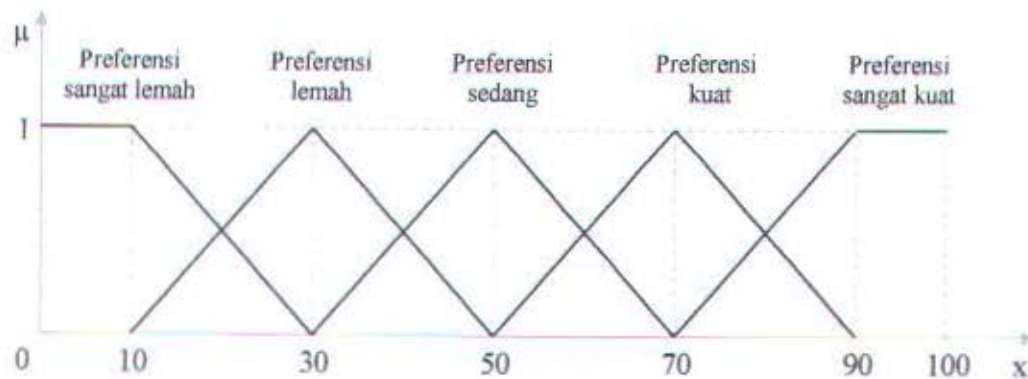
$$\mu_{\text{Preference_sangat lemah}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < 10, x \in X \\ (20 - x) / (20 - 10) & \text{untuk } 10 \leq x \leq 20, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > 20, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Preference_lemah}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < 10, x \in X \\ (x - 10)/(30 - 10) & \text{untuk } 10 \leq x \leq 30, x \in X \\ (50 - x)/(50 - 30) & \text{untuk } 30 < x \leq 50, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > 50, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Preference_sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < 30, x \in X \\ (x - 30)/(50 - 30) & \text{untuk } 30 \leq x \leq 50, x \in X \\ (70 - x)/(70 - 50) & \text{untuk } 50 < x \leq 70, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > 70, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Preference_kuat}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < 50, x \in X \\ (x - 50)/(70 - 50) & \text{untuk } 50 \leq x \leq 70, x \in X \\ (90 - x)/(90 - 70) & \text{untuk } 70 < x \leq 90, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > 90, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Preference_sangat kuat}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < 70, x \in X \\ (x - 70)/(90 - 70) & \text{untuk } 70 \leq x \leq 90, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > 90, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.8 Fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy 'preference'

Tabel 3.6 Nilai linguistik untuk variabel linguistik preference

PREFERENCE
Sangat lemah
Lemah
Sedang
Kuat
Sangat kuat

c. Proses Defuzzyfikasi

Pada proses defuzzyfikasi ini hasil inferensi logika fuzzy pada algoritma II yang berupa nilai fuzzy akan dipetakan pada suatu nilai crisp. Pada proses defuzzyfikasi ini akan dipergunakan metode Centroid.

Pada proses ini didapatkan nilai preference setiap kendaraan. Kendaraan yang mempunyai nilai preference terbesar akan menjadi kendaraan terpilih

II. Proses Perubahan Rute Kendaraan Terpilih

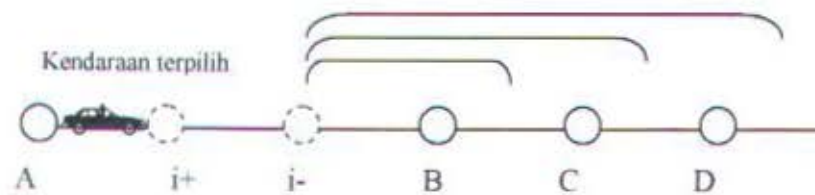
Pada proses perubahan rute kendaraan terpilih, sistem memberikan nilai preference pada setiap alternatif rute kendaraan terpilih. Rute yang mempunyai nilai preference terbesar akan dipilih sebagai rute baru kendaraan terpilih.

Dalam memberikan nilai preference tiap alternatif rute, dipertimbangkan faktor tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang yang telah melakukan reservasi sebelumnya. Proses ini bertujuan memilih rute baru kendaraan terpilih dengan meminimalkan tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang..

Pada Gambar 3.5, setelah kendaraan terpilih menjemput penumpang baru di node asal $i+$, maka sistem perlu merubah rute kendaraan tersebut, karena node tujuan penumpang baru tersebut kemungkinan belum ada dalam rute kendaraan tersebut.

Adapun yang dimaksud dengan alternatif rute kendaraan terpilih jika dilihat pada Gambar 3.9 adalah sebagai berikut :

- $A_{i+} _ i- _ B _ C _ D _ E$
- $A_{i+} _ B _ i- _ C _ D _ E$
- $A_{i+} _ B _ C _ i- _ D _ E$
- $A_{i+} _ B _ C _ D _ i- _ E$
- $A_{i+} _ B _ C _ D _ E _ i-$



Gambar 3.9 Alternatif rute baru

Pada setiap alternatif rute di atas, dapat diperoleh total jarak dan waktu perjalanan penumpang. Perhitungan tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang dapat diwakili oleh total jarak dan waktu perjalanan penumpang. Untuk mendapatkan nilai preference pada setiap alternatif rute yang mungkin, sistem melakukan serangkaian proses sebagai berikut :

a. Proses Fuzzyfikasi

Proses fuzzyfikasi merupakan proses pemetaan input yang berupa nilai crisp / nilai numerik ke nilai derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy. Tambahan jarak perjalanan penumpang yang merupakan input berupa nilai numerik dipetakan pada suatu himpunan fuzzy 'tambahan jarak perjalanan penumpang' yang mempunyai derajat keanggotaan yang berada dalam interval $[0, 1]$. Fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy 'tambahan jarak perjalanan penumpang' di dalam semesta 'tambahan jarak perjalanan penumpang' (X) didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{tambahan jarak perjalanan penumpang}} : X \rightarrow [0, 1]$$

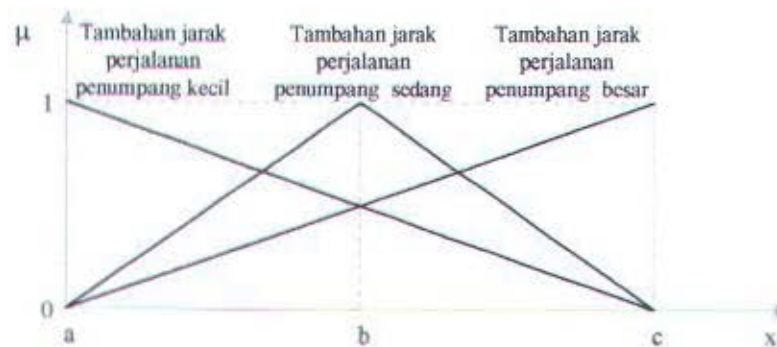
Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'tambahan jarak perjalanan penumpang' adalah kecil, sedang dan besar. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan nilai numerik tambahan jarak perjalanan penumpang ke

nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy 'tambahan jarak perjalanan penumpang kecil', 'tambahan jarak perjalanan penumpang sedang' dan 'tambahan jarak perjalanan penumpang' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Tambahan jarak perjalanan penumpang kecil}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (c-x)/(c-a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan jarak perjalanan penumpang sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x-a)/(b-a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ (c-x)/(c-b) & \text{untuk } b < x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan jarak perjalanan penumpang besar}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x-a)/(c-a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.10 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy

'tambahan jarak perjalanan penumpang'

Sedangkan pada variabel tambahan waktu perjalanan penumpang yang merupakan input berupa nilai numerik dalam satuan menit akan dipetakan pada himpunan fuzzy 'tambahan waktu perjalanan penumpang' yang mempunyai derajat keanggotaan yang berada dalam interval [0, 1]. Fungsi keanggotaan dari himpunan

fuzzy 'ambahan waktu perjalanan penumpang' di dalam semesta 'ambahan waktu perjalanan penumpang' (X) didefinisikan sebagai berikut :

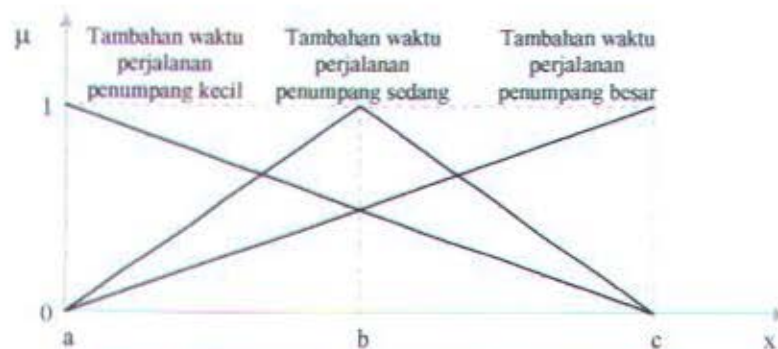
$$\mu_{\text{Tambahan waktu perjalanan penumpang}} : X \rightarrow [0, 1]$$

Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'ambahan waktu perjalanan penumpang' adalah kecil, sedang dan besar. Fungsi keanggotaan yang dipakai untuk memetakan nilai numerik tambahan waktu kendaraan ke nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy 'ambahan waktu perjalanan penumpang kecil', 'ambahan waktu perjalanan penumpang sedang' dan 'ambahan waktu perjalanan penumpang besar' adalah sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Tambahan waktu perjalanan penumpang kecil}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (c - x) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan waktu perjalanan penumpang sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (b - a) & \text{untuk } a \leq x \leq b, x \in X \\ (c - x) / (c - b) & \text{untuk } b < x \leq c, x \in X \\ 0 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tambahan waktu perjalanan penumpang besar}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } x < a, x \in X \\ (x - a) / (c - a) & \text{untuk } a \leq x \leq c, x \in X \\ 1 & \text{untuk } x > c, x \in X \end{cases}$$



Gambar 3.11 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy

'ambahan waktu perjalanan penumpang'

Parameter a, b dan c yang ada pada fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang ditentukan dari data tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang. Dalam hal ini, nilai yang diambil untuk c adalah nilai maksimum dari data masing-masing tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang, $b = \frac{1}{2} c$ dan $a = 0$.

Tabel 3.7 Nilai linguistik untuk variabel input algoritma III

TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG
Kecil	Kecil
Sedang	Sedang
Besar	Besar

b. Proses Inferensi

Aturan dalam *fuzzy knowledge base* yang digunakan untuk mendapatkan nilai preference dengan mempertimbangkan variabel linguistik tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang selanjutnya akan disebut *Algoritma III*, yaitu sebagai berikut :

Algoritma III

Rule 1 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang kecil DAN tambahan waktu perjalanan penumpang kecil MAKA preference sangat kuat

Rule 2 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang kecil DAN tambahan waktu perjalanan penumpang sedang MAKA preference kuat

Rule 3 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang kecil DAN tambahan waktu perjalanan penumpang besar MAKA preference kuat

Rule 4 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang sedang DAN tambahan waktu perjalanan penumpang kecil MAKA preference sedang

Rule 5 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang sedang tambahan waktu perjalanan penumpang sedang MAKA preference sedang

Rule 6 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang sedang DAN tambahan waktu perjalanan penumpang besar MAKA preference lemah

Rule 7 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang besar DAN tambahan waktu perjalanan penumpang kecil MAKA preference lemah

Rule 8 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang besar DAN tambahan waktu perjalanan penumpang sedang MAKA preference sangat lemah

Rule 9 : JIKA tambahan jarak perjalanan penumpang besar DAN tambahan waktu perjalanan penumpang besar MAKA preference sangat lemah

Tabel 3.8 Aturan-aturan inferensi fuzzy algoritma III

	Tambahan waktu perjalanan penumpang			
		<i>Kecil</i>	<i>Sedang</i>	<i>Besar</i>
Tambahan jarak perjalanan penumpang	<i>Kecil</i>	Sangat kuat	Kuat	Kuat
	<i>Sedang</i>	Sedang	Sedang	Lemah
	<i>Besar</i>	Lemah	Sangat lemah	Sangat Lemah

Adapun preference yang diperoleh merupakan keputusan yang didefinisikan sebagai himpunan fuzzy. Nilai linguistik yang diambil untuk variabel linguistik 'preference' adalah sangat lemah, lemah, sedang, kuat dan sangat kuat. Fungsi keanggotaan yang dipakai pada masing-masing himpunan fuzzy 'preference sangat lemah', 'preference lemah', 'preference sedang', 'preference kuat' dan 'preference sangat kuat' telah diuraikan pada proses inferensi pemilihan kendaraan di atas.

c. **Proses Defuzzyfikasi**

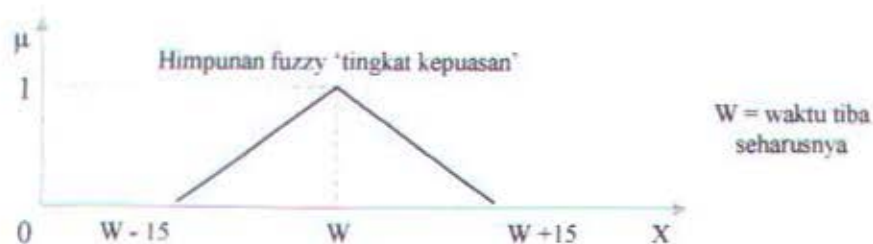
Pada proses ini, hasil inferensi logika fuzzy algoritma III yang berupa nilai fuzzy akan dipetakan pada suatu nilai crisp dengan menggunakan metode Centroid.

Pada proses ini didapatkan nilai preference setiap alternatif rute. Rute yang mempunyai nilai preference terbesar dipilih menjadi rute baru kendaraan terpilih.

III. **Proses Pengujian Kendaraan dan Rute Kendaraan Terpilih**

Sebelum sistem memberi tugas kepada kendaraan terpilih dan memberikan rute baru, sistem melakukan pengujian batasan operasional. Adapun batasan operasional dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas kendaraan, yaitu apakah kendaraan tersebut masih mempunyai kapasitas untuk mengangkut penumpang baru tersebut.
2. Batasan toleransi waktu tiba di tiap lokasi pada rute. Toleransi yang diberikan oleh sistem ini adalah ± 15 menit. Penyimpangan waktu tiba sebenarnya terhadap waktu tiba seharusnya di tiap lokasi akan mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan. Tingkat kepuasan pelanggan dapat diilustrasikan sebagai sebuah himpunan fuzzy 'tingkat kepuasan'



Gambar 3.12 Himpunan fuzzy 'tingkat kepuasan'

Apabila kendaraan terpilih dan rute kendaraan terpilih tidak memenuhi batasan operasional pada proses ini maka dilakukan kembali proses pemilihan rute untuk kendaraan yang mempunyai nilai preference di urutan ke dua dan seterusnya.

3.3.2 Diagram Aliran Data (Data Flow Diagram)

Diagram aliran data pada sistem layanan antar jemput penumpang menjelaskan tentang proses aliran data yang terjadi dalam sistem. Diagram context sistem layanan antar jemput penumpang diilustrasikan pada Gambar 3.13.

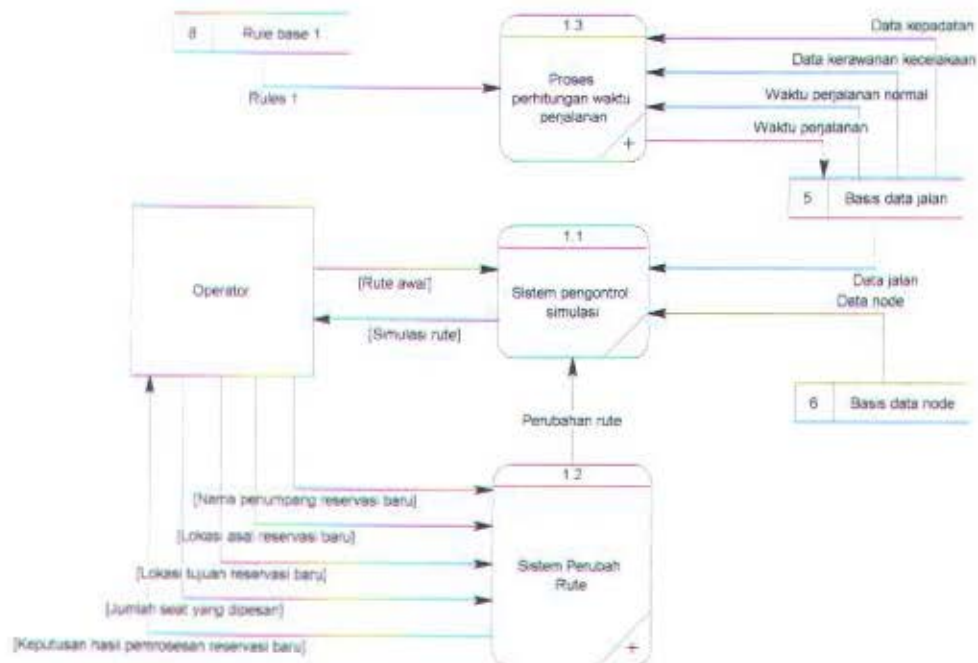


Gambar 3.13 Context Diagram

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

Pada context diagram di atas, entitas yang berhubungan langsung terhadap sistem adalah operator. Operator memberikan input kepada sistem berupa rute awal. Output yang diberikan berupa simulasi rute tersebut. Ketika terdapat reservasi baru, operator memberikan input berupa nama, lokasi asal dan tujuan, dan jumlah *seat* (tempat duduk) yang dipesan. Input tersebut akan diproses dalam sistem. Output dari proses tersebut adalah keputusan hasil pemrosesan reservasi baru berupa kendaraan terpilih dan rute baru kendaraan terpilih.

Pada diagram aliran data level 0, sistem layanan antar jemput penumpang terbagi atas tiga (3) proses, yaitu proses perhitungan waktu perjalanan, proses pengontrolan simulasi dan proses perubahan rute. Proses perhitungan waktu perjalanan dipergunakan untuk memperoleh waktu perjalanan tiap ruas jalan dengan mempertimbangkan faktor kepadatan dan kerawanan. Waktu perjalanan ini akan dipergunakan oleh sistem pengontrol simulasi dalam mensimulasikan rute tiap kendaraan. Proses perubahan rute akan menghasilkan keputusan hasil pemrosesan reservasi baru.



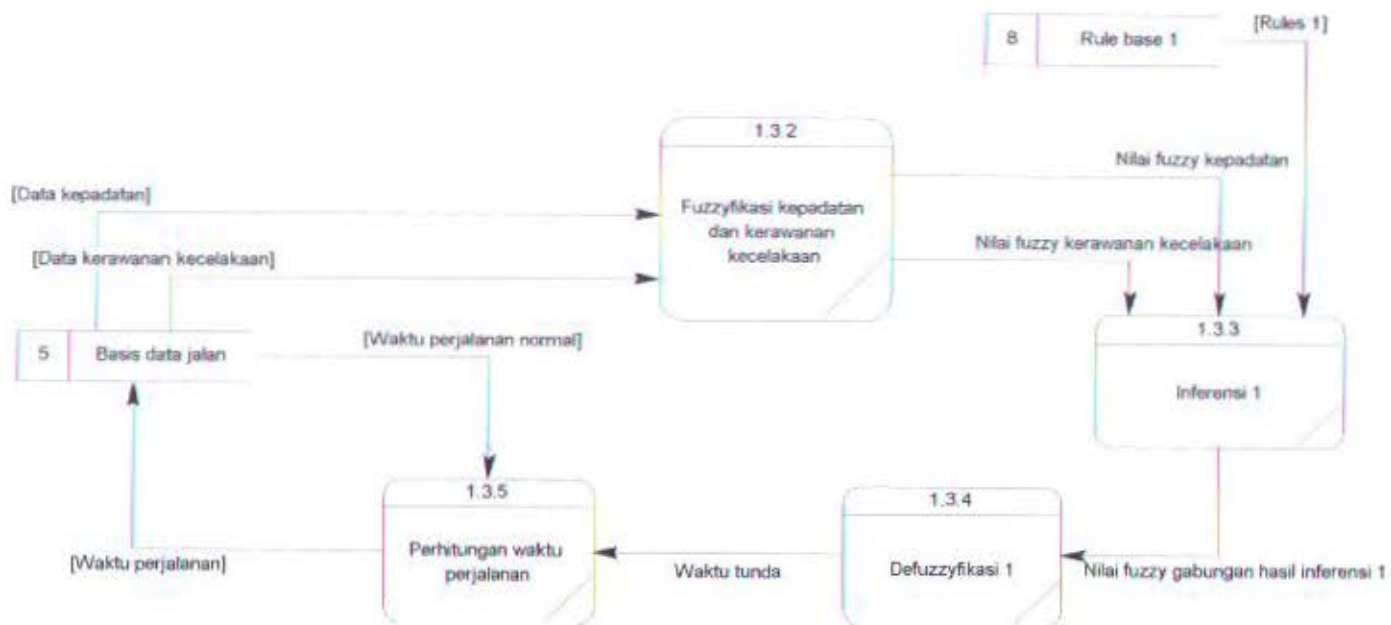
Gambar 3.14 Diagram Alir Data level 0

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

Diagram aliran data level 1 proses perhitungan waktu perjalanan menunjukkan bahwa sistem melakukan empat proses, yaitu proses fuzzyfikasi kepadatan dan kerawanan kecelakaan, proses inferensi 1, proses defuzzyfikasi 1 dan proses perhitungan waktu perjalanan. Pada proses fuzzyfikasi, data kepadatan dan

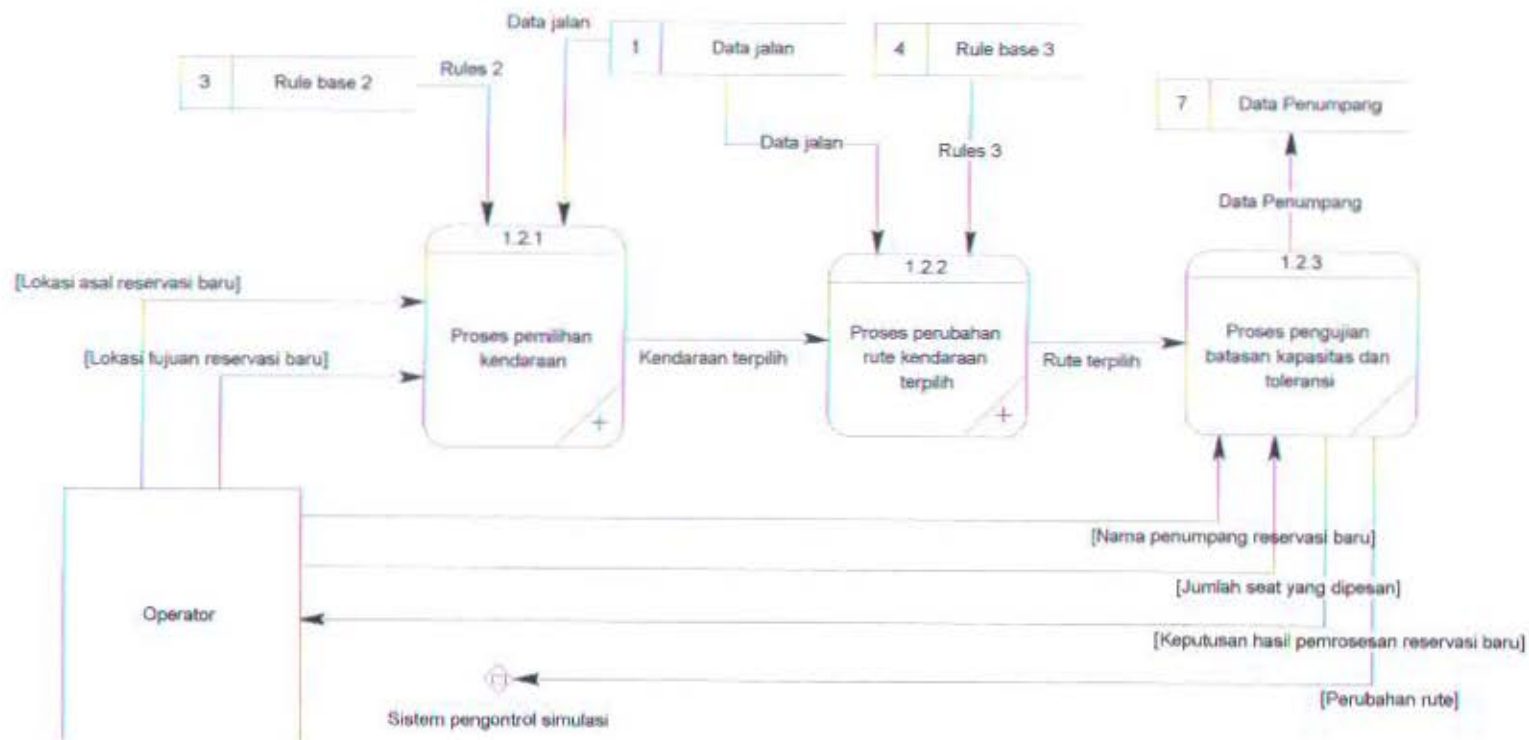
data kerawanan tiap ruas jalan dipetakan ke nilai derajat keanggotaan himpunan fuzzy. Proses ini menghasilkan nilai fuzzy kepadatan dan kerawanan tiap ruas jalan. Nilai-nilai fuzzy tersebut diinferensi pada proses inferensi 1 dengan menggunakan aturan dari rule base 1. Proses inferensi ini menghasilkan nilai fuzzy gabungan yang kemudian akan didefuzzyfikasi pada proses defuzzyfikasi 1. Hasil dari proses defuzzyfikasi 1 merupakan waktu tunda perjalanan tiap ruas jalan. Waktu perjalanan merupakan hasil penjumlahan waktu perjalanan normal dari data basis data jalan dan waktu tunda perjalanan. Waktu perjalanan ini dihasilkan dalam proses perhitungan waktu perjalanan dan kemudian disimpan dalam basis data jalan.

Pada diagram aliran data level 1, sistem perubah rute melakukan tiga proses, yaitu proses pemilihan kendaraan, proses perubahan rute kendaraan terpilih dan proses pengujian batasan kapasitas dan toleransi. Pada proses pemilihan kendaraan, sistem memerlukan input berupa lokasi asal dan tujuan yang dipesan. Proses ini menghasilkan kendaraan terpilih. Sedangkan proses perubahan rute kendaraan terpilih akan menghasilkan rute baru kendaraan terpilih. Pada proses pengujian batasan kapasitas dan toleransi, kendaraan terpilih akan diuji kapasitas kendaraannya, dan rute terpilih akan diuji toleransinya. Jika kendaraan dan rute terpilih memenuhi batasan tersebut maka reservasi baru tersebut akan diterima oleh sistem.



Gambar 3.15 Diagram Alir Data Level 1

Proses Perhitungan Waktu Perjalanan

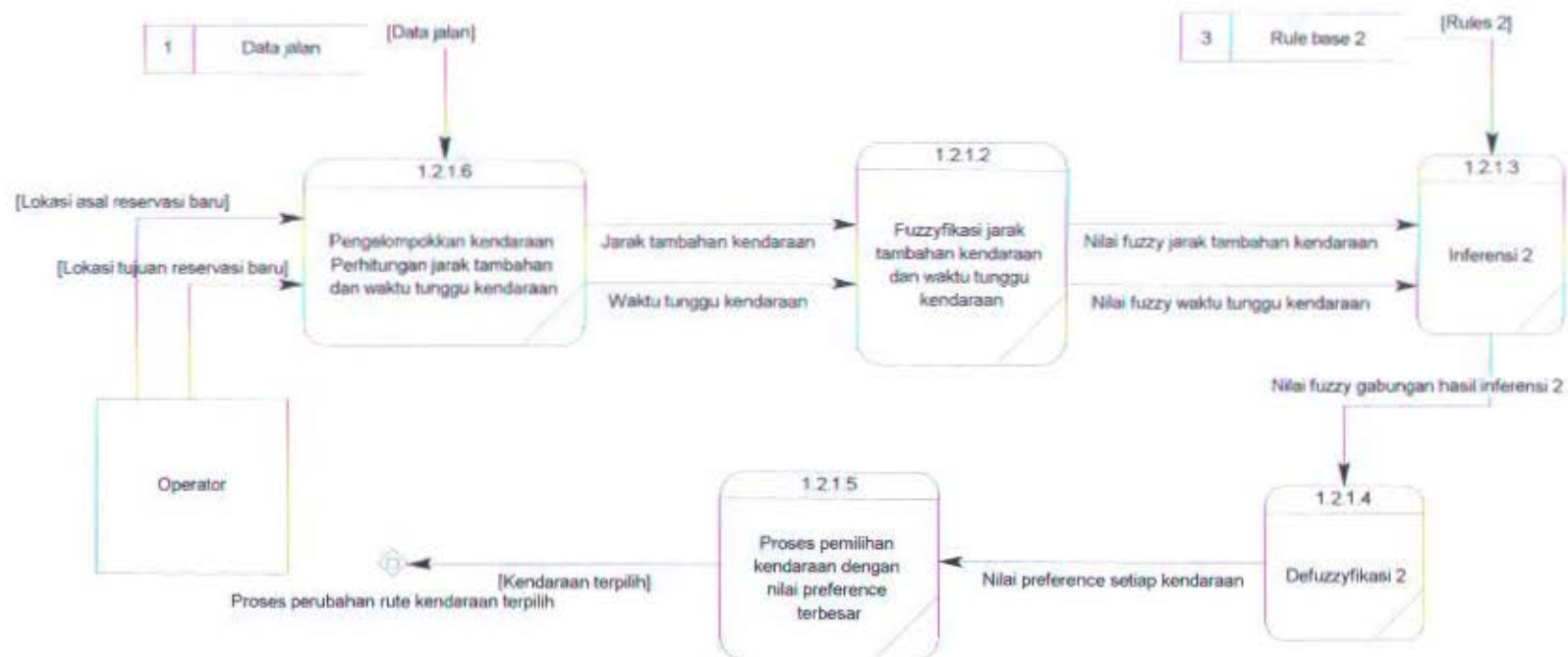


Gambar 3.16 Diagram Alir Data Level 1

Sistem Perubah Rute

Pada diagram aliran data level 2 proses pemilihan kendaraan, sistem melakukan lima proses, yaitu proses pengelompokkan kendaraan dan perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan, proses fuzzyfikasi jarak tambahan kendaraan dan waktu tunggu kendaraan, proses inferensi 2, proses defuzzyfikasi 2 dan proses pemilihan kendaraan dengan nilai preference terbesar.

Proses pengelompokkan kendaraan dan perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan akan menghasilkan jarak tambahan dan waktu tunggu masing-masing kendaraan yang berada dalam kelompok yang sedang mendapat prioritas. Pada proses fuzzyfikasi, jarak tambahan dan waktu tunggu tiap kendaraan dipetakan ke nilai derajat keanggotaan himpunan fuzzy. Proses ini akan menghasilkan nilai fuzzy jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan. Nilai fuzzy tersebut diinferensi pada proses inferensi 2 dengan menggunakan aturan dari rule base 2. Proses inferensi ini menghasilkan nilai fuzzy gabungan yang kemudian akan didefuzzyfikasi pada proses defuzzyfikasi 2. Hasil dari proses defuzzyfikasi 2 adalah nilai preference tiap kendaraan. Kendaraan-kendaraan tersebut kemudian akan dipilih berdasarkan nilai preference yang paling besar pada proses pemilihan kendaraan dengan nilai preference terbesar. Kendaraan yang mempunyai nilai preference terbesar selanjutnya akan dirubah rutenya pada proses perubahan rute kendaraan terpilih.

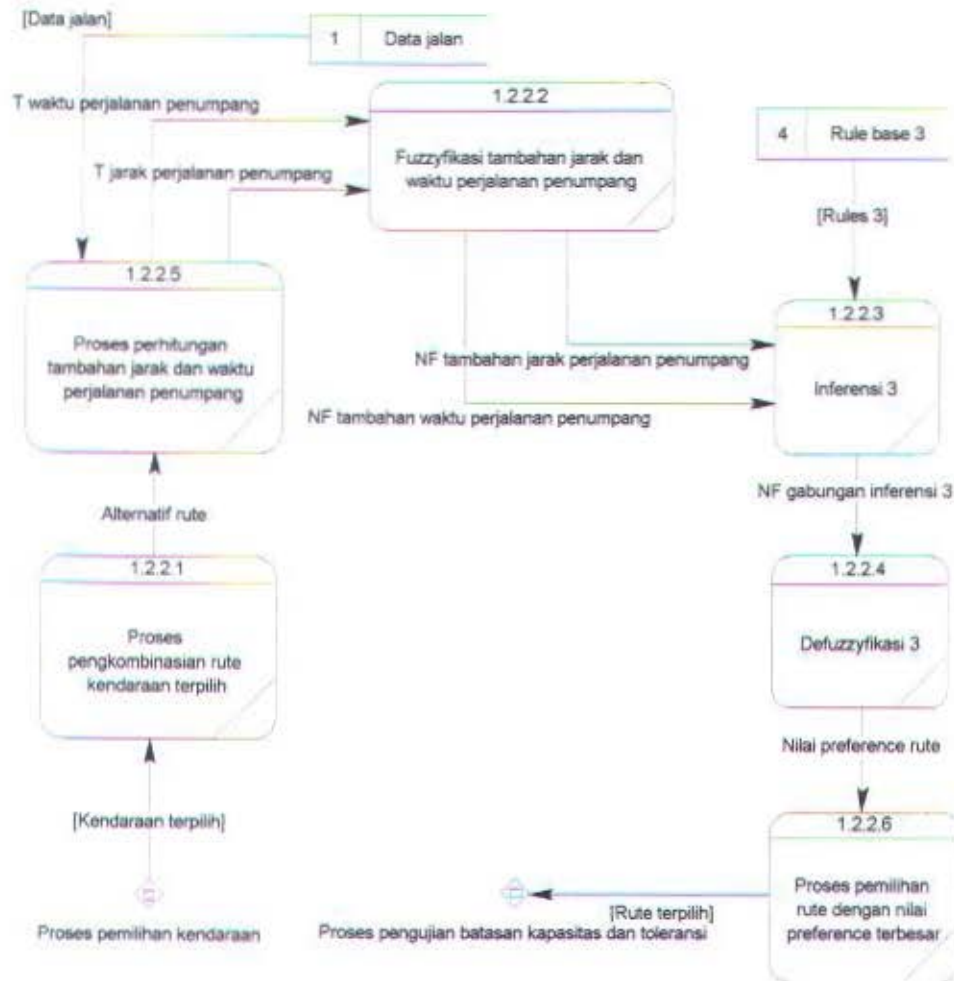


Gambar 3.17 Diagram Alir Data Level 2

Proses Pemilihan Kendaraan

Pada Gambar 3.18, diagram aliran level 2 proses perubahan rute kendaraan terpilih, sistem melakukan enam proses, yaitu : proses pengkombinasian rute kendaraan terpilih, perhitungan tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang, proses fuzzyfikasi tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang, proses inferensi 3, proses defuzzyfikasi 3, proses pemilihan rute dengan nilai preference terbesar.

Pada rute awal kendaraan terpilih, terdapat kemungkinan lokasi tujuan penumpang baru belum ada pada rute. Pada proses pengkombinasian rute kendaraan terpilih, lokasi tujuan tersebut akan disisipkan ke dalam rute, sehingga proses ini akan menghasilkan alternatif rute kendaraan terpilih. Pada proses perhitungan tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang, tiap alternatif rute tersebut akan dihitung besarnya tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang. Tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang ini kemudian akan dipetakan ke nilai derajat keanggotaan himpunan fuzzy pada proses fuzzyfikasi 3 yang akan menghasilkan nilai fuzzy tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang. Pada proses inferensi, nilai fuzzy tersebut akan diinferensi dengan menggunakan aturan rule base 3. Nilai fuzzy gabungan yang dihasilkan dari proses inferensi 3 akan dipetakan ke suatu nilai crisp dengan menggunakan operator defuzzyfikasi. Hasil dari proses defuzzyfikasi 3 adalah nilai preference tiap rute. Rute-rute tersebut kemudian akan dipilih berdasarkan nilai preference yang paling besar. Rute yang mempunyai nilai preference terbesar akan menjadi rute baru kendaraan terpilih. Setelah rute terpilih, maka rute tersebut akan diuji dalam proses pengujian batasan kapasitas dan toleransi.



Gambar 3.18 Diagram Alir Level 2
Proses Perubahan Rute Kendaraan Terpilih

3.3.3 Perancangan Data

Dalam sub bab perancangan data ini akan diuraikan tentang data-data yang digunakan dalam sistem layanan antar jemput penumpang ini beserta field dan tipe datanya masing-masing.



Tabel 3.9 Tabel Jalan

FIELD	TIPE
No_Jalan	Integer
Nama_Jalan	Text (20)
Panjang_Jalan	Double
Waktu_Perjalanan_Normal	Double
Waktu_Tunda	Double
Waktu_Perjalanan	Double
Node1	Text (10)
Node2	Text (10)
Kepadatan	Double
Kerawanan	Double

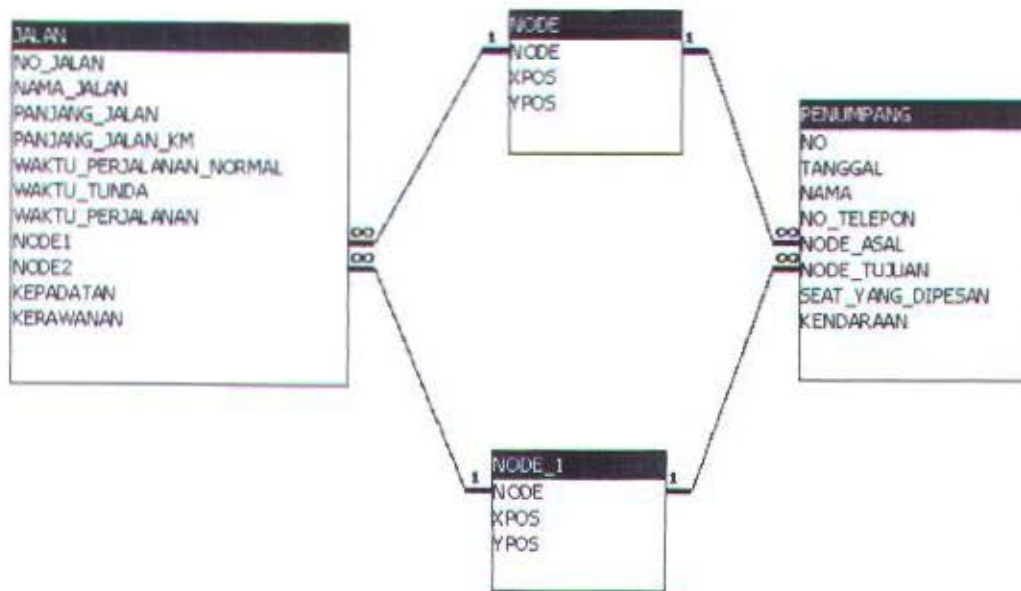
Tabel 3.10 Tabel Node

FIELD	TIPE
Node	Text (10)
X_Pos	Integer
Y_Pos	Integer

Tabel 3.11 Tabel Penumpang

FIELD	TIPE
Nama	Text (30)
Tanggal_Yang_Dipesan	Text (20)
No_Telepon	Text (15)
Node_Asal	Text (10)
Node_Tujuan	Text (10)
Jumlah_Tempat_Duduk_Yang_Dipesan	Integer

Berikut akan ditunjukkan *Entity Relationship Diagram* dari sistem layanan antar jemput penumpang, baik secara *Conceptual Data Model* (CDM) maupun *Physical Data Model* (PDM).



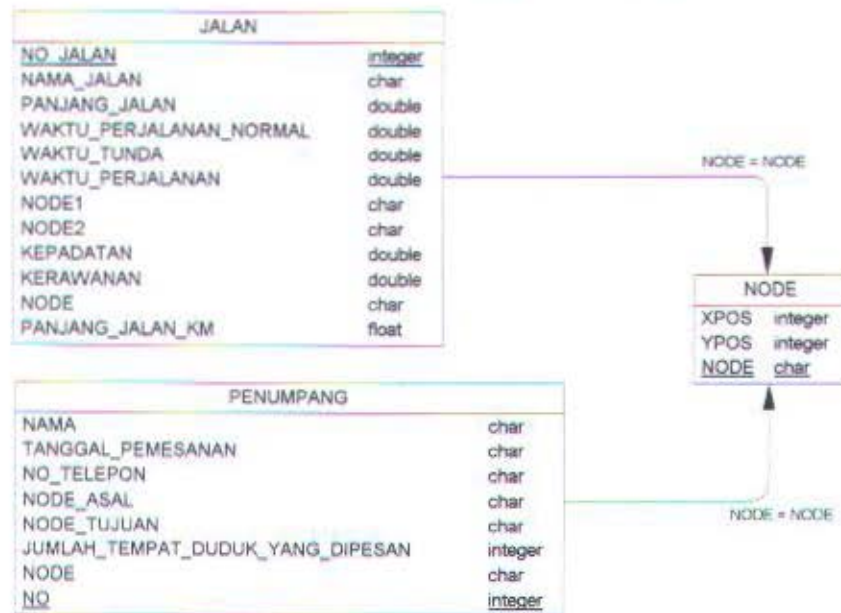
Gambar 3.19 *Entity Relationship Diagram* (ER Diagram)

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang



Gambar 3.20 *Conceptual Data Model (CDM)*

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang



Gambar 3.21 *Physical Data Model (PDM)*

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

3.3.4 Perancangan Antar Muka (Interface)

Antar muka sangat penting dalam suatu perangkat lunak karena antar muka merupakan penghubung yang bagi pengguna untuk mengakses sistem dalam perangkat lunak. Dalam sub bab perancangan antar muka ini akan dijelaskan tentang struktur menu perangkat lunak sistem layanan antar jemput penumpang ini.

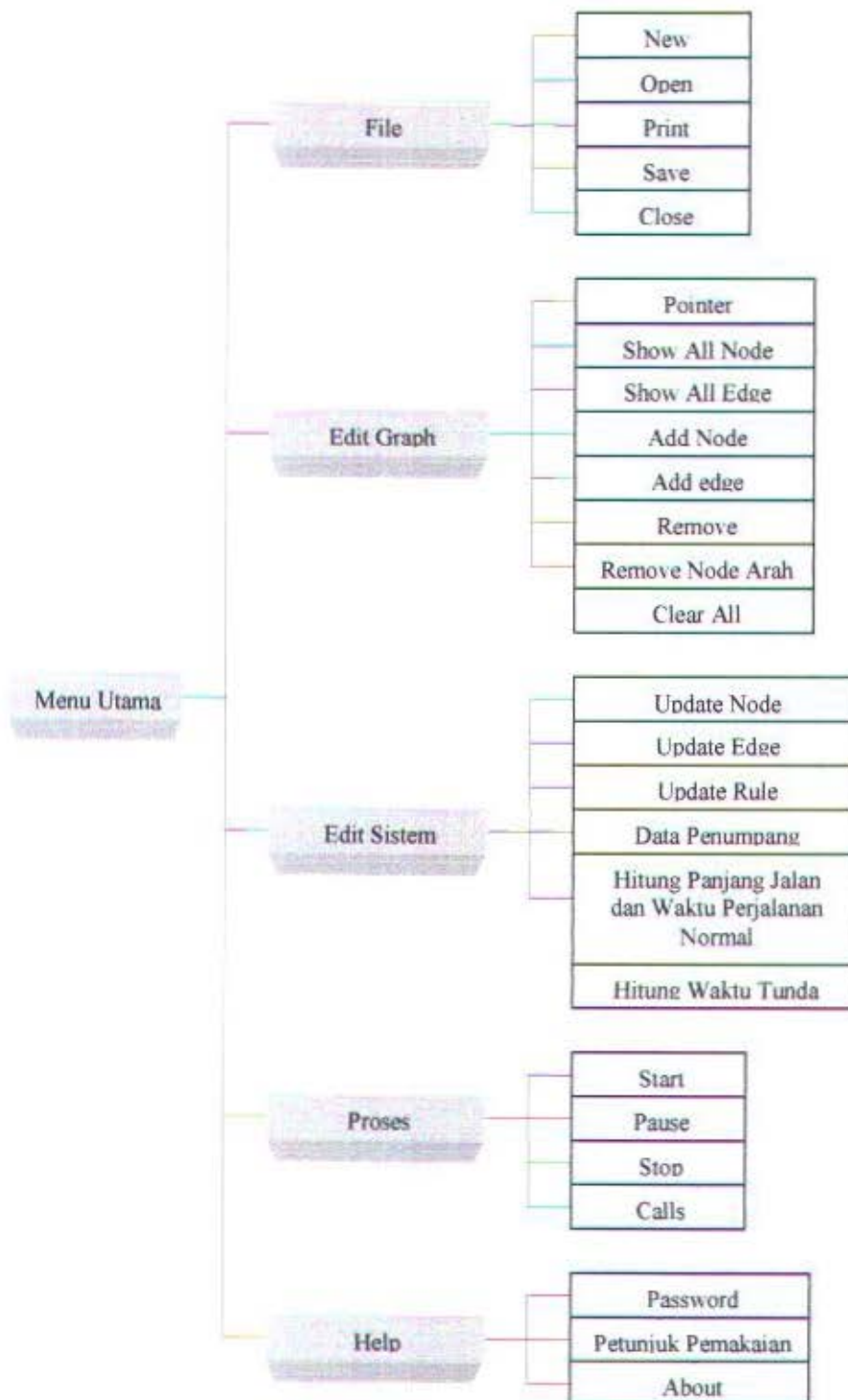
Perangkat lunak sistem layanan antar jemput penumpang ini mempunyai 6 menu utama, yaitu : file, edit graph, edit sistem, proses, window, dan help. Menu file digunakan untuk menciptakan rute baru bagi masing-masing kendaraan, membuka rute yang telah disimpan sebelumnya, menyimpan rute, dan mencetak rute.

Menu edit graph digunakan untuk mengedit graph yang digunakan untuk mensimulasikan rute dari tiap kendaraan. Sedangkan menu edit sistem digunakan untuk mengedit data pada sistem antara lain : data node, jalan, rule dan penumpang. Selain mengedit data tersebut, edit sistem juga berfungsi untuk menghitung panjang jalan dan waktu perjalanan normal serta waktu tunda perjalanan.

Menu proses terdiri dari fungsi-fungsi untuk memulai simulasi yang merupakan tanda bahwa proses layanan dimulai, menghentikan simulasi untuk sementara waktu (pause) dan menghentikan simulasi untuk kemudian kembali ke keadaan awal ketika proses layanan belum dimulai. Selain fungsi-fungsi tersebut, menu proses juga memungkinkan pengguna untuk memasukkan penumpang baru yang pada saat proses layanan dimulai melakukan reservasi melalui telepon. Reservasi yang baru ini kemudian akan diproses oleh sistem.

Menu help berfungsi untuk menampilkan petunjuk pemakaian perangkat lunak, meng-insertkan password dan mengganti password serta informasi tentang perangkat lunak.

Adapun struktur menu dalam perangkat lunak sistem layanan antar jemput penumpang ini ditunjukkan dalam Gambar 3.22



Gambar 3.22 Struktur Menu Perangkat Lunak

Sistem Layanan Antar Jemput Penumpang

BAB IV
IMPELENTASI DAN UJI COBA PERANGKAT
LUNAK

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN UJICOBAN PERANGKAT LUNAK

4.1 Implementasi Perangkat Lunak

Pada sub bab ini akan diuraikan tentang implementasi sistem perangkat lunak yang dibuat, baik implementasi pengkodean maupun implementasi antarmuka sistem

Perangkat lunak yang dipergunakan dalam membuat perangkat lunak sistem layanan antar jemput penumpang ini adalah :

1. Visual Basic 6.0
2. Microsoft Access XP

Pada simulasi perangkat lunak sistem layanan antar jemput penumpang ini, diasumsikan jumlah kendaraan yang dimiliki oleh sistem adalah 5 buah dan kapasitas maksimal jumlah penumpang yang bisa diangkut oleh masing-masing kendaraan adalah 7 orang. Sedangkan batasan toleransi kedatangan masing-masing kendaraan pada setiap node dalam rute perjalanannya adalah 15 menit.

4.1.1 Implementasi Pengkodean Sistem

Sistem layanan antar jemput penumpang dalam tugas akhir ini disimulasikan dengan menggunakan graph terbatas dimana lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang direpresentasikan dengan menggunakan node yang berada pada suatu himpunan node. Jalan yang menghubungkan node-node tersebut direpresentasikan dengan menggunakan edge yang berada dalam suatu himpunan edge.

Simulasi Sistem Layanan Antar Jemput penumpang dalam tugas akhir ini diimplementasikan dalam beberapa *class module* antara lain :

a. *Class Module Node*

Class node merupakan suatu objek yang dipergunakan untuk merepresentasikan lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang. Suatu *class node* mempunyai data anggota yaitu sebagai berikut :

```
Public Nama As String
Public X As Single
Public Y As Single
Public JumEdge As Integer
Public index As Integer
```

Sedangkan fungsi dan prosedur yang dimiliki oleh *class node* adalah :

```
Public Function OnPosisi(XPos, YPos) As Boolean
Public Sub Display(ByRef pc As PictureBox, Optional isSel As
Boolean = False, Optional Remv As Boolean = False)
```

b. *Class Module Edge*

Class edge merupakan suatu objek yang dipergunakan untuk merepresentasikan jalan yang menghubungkan dua buah node. Suatu *class edge* mempunyai data anggota yaitu sebagai berikut :

```
Public Nama As String
Public Node1 As Node
Public Node2 As Node
Public index As Integer
```

Sedangkan fungsi dan prosedur yang dimiliki oleh *class edge* adalah :

```
Public Function OnPosisi(XPos, YPos) As Boolean
Public Sub Display(ByRef pc As PictureBox, Optional isSel As
Boolean = False, Optional Remv As Boolean = False)
```

c. *Class Module Nodes*

Class nodes merupakan suatu objek yang dipergunakan untuk merepresentasikan kumpulan dari node. Fungsi-fungsi yang dimiliki oleh *class nodes* adalah fungsi *add* yaitu fungsi yang dipergunakan untuk menambah node dalam koleksi node dan fungsi *findNode* yang dipergunakan untuk mencari node dalam koleksi node. Sedangkan prosedur yang dimiliki oleh *class node* adalah *addNodeArah* yaitu prosedur yang dipergunakan untuk menambah node yang

merupakan rute dari suatu kendaraan. Masing-masing fungsi dan prosedur diatas didefinisikan sebagai berikut :

```
Public Function Add(index As Integer, JumEdge As Integer, X As
Single, Y As Single, Nama As String) As Node
    Dim NewObject As Node
    Set NewObject = New Node

    NewObject>Nama = Nama
    NewObject.index = index
    NewObject.JumEdge = JumEdge
    NewObject.Y = Y
    NewObject.X = X

    Col.Add NewObject

    Set Add = NewObject
    Set NewObject = Nothing
End Function

Public Sub addNode(index As Integer, nodeIn As Node)
    If Not nodeIn Is Nothing Then
        Dim i As Integer
        If Col.Count = 0 Then
            Call Col.Add(nodeIn)
        ElseIf index = mCol.Count + 1 Then
            Call Col.Add(nodeIn)
        Else
            Call Col.Add(nodeIn, , index)
        End If
    Else
        MsgBox "nodeIn is nothing !!", vbCritical
    End If
End Sub

Public Function FindNode(NmN As String) As Node
    Dim ND As Node, i As Integer
    For i = 1 To mCol.Count
        Set ND = mCol(i)
        If ND>Nama = NmN Then
            Set FindNode = ND
            Exit For
        Else
            Set FindNode = Nothing
        End If
    Next i
End Function
```

d. Class Module Edges

Class edges merupakan suatu objek yang dipergunakan untuk merepresentasikan kumpulan dari edge. Fungsi-fungsi yang dimiliki oleh *class* edges adalah fungsi *add* yaitu fungsi yang dipergunakan untuk menambah edge dalam

koleksi edge dan fungsi *getEdge* yang dipergunakan untuk mencari edge dalam koleksi edge. Masing-masing fungsi diatas didefinisikan sebagai berikut :

```
Public Function Add(index As Integer, Nd1 As Node, Nd2 As Node,
NmJln) As Edge
    Dim NewObject As Edge
    Set NewObject = New Edge
    NewObject.index = index
    NewObject>Nama = CStr(NmJln)
    If IsObject(Nd2) Then Set NewObject.Node2 = Nd2
    If IsObject(Nd1) Then Set NewObject.Node1 = Nd1
    mCol.Add NewObject
    Set Add = NewObject
    Set NewObject = Nothing
End Function

Public Function GetEdge(ind1, ind2) As Edge
    Dim ketemu As Boolean
    Dim Edg As Edge
    For i = 1 To mCol.Count
        Set Edg = mCol(i)
        If (Edg.Node1.index = ind1 And Edg.Node2.index = ind2)
        Or (Edg.Node1.index = ind2 And Edg.Node2.index = ind1)
        Then
            ketemu = True
            Exit For
        End If
    Next i
    If ketemu Then Set GetEdge = Edg
End Function
```

e. Class Module Graph

Class graph merupakan suatu objek yang dipergunakan untuk merepresentasikan edges dan nodes. Fungsi dan prosedur yang dimiliki oleh *class graph* adalah fungsi *tambahNode* yang dipergunakan untuk menambah node dalam graph, *tambahEdge* yang dipergunakan untuk menambah edge dalam graph dan *remove* yang dipergunakan untuk menghapus node dan edge dari graph. Adapun definisi dari fungsi dan prosedur tersebut di atas adalah :

```
Public Sub TambahNode(Nm As String, X As Single, Y As Single)
    NNodes.Add NNodes.Count + 1, 0, X, Y, Nm
End Sub

Public Function TambahEdge(ByRef Nd2 As Node, ByRef Nd1 As Node,
NmJln) As Edge
    If Not (Nd1 Is Nothing Or Nd2 Is Nothing) Then
        Set TambahEdge = NEdges.Add(NEdges.Count + 1, Nd1, Nd2,
NmJln)
    End If
End Function
```



```

        Nd1.JumEdge = Nd1.JumEdge + 1
        Nd2.JumEdge = Nd2.JumEdge + 1
    End If
End Function

Public Sub Remove(ByRef pic As PictureBox)
    If Not SelItem Is Nothing Then
        If SelItem.Tipe Then
            Dim TEMP
            TEMP = NEdges.FindEdge(SelItem)
            Do While Not TEMP = -1
                RemoveEdges TEMP, pic
                TEMP = NEdges.FindEdge(SelItem)
            Loop
            SelItem.Display pic, , True
            NNodes.Remove SelItem.index
        Else
            RemoveEdges SelItem.index, pic
        End If
        Set SelItem = Nothing
    End If
End Sub

```

f. Class Module Kendaraan

Class kendaraan digunakan untuk merepresentasikan kendaraan-kendaraan yang dimiliki oleh sistem. Kendaraan-kendaraan tersebut akan mensimulasikan rute perjalanan mereka. Fungsi dan prosedur yang dimiliki oleh suatu *class* kendaraan antara lain : *initNodeArah* yang berfungsi untuk menginisialisasikan rute perjalanan sebuah kendaraan, yang diimplementasikan dengan kode sebagai berikut :

```

Public Sub initNodeArah(index As Integer, nodeIn As Node,
waktuTiba As Double)
    If nodeArah Is Nothing Then Set nodeArah = New Nodes
    Call nodeArah.addNode(index, nodeIn)
End Sub

```

Selain class module, simulasi sistem layanan antar jemput penumpang dalam tugas akhir ini diimplementasikan dalam beberapa modul yaitu sebagai berikut :

a. Modul fuzzyfikasi kepadatan

Pada saat perhitungan waktu tunda, dilakukan proses fuzzyfikasi kepadatan.

```

Public Function FuzzyfikasiKepadatan(X As Double) As VarFuz
    FuzzyfikasiKepadatan.Elemen = X
    FuzzyfikasiKepadatan>NamaFuz = "PADAT"
    FuzzyfikasiKepadatan.NFungsi = X
End Function

```

b. Modul fuzzyfikasi kerawanan

Pada saat perhitungan waktu tunda, dilakukan proses fuzzyfikasi kerawanan untuk setiap nilai linguistik yang dimiliki oleh variabel linguistik kerawanan, yaitu 'tidak rawan', rawan sedang', 'rawan dan 'sangat rawan'.

```
Public Function FuzzyfikasiTidakRawan(X As Double, a As Double, b
As Double) As VarFuz
    FuzzyfikasiTidakRawan.Elemen = X
    FuzzyfikasiTidakRawan>NamaFuz = "TIDAK RAWAN"
    If X < a Then
        FuzzyfikasiTidakRawan.NFungsi = 1
    ElseIf X > b Then
        FuzzyfikasiTidakRawan.NFungsi = 0
    ElseIf X >= a And X <= b Then
        FuzzyfikasiTidakRawan.NFungsi = (b - X) / (b - a)
    End If
End Function
Public Function FuzzyfikasiRawanSedang(X As Double, a As Double,
b As Double, c As Double) As VarFuz
    FuzzyfikasiRawanSedang.Elemen = X
    FuzzyfikasiRawanSedang>NamaFuz = "RAWAN SEDANG"
    If X < a Or X > c Then
        FuzzyfikasiRawanSedang.NFungsi = 0
    ElseIf X >= a And X <= b Then
        FuzzyfikasiRawanSedang.NFungsi = (X - a) / (b - a)
    ElseIf X >= b And X <= c Then
        FuzzyfikasiRawanSedang.NFungsi = (c - X) / (c - b)
    End If
End Function
Public Function FuzzyfikasiRawan(X As Double, b As Double, c As
Double, d As Double) As VarFuz
    FuzzyfikasiRawan.Elemen = X
    FuzzyfikasiRawan>NamaFuz = "RAWAN"
    If X < b Or X > d Then
        FuzzyfikasiRawan.NFungsi = 0
    ElseIf X >= b And X <= c Then
        FuzzyfikasiRawan.NFungsi = (X - b) / (c - b)
    ElseIf X >= c And X <= d Then
        FuzzyfikasiRawan.NFungsi = (d - X) / (d - c)
    End If
End Function
Public Function FuzzyfikasiSangatRawan(X As Double, c As Double,
d As Double) As VarFuz
    FuzzyfikasiSangatRawan.Elemen = X
    FuzzyfikasiSangatRawan>NamaFuz = "SANGAT RAWAN"
    If X < c Then
        FuzzyfikasiSangatRawan.NFungsi = 0
    ElseIf X > d Then
        FuzzyfikasiSangatRawan.NFungsi = 1
    ElseIf X >= c And X <= d Then
        FuzzyfikasiSangatRawan.NFungsi = (X - c) / (d - c)
    End If
End Function
```


c. **Modul fuzzyfikasi tambahan jarak dan waktu tunggu kendaraan, tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang**

Pada saat proses pemilihan kendaraan dan rute kendaraan terpilih, dilakukan proses fuzzyfikasi tambahan jarak dan waktu tunggu kendaraan, serta tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang.

```
Public Function FuzzyfikasiSmall(X As Double, a As Double, c As Double, StrVar As String) As VarFuz
    FuzzyfikasiSmall.Elemen = X
    FuzzyfikasiSmall>NamaFuz = StrVar + " KECIL"
    If X < a Then
        FuzzyfikasiSmall.NFungsi = 1
    ElseIf X > c Then
        FuzzyfikasiSmall.NFungsi = 0
    ElseIf X >= a And X <= c Then
        FuzzyfikasiSmall.NFungsi = (c - X) / (c - a)
    End If
End Function

Public Function FuzzyfikasiMedium(X As Double, a As Double, b As Double, c As Double, StrVar As String) As VarFuz
    FuzzyfikasiMedium.Elemen = X
    FuzzyfikasiMedium>NamaFuz = StrVar + " SEDANG"
    If X < a Or X > c Then
        FuzzyfikasiMedium.NFungsi = 0
    ElseIf X >= a And X <= b Then
        FuzzyfikasiMedium.NFungsi = (X - a) / (b - a)
    ElseIf X >= b And X <= c Then
        FuzzyfikasiMedium.NFungsi = (c - X) / (c - b)
    End If
End Function

Public Function FuzzyfikasiBig(X As Double, a As Double, c As Double, StrVar As String) As VarFuz
    FuzzyfikasiBig.Elemen = X
    FuzzyfikasiBig>NamaFuz = StrVar + " BESAR"
    If X < a Then
        FuzzyfikasiBig.NFungsi = 0
    ElseIf X > c Then
        FuzzyfikasiBig.NFungsi = 1
    ElseIf X >= a And X <= c Then
        FuzzyfikasiBig.NFungsi = (X - a) / (c - a)
    End If
End Function
```

d. **Modul Inferensi**

Setelah dilakukan fuzzyfikasi, sistem melakukan proses inferensi sesuai dengan aturan yang terdapat dalam rule base 1, rule base 2 dan rule base 3.

```
Public Function Inferensi(AdodcALG As Adodc, Var1 As VarFuz, Var2 As VarFuz) As VarFuz
```

```

AdodcALG.Refresh
AdodcALG.Recordset.MoveFirst
Do While Not AdodcALG.Recordset.EOF
    If AdodcALG.Recordset.Fields("IF").Value = Var1>NamaFuz
    And AdodcALG.Recordset.Fields("AND").Value = Var2>NamaFuz
    Then
        Inferensi>NamaFuz =
            AdodcALG.Recordset.Fields("THEN").Value
        Inferensi.Elemen = 0
        If Var1.NFungsi <= Var2.NFungsi Then
            Inferensi.NFungsi = Var1.NFungsi
        ElseIf Var1.NFungsi > Var2.NFungsi Then
            Inferensi.NFungsi = Var2.NFungsi
        End If
        Exit Function
    Else
        AdodcALG.Recordset.MoveNext
    End If
Loop
AdodcALG.Refresh
MsgBox "RULE TIDAK ADA YANG MEMENUHI", vbCritical, "WARNING"
End Function

```

e. Modul Defuzzyfikasi

Setelah dilakukan proses inferensi, maka dilakukan defuzzyfikasi untuk mendapatkan nilai crisp waktu tunda dan preference.

```

Public Function Defuzzyfikasivar() As VarFuz) As Double
    For i = 1 To UBound(BatasInt) - 1
        If BatasInt(i).Y < BatasInt(i + 1).Y Then
            ReDim Preserve MomenStatis(UBound(MomenStatis) + 1)
            ReDim Preserve Luas(UBound(Luas) + 1)
            MomenStatis(UBound(MomenStatis)) = MomenMiringKiri(a, b,
                BatasInt(i).X, BatasInt(i + 1).X)
            Luas(UBound(Luas)) = LuasMiringKiri(a, b, BatasInt(i).X,
                BatasInt(i + 1).X)
        ElseIf BatasInt(i).Y = BatasInt(i + 1).Y Then
            ReDim Preserve MomenStatis(UBound(MomenStatis) + 1)
            ReDim Preserve Luas(UBound(Luas) + 1)
            MomenStatis(UBound(MomenStatis)) =
                MomenLurus(BatasInt(i).Y, BatasInt(i).X, BatasInt(i + 1).X)
            Luas(UBound(Luas)) = LuasLurus(BatasInt(i).Y,
                BatasInt(i).X, BatasInt(i + 1).X)
        ElseIf BatasInt(i).Y > BatasInt(i + 1).Y Then
            ReDim Preserve MomenStatis(UBound(MomenStatis) + 1)
            ReDim Preserve Luas(UBound(Luas) + 1)
            MomenStatis(UBound(MomenStatis)) = MomenMiringKanan(a,
                b, BatasInt(i).X, BatasInt(i + 1).X)
            Luas(UBound(Luas)) = LuasMiringKanan(a, b,
                BatasInt(i).X, BatasInt(i + 1).X)
        End If
    Next i
    For i = 0 To UBound(Luas)
        MomenTotal = MomenTotal + MomenStatis(i)
        LuasTotal = LuasTotal + Luas(i)
    Next i

```



```

Next i
Defuzzyfikasi = MomenTotal / LuasTotal
End Function

```

Dalam modul fuzzyfikasi, inferensi maupun defuzzyfikasi di atas dibentuk suatu tipe data bentukan VarFuz yang didefinisikan sebagai berikut :

```

Public Type VarFuz
    Elemen As Double
    NFungsi As Double
    NamaFuz As String
End Type

```

4.1.2 Implementasi Antar Muka Sistem

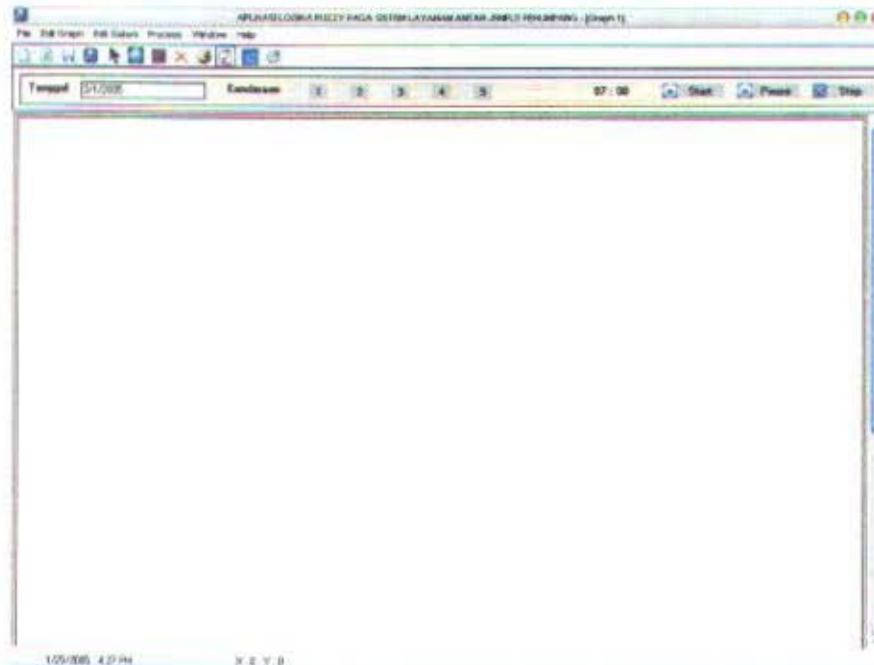
Antarmuka Sistem Layanan Antar Jemput penumpang dalam tugas akhir ini terdiri dari lima (5) menu utama seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, yaitu menu file, edit graph, edit sistem, proses dan help.

Untuk memulai menggunakan sistem ini, user diminta untuk memasukkan user name dan password pada form Login sebagai berikut :



Gambar 4.1 Form Login

Setelah user memasukkan username dan password dengan benar maka akan ditampilkan menu utama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Form Utama

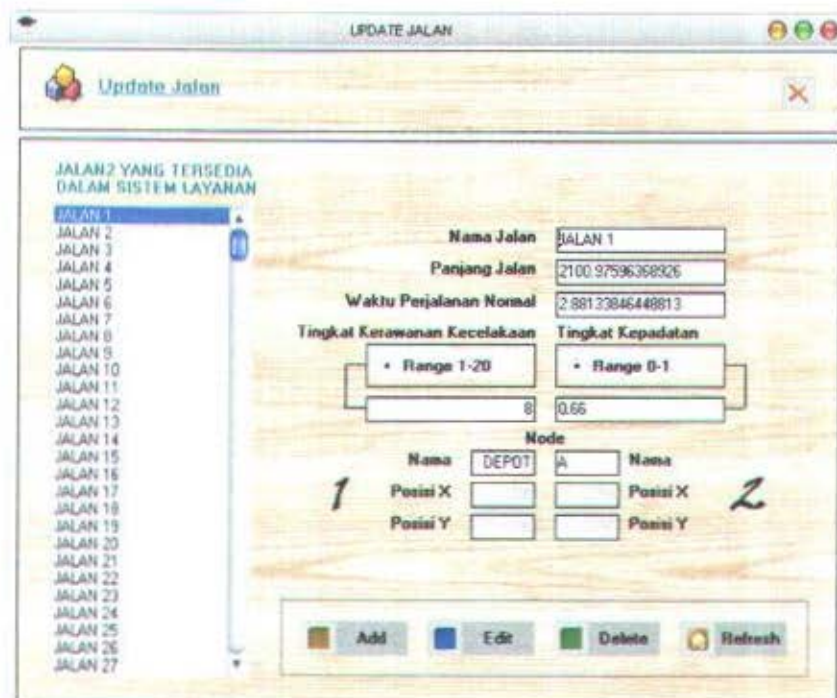
Jika user ingin meng-update data node, data jalan dan rule pilih menu Edit Sistem. Form Update Node, Update Jalan dan Update Rule dapat dilihat pada Gambar 4.3, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

Gambar 4.3 Form Update Node

Jika user ingin menambah node langsung pada picture graph, kama pilih tombol  pada toolbar, dan klik pada picture graph di posisi yang diinginkan. Kemudian akan muncul form untuk menginputkan nama node seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Form Input Nama Node



Gambar 4.5 Form Update Jalan

NO	IF	AND	THEN
1	Jarak Kendaraan Kecil	Waktu Tunggu Kendaraan Kecil	Kecenderungan Sangat Lemah
2	Tambah Jarak Kendaraan Sedang	Waktu Tunggu Kendaraan Kecil	Kecenderungan Sedang
3	Tambah Jarak Kendaraan Besar	Waktu Tunggu Kendaraan Kecil	Kecenderungan Lemah
4	Tambah Jarak Kendaraan Kecil	Waktu Tunggu Kendaraan Sedang	Kecenderungan Sangat
5	Tambah Jarak Kendaraan Sedang	Waktu Tunggu Kendaraan Sedang	Kecenderungan Sedang
6	Tambah Jarak Kendaraan Besar	Waktu Tunggu Kendaraan Sedang	Kecenderungan Lemah
7	Tambah Jarak Kendaraan Kecil	Waktu Tunggu Kendaraan Besar	Kecenderungan Sedang
8	Tambah Jarak Kendaraan Sedang	Waktu Tunggu Kendaraan Besar	Kecenderungan Lemah
9	Tambah Jarak Kendaraan Besar	Waktu Tunggu Kendaraan Besar	Kecenderungan Sangat Lemah

Buttons: Add, Edit, Delete, Refresh

Rule Editor: If, And, Then, Add Rule, Cancel

Gambar 4.6 Form Update Rule

Jika user ingin melihat data penumpang, pilih menu Edit Sistem. Form Data Penumpang dapat dilihat pada Gambar 4.7.

TANGGAL	NAMA	TELEPON	NOUR ASAL	NOUR TUJUAN	SEAT	KENDARAAN
1/1/2005	LISA	5995623	B	G	1	KENDARAAN1
1/1/2005	TYAS	8254060	A	G	1	KENDARAAN1
1/1/2005	FRANS	3532273	E	F	1	KENDARAAN3
1/1/2005	MARNALA	5013007	D	N	2	KENDARAAN2
1/1/2005	SIMON	7564110	F	K	1	KENDARAAN3
1/1/2005	PLIN	8254755	D	H	1	KENDARAAN2
1/1/2005	DYAH	8261664	A	M	1	KENDARAAN1
1/1/2005	DINA	7539945	P	Y	3	KENDARAAN2
1/1/2005	MIKO	5964162	J	L	2	KENDARAAN3
1/1/2005	QITA	7540630	I	U	1	KENDARAAN2
1/1/2005	ANTOK	5012745	M	V	2	KENDARAAN1
1/1/2005	AIK	7894410	L	K	1	KENDARAAN3
2/1/2005	DAMORA	7541199	C	D	1	KENDARAAN4
2/1/2005	CARANT	3531279	M	T	1	KENDARAAN1
2/1/2005	RWIN	5674033	K	Q	2	KENDARAAN2
2/1/2005	BELLA	5936467	Q	R	1	KENDARAAN2
2/1/2005	KRISYANTI	8014468	V	X	1	KENDARAAN1
2/1/2005	WINATA	5056020	U	W	1	KENDARAAN4
2/1/2005	JOHN	3536641	S	R	3	KENDARAAN2
2/1/2005	ERICO	5046631	H	P	2	KENDARAAN3
3/1/2005	SIGIT	5815520	W	Z	1	KENDARAAN3
3/1/2005	DEDETH	3536649	N	Y	2	KENDARAAN2

Buttons: Add, Edit, Delete, Refresh

Gambar 4.7 Data Penumpang

Sebelum simulasi sistem layanan antar jemput penumpang dimulai, user harus menghitung waktu tunda pada setiap ruas jalan.

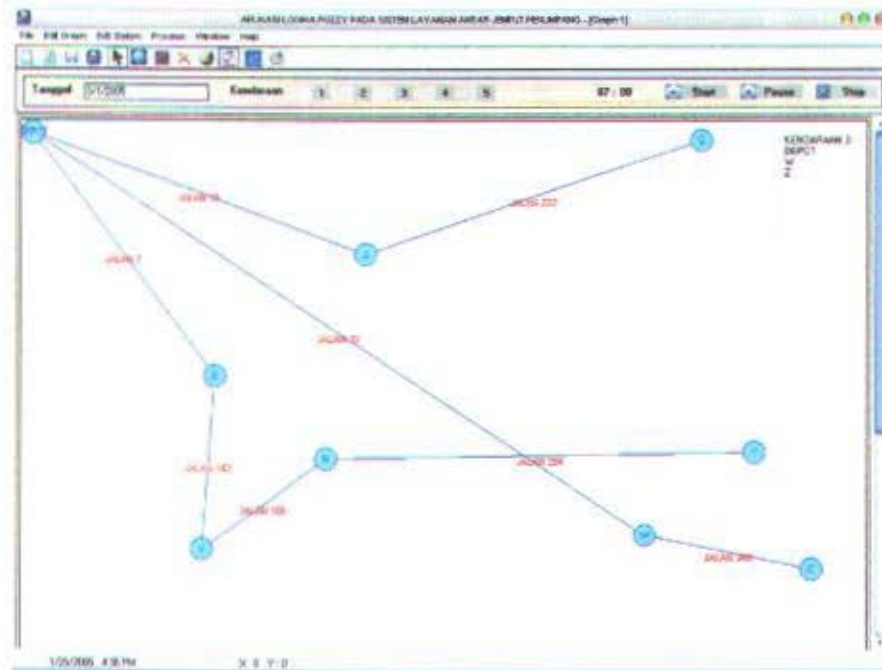
Gambar 4.8 Form Hitung Waktu Tunda

Hal berikutnya yang harus dilakukan user adalah menginputkan rute awal masing-masing kendaraan sesuai dengan data lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang yang melakukan reservasi pada tanggal tersebut seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.9.

Sebagai contoh, data penumpang yang melakukan reservasi untuk tanggal 3 Januari 2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Penumpang untuk reservasi tanggal 3 Januari 2004

TANGGAL	NAMA	NO. TELEPON	NODE_ASAL	NODE_TUJUAN	SEAT_YANG_DIPESAN	KENDARAAN
3/1/2005	MEME	5990099	G	H	2	KENDARAAN2
3/1/2005	SIGIT	5915520	W	Z	1	KENDARAAN3
3/1/2005	DEDETH	3536648	N	Y	2	KENDARAAN2
3/1/2005	DIKA	5016037	J	Q	1	KENDARAAN1



Jika terdapat penumpang yang melakukan reservasi, maka Form Input calon penumpang dapat dilihat pada Gambar 4.11



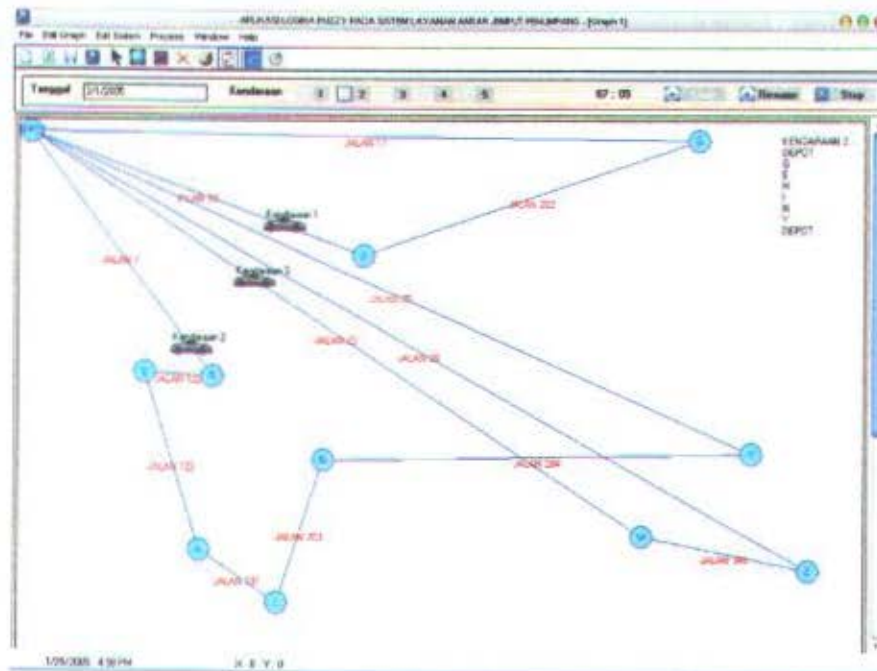
DATA CALON PENUMPANG	
Nama	DEWI
No. Telp	5590095
Tanggal pemesanan	3/1/2005
Jumlah seat yang dipesan	2
Lokasi Penjemputan	E
Lokasi Pengantaran	I

Ok Cancel

Gambar 4.11 Form Input calon penumpang

Jika reservasi dari calon penumpang tersebut adalah reservasi yang real time maka sistem akan mencari kendaraan yang ditugaskan untuk menjemput penumpang baru tersebut dengan meminimalkan waktu tunggu dan jarak tambahan kendaraan. Setelah terdapat kendaraan terpilih maka sistem akan mencari rute baru bagi kendaraan terpilih dengan meminimalkan tambahan waktu dan jarak perjalanan penumpang yang telah melakukan reservasi sebelumnya..

Hasil dari pada pemilihan kendaraan dan rute kendaraan terpilih dapat dilihat pada Gambar 4.12, dimana kendaraan yang terpilih adalah kendaraan 2 dan rute baru bagi kendaraan 2 adalah : DEPOT - G - E - H - I - N - Y.



Gambar 4.12 Simulasi rute perjalanan kendaraan setelah terdapat reservasi baru

Jika ingin menghentikan simulasi, tekan tombol 'Stop'. Kemudian akan muncul form rekaman simulasi pada hari tersebut yaitu sebaga berikut :

Tanggal 3/1/2005	
Jumlah Penumpang Awal	5
Jumlah Reservasi Baru	15
Jumlah Reservasi yang diterima	15
Jumlah Reservasi yang ditolak	0
Total Jumlah Penumpang	20
Rata-rata tingkat kepuasan penumpang	0.883576677125264

Gambar 4.13 Form Laporan Layanan

4.2 Uji Coba Perangkat Lunak

Dalam sub bab uji coba perangkat lunak ini akan diuraikan tentang hasil uji coba proses perhitungan waktu perjalanan suatu ruas jalan, pemilihan kendaraan dan pemilihan rute kendaraan terpilih. Spesifikasi komputer dalam ujicoba ini adalah Processor Pentium 4 2.26 GHz, RAM 256 MB dengan Sistem Operasi Windows XP.

4.2.1 Uji Coba Proses Perhitungan Waktu Perjalanan

Dalam menentukan besarnya waktu perjalanan setiap ruas jalan, sistem memperhitungkan faktor kepadatan dan kerawanan kecelakaan. Pada proses berikut akan dilakukan perhitungan waktu perjalanan 'JALAN 1.'

Tabel 4.2 Data 'Jalan 1'

KP	KR	WAKTU PERJALANAN NORMAL
0.66	8	2.88133846448813

a. Proses Fuzzyfikasi

Tabel 4.3 Variabel fuzzy kepadatan

NILAI LINGUISTIK	KEPADATAN (X)	f(X)
PADAT	0.66	0.66

Parameter kerawanan maximum merupakan nilai maksimum data kerawanan seluruh jalan dalam himpunan jalan. Pada kasus ini nilai maksimum data kerawanan adalah 15. Dengan demikian parameter fungsi keanggotaan himpunan fuzzy kerawanan adalah $a = 0$, $b = 5$, $c = 10$ dan $d = 15$.

Tabel 4.4 Variabel fuzzy kerawanan

NILAI LINGUISTIK	KERAWANAN (X)	f(X)
TIDAK RAWAN	8	0
RAWAN SEDANG	8	0.4
RAWAN	8	0.6
SANGAT RAWAN	8	0

b. Proses Inferensi

Dengan menerapkan aturan algoritma 1, didapatkan hasil inferensi yaitu :

Tabel 4.5 Variabel fuzzy waktu tunda hasil inferensi algoritma I

NILAI LINGUISTIK	$f(x)$
SEBENTAR	0
SEDANG	0.4
LAMA	0.6
SANGAT LAMA	0

c. Proses Defuzzyfikasi

Dengan menggunakan metode Centroid seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, didapatkan waktu tunda untuk 'Jalan 1' adalah 1.85892804160525 menit. Dengan demikian waktu perjalanan untuk 'Jalan 1' adalah 4.74026650609338

4.2.2 Uji Coba Proses Pemilihan Kendaraan

Dalam menentukan kendaraan yang akan dipilih untuk menjemput penumpang baru, sistem memperhitungkan faktor jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa sistem mengelompokkan kendaraan yang dimiliki ke dalam skala prioritas kelompok kendaraan. Prioritas pertama diberikan pada kendaraan-kendaraan yang berada pada kelompok I. Selain skala prioritas, kendaraan yang dikompetisikan dalam proses pemilihan kendaraan juga dibatasi oleh batasan operasional berupa batasan kapasitas kendaraan dan toleransi waktu kedatangan di masing-masing lokasi.

Pada proses ini akan dilakukan pemilihan kendaraan yang beroperasi pada tanggal 3 Januari 2005 ketika terdapat reservasi penumpang baru pada pukul 07.09. Simulasi rute perjalanan kendaraan yang sedang beroperasi pada tanggal tersebut

dapat dilihat pada Gambar 4.10. Kendaraan-kendaraan yang mendapat prioritas adalah kendaraan kelompok I yaitu kendaraan 1, kendaraan 2 dan kendaraan 3.

Tabel 4.6 Rute perjalanan kendaraan tanggal 3 Januari 2005

KENDARAAN	RUTE
KENDARAAN 1	DEPOT - J - Q
KENDARAAN 2	DEPOT - G - H - N - Y
KENDARAAN 3	DEPOT W - Z

Tabel 4.7 Data calon penumpang

DATA CALON PENUMPANG	
NAMA	DEWI
NO TELEPON	5220091
TANGGAL PEMESANAN	3/1/2005
JUMLAH TEMPAT DUDUK	2
LOKASI PEJEMPUTAN	E
LOKASI PENGANTARAN	I

Pada proses berikutnya akan dilakukan perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu tiap kendaraan.

Tabel 4.8 Jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan

KENDARAAN	JARAK TAMBAHAN	WAKTU TUNGGU
KENDARAAN 1	7.12383716826824	13.4979309608996
KENDARAAN 2	4.00116782952178	8.3330347674692
KENDARAAN 3	17.7789628493902	45.768085541185

a. Proses Fuzzyfikasi

Parameter tambahan jarak kendaraan maksimum merupakan nilai maksimum data panjang jalan (km) dalam himpunan jalan. Pada kasus ini nilai maksimum data panjang jalan adalah 26.5737434321926. Dengan demikian parameter fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan jarak kendaraan adalah $a = 0$, $b = 13.28687171609635$ dan $c = 26.5737434321926$.

Tabel 4.9 Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 1

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK KENDARAAN (X)	f(X)
KECIL	7.12383716826824	0.731921955728747
SEDANG	7.12383716826824	0.536156088542506
BESAR	7.12383716826824	0.268078044271253

Tabel 4.10 Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 2

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK KENDARAAN (X)	f(X)
KECIL	4.00116782952178	0.84943153230438
SEDANG	4.00116782952178	0.30113693539124
BESAR	4.00116782952178	0.15056846769562

Tabel 4.11 Variabel fuzzy tambahan jarak kendaraan 3

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK KENDARAAN (X)	f(X)
KECIL	17.7789628493902	0.330957533523411
SEDANG	17.7789628493902	0.661915067046822
BESAR	17.7789628493902	0.669042466476589

Parameter waktu tunggu maksimum merupakan nilai maksimum data waktu perjalanan dalam himpunan jalan. Pada kasus ini nilai maksimum data waktu perjalanan adalah 37.4726520288061. Dengan demikian parameter fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan jarak kendaraan adalah $a = 0$, $b = 18.7363260144031$ dan $c = 37.4726520288061$.

Tabel 4.12 Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 1

NILAI LINGUISTIK	WAKTU TUNGGU KENDARAAN (X)	f(X)
KECIL	13.4979309608996	0.639792482514357
SEDANG	13.4979309608996	0.720415034971286
BESAR	13.4979309608996	0.360207517485643

Tabel 4.13 Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 2

NILAI LINGUISTIK	WAKTU TUNGGU KENDARAAN (X)	f(x)
KECIL	8.3330347674692	0.777623565018473
SEDANG	8.3330347674692	0.444752869963054
BESAR	8.3330347674692	0.222376434981527

Tabel 4.14 Variabel fuzzy waktu tunggu kendaraan 3

NILAI LINGUISTIK	WAKTU TUNGGU KENDARAAN (X)	f(x)
KECIL	45.768085541185	0
SEDANG	45.768085541185	1
BESAR	45.768085541185	1

b. Proses Inferensi

Dengan menerapkan algoritma 2, didapatkan hasil inferensi sebagai berikut :

Tabel 4.15 Variabel fuzzy preference kendaraan 1

NILAI LINGUISTIK	f(x)
SANGAT LEMAH	0.268078044271253
LEMAH	0.360207517485643
SEDANG	0.536156088542506
KUAT	0.720415034971286
SANGAT KUAT	0.639792482514357

Tabel 4.16 Variabel fuzzy preference kendaraan 2

NILAI LINGUISTIK	f(x)
SANGAT LEMAH	0.15056846769562
LEMAH	0.222376434981527
SEDANG	0.30113693539124
KUAT	0.444752869963054
SANGAT KUAT	0.777623565018473

Tabel 4.17 Variabel fuzzy preference kendaraan 3

NILAI LINGUISTIK	f(x)
SANGAT LEMAH	0.669042466476589
LEMAH	0.661915067046822
SEDANG	0.330957533523411
KUAT	0
SANGAT KUAT	0

c. **Proses Defuzzyfikasi**

Dengan menggunakan metode Centroid seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, didapatkan nilai preference tiap kendaraan sebagai berikut :

Tabel 4.18 Nilai preference

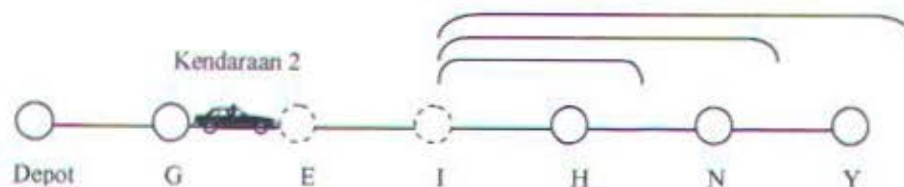
KENDARAAN	PREFERENCE
KENDARAAN 1	58.0845951828949
KENDARAAN 2	64.343753828426
KENDARAAN 3	28.4414851774316

Dari tabel di atas, kendaraan yang mempunyai nilai preference terbesar adalah kendaraan 2. Dengan demikian dilakukan proses pemilihan rute kendaraan 2.

4.2.3 Uji Coba Proses Perubahan Rute Kendaraan Terpilih

Dalam menentukan rute baru bagi kendaraan terpilih, sistem memperhitungkan faktor tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang.

Seperti telah diketahui, bahwa rute awal kendaraan 2 adalah DEPOT - G - H - N - Y. Pada saat kendaraan 2 berada dalam perjalanan dari DEPOT menuju G, terdapat reservasi baru. Jika kendaraan 2 diberi tugas menjemput penumpang baru di E maka kendaraan 2 tersebut harus menuju G dahulu sebelum menuju ke E. Karena lokasi tujuan penumpang baru belum ada pada rute kendaraan 2 yaitu I, maka sistem harus membuat rute baru bagi kendaraan 2.



Gambar 4.14 Alternatif rute baru kendaraan 2

Adapun alternatif rute yang mungkin bagi kendaraan 2 adalah :

- Rute 1 = DEPOT - G - E - I - H - N - Y
- Rute 2 = DEPOT - G - E - H - I - N - Y
- Rute 3 = DEPOT - G - E - H - N - I - Y
- Rute 4 = DEPOT - G - E - H - N - Y - I

Pada proses berikutnya akan dihitung tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang tiap alternatif rute. Dalam hal ini tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang dapat diwakili oleh jarak dan waktu total perjalanan penumpang.

Tabel 4.19 Tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang

RUTE	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG
RUTE 1	31.2585143314524	45.8199996832503
RUTE 2	29.5115776233236	44.0189199667989
RUTE 3	33.6385763349922	45.1670934178732
RUTE 4	40.5911332556411	57.637078748013

a. Proses Fuzzyfikasi

Parameter tambahan jarak perjalanan penumpang maksimum merupakan nilai maksimum data tambahan jarak perjalanan penumpang pada tabel 4.19 yaitu 40.5911332556411. Dengan demikian parameter fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang adalah $a = 0$, $b = 20.2955666278206$ dan $c = 40.5911332556411$.

Tabel 4.20 Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 1

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(x)
KECIL	31.2585143314524	0.229917673532599
SEDANG	31.2585143314524	0.459835347065199
BESAR	31.2585143314524	0.7700823264674

Tabel 4.21 Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 2

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	29.5115776233236	0.27295507032383
SEDANG	29.5115776233236	0.54591014064766
BESAR	29.5115776233236	0.72704492967617

Tabel 4.22 Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 3

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	33.6385763349922	0.171282651234742
SEDANG	33.6385763349922	0.342565302469485
BESAR	33.6385763349922	0.828717348765258

Tabel 4.23 Variabel fuzzy tambahan jarak perjalanan penumpang rute 4

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	40.5911332556411	0
SEDANG	40.5911332556411	0
BESAR	40.5911332556411	1

Parameter tambahan waktu perjalanan penumpang maksimum merupakan nilai maksimum data tambahan waktu perjalanan penumpang pada tabel 4.19 yaitu 57.637078748013. Dengan demikian parameter fungsi keanggotaan himpunan fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang adalah $a = 0$, $b = 28.8185393740065$ dan $c = 57.637078748013$.

Tabel 4.24 Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 1

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	45.8199996832503	0.205025641851602
SEDANG	45.8199996832503	0.410051283703204
BESAR	45.8199996832503	0.794974358148398

Tabel 4.25 Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 2

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	44.0189199667989	0.23627427130289
SEDANG	44.0189199667989	0.47254854260578
BESAR	44.0189199667989	0.76372572869711

Tabel 4.26 Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 3

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	45.1670934178732	0.216353527989474
SEDANG	45.1670934178732	0.432707055978949
BESAR	45.1670934178732	0.783646472010526

Tabel 4.27 Variabel fuzzy tambahan waktu perjalanan penumpang rute 4

NILAI LINGUISTIK	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG (X)	f(X)
KECIL	57.637078748013	0
SEDANG	57.637078748013	0
BESAR	57.637078748013	1

b. Proses Inferensi

Dengan menerapkan algoritma 2, didapatkan hasil inferensi sebagai berikut :

Tabel 4.28 Variabel fuzzy preference rute 1

NILAI LINGUISTIK	f(X)
SANGAT LEMAH	0.7700823264674
LEMAH	0.459835347065199
SEDANG	0.410051283703204
KUAT	0.229917673532599
SANGAT KUAT	0.205025641851602

Tabel 4.29 Variabel fuzzy preference rute 2

NILAI LINGUISTIK	f(X)
SANGAT LEMAH	0.72704492967617
LEMAH	0.54591014064766
SEDANG	0.47254854260578
KUAT	0.27295507032383
SANGAT KUAT	0.23627427130289

Tabel 4.30 Variabel fuzzy preference rute 3

NILAI LINGUISTIK	f(X)
SANGAT LEMAH	0.783646472010526
LEMAH	0.342565302469485
SEDANG	0.342565302469485
KUAT	0.171282651234742
SANGAT KUAT	0.171282651234742

Tabel 4.31 Variabel fuzzy preference rute 4

NILAI LINGUISTIK	f(x)
SANGAT LEMAH	1
LEMAH	0
SEDANG	0
KUAT	0
SANGAT KUAT	0

c. **Proses Defuzzyfikasi**

Dengan menggunakan metode Centroid, didapatkan preference tiap rute yaitu:

Tabel 4.32 Nilai preference

RUTE	PREFERENCE
RUTE 1	37.7630926151168
RUTE 2	39.5410928287921
RUTE 3	35.4946397590926
RUTE 4	10.8333333333333

Dari tabel, rute yang mempunyai nilai preference terbesar adalah rute 2. Kemudian dilakukan pengujian batasan operasional. Jika kendaraan 2 dan rute 2 tidak memenuhi batasan operasional, maka dilakukan proses pemilihan rute kendaraan yang mempunyai nilai preference urutan ke dua. Jika tidak ada kendaraan terpilih yang dapat menjemput reservasi baru maka reservasi tersebut ditolak.

Pada tabel berikut, jumlah penumpang kendaraan 2 dan penyimpangan waktu kedatangan seharusnya dan sebenarnya berada dalam batasan kapasitas dan toleransi. Dengan demikian kendaraan 2 memenuhi batasan operasional.

Tabel 4.33 Jumlah penumpang dan waktu kedatangan kendaraan 2

NODE	JUMLAH PENUMPANG	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEHARUSNYA	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEBENARNYA
DEPOT	0	07. 00	07. 00
G	2	07. 12	07. 12
E	4	07. 17	07. 17
H	2	07. 21	07. 25
I	0	07. 29	07. 29
N	2	07. 26	07. 36
Y	0	07. 45	07. 55
DEPOT	0	08. 13	08. 24

4.3 Analisa Hasil

Pada sub bab ini, akan diuraikan analisa beberapa hasil proses perhitungan waktu perjalanan, pemilihan kendaraan dan rute kendaraan terpilih mengambil.

4.3.1 Hasil Proses Perhitungan Waktu Perjalanan

Pada tabel berikut akan disajikan hasil dari perhitungan waktu perjalanan beberapa ruas jalan ada dalam himpunan jalan.

Tabel 4.34 Tabel perhitungan waktu perjalanan beberapa ruas jalan

NAMA JALAN	KP	KR	WAKTU PERJALANAN NORMAL	WAKTU_TUNDA	WAKTU_PERJALANAN
JALAN 1	0.66	8	2.88133846448813	1.85892804180525	4.74026650609338
JALAN 2	0.56	6	3.08986387653408	1.75984695352676	4.84971083006084
JALAN 3	0.26	4	11.1640371894466	5.58201859472331	16.7460557841699
JALAN 4	0.25	3	8.06576365553435	4.03288182776717	12.0986454833015
JALAN 5	0.25	2	6.40608363915401	3.20304181957701	9.60912545873102
JALAN 6	0.8	13	6.37278007446915	5.0593656444871	11.4321457189563
JALAN 7	0.64	5	6.64439805169646	3.32219902584823	9.96659707754469
JALAN 8	0.53	4	10.7563569889377	5.37817849446885	16.1345354834065
JALAN 9	0.51	4	13.1854494943232	6.59272474716159	19.7781742414848
JALAN 10	0.19	1	8.3578473549212	4.17892367746059	12.5367710323818

4.3.2 Analisa Hasil Proses Perhitungan Waktu Perjalanan

Pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa selain faktor kepadatan dan kerawanan, besarnya waktu perjalanan normal juga mempengaruhi besarnya waktu tunda.

4.3.3 Hasil Proses Pemilihan Kendaraan dan Perubahan Rute Kendaraan Terpilih

Berikut akan disajikan beberapa contoh kasus pemilihan kendaraan dengan adanya beberapa reservasi real time. Adapun data penumpang yang telah melakukan reservasi sebelumnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.35 Data Penumpang

TANGGAL	NAMA	NO_TELEPON	NODE_ASAL	NODE_TUJUAN	SEAT_YANG_DIPESAN	KENDARAAN
3/1/2005	ANTO	5915520	W	Z	1	KENDARAAN3
3/1/2005	DEDETH	3536648	N	Y	2	KENDARAAN3
3/1/2005	DIKA	5016037	J	Q	1	KENDARAAN1
3/1/2005	MEME	5990099	G	H	2	KENDARAAN3
3/1/2005	NIDA	5770012	S	T	1	KENDARAAN2
3/1/2005	HESTI	5436789	T	U	2	KENDARAAN2

Sedangkan rute awal kendaraan yang diberikan adalah sebagai berikut :

- Kendaraan 1 = DEPOT – J – Q
- Kendaraan 2 = DEPOT – S – T – U
- Kendaraan 3 = DEPOT – G – H – N – W – Y – Z

Beberapa contoh kasus reservasi yang real time adalah sebagai berikut :

Tabel 4.36 Reservasi

RESERVASI	WAKTU RESERVASI	LOKASI ASAL	LOKASI TUJUAN
RESERVASI 1	07.06	G	I
RESERVASI 2	07.14	R	U
RESERVASI 3	07.30	A	D

a. Reservasi 1

Tabel berikut merupakan tabel hasil perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan serta preference yang dihasilkan yang digunakan sebagai parameter dalam memilih kendaraan

Tabel 4. 37 Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih

KENDARAAN	POSISI	JARAK TAMBAHAN	WAKTU TUNGGU	PREFERENCE
KENDARAAN1	DEPOT – J	5.46973637390323	13.3454904197567	58.8645997616811
KENDARAAN2	DEPOT – S	15.0011519557666	44.0327744487022	30.0816469919049
KENDARAAN3	DEPOT – G	0	4.53379686444963	78.9926365207352

Dari tabel diatas, kendaraan 3 mempunyai preference terbesar. Dengan demikian pada proses berikutnya akan dilakukan pemilihan rute baru kendaraan 3

Tabel 4. 38 Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih

ALTERNATIF RUTE	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG	PREFERENCE
DEPOT G I H N W Y Z	31.185425379173	42.0268462175398	45.8693172661622
DEPOT G H I N W Y Z	29.6959158769473	40.882340097585	46.8308599159425
DEPOT G H N I W Y Z	33.1830956052668	43.9123456081116	44.4466942470646
DEPOT G H N W I Y Z	48.1107173758518	63.4537412602634	27.1256241825824
DEPOT G H N W Y I Z	52.7421928505045	69.8862834603929	10.8333333333333
DEPOT G H N W Y Z I	41.4984635858095	55.4300601200708	37.4422069104352

Dari tabel di atas, rute ke dua mempunyai preference terbesar. Selanjutnya akan dilakukan pengujian batasan kapasitas dan toleransi.

Tabel 4. 39 Jumlah Penumpang dan waktu kedatangan kendaraan 3

NODE	JUMLAH PENUMPANG	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEHARUSNYA	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEBENARNYA
DEPOT	0	07.00	07.00
G	4	07.12	07.12
H	2	07.18	07.18
I	0	07.22	07.22
N	2	07.23	07.29
W	3	07.36	07.42
Y	1	07.42	07.48
Z	0	07.46	07.51

Pada tabel di atas, jumlah penumpang kendaraan 3 pada tiap node tidak melebihi batasan kapasitas. Sedangkan selisih antara waktu kedatangan kendaraan seharusnya dan sebenarnya tidak melewati batasan toleransi. Dengan demikian kendaraan 3 dan rute 2 lolos dari proses pengujian batasan kapasitas dan toleransi. Sistem kemudian akan memberi tugas kepada kendaraan 3 untuk menjemput reservasi baru tersebut sekaligus memberikan rute baru bagi kendaraan 3.

b. **Reservasi 2**

Tabel berikut merupakan tabel hasil perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan serta preference yang dihasilkan yang digunakan sebagai parameter dalam memilih kendaraan.

Tabel 4.40 Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih

KENDARAAN	POSISI	JARAK TAMBAHAN	WAKTU TUNGGU	PREFERENCE
KENDARAAN1	J - Q	4.27873626202878	15.8512827942837	59.3037307385746
KENDARAAN2	DEPOT - S	3.91406080688586	18.0634148621673	58.8652985927633
KENDARAAN3	G - H	13.9398479188261	21.7654358917313	46.3115826594858

Dari tabel diatas, kendaraan 1 mempunyai preference terbesar. Dengan demikian berikutnya akan dilakukan pemilihan rute baru kendaraan 1

Tabel 4.41 Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih

ALTERNATIF RUTE	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG	PREFERENCE
DEPOT J Q R U	15.2281296698848	20.9413907829953	10.8333333333333

Dari tabel di atas, hanya terdapat satu alternatif rute yaitu DEPOT - J - Q - R - U. Selanjutnya akan dilakukan pengujian batasan kapasitas dan toleransi.

Tabel 4.42 Jumlah Penumpang dan waktu kedatangan kendaraan 1

NODE	JUMLAH PENUMPANG	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEHARUSNYA	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEBENARNYA
DEPOT	0	07.00	07.00
J	1	07.13	07.13
Q	0	07.26	07.26
R	2	07.31	07.31
U	0	07.47	07.47

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa jumlah penumpang kendaraan 1 pada tiap node tidak melebihi batasan kapasitas. Sedangkan selisih antara waktu kedatangan kendaraan seharusnya dan sebenarnya tidak melewati batasan toleransi. Dengan demikian kendaraan 1 lolos dari proses pengujian batasan kapasitas dan toleransi. Sistem kemudian akan memberi tugas kepada kendaraan 1 untuk menjemput reservasi baru tersebut sekaligus memberikan rute baru bagi kendaraan 1.

c. Reservasi 3

Tabel berikut merupakan tabel hasil perhitungan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan serta preference yang dihasilkan yang digunakan sebagai parameter dalam memilih kendaraan

Tabel 4.43 Perhitungan preference untuk menentukan kendaraan terpilih

KENDARAAN	POSISI	JARAK TAMBAHAN	WAKTU TUNGGU	PREFERENCE
KENDARAAN1	R - U	19.3135740866366	39.8718967107815	25.4588694650016
KENDARAAN2	S - T	15.2414172569351	24.6827305665872	43.3700673793921
KENDARAAN3	N - W	17.4144105843408	33.7928521540063	30.9977742098662

Dari tabel diatas, kendaraan 2 mempunyai preference terbesar. Dengan demikian pada proses berikutnya dilakukan pemilihan rute baru bagi kendaraan 2

Tabel 4.44 Perhitungan preference untuk menentukan rute kendaraan terpilih

ALTERNATIF RUTE	TAMBAHAN JARAK PERJALANAN PENUMPANG	TAMBAHAN WAKTU PERJALANAN PENUMPANG	PREFERENCE
DEPOT S T A D U	40.6587764139097	54.7491774114254	36.9290140273961
DEPOT S T A D U	51.1414918786455	68.2269544375143	10.8333333333333

Alternatif rute yang mempunyai preference terbesar adalah rute 1. Selanjutnya akan dilakukan pengujian batasan kapasitas dan toleransi. Pada tabel berikut dapat dilihat bahwa jumlah penumpang kendaraan 2 tidak melebihi batasan kapasitas. Namun selisih antara waktu kedatangan kendaraan seharusnya dan sebenarnya pada node U melewati batasan toleransi. Dengan demikian kendaraan 1 gagal dalam pemilihan kendaraan. Oleh karena itu sistem kemudian akan membuat rute baru bagi kendaraan yang mempunyai preference urutan ke-2 yaitu kendaraan 3.

Tabel 4.45 Jumlah penumpang dan waktu kedatangan kendaraan 2

NODE	JUMLAH PENUMPANG	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEHARUSNYA	WAKTU KEDATANGAN KENDARAAN SEBENARNYA
DEPOT	0	07.00	07.00
S	1	07.28	07.28
T	2	07.35	07.35
A	4	07.55	07.55
D	2	08.07	08.07
U	0	07.43	08.30

Dari perhitungan yang dilakukan, kendaraan 3 juga mengalami kegagalan dalam pengujian batasan toleransi, demikian juga halnya dengan kendaraan 1. Karena kendaraan pada kelompok I tidak ada yang dapat memenuhi batasan operasional maka sistem memberikan prioritas pada kendaraan kelompok II.

Pada kasus ini, tidak ada kendaraan yang telah selesai bertugas dan sedang berada di depot, dengan demikian sistem memberikan prioritas kepada kelompok III. Kendaraan yang berada dalam kelompok III adalah kendaraan 4 dan kendaraan 5. Sistem akan memberi tugas pada kendaraan 4 untuk menjemput penumpang yang melakukan reservasi baru tersebut dengan rute DEPOT - A - D.

4.3.4 Analisa Hasil Proses Penerimaan Reservasi Baru

Dalam proses penerimaan reservasi, sistem memperhitungkan penyimpangan antara waktu kedatangan seharusnya dan sebenarnya di suatu lokasi. Besarnya penyimpangan mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan. Adapun laporan hasil ujicoba perangkat lunak yang dijalankan dari pukul 07.00 sampai pukul 10.00 (satuan waktu perangkat lunak) adalah sebagai berikut :

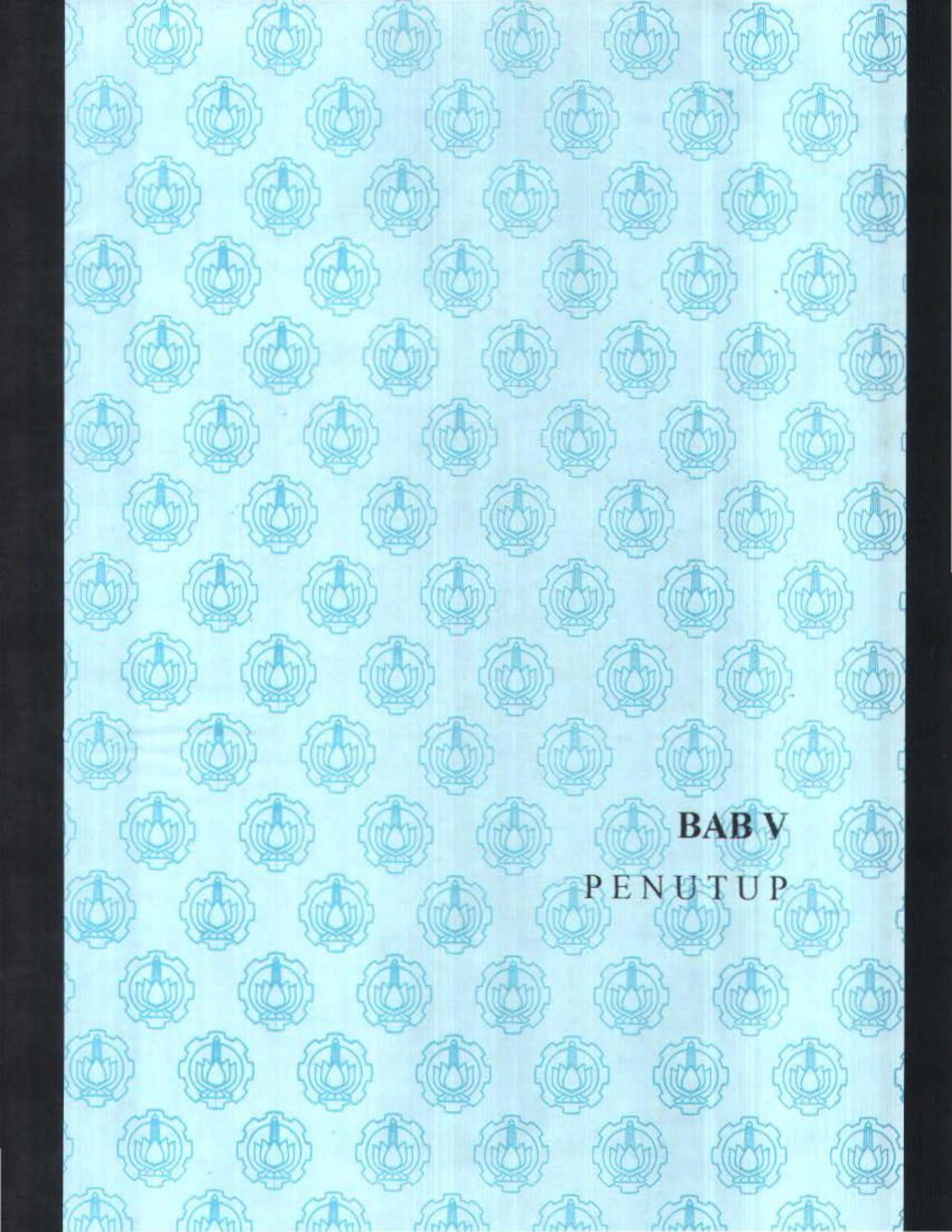
Tabel 4.46 Laporan hasil ujicoba

KETERANGAN	JUMLAH
Jumlah penumpang awal	6 orang
Jumlah reservasi Baru	15 orang
Jumlah reservasi yang diterima	15 orang
Jumlah reservasi yang ditolak	-
Total jumlah penumpang	21 orang
Rata-rata tingkat kepuasan penumpang	0.84

Proses penerimaan resevasi baru dilakukan dengan meminimalkan jarak tambahan dan waktu tunggu kendaraan, serta tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang. Dengan demikian, sistem dapat menjaga tingkat kepuasan penumpang terhadap layanan ini yang direpresentasikan dengan penyimpangan antara waktu kedatangan sebenarnya dan seharusnya di suatu lokasi. Semakin kecil penyimpangan semakin baik reputasi pelayanan sistem layanan antar jemput penumpang ini.

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa tingkat kepuasan penumpang terhadap sistem layanan dalam kasus ini adalah 84 %. Dari angka prosentase tersebut, dapat dikatakan bahwa sistem layanan antar jemput penumpang dalam tugas akhir ini dengan menerapkan logika fuzzy, mempunyai reputasi layanan yang cukup baik.

Dengan membagi kendaraan yang dimiliki oleh sistem dalam beberapa kelompok, memungkinkan sistem untuk meminimalkan jumlah kendaraan yang diperlukan dalam pengoperasian layanan antar jemput penumpang ini.



BAB V
PENUTUP

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari bab-bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil proses perhitungan waktu perjalanan masing-masing ruas jalan, didapatkan hasil perhitungan waktu perjalanan dengan memperhitungkan faktor kepadatan dan kerawanan kecelakaan. Besarnya waktu tunda yang diperoleh dipengaruhi juga oleh besarnya waktu perjalanan normal sekaligus merupakan akibat dari besarnya panjang masing-masing ruas jalan.
2. Dari hasil proses pemilihan kendaraan, didapatkan hasil berupa kendaraan terpilih. Pemilihan kendaraan ini dilakukan dengan meminimalkan waktu tunggu kendaraan dan jarak tambahan kendaraan. Dengan demikian penumpang yang melakukan reservasi baru tersebut dapat dilayani dengan relatif cepat.
3. Dari hasil proses pemilihan rute kendaraan, didapatkan hasil berupa rute terpilih. Pemilihan rute ini dilakukan dengan meminimalkan tambahan jarak dan waktu perjalanan penumpang. Dengan demikian sistem tetap mempertimbangkan dan mendahulukan kepentingan penumpang yang telah melakukan reservasi sebelumnya. Pertimbangan yang diambil oleh sistem ialah besarnya penyimpangan antara waktu kedatangan kendaraan sebenarnya dan seharusnya yang pada akhirnya akan mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan terhadap sistem layanan antar jemput penumpang pada tugas akhir ini.

Model yang dikembangkan dengan penerapan algoritma yang telah diuraikan di atas, dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dalam kaitannya dengan layanan antar jemput penumpang yang bersifat dinamis.

5.2 Saran

Beberapa kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan pada perangkat lunak ini adalah :

1. Dalam proses penentuan waktu tunda perjalanan, dapat dilakukan penambahan faktor kondisi jalan yang lain, sebagai contoh faktor penundaan waktu perjalanan oleh karena lampu lalu lintas, faktor cuaca dan lain-lain.
2. Perangkat lunak yang dihasilkan dalam tugas akhir ini merupakan sebuah simulasi sistem layanan antar jemput penumpang. Perangkat lunak ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkannya pada kehidupan yang nyata. Sebagai contoh diterapkan pada sistem layanan antar jemput penumpang di Surabaya dengan menggunakan peta Surabaya yang sebenarnya. Node-node yang ada pada layanan bukan hanya mewakili lokasi penjemputan dan pengantaran penumpang tetapi juga mewakili persimpangan antara dua jalan atau lebih.
3. Pada proses awal pengoperasian perangkat lunak ini, sistem membutuhkan input berupa rute awal kendaraan. Perangkat lunak dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan suatu metode penjadwalan rute awal kendaraan yang disesuaikan dengan data penumpang yang telah melakukan reservasi sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Irawati, N.L.P., 2002, "*Penyelesaian Pemilihan Rute dengan Menggunakan Logika Fuzzy*", Jurusan Matematika , Fakultas MIPA, Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Jun Yan, Michael Ryan, James Power, 1994, "*Using Fuzzy Logic*", Prentice Hall International (UK) Limited.
3. Kusumadewi, S., Hari Purnomo, 2004, "*Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan*", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
4. Teodorovic, D., Radiovojevic, G., "*A Fuzzy logic approach to dynamic Dial-A-Ride Problem*", Fuzzy Sets and Systems 116 (2000) 23-33.
5. Zimmermann, 1996, "*Fuzzy Sets Theory and Its Application*", Kluwer Boston / MA, USA.