

**TESIS**

**OPTIMASI SOLUSI PERMASALAHAN RUTE KENDARAAN  
DENGAN PEMERATAAN BEBAN MENGGUNAKAN *FUZZY  
ADAPTIF GENETIC ALGORITHM***

**Di Perum.Bulog Divisi Regional Yogyakarta**



**TRIO YONATHAN TEJA KUSUMA, S.T.  
11916268**

**MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2013**

**TESIS**

**OPTIMASI SOLUSI PERMASALAHAN RUTE KENDARAAN  
DENGAN PEMERATAAN BEBAN MENGGUNAKAN *FUZZY  
ADAPTIF GENETIC ALGORITHM***

**Di Perum.Bulog Divisi Regional Yogyakarta**



**TRIO YONATHAN TEJA KUSUMA, S.T.  
11916268**

**MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2013**

**Halaman prasyarat gelar magister**



LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI SOLUSI PERMASALAHAN RUTE KENDARAAN  
DENGAN PEMERATAAN BEBAN MENGGUNAKAN *FUZZY ADAPTIF*  
*GENETIC ALGORITHM*

Di Perum.Bulog Divisi Regional Yogyakarta

TESIS



Disusun Oleh:

Nama : Trio Yonathan Teja Kusuma

NIM : 11916268

Yogyakarta, 6 Desember 2013

Pembimbing,

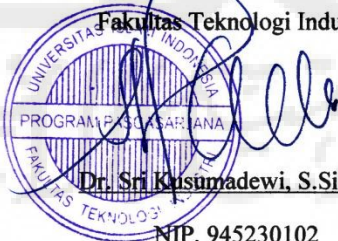
Dr. Drs. Imam Djati Widodo, MEng., Sc

NIP 935220102

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana

Fakultas Teknologi Industri



Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT

NIP. 945230102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

OPTIMASI SOLUSI PERMASALAHAN RUTE KENDARAAN  
DENGAN PEMERATAAN BEBAN MENGGUNAKAN *FUZZY ADAPTIF*  
*GENETIC ALGORITHM*

Di Perum.Bulog Divisi Regional Yogyakarta

TESIS  
Disusun Oleh:

Nama : .Trio yonathan Teja Kusuma  
NIM : 11916268

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji  
Yogyakarta, 30 Desember 2013

Tim Penguji

(Dr. Drs. Imam Djati Widodo, MEng., Sc)  
Ketua

(Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT)  
Anggota I

(Drs. Ir. Faisal RM. MT., Phd))  
Anggota II

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana

Fakultas Teknologi Industri



Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT

NIP. 945230102

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk thesis ini. Thesis ini tidak dapat terwujud tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan kenikmatan-Nya kepada penulis.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M,Eng., Sc dan Ibu Dr. Sri Kusumadewi,S,Si.,M.T yang telah meluangkan waktunya dan dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis untuk menghasilkan karya yang baik.
3. Direktur Program Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Segenap dosen dan karyawan Program Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pelayanan terbaik kepada penulis demi kelancaran.
6. Kepala Kantor pusat BULOG Divisi Regional Yogyakarta beserta staf dan karyawan serta kepala Gudang BULOG Kalasan Utama Divre Yogyakarta beserta staf dan karyawan yang senantiasa membantu serta memberikan kemudahan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian
7. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ayahanda dan Ibundaku tercinta serta kakak dan adikku tersayang yang telah banyak memberikan dukungan dan pengorbanan baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

8. Penulis mengucapkan banyak terima kasih pada Mutiara Pangestika Gunarso yang selalu menemani dan selalu memberikan motivasi dan mendoakan sehingga thesis ini dapat selesai.
9. Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga Bogor yang sudah sangat *men-support* dari awal hingga Thesis selesai.
10. Terima kasih juga kepada Bapak Taufiq Aji serta Bapak Arya Wirabhuna, dosen Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Thesis.
11. Penulis Mengucapkan terimakasih juga pada segenap dosen UIN Sunan Kalijaga yang telah *men-support* dari mulai awal hingga thesis ini selesai.
12. Tak lupa kepada segenap teman-teman seperjuangan Mahasiswa Megister Teknik Angkatan XII yang telah memberikan warna sehingga kegiatan belajar menjadi menyenangkan.
13. Kepada teman-teman S1 Prodi Teknik Industri Angkatan 2007 yang telah *mensupport* penulis.
14. Semua pihak yang sudah membantu dan *mensupport* penulis.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam menyusun laporan thesis ini, maka saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Penulis berharap thesis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Yogyakarta, 3 Desember 2013

Penyusun,

Trio Yonathan Teja Kusuma

# OPTIMASI SOLUSI PERMASALAHAN RUTE KENDARAAN DENGAN PEMERATAAN BEBAN MENGGUNAKAN FUZZY ADAPTIF GENETIC ALGORITHM

Di Perum.Bulog Divisi Regional Yogyakarta

**Trio Yonathan Teja Kusuma**

Program Pascasarjana, Megister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

## **Abstraksi**

*Perum Bulog adalah salah satu perusahaan milik Negara yang salah satu tugasnya adalah melakukan pendistribusian beras. Pengelolaan rute pendistribusian harus dilakukan untuk meminimasi biaya. Hal lain yang cukup penting dalam pengelolaan rute adalah besarnya pemerataan beban di setiap driver. Menurut Kritikos (2007) bahwa dengan distribusi beban yang seimbang dan ditambah dengan jumlah beberapa kali perjalanan yang setara akan menghindari masalah ketidak puasan pengemudi.*

*Permasalahan rute kendaraan dapat diselesaikan menggunakan metode Algoritma Genetik. Namun metode ini dapat terjebak pada daerah optimum lokal (kovergensi dini) sehingga menyebabkan solusi yang didapat jauh dari hasil yang optimal. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan teori Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm. Teori ini menentukan parameter kontrol yang dinamis untuk mengatur hubungan eksploitasi dan eksplorasi data. Pada Algoritma Genetik penentuan eksplorasi dan eksploitasi data dilakukan pada mekanisme mutasi, sehingga pada kasus ini penerapan metode fuzzy dilakukan pada mekanisme mutasi.*

*Hasil dari pengolahan data menggunakan metode Fuzzy Adaptif Genetic Algoritma menyatakan bahwa dengan metode ini rute yang terbentuk memiliki waktu distribusi total dibawah 420 menit, artinya tidak ada pegawai yang overtime. Utilitas mendekati optimal dengan nilai rata-rata utilitas sebesar 86,4%, artinya hampir seluruh kapasitas truk terpakai untuk memuat muatan. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa rute hasil pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Genetic Algoritma dapat meminimasi biaya dan dapat pemeratakan beban kerja. Dilihat dari segi biaya solar, rute rancangan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik lebih murah dari pada rute rancangan perusahaan, yaitu berturut-turut, Rp 169487.5 dan Rp 171640.62. Besarnya pemerataan beban pun, rute rancangan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika lebih kecil dari pada rute rancangan perusahaan, yaitu sebesar 1,08 dan 3.40, artinya tingkat pemerataan beban antar kendaraan lebih merata bila dengan menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika.*

*Kata kunci : Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm, minimasi biaya, pemerataan beban,waktu distribusi, utilitas*



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERSYARATAN GELAR MAGISTER.....	iii
HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI TESIS.....	v
HALAMAN UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Penelitian .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Manajemen distribusi dan transportasi.....	14
2.2.2 <i>Traveling Salesman Problem</i> .....	22
2.2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	25

2.2.4	Pemerataan Beban.....	26
2.2.5	Optimasi dan <i>multi objective</i> optimisasi .....	27
2.2.6	Penyelesaian Permasalahan... ..	27
2.2.7	Metode Heuristik .....	28
2.2.8	Algoritma Genetik.....	29
2.2.9	Fuzzy.....	41
2.2.10	Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm.....	44
2.2.11	Waktu Distribusi.....	46
2.2.12	Waktu Standard.....	46
2.2.13	Performansi yang ingin dicapai.....	50
BAB III	Kerangka Konsep.....	51
3.1	Kerangka Konsep.....	51
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN.....	70
4.1	Objek Penelitian .....	70
4.2	Jenis Data .....	70
4.3	Metodologi Pengumpulan Data .....	71
4.4	Variabel Penelitian.....	72
4.5	Kerangka Alir Penelitian.....	73
4.5.1	Studi Pendahuluan dan Observasi Awal.....	75
4.5.2	Penentuan Rumusan Masalah dan Tujuan.....	75
4.5.3	Tinjauan Pustakan dan Tinjauan Lapangan.....	75
4.5.4	Pengumpulan Data.....	75
4.5.5	Pengolahan Data.....	76
4.5.6	Analisis dan Pembahasan.....	78

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	79
5.1 Profil Perusahaan .....	79
5.2 Pengumpulan Data .....	80
5.2.1 Data Lokasi Pengiriman dan Permintaan RASKIN	82
5.2.2 Daftar Hari Kerja dan Sarana Distribusi.....	83
5.2.3 Jarak Antar Lokasi.....	84
5.3 Pengolahan Data.....	84
5.3.1 Daya Tahan Kelurahan.....	85
5.3.2 Perhitungan Uji Keseragaman.....	85
5.3.3 Perhitungan Waktu Standard.....	89
5.3.4 Penentuan Parameter FAGA.....	93
5.3.5 Hasil Pengolahan Data dan Pembahasan.....	102
1. Pengaruh Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm.....	102
2. Perbandingan solusi hasil pengolahan.....	107
3. Pola Rute Hasil FAGA.....	111
BAB VI. KESIMPULAN.....	117
DAFTAR PUSTAKA .....	
LAMPIRAN .....	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Posisi Penelitian .....	9
Tabel 2.2 Aturan Fuzzy Adaptive Probabilitas Mutasi.....	45
Tabel 2.3 Rating Factor.....	48
Tabel 3.1 Aturan Fuzzy.....	64
Tabel 5.1 Hari Kerja dan Jam Kerja.....	83
Tabel 5.2 Waktu Loading Truk Penyalur Raskin.....	87
Tabel 5.3 Perhitungan Batas Kendali.....	88
Tabel 5.4 Perhitungan Waktu Baku.....	92
Tabel 5.5 Nilai Max-Min Variabel biaya dan Pemerataan Beban.....	94
Tabel 5.6 Data Inputan Kelurahan Kelas 1.....	103
Tabel 5.7 Rute Hasil Pengolahan.....	108
Tabel 5.8 Utilitas Kendaraan Terpakai.....	109
Tabel 5.9 Perbandingan Solusi Rute.....	110

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh <i>Travelling Salesman Problem</i> .....	23
Gambar 2.2 Contoh Urutan Rute yang Jelek dan yang Bagus.....	24
Gambar 2.3 Klaster Untuk Kendaraan Alat Angkut.....	26
Gambar 2.4 Seleksi Elitisme.....	35
Gambar 2.5 Mekanisme Algoritma Genetik.....	41
Gambar 2.6 Alur Metode Min-Max .....	43
Gambar 2.7 Proses Defuzzy.....	43
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	51
Gambar 3.2 Alur Proses Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm .....	55
Gambar 3.3 Simulasi Pembentukan Populasi Awal Kromosom 1.....	56
Gambar 3.4 Simulasi Pembentukan Populasi Awal Kromosom 2.....	57
Gambar 3.5 Kromosom hail <i>Vehicle Based Representation</i> .....	57
Gambar 3.6 Pengisian Lokasi di Google Maps.....	58
Gambar 3.7 Pilihan Rute dari Google Maps.....	58
Gambar 3.8 Pilihan Rute dari Google Maps.....	59
Gambar 3.9 Seleksi Elitisme.....	62
Gambar 3.10 Proses Crossover.....	63
Gambar 3.11 <i>Input-Output</i> Fuzzy Adaptive Probabilitas Mutasi.....	66
Gambar 3.12 Daerah Hasil Komposisi.....	67
Gambar 4.1 Kerangka Alir Penelitian.....	74
Gambar 5.1 Proses Distribusi Raskin .....	81
Gambar 5.2 Peta Kendali Waktu Loading .....	89
Gambar 5.3 Peta Kendali Waktu Pelayanan .....	89

Gambar 5.4 Kondisi Kerja Di Gudang Bulog Kalasan Utama .....	90
Gambar 5.5 Gudang Bulog Kalasan Utama.....	91
Gambar 5.6 Kondisi Kerja Di Kelurahan.....	91
Gambar 5.7 Salah Satu Kelurahan (Kelurahan Wukirsari).....	92
Gambar 5.8 Proses Seleksi.....	95
Gambar 5.9 Daerah Hasil Komposisi.....	100
Gambar 5.10 Interface hasil pengolahan data.....	104
Gambar 5.11 Grafik Pengaruh Fuzzy Prob.Mutasi dengan Fitness.....	104
Gambar 5.12 Perubahan Fitness disetiap Generasi.....	106
Gambar 5.13 <i>Best Fitness</i> untuk 52 <i>running program</i> .....	106
Gambar 5.14 Peta sebaran Kelurahan serta Rute Dostribusi.....	111
Gambar 5.15 Pola Rute Hasil Pengolahan.....	112
Gambar 5.16 Pola Umum Rute Hasil Pengolahan.....	113
Gambar 5.17 Perbandingan rute Pengolahan dengan Rute Bullou.....	114
Gambar 5.18 Perbandingan Pola Rute Pengolahan dengan Bullou.....	115

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

Lampiran 2 : Tabel Jarak Antar Lokasi

Lampiran 3 : Tabel Waktu Pelayanan Di Kelurahan

Lampiran 4 : Tabel Data History Biaya Distribusi



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Distribusi adalah proses yang penting dalam suatu perusahaan. Proses ini bertujuan untuk mengalirkan barang dari perusahaan ke proses selanjutnya, perusahaan lain, tempat pemasaran, dan atau tempat lain guna memberikan nilai tambah pada produk atau memasarkan produk. Meskipun demikian, proses ini tidak memberikan keuntungan bagi perusahaan, karena perusahaan harus menyiapkan biaya untuk kepentingan pendistribusian. Semakin jauh area yang ditempuh maka semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan. Terlebih lagi dengan naiknya harga bahan bakar minyak (BBM), biaya distribusi akan semakin tinggi.

Perum Bulog adalah salah satu perusahaan milik Negara yang salah satu tugasnya adalah melakukan pendistribusian beras. Biaya distribusi sepenuhnya diatur dari Perum Bulog pusat, sehingga Perum Bulog pada Divisi Regional tidak dapat mengatur biaya pendistribusian. Permasalahan yang terjadi adalah adanya kenaikan BBM, perum Bulog pusat belum mengeluarkan keputusan untuk menaikkan biaya distribusi, artinya operasional pendistribusian harus berjalan dengan kondisi tingginya biaya. Permasalahan ini harus segera diselesaikan karena dampak dari kenaikan BBM adalah naiknya harga-harga produk lain. Kenaikan harga-harga ini menyebabkan pengalokasian dana akan semakin sulit, seperti biaya makan, biaya resiko, dan biaya lain yang menyebabkan tersendatnya pendistribusian. Pendistribusian berkaitan erat dengan rute yang ditentukan, rute yang semakin jauh menandakan pendistribusian akan semakin tinggi dan biaya pun akan tinggi pula.



Kasus yang terjadi di Perum Bulog adalah tidak adanya penentuan rute pendistribusian yang sistematis. Penentuan rute yang ada menggunakan kebiasaan *driver* menentukan rute pendistribusian, sehingga kemungkinan terjadinya *Human Error* pun besar. *Human error* terjadi karena beberapa faktor seperti kelupaan, bertambahnya usia, permasalahan yang sedang dihadapi, keadaan psikis, dan lain-lain. Permasalahan tersebut menyebabkan rute yang ditentukan *driver* jauh dari optimal, sehingga biaya distribusi mahal, jarak antar armada tidak merata, terjadinya *overtime* dan lain-lain.

Unit Jasa Angkut (lembaga yang mengelola pendistribusian dibawah naungan Perum Bulog) harus memikirkan cara bagaimana permasalahan ini dapat diatasi selama pihak Bulog Pusat belum memberikan kebijakan. Salah satu langkah yang bisa diambil adalah dengan pengelolaan rute pendistribusian, dan pemanfaatan kapasitas kendaraan secara maksimal. Tujuan dari pengelolaan rute adalah menemukan rute yang dapat memperpendek jarak pendistribusian. Semakin pendek jarak maka konsumsi BBM akan semakin sedikit, dan artinya biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan BBM dapat diminimalkan. Tujuan dari pemanfaatan kapasitas kendaraan secara maksimal adalah untuk meminimasi jumlah kendaraan yang dibutuhkan.

Hal lain yang cukup penting dalam pengelolaan rute adalah besarnya pemerataan beban di setiap *driver*. Sistem penggajian *driver* di perum.Bulog ialah per-wilayah pendistribusian, artinya upah yang diterima *driver* sama selama pendistribusian masih dalam wilayah yang sama. Sistem tersebut tidak membedakan jauh dekatnya jarak pendistribusian selama masih dalam wilayah. Dari kasus tersebut maka pemerataan beban kerja sangatlah penting untuk menghindari adanya perselisihan antar *driver*. Di jelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kritikos (2007) bahwa dengan distribusi beban yang seimbang dan ditambah dengan jumlah beberapa kali perjalanan yang setara

akan menghindari masalah ketidakpuasan pengemudi. Untuk itu maka dalam pencarian solusi rute selain menemukan rute yang dapat meminimalkan biaya juga diharapkan dapat menemukan rute yang dapat pemeratakan beban kerja untuk menghindari ketidakpuasan pengemudi.

Masalah penentuan rute kendaraan atau biasa disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah salah satu masalah yang muncul dalam pendistribusian. Bräysy dan Gendreau (2005) menjelaskan bahwa tipe VRP dapat digambarkan sebagai suatu kasus dengan tujuan mencari rute terpendek dari suatu gudang menuju sekumpulan titik-titik yang tersebar secara geografis (misal kota, toko, sekolah, kelurahan). VRP termasuk dalam kelas *NP-hard problem* dalam *combinatorial optimization*, sehingga sulit diselesaikan dengan metode eksak yang berlaku secara umum (Thot and Vigo, 2002).

Mutakhiroh et.al (2007) menjelaskan pada umumnya solusi VRP dapat diperoleh dengan menggunakan metode *heuristik* dan metode *konvensional*. Meskipun penentuan rute dapat dicari dengan 2 metode namun dijelaskan lagi oleh Mutakhiroh et.al (2007) bahwa dengan metode *heuristik* hasil yang diperoleh lebih variatif dan waktu proses menjadi lebih singkat hingga 30 %.

Di dalam metode *heuristik* terdapat beberapa metode, salah satu yang dapat digunakan adalah Algoritma Genetika, yaitu metode *heuristik* yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan proses evolusi alam (Sarwadi dan Anjar, 2004). Faradian (2007) mengatakan Algoritma genetika akan menghasilkan solusi yang lebih optimal pada setiap generasinya. Kelebihannya itulah yang menyebabkan Algoritma Genetik ini akan membawa solusi akhir mendekati solusi optimal.

Mahmudy dan Rahman (2011) menjelaskan meskipun Algoritma Genetik membawa solusi akhir mendekati solusi optimal, namun Algoritma Genetik standar dapat terjebak pada daerah optimum lokal (konvergensi dini) dan kecepatan pencarian titik solusi akan menurun jika mendekati titik optimum, sehingga menyebabkan solusi yang didapat jauh dari hasil yang optimal. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Kusuma (2011) sistem Algoritma Genetik yang dibuat tidak jarang membawa solusi akhir terjebak pada nilai biaya yang tinggi, dan saat dibandingkan nilai distribusi dengan perhitungan Algoritma Genetik masih di atas biaya distribusi yang ditentukan perusahaan. Permasalahan konvergensi dini ini yang menjadi kelemahan dari Algoritma Genetika.

Permasalahan konvergensi dini dapat diatasi dengan menggunakan teori *Adaptif* Algoritma Genetik. Herrera dan Lozano (2003) menjelaskan Algoritma Genetik merupakan hubungan antara eksploitasi dan eksplorasi yang berlangsung selama proses pencarian. Adaptif Algoritma Genetik menentukan parameter kontrol yang dinamis untuk mengatur hubungan eksploitasi dan eksplorasi, sehingga menawarkan perilaku eksploitasi dan eksplorasi yang paling tepat dan menghindari terjadinya konvergensi dini, (Herrera dan Lozano, 2003). Parameter kontrol tersebut dapat dicari menggunakan metode fuzzy. Metode ini berperan dalam menentukan parameter dari beberapa inputan sehingga mengoptimalkan nilai parameter yang terbentuk. Pada penelitian Muzid (2008) menyatakan metode fuzzy dapat menghasilkan nilai parameter-parameter yang dibutuhkan dalam pemrosesan Algoritma Genetika sehingga hasil lebih optimal. Penyelesaian permasalahan konvergensi dini pada Algoritma Genetika menjadikan metode ini semakin sempurna. Solusi yang dihasilkan akan semakin mendekati optimal.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika untuk menyelesaikan *Vehicle routing Problem* dengan pemerataan beban pada pendistribusian beras. Kelebihan pada Algoritma Genetik akan disempurnakan kembali menggunakan metode Adaptif, sehingga konvergensi dini dapat dihindari dan hasil yang dicapai akan semakin mendekati solusi optimal. Solusi optimal berupa rute yang dapat meminimalkan biaya pendistribusian dan dapat pemeratakan beban kerja *driver*. Semakin sedikit biaya yang dikeluarkan dan semakin rata pemerataan beban kerja maka rute yang dihasilkan semakin optimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan rute pengiriman beras yang dapat pemeratakan beban kerja dan meminimalkan biaya kirim. Dengan beban kerja yang merata maka kinerja setiap kendaraan dan sopir akan lebih mudah dikelola, dan dengan pengelolaan tersebut maka biaya-biaya yang berkaitan dengan pendistribusian dapat diminimalkan.

Untuk itu maka perumusan masalah yang dituangkan adalah

- 1) " Bagaimana rute hasil pencarian menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik dilihat dari waktu distribusi dan *utilitas*?"
- 2) "Apakah rute hasil pencarian menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik dapat meminimasi biaya dan dapat pemeratkan beban kerja? "

## 1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

### 1.3.1 Batasan masalah

Untuk menghindari permasalahan yang lebih luas dan agar tujuan pembahasan semakin terarah maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian dilakukan di Perum BULOG Divre Yogyakarta.

- 2) Metode yang digunakan untuk pencarian rute adalah Algoritma Genetik.
- 3) Metode adaptif digunakan pada proses Mutasi.
- 4) Probabilitas crossover bernilai tetap sebesar 0.5.
- 5) Metode adaptif yang digunakan menggunakan Fuzzy Mamdani.
- 6) Program yang digunakan dalam perancangan sistem adalah Ms.Visual Basic 6.0 dan untuk perancangan data base menggunakan Ms.Access 2003.
- 7) Biaya yang dipakai adalah biaya variabel dalam pendistribusian
- 8) Kendaraan yang digunakan adalah truk.
- 9) Masalah yang akan diatasi adalah pemerataan beban dan minimasi biaya distribusi. Pemerataan beban dalam hal jarak dengan mempertimbangkan waktu distribusi (total waktu distribusi tidak boleh melebihi jam kerja karyawan yaitu 8 jam), serta utilitas kendaraan (pemanfaatan muatan truk semaksimal mungkin terisi) .
- 10) Kondisi jalan dalam keadaan normal dan tidak ada kemacetan.
- 11) Jumlah kendaraan ditentukan oleh peneliti.

#### 1.3.2 Asumsi

- 1) Kelas jalan diabaikan karena pendistribusian selama ini tidak mempertimbangkan kelas jalan.
- 2) Transportasi dalam keadaan normal (tidak ada spesial kondisi).
- 3) Kendaraan dalam kondisi normal.

#### 1.4 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Membuat rute yang mempertimbangkan waktu distribusi yaitu tidak boleh melebihi jam kerja karyawan, serta memaksimalkan utilitas kendaraan untuk pengisian muatan.

2. Menunjukkan rute hasil pengolahan menggunakan metode *Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm* dapat meminimasi biaya distribusi dan pemeratakan beban kerja.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil perancangan ini diharapkan mampu membantu perusahaan dalam penentuan rute untuk pendistribusian beras, dan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

- 1) Dengan mengetahui rute yang baik dalam pengiriman beras maka dapat meminimumkan biaya transportasi, meningkatkan efisiensi perawatan truk, pemerataan kinerja truk, hingga peningkatan kesejahteraan karyawan.
- 2) Dengan adanya sistem penentuan rute maka akan membantu perusahaan dalam pengelolaan distribusi beras dengan terotomatisasi.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Studi Pustaka

Bräysy dan Gendreau (2005) menjelaskan masalah *vehicle routing problem* (VRP) telah diakui sebagai salah satu pengalaman tersukses dalam riset operasi dan telah dipelajari secara meluas sejak akhir tahun 50-an. Dalam buku yang berjudul *The Vehicle routing problem* (Thot and Vigo, 1999) pada halaman 4 menjelaskan bahwa beberapa tujuan yang dipertimbangkan dalam VRP, tujuan yang khas adalah

- 1) Meminimalkan biaya transportasi
- 2) Meminimalkan jumlah kendaraan
- 3) Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan beban kendaraan
- 4) Meminimalkan hukuman yang terkait dengan pelayanan.

Dalam penelitian ini terdapat dua tujuan yang akan diselesaikan dalam proses yang bersamaan yaitu meminimalkan biaya dan pemerataan beban kerja. Hal ini dinamakan *multi-objective*.

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, dalam hal pencarian solusi dan metode penelitian. Solusi yang akan dicari adalah menemukan rute yang dapat meminimasi biaya dan dapat pemeratakan bebankerja. Minimasi biaya dengan jalan memperpendek jarak pendistribusian, sedangkan pemerataan beban dengan menyeimbangkan total jarak yang harus ditempuh pada semua kendaraan. Penentuan jarak juga harus mempertimbangkan waktu pekerja, dimana lama waktu pendistribusian tidak boleh melebihi waktu kerja yang telah ditetapkan, untuk meminimalkan *overtime*. *Utilitas* juga harus diperhitungkan agar muatan kendaraan semaksimal mungkin dapat

dipenuhi, agar jumlah kendaraan yang digunakan lebih efisien. Pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan metode yang sama belum ada yang mencoba mencari solusi seperti penelitian ini. Penelitian yang lain lebih mencari solusi untuk 1 tujuan yaitu mencari rute terpendek atau untuk meminimasi biaya. Penelitian yang lain juga hanya sekedar pembuktian penggunaan metode Fuzzy Adaptive Algoritma Genetika dengan contoh kasus yang tidak nyata. Letak perbedaan lainnya dapat dilihat dari tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1. Perbandingan penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian terdahulu

Karya yang sudah ada yang di bandingkan	Jhon (1986)	Herrera dan Lozano (2003)	Ochoa et.al (1999)	Mahmudy dan Rahman (2011)	Samuel Lukas, Toni Anwar, Willi Yuliani	Muzid (2008)	Trio Yonathan Teja Kusuma (2011)	Trio Yonathan Teja Kusuma (2013)
Tujuan	Mendapatkan nilai optimal dengan pengaturan parameter	Mendapatkan nilai optimal dengan pengaturan parameter	Mendapatkan nilai optimal dengan pengaturan parameter crossover dan mutasi	Menyeimbangkan Eksplorasi dan eksploitasi data pada proses GA dengan mengatur mutation rate untuk mendapat nilai yang optimal	Memperpendek rute distribusi	Menghasilkan nilai yang optimal pada solusi <i>travelling salesman Problem</i> (jarak optimum)	Pemerataan Beban dan minimasi biaya distribusi	Menemukan rute yang dapat meminimasi biaya dan pemerataan beban kerja
Metode	Algoritma Genetika dengan pengaturan probabilitas crossover disesuaikan dengan tingkat populasi	Fuzzy Adaptif GA (Fuzzy Adaptif Prob.Mutasi)	Algoritma genetik dengan percobaan pemberian nilai pada mutasi rate dan recombinaasi rate	Algoritma genetik dengan mengatur mutasi rate dimana jika nilai fitness pada generasi yang baru lebih buruk atau sama dengan generasi sebelumnya maka mutation rate diperbesar begitu pula sebaliknya	Algoritma Genetika dengan pengaturan mutasi dan crossover	Fuzzy Evolusi (mengatur Prob.crossover, Prob.Mutasi, dan jumlah generasi)	GA, tanpa pengaturan parameter	Algoritma genetik dengan pengaturan prob.mutasi menggunakan Fuzzy Logic
Parameter	Probabilitas crossover, populasi	Prob.Mutasi, Konvergensi Measure	Prob mutasi, Prob.Crossover	Prob.Mutasi	Prob.mutasi, Prob.Crossover, jarak	Prob.mutasi, Prob.crossover, Populasi, jarak	jarak, pemerataan beban MAD	Prob.mutasi, nilai konvergensi, jarak, biaya, waktu pekerja, utilitas, performance rate pekerja, allowance
Hasil Pengolahan	Untuk mendapatkan nilai yang optimal maka perbandingan Prob.Crossover dengan jumlah populasi berbanding terbalik	Dengan menggunakan Fuzzy Adaptif Prob.Mutasi menghasilkan nilai yang lebih Optimal	Parameter mutation rate dan recombination rate berbanding terbalik, saat yang satu tinggi maka yang lain direndahkan memberikan nilai yang optimal	Penggunaan adaptif mutasi mempercepat pergerakan proses Algoritma Genetik pada daerah solusi optimum	Dengan pengaturan nilai prob.mutasi dan Prob.Crossover didapatkan jarak yang optimum	Fuzzy Evolusi dapat memberikan data parameter-parameter yang dibutuhkan dalam proses GA dan menghasilkan solusi yang optimal	Algoritma genetik dapat membawa solusi ke daerah solusi optimum	mendapatkan rute yang dapat meminimasi biaya dan pemerataan beban kerja dengan mempertimbangkan waktu pekerja dan utilitas

Menurut Fowiezaetal dalam Kritikos (2007) menjelaskan bahwa pusat pandangan dari permasalahan rute *multi-objective* adalah varian dari VRP yang berhubungan dengan keseimbangan beban kerja pengemudi atau tujuan penyeimbangan lainnya. Pada penelitian Kusuma (2011) menjelaskan pemerataan beban kerja menjadi salah satu dari



tujuan yang akan dicapai dikarenakan, dengan beban kerja yang relative rata maka akan mengurangi perselisihan antara pengemudi satu dengan yang lain. Di jelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kritikos (2007) bahwa dengan distribusi beban yang seimbang dan ditambah dengan jumlah beberapa kali perjalanan yang setara akan menghindari masalah ketidak puasan pengemudi. Selain keseimbangan beban kerja dalam penelitian ini juga bertujuan untuk menemukan rute dengan biaya yang minimal, sehingga nantinya akan diperoleh rute yang dapat meminimalkan biaya pengiriman dan pemerataan beban kerja.

Kapasitas kendaraan menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan dalam pendistribusian, sehingga nantinya pendistribusian beras tidak melebihi kapasitas kendaraan. Dijelaskan dalam penelitian Ai-ling, et.al (2005) bahwa masalah penentuan rute dengan kendaraan yang berkapasitas merupakan masalah *NP-hard*, karena secara bersamaan harus menentukan rute beberapa kendaraan dari gudang ke pelanggan, dan kemudian kembali lagi ke gudang dengan tanpa kendala melebihi kapasitas kendaraan. Dijelaskan lagi oleh Ai-ling et.al (2005) bahwa untuk sekala besar, permasalahan ini akan sulit mencapai solusi yang optimal bila dilakukan dengan metode optimasi tradisional karena kompleksitas tinggi.

Menurut Sarwadi dan Anjar (2004) VRP merupakan suatu permasalahan penting yang terdapat pada sistem transportasi yang bertujuan meminimalkan total jarak tempuh agar biaya pengoperasian kendaraan minimal. VRP termasuk ke dalam kelas *non polinomial hard (NP-hard)* yang pada umumnya menggunakan pendekatan *heuristik* untuk mencari solusinya. Namun menurut penelitian yang dilakukan Mutakhiroh et.al (2007) secara umum, pencarian rute dapat dibagi menjadi dua metode yaitu metode *konvensional* dan *heuristik*. Pada penelitian yang dilakukan ini metode *heuristik*

digunakan untuk pencarian solusi. Hal ini didukung dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Mutakhirah et.al (2007) yang mengatakan metode *heuristik* dapat menyelesaikan masalah pencarian jalur terpendek dengan hasil yang lebih variatif dan dengan waktu perhitungan yang lebih singkat hingga 30% bila dibandingkan dengan waktu yang diperlukan metode *konvensional*.

Ada bermacam-macam metode *heuristik* diantaranya adalah *Tabu Search*, *Simulated Annealing*, Algoritma Genetik, dan Algoritma semut menurut Kusumadewi (2005). Untuk penentuan rute dalam penelitian ini metode *heuristik* yang digunakan adalah Algoritma Genetika.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kusuma (2011) metode Algoritma Genetika dapat menghasilkan rute untuk pemerataan beban kerja dengan meminimasi biaya. Sistem Algoritma Genetika yang dihasilkan oleh penelitian Kusuma (2011) menghasilkan solusi yang semakin optimum disetiap generasinya. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai fitness yang semakin kecil. Hasil optimum tersebut berupa nilai gabungan antara biaya distribusi dan pemerataan beban kerja armada. Rute yang dihasilkan saat dibandingkan dengan rute buatan perusahaan menyatakan bahwa rute Algoritma Genetika menghasilkan tingkat deviasi jarak antar armada jauh lebih kecil dengan biaya yang tidak jauh berbeda (Kusuma, 2011). Penelitian lain yang dilakukan oleh Sarwadi dan Anjar (2004) penggunaan metode Algoritma Genetik dapat menghasilkan solusi yang mendekati optimal dalam *vehicle routing problem*, penelitian yang dilakukan Mutakhirah et.al (2007) membuktikan metode *heuristik* memiliki hasil lebih variatif dan dia melakukan percobaan dengan menggunakan Algoritma Genetik, Lukas et.al (2005) melakukan penelitian menggunakan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah *Transportasi Salesman Problem (TSP)*, Faradian (2007)

menyelesaikan masalah TSP dengan membandingkan Algoritma Genetik dan algoritma *konvensional* dan menghasilkan Algoritma Genetik memberikan solusi lebih optimal pada setiap generasinya.

Algoritma Genetik memang diakui memiliki banyak kelebihan mulai dari memberikan nilai optimal disetiap generasi, hasil variatif, dapat menyelesaikan masalah *NP hard*, dan lainnya, namun metode ini memiliki kelemahan. Kelemahan Algoritma Genetik adalah sering terjadi konvergensi dini. Pada penelitian Kusuma (2011) membuktikan meskipun menghasilkan tingkat deviasi yang kecil dan biaya yang tidak jauh berbeda, namun solusi tersebut didapat pada percobaan yang ke 21 dari 30 kali percobaan, percobaan yang dilakukan lainnya memiliki nilai yang lebih besar. Permasalahan sering terjadi adalah nilai fitness yang tidak kunjung berubah dari generasi yang tergolong awal hingga generasi akhir (Kusuma, 2011). Kusuma (2011) menjelaskan kembali nilai fitnessnya pun masih besar sehingga solusi yang dihasilkan jauh dari optimum bila dibandingkan dengan rute buatan perusahaan. Hal ini disebabkan karena solusi terjebak pada daerah optimum lokal atau biasa disebut dengan Konvergensi Dini. Menurut Mahmudy dan Rahman (2011) Algoritma Genetik standard dapat terjebak pada daerah optimum lokal (konvergensi dini) dan kecepatan pencarian titik solusi akan menurun jika mendekati titik optimum. Solusi yang didapat tidak optimal karena berada pada optimum lokal. Jika permasalahan ini dapat diselesaikan maka Algoritma Genetik akan menjadi sebuah metode yang baik untuk digunakan dalam pencarian solusi.

Permasalahan konvergensi dini ini dapat diselesaikan dengan metode Adaptif Algoritma Genetik. Menurut Herrera dan Lozano (2003) Algoritma Genetik merupakan hubungan antara eksploitasi dan eksplorasi yang berlangsung selama proses pencarian.

Adaptif Algoritma Genetik menentukan parameter kontrol yang dinamis untuk mengatur hubungan eksploitasi dan eksplorasi, sehingga menawarkan perilaku eksploitasi dan eksplorasi yang paling tepat dan menghindari terjadinya konvergensi dini (Herrera dan Lozano 2003). Hal ini diperkuat dari penelitian yang dilakukan oleh Jhon (1986) besar probabilitas *crossover* diatur sesuai populasi yang dibentuk, ditemukan bahwa untuk menemukan hasil yang optimal perbandingan jumlah populasi dan probabilitas *crossover* adalah berbanding terbalik. Pada penelitian Ochoa et.al (1999) hubungan antara *crossover* dengan probabilitas mutasi diatur, semakin tinggi *crossover* maka probabilitas mutasi direndahkan nilainya, namun saat *crossover* tidak digunakan maka probabilitas mutasi diperbesar nilainya, dengan pengaturan seperti itu didapatkan hasil yang optimal. Pada penelitian Herrera dan Lozano (2003) probabilitas mutasi diatur dengan metode fuzzy dan didapatkan bahwa metode adaptasi dengan mengatur probabilitas mutasi menghasilkan solusi yang baik. Pada penelitian Mahmudy dan Rahman (2011) adaptif dilakukan dengan mengatur probabilitas mutasi, dimana saat generasi baru tidak memberikan nilai yang lebih baik dari generasi sebelumnya, maka probabilitas mutasi dinaikan, jika generasi baru memberikan nilai yang lebih baik maka probabilitas mutasi diturunkan. Diterangkan lagi oleh Mahmudy dan Rahman (2011) bahwa pengaturan probabilitas mutasi bertujuan untuk menyeimbangkan eksplorasi dan eksploitasi pada proses, dan dari penelitiannya diketahui bahwa penggunaan adaptif mutasi mempercepat pergerakan proses Algoritma Genetik pada daerah solusi optimum. Pada penelitian Muzid (2008) menggunakan metode Fuzzy Evolusi yang mengatur parameter-parameter Algoritma Genetika dengan metode Fuzzy, dan menghasilkan metode Fuzzy Evolusi dapat memberikan data

parameter-parameter yang dibutuhkan dalam proses Algoritma Genetika dan menghasilkan hasil yang lebih optimal.

Penggunaan metode Adaptif Algoritma Genetik dengan pengaturan parameter mutasi menggunakan Fuzzy Probabilitas Mutasi diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal dari Algoritma Genetik Standard dalam penyelesaian permasalahan *multi-objective*. Pemerataan beban kerja dan peminimalan biaya distribusi merupakan pengembangan dari jarak. Untuk mendapatkan beban kerja yang seimbang maka harus dicari rute yang membagi kendaraan yang terpakai ke dalam jarak yang relatif sama. Untuk mendapatkan biaya yang minimal maka harus ditentukan rute yang berjarak pendek, karena faktor biaya didasari dari panjang rute. Untuk mendapatkan keduanya dalam proses yang bersamaan maka dibutuhkan sebuah faktor pengali agar satuan dari masing-masing tujuan sama dan dapat dicari rute yang diharapkan.

## **2.2.Landasan Teori**

### **2.2.1 Manajemen distribusi dan transportasi**

Distribusi merupakan suatu kegiatan atau aktivitas dari sebuah industri yang mana kegiatan ini berfungsi untuk menyampaikan barang, material, produk ataupun informasi dari pihak satu ke pihak lainnya. Contoh sederhana dari distribusi adalah penyaluran barang produksi dari pabrik menuju ke penjual yang ada di pasar atau ke lokasi dimana produk akan digunakan. Dalam dunia industri distribusi mempermudah penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan kebutuhan seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dalam distribusi juga terdapat dua bagian yang muncul masalah, yaitu pada bagian hulu yang berkaitan langsung dengan manufaktur atau produksi dan hilir yang berhubungan dengan *retail* atau *end user*. Pada bagian hilir masalah yang sering muncul adalah sulitnya memprediksi permintaan dari

pelanggan dan permintaan yang tidak stabil, serta permintaan pelanggan sendiri tidak mencerminkan kebutuhan konsumen saat ini. Untuk bagian hulu masalah yang muncul adalah permintaan penyediaan barang yang tidak dapat selalu terpenuhi sesuai dengan waktu yang dibutuhkan. Pada dasarnya fungsi dari distribusi dan transportasi adalah menyampaikan produk dari lokasi dimana dia diproduksi menuju ke lokasi dimana produk tersebut akan digunakan.

Transportasi adalah pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain (Salim, 2006 dalam Sembiring 2008). Dalam transportasi terdapat dua hal yang sangat penting, yaitu:

- 1) Pemindahan (*movement*)
- 2) Secara fisik mengubah tempat dari barang (komoditi) dan penumpang ketempat lain.

Pada sistem logistik transportasi memberikan manfaat geografis dengan menghubungkan fasilitas-fasilitas dengan pasar. Management distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

- 1) Melakukan segmentasi dan target *service level*

Segmentasi pelanggan perlu dilakukan karena kontribusi mereka pada *revenue* perusahaan bisa sangat bervariasi dan karakteristik tiap pelanggan bisa sangat berbeda antara satu dengan yang lainnya. Dengan memahami perbedaan karakteristik dan kontribusi tiap pelanggan atau area distribusi, perusahaan bias mengoptimalkan alokasi persediaan maupun kecepatan pelayanan.

- 2) Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.

Tiap mode transportasi memiliki karakteristik yang berbeda dan mempunyai keunggulan serta kelemahan yang berbeda juga. Manajemen transportasi harus bisa menentukan mode apa yang akan digunakan dalam mengirimkan atau mendistribusikan

produk-produk mereka ke pelanggan. Kombinasi dua atau lebih mode transportasi tentu bisa atau bahkan harus dilakukan tergantung pada situasi yang dihadapi.

3) Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.

Konsolidasi merupakan kata kunci yang sangat penting. Tekanan untuk melakukan pengiriman cepat namun murah menjadi pendorong utama perlunya melakukan konsolidasi informasi maupun pengiriman.

4) Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.

Salah satu kegiatan operasional yang dilakukan oleh gudang atau distributor adalah menentukan kapan sebuah truk harus berangkat dan rute mana yang harus dilalui untuk memenuhi permintaan dari sejumlah pelanggan.

5) Memberikan pelayanan nilai tambah.

Disamping mengirimkan produk ke pelanggan, jaringan distribusi semakin banyak dipercaya untuk melakukan proses nilai tambah. Kebanyakan proses nilai tambah tersebut tadinya dilakukan oleh pabrik atau *manufacturer*. Beberapa proses nilai tambah yang bisa dikerjakan oleh distributor adalah pengepakan (*packing*), pelabelan harga, pemberian *barcode*, dan sebagainya.

6) Menyimpan persediaan.

Jaringan distribusi selalu melibatkan proses penyimpanan produk baik di suatu gudang pusat atau gudang regional, maupun di toko di mana produk tersebut dipajang untuk dijual. Oleh karena itu, manajemen distribusi tidak bisa dilepaskan dari manajemen pergudangan.

7) Menangani pengembalian (*return*).

Manajemen distribusi juga punya tanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan pengembalian produk dari hilir ke hulu dalam *supply chain*. Pengembalian ini bisa

karena produk rusak atau tidak terjual sampai batas waktu penjualnya habis. Proses pengembalian produk atau kemasan ini biasa disebut dengan *reverse logistics*.

Kebutuhan transportasi dalam setiap industri berbeda-beda sesuai dengan bidang industri itu bergerak, banyak pilihan transportasi yang tersedia untuk mengangkut produk atau bahan mentah dalam sistem logistik, selain itu perusahaan dapat menentukan sendiri untuk mengusahakan transportasi sendiri atau mengadakan perjanjian dengan spesialis transportasi, dengan kata lain perusahaan menggunakan pihak lain dalam transportasi.

Dalam bukunya Bowersox (1995) menyebutkan bahwa terdapat lima cara utama dalam transportasi yang biasanya disebut dengan moda transportasi. Lima cara tersebut adalah kereta api, jalan raya, jalan air, saluran pipa dan penerbangan. Pada setiap alat transportasi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan terhadap kegiatan logistik di perusahaan. Pada moda kereta api telah mencatat sejarah bahwa alat transportasi yang satu ini mampu menyelenggarakan pengangkutan dengan jumlah yang besar secara efisien untuk jarak yang jauh sebagai hasil pembuatan jaringan rel yang lengkap, dan menghubungkan sebagian kota di Indonesia. Akan tetapi pada moda ini memerlukan biaya tetap yang cukup tinggi dan biaya peralatan rutin yang cukup tinggi pula, serta pengeluaran biaya lain untuk hak pemakaian jalan peralatan langsir dan penggunaan stasiun. Jalan raya sebagai alat transportasi terbilang maju bila dibandingkan dengan alat transportasi lain, karena alat transportasi dengan jalan raya selalu bisa dilalui oleh kendaraan bermotor. Jika dibandingkan dengan kereta api kendaraan bermotor lebih kecil investasinya dalam fasilitas pemilikan hak jalan dan pembuatan stasiun, terminal, dan sebagainya.



Dalam referensi lain menurut Pujawan (2005) menyebutkan bahwa salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam mengelola kegiatan pengiriman adalah *trade off* antara biaya dengan kecepatan respon dari suatu mode transportasi. Bila ditinjau dari segi biaya, biaya pengiriman akan tinggi jika perusahaan lebih mementingkan kecepatan respon, misalnya, apabila semua order harus dikirim dalam jangka waktu satu hari sejak ada permintaan order diterima, maka sering kali pengiriman dilakukan dengan volume kecil dan tidak mencapai skala ekonomi yang memadai. Untuk mengatasi biaya yang semakin tinggi maka seharusnya perusahaan sering melakukan penggabungan pesanan dalam beberapa periode yang berbeda sehingga pengiriman tidak dilakukan setiap hari misalnya, tetapi dua hari atau tiga hari. Praktek melakukan agregasi waktu dalam proses pengiriman ini biasanya dinamakan dengan istilah *temporal aggregation*.

Ballou (2004) menyebutkan prinsip-prinsip yang digunakan dalam merancang rute dan jadwal kendaraan yang optimal adalah:

- 1) Mengisi muatan kendaraan pengiriman sesuai dengan kebutuhan untuk *node* perhentian yang saling berdekatan dan tidak melebihi kapasitas jumlah muatan kendaraan.
- 2) Setiap rute dan jadwal yang dikembangkan seharusnya menghindari terjadinya *overlap*, maka *node* perhentian yang dikunjungi pada hari yang berbeda harus ditempatkan pada kelompok yang berbeda pula.
- 3) Pembentukan rute sebaiknya dimulai dari *node* yang lokasinya terjauh dari gudang dan kemudian baru dilanjutkan pada *node* yang lokasinya makin mendekati gudang.
- 4) Urutan perhentian *node* pada rute yang dilewati kendaraan tidak terjadi persilangan rute antar satu tujuan dengan tujuan lainnya.

- 5) Rute yang paling efisien dibentuk dengan menggunakan kendaraan yang berkapasitas muatan paling besar.
- 6) Pengambilan barang dan pengiriman barang di perhentian *nodes* sebaiknya dilakukan dalam waktu yang bersamaan.
- 7) *Node* yang letaknya jauh dari rute yang lain dan permintaan yang rendah diprioritaskan menjadi rute tersendiri dan dilayani dengan menggunakan kendaraan dengan kapasitas yang kecil.
- 8) Batasan waktu perhentian yang sempit harus dihindari dalam pembentukan rute dan jadwal yang baru.

Dalam sistem logistik melihat transportasi dengan empat faktor yang memegang peranan yang cukup penting, yaitu:

1) Biaya

Biaya transportasi sendiri merupakan pembayaran yang harus dikeluarkan untuk mengganti balas jasa pengangkutan barang yang telah dikeluarkan, sehingga tidak berarti metode transportasi yang paling murah itu yang pasti dikehendaki. Biaya itu sendiri terdiri dari

dua sudut pandang, yaitu :

a. Dilihat dari sudut pengiriman atau *carrier*

- (1). Biaya alat transportasi itu sendiri, seperti biaya beli atau biaya sewa alat transportasi.
- (2). Biaya operasional tetap, seperti biaya terminal atau biaya bandara yang besarnya tidak tergantung pada volume barang yang dikirim.
- (3). Biaya operasional variabel, seperti biaya bahan bakar, dimana besarnya biaya tergantung pada volume angkut atau jarak yang ditempuh dalam pengiriman.

- (4). Biaya lain-lain, seperti biaya *overhead* juga harus menjadi pertimbangan.
- (5). Beberapa aspek yang tidak langsung terkait dengan biaya, seperti kecepatan, volume yang bisa diangkut, maupun fleksibilitas dalam melakukan pengiriman.

b. Dilihat dari sisi *shipper*

- (1). Biaya transportasi.
- (2). Biaya persediaan.
- (3). Biaya *loading-unloading*.
- (4). Biaya fasilitas, seperti gudang.

2) Kecepatan

Faktor kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas pengangkutan di antara tempat asal barang ke tempat tujuan yang dikehendaki. Dalam faktor ini harus selalu dikaitkan dengan kondisi barang yang dipindahkan agar jangan sampai terjadi kerusakan meskipun hanya dari segi waktu yang paling cepat dalam kegiatan transportasi barang, karena hal tersebut belum menjamin tercapainya kegiatan logistik yang baik.

3) Pelayanan

Faktor ini merupakan kegiatan *service* yang diberikan terhadap barang perusahaan selama dalam kegiatan transportasi. Pelayanan datang dari berbagai pihak, baik pengangkutan barang itu dilakukan oleh perusahaan sendiri atau dengan cara menyewa dari perusahaan pengangkutan resmi, pelayanan juga datang dari para karyawan yang membawa, mengendalikan alat transportasi, para petugas yang berhubungan dengan alat transportasi. Pelayanan yang terbaik itu sendiri diharapkan tidak menambah biaya transportasi.

#### 4) Konsistensi

Konsistensi pelayanan merupakan hal yang cukup signifikan di bidang transportasi dengan menunjukkan prestasi waktu yang teratur jika kemampuan transportasi tidak konsisten, maka perusahaan harus mengadakan perusahaan yang aman dalam jumlah tertentu yang cukup

aman untuk menghindari terjadinya kemacetan operasional rutin perusahaan. Konsistensi transportasi mempengaruhi keterkaitan antara persediaan bahan baku, suku cadang, barang jadi, penjualan serta resiko-resiko yang harus dipertimbangkan.

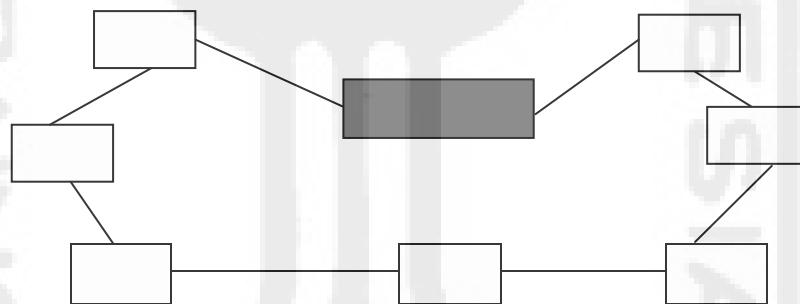
Suatu perusahaan khususnya yang memproduksi barang-barang yang dibutuhkan konsumen banyak dihadapkan dengan masalah yang berhubungan dengan sistem distribusi dan juga *inventori*. Masalah tersebut timbul karena konsumen berada pada lokasi yang terpisah secara geografis. Sedangkan jika ditinjau dari biaya operasional perusahaan, aktivitas distribusi memberikan kontribusi biaya yang paling besar yaitu pada biaya transportasi (Bowersox, 1986).

Permasalahan yang biasa terjadi adalah penentuan rute yang sering dinamakan VRP atau *Vehicle routing problem*. Penentuan rute ini sangat berpengaruh dengan biaya pendistribusian produk karena dengan rute yang pendek maka biaya pengiriman menjadi lebih minim. Selain itu penentuan rute juga berpengaruh pada pemerataan beban kerja. Hal ini terjadi ketika rute pendistribusian setiap kendaraan yang digunakan memiliki jarak yang tidak merata pada setiap kendaraan. Ketika beban kerja tidak merata kepuasan pengemudi (sopir) akan berkurang (Kritikos, 2007). Dengan demikian pengaturan rute dituntut untuk mendapatkan dua tujuan yaitu rute yang dapat meminimasi biaya distribusi dan pemeratakan beban kerja. Penyelesaian permasalahan transportasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan metode *konvensional* dan

metode *heuristik* (Mutakhiroh et.al,2007). Semua metode yang digunakan memiliki tujuan yang sama yaitu menyelesaikan permasalahan dengan hasil yang optimal (optimisasi).

### 2.2.2 *Travelling Salesman Problem* (TSP)

Rute distribusi produk adalah urutan pemberhentian berturut-turut terhadap depot dan proses perencanaan dari titik awal (perusahaan) ke titik konsumsi (konsumen) untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Solusi yang optimal merupakan penyelesaian masalah yang baik dalam penentuan rute dan penjadwalan kendaraan yang paling efisien. Masalah penyusunan rute yang paling mudah terjadi ketika sebuah rute tunggal yang mengunjungi semua pelanggan dan meminimasi waktu total perjalanan. Hal ini yang disebut dengan masalah perjalanan salesman (*Travelling Salesman Problem*) pada gambar 2.1 berikut.



Gamabar 2.1 Contoh *Travelling Salesman Problem*

Sumber : Sembiring, (2008)

Permasalahn penjadwalan kendaraan alat angkut mempunyai banyak variasi, namun dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis saja, antara lain :

1. Permasalahan penjadwalan kendaraan dengan tujuan tunggal dan sumber tunggal yang terpisah (*separate and single origin and destination*)

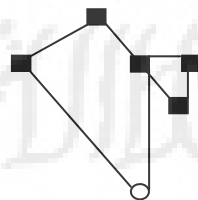
*point*).

2. Permasalahan penjadwalan kendaraan dengan beberapa tujuan dan beberapa sumber (*multiple origin and destination point*).
3. Permasalahan penjadwalan kendaraan dengan titik sumber dan tujuan akhir yang sama (*concident origin and destinayion point*).
4. Titik-titik yang terhubung secara spasial (*point are spatially related*).
5. Titik-titik yang tidak terhubung secara spasial (*point are not spatially related*).

Penyelesaian yang baik untuk permasalahan rute kendaraan untuk sebuah masalah yang nyata dapat ditemukan dengan menggunakan pola kabalitias pengenalan dengan pemikiran manusia. Urutan berhenti yang baik terbentuk ketika rute tidak saling menyilang. Rancangan rute yang baik dan buruk dapat dilihat pada gambar 2.2. Berdasarkan pada dua prinsip ini, seorang analis dapat menggambar secara tepat sebuah rute yang mungkin dengan bantuan komputer baru dapat diselesaikan dalam beberapa jam.

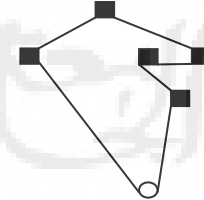
Rute yang jelek

(jalur menyimpang)



Rute yang bagus

(tidak ada jalur menyilang)



Gambar 2.2 Contoh Urutan Rute Yang Jelek Dan Bagus

Sumber : Ballou (2004)

Pengambilan keputusan, seperti pengelola truk, dapat mengambil rute

yang panjang untuk mengembangkan penjadwalan dan rute truk yang baik dengan mengaplikasikan delapan prinsip. Prinsip-prinsip itu adalah sebagai berikut:

1. Muat truk dengan volume tertentu yang merupakan volume perkiraan terdekat dengan yang lain.
  2. Perhentian pada beberapa hari harus diatur untuk menghasilkan klaster yang ketat
  3. Membangun rute dimulai dengan perhentian paling jauh dari depot
  4. Urutan perhentian untuk sebuah rute truk harus membentuk sebuah pola *teardrop*
  5. Rute yang paling efisien dibangun menggunakan kendaraan terbesar yang tersedia
  6. Pengangkutan lebih baik digabungkan dengan rute pendistribusian daripada diletakkan pada akhir rute
  7. Sebuah perhentian yang dipindahkan dari sebuah klaster rute adalah sebuah alternatif yang baik untuk alternatif-alternatif pendistribusian
  8. Pembatas jendela untuk waktu perhentian terdekat harus dihindari
- Perbandingan antara klaster yang baik dan jelek untuk kendaraan/alat angkut dapat dilihat pada gambar 2.3.





VRP armada pengangkut berperan sebagai *salesperson* yang memiliki jumlah dan kapasitas tertentu. Variasi- variasi variabel yang terdapat dalam VRP seperti kendala kapasitas angkut, jumlah armada angkut, batasan waktu pengiriman, kendala kondisi *riil* rute yang dihadapi, serta variabel yang berkaitan dengan aktifitas apa saja yang dilakukan saat pengiriman dan lain sebagainya membuat VRP semakin berkembang menjadi berbagai macam jenis, salah satunya adalah *capacitated vehicle routing problem* (CVRP). CVRP adalah VRP yang memikirkan kapasitas kendaraan, dimana jumlah kapasitas total permintaan dari setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan (Laporte,1991).

#### 2.2.4 Pemerataan beban kerja

Di jelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kritikos (2007) bahwa dengan distribusi beban yang seimbang dan ditambah dengan jumlah beberapa kali perjalanan yang setara akan menghindari masalah ketidak puasan pengemudi. Disini dapat diketahui bahwa pemerataan beban sangatlah penting dalam dunia kerja karena berdampak pada rasa loyalitas karyawan terhadap perusahaan. Jika pengelolaan beban kerja baik maka kesejahteraan karyawan pun menjadi baik dan meningkatkan rasa loyalitas karyawan pada perusahaan.

Pemerataan beban kerja dapat didekati dengan metode pencarian nilai *error* pada *forecasting*. Menurut Heizer dan Render (2006) kesalahan peramalan (*forecast error*) pada periode t dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$e_{(t)} = A_{(t)} - F_{(t)} \quad (1)$$

dimana:  $A_{(t)}$  = harga aktual pada periode t

$F_{(t)}$  = harga peramalan pada periode t

Untuk menguji performansi hasil peramalan, digunakan ukuran kesalahan peramalan, salah satunya adalah *Mean Absolute Deviation* (MAD).

$$\mathbf{MAD} = \sum \frac{|A_t - F_t|}{n} \quad (2)$$

Dalam pemerataan beban ini pendekatan dapat dilakukan dari rumus-rumus di atas namun nilai aktual ( $A_t$ ) pada pemerataan beban adalah nilai beban kerja (contoh = jarak) yang dimiliki setiap kendaraan dan nilai *Forecasting* ( $F_t$ ) adalah nilai rata-rata beban kerja sedangkan  $n$  adalah jumlah kendaraan yang digunakan.

#### 2.2.5 Optimisasi dan *multi objective* optimisasi

Menurut Wardi dalam (Leksono, 2009), menyatakan optimisasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang optimal (nilai efektif yang dapat dicapai). Dalam disiplin matematika optimisasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi *riil*. Untuk dapat mencapai nilai optimal baik minimal atau maksimal tersebut, secara sistematis dilakukan pemilihan nilai variabel integer atau *riil* yang akan memberikan solusi optimal. Nilai optimal adalah nilai yang didapat melalui suatu proses dan dianggap menjadi solusi jawaban dari semua solusi yang ada.

*Multi-objectives Optimization (MO) Problem* adalah sebuah permasalahan optimasi dengan lebih dari satu fungsi tujuan, yang umumnya terdapat konflik di antara fungsi-fungsi tersebut. Dalam MO biasanya tidak ada satu solusi optimal, tetapi satu set alternatif dengan *trade-off* berbeda (Adianto et.al, 2008).

#### 2.2.6 Penyelesaian permasalahan

Permasalahan optimisasi dapat dipecahkan dengan dua metode, yaitu metode *konvensional* dan metode *heuristik*. Metode *konvensional* dihitung dengan perhitungan

matematis biasa, sedangkan metode *heuristik* dihitung dengan menggunakan system pendekatan.

#### 1) Metode *Konvensional*

Metode *konvensional* adalah metode yang menggunakan perhitungan matematika eksak, diantaranya: algoritma Djikstra, algoritma Floyd-Warshall, dan algoritma Bellman- Ford (Mutakhirah et.al, 2007).

#### 2) Metode *Heuristik*

Metode *Heuristik* adalah suatu metode yang menggunakan system pendekatan dalam melakukan pencarian dalam optimasi (Mutakhirah et.al, 2007).

#### 2.2.7 Metode *heuristik*

Ada beberapa metode *heuristik* yang biasa digunakan untuk optimisasi, salah satunya adalah Algoritma genetika. Menurut Goldberg dalam Mutakhirah et.al (2007) Algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan atas mekanisme seleksi alami dan evolusi biologis. Algoritma genetika mengkombinasikan antara deretan struktur dengan pertukaran informasi acak ke bentuk algoritma pencarian dengan beberapa perubahan bakat pada manusia. Pada setiap generasi, himpunan baru dari deretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya.

#### 2.2.8 Algoritma genetik

##### 1) Latar belakang genetik algoritma

Pada tahun 1859 Charles Darwin (1809 - 1882), seorang peneliti alam dari Inggris, mengumumkan teorinya yang berjudul "*Theory of Natural Selection*".

Teori tersebut menyatakan bahwa individu-individu yang mempunyai karakteristik yang bagus (menurut kriteria-kriteria tertentu) akan mempunyai kemungkinan untuk bertahan hidup lebih besar dan bereproduksi dan menurunkan karakteristiknya kepada keturunanketurunannya. Berlaku sebaliknya, individu-

individu dengan karakteristik yang kurang bagus secara perlahan akan tersingkir dari populasi (Hendrawan, 2007).

Pada alam ini, informasi genetik dari sebuah individu disimpan dalam *chromosome*, yang terdiri dari sekumpulan *gen*. Karakteristik dari setiap individu dikendalikan oleh *gen-gen* tersebut, yang kemudian akan diwariskan kepada keturunan-keturunannya ketika individu tersebut berkembang biak. Selain faktor perkembangbiakan, suatu ketika juga terjadi peristiwa yang disebut mutasi, yang menyebabkan terjadinya perubahan informasi pada *chromosome*. Berdasarkan teori Darwin tersebut, nilai rata-rata karakteristik dari populasi akan meningkat setiap generasi, seiring dengan bertambahnya individu-individu yang mempunyai kriteria yang bagus dan punahnya individu-individu yang mempunyai kriteria yang buruk (Hendrawan, 2007).

Terinspirasi dari teori darwin tersebut, pada tahun 1975 John Holland dan timnya menciptakan teori *Genetic Algorithm*. Ide utama dibalik *Genetic Algorithm* ini adalah memodelkan proses evolusi alami menggunakan warisan genetika seperti yang diumumkan oleh Darwin. Meskipun diperkenalkan oleh John Holland, penggunaan *Genetic Algorithm* untuk memecahkan persoalan yang kompleks baru didemonstrasikan kemudian (pada tahun yang sama) oleh De Jong, dan kemudian oleh Goldberg pada tahun 1989 (Bräysy, 2002).

## 2) Metode Genetik Algoritma

Algoritma genetik adalah algoritma yang berusaha menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan-masalah (*problem solving*). Pendekatan yang diambil oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan

generasi solusi terbaik berikutnya yaitu pada suatu kondisi yang memaksimalkan kecocokannya atau lazim disebut *fitness* (Nugraha, 2008).

Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan-perbaikan pada populasi awalnya. Dengan melakukan proses ini secara berulang, algoritma ini diharapkan dapat mensimulasikan proses evolusioner. Pada akhirnya, akan didapatkan solusi-solusi yang paling tepat bagi permasalahan yang dihadapi. Untuk menggunakan algoritma genetik, solusi permasalahan direpresentasikan sebagai khromosom. Tiga aspek yang penting untuk penggunaan algoritma genetik:

- a. Definisi *fitness function*
- b. Definisi dan implementasi representasi genetik
- c. Definisi dan implementasi operasi genetik

Jika ketiga aspek di atas telah didefinisikan, algoritma genetik generik akan bekerja dengan baik (Nugraha, 2008).

### 3) Terminologi Algoritma Genetik

Banyak istilah-istilah biologi yang dipakai dalam Algoritma Genetik. Istilah-istilah tersebut adalah :

- a. Kromosom

Kromosom adalah kumpulan dari beberapa gen yang dihasilkan dari proses pengkodean. Dalam Algoritma Genetik ini Kromosom dikatakan sebagai sebuah solusi. Kumpulan dari beberapa kromosom adalah Populasi.

- b. Seleksi

Adalah proses untuk menentukan individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi dan bagaimana keturunan terbentuk dari individu-individu terpilih tersebut (Mutakhiroh et.al, 2007).

c. Rekombinasi

Rekombinasi adalah proses untuk menyilangkan dua kromosom sehingga membentuk kromosom baru yang harapannya lebih baik dari pada induknya. Rekombinasi dikenal juga dengan nama *crossover* (Mutakhiroh et.al, 2007).

d. Mutasi

Adalah proses penambahan nilai acak yang sangat kecil dengan probabilitas rendah pada variabel keturunan. Peluang mutasi didefinisikan sebagai persentasi dari jumlah total gen pada populasi yang mengalami mutasi. Peluang mutasi mengendalikan banyaknya gen baru yang akan dimunculkan untuk dievaluasi (Mutakhiroh et.al, 2007).

4) Komponen – komponen utama dalam Algoritma Genetik

Terdapat 6 komponen penting dalam Algoritma Genetika adalah :

a. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean adalah bagaimana mengkodekan *genotip* dari kromosom. Dimana *genotip* merupakan bagian dari kromosom. Satu *genotip* biasanya akan mewakili satu variabel (Kusumadewi, 2005). *Genotip* dapat direpresentasikan dalam bentuk : bit, bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika (Kusumadewi, 2005).

Dengan demikian kromosom dapat direpresentasikan dengan menggunakan :

String bit : 10011, 01100, dst.

Array bilangan real : 65.65, -67.98, 77.34, dst.

Elmen permutasi : E2, E10, E5, dst.

Daftar aturan : R1, R2, R3, dst.

Elemen program : pemrograman genetika.

Struktur lainnya (Kusumadewi, 2005).

a) Pembangkitan populasi awal

Pembangkitan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu (kromosom) secara acak atau melalui prosedur tertentu. Ukuran untuk populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, kemudian dilakukan pembangkitan populasi awal. Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk menunjukkan suatu solusi harus benar-benar diperhatikan dalam pembangkitan setiap individunya. Teknik dalam pembangkitan populasi awal ini ada beberapa cara, diantaranya adalah sebagai berikut:

(1) *Random Generator*

Inti dari cara ini adalah melibatkan pembangkitan bilangan random untuk nilai setiap *genotip* sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan. Sebagai contoh penggunaan random generator dalam representasi permutasi adalah pada saat dibangkitkan populasi awal untuk penyelesaian *Traveling Salesman Problem*. Sebagai contoh, sebuah kromosom untuk 9 kota bisa direpresentasikan

[0.23 0.82 0.45 0.74 0.87 0.11 0.56 0.69 0.78]

Dimana posisi  $i$  dalam list menunjukkan kota  $i$ . Nilai acak dalam posisi  $i$  menentukan urutan didatanginya kota  $i$  dalam lintasan TSP. Dengan kunci-kunci random di atas, kita dapat menentukan bahwa nilai 0.11 adalah yang paling kecil, sehingga kota ke-6 menempati

urutan pertama, 0.23 adalah nilai terkecil kedua, sehingga kota ke-1 menempati urutan kedua, dst. Dengan demikian, dari kunci-kunci random di atas kita dapat menentukan lintasan :

$$6 - 1 - 3 - 7 - 8 - 4 - 9 - 2 - 5$$

(2) Pendekatan Tertentu

Cara ini adalah dengan memasukkan nilai tertentu ke dalam genotip dari populasi awal yang dibentuk.

(3) Permutasi *Genotip*

Salah satu cara permutasi *genotip* dalam pembangkitan populasi awal adalah penggunaan permutasi Josephus dalam permasalahan kombinatorial seperti TSP. Misalkan ada kota 1 sampai 9. Permutasi dari lintasan dapat dilakukan dengan menentukan titik awal dan selang. Misalnya titik awal adalah 6 dan selang adalah 5. Maka lintasan berangkat dari kota 6, selang 5 dari kota 6 adalah kota 2 ( dengan asumsi kota 1 sampai 9 membentuk *circular list* ). Kota 2 dihapus dari list. Selang 5 kemudian adalah kota 7. Proses ini diulang hingga ada satu lintasan dalam list. Hasil dari permutasi ini adalah

$$2 - 7 - 3 - 8 - 4 - 9 - 5 - 1 - 6.$$

b) Seleksi

Proses seleksi dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya adalah Elitisme. Metode elitisme melakukan proses seleksi dengan mengambil kromosom terbaik sebanyak jumlah populasinya. Makin tinggi nilai *fitness*, suatu kromosom maka makin baik kromosom itu akan





kromosom. Diseleksi secara random. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12 :

Induk 1 : 01110|0101110

Induk 2 : 11010|0001101

Posisi penyilangan yang terpilih : misalkan 5

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru :

Anak 1 : 01110|0001101

Anak 2 : 11010|0101110

### (2) *Multi-point crossover*

Kusumadewi (2005) menyatakan pada penyilangan banyak titik, posisi penyilangan  $k_i$  ( $k=1,2,..N-1$ ,  $i =1,2,..m$ ) dengan  $N =$  panjang kromosom diseleksi secara random dan tidak diperbolehkan ada posisi yang sama, serta diurutkan naik. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12 :

Induk 1 : 011100101110

Induk 2 : 110100001101

Posisi penyilangan yang terpilih :

Misalkan ( $m=3$ ) : 2      6      10

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru :

Anak 1 : 01|0100|0011|01

Anak 2 : 11|1100|1011|10

### (3) Penyilangan seragam (*uniform crossover*)

Pada penyilangan seragam, setiap lokasi memiliki potensi sebagai tempat penyilangan. Sebuah mask penyilangan dibuat sepanjang panjang kromosom secara random yang menunjukkan bit-bit dalam mask bernilai 1, atau sebaliknya, anak\_1 akan dihasilkan dari induk\_2 jika bit mask bernilai 0. Sedangkan anak\_2 dihasilkan dari kebalikan mask.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12 :

Induk 1 : 011100101110

Induk 2 : 110100001101

Mask bit :

Sampel 1 : 100111001101

Sampel 2 : 011000110010

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru :

Anak 1 : 010100001100

Anak 2 : 111100101111

#### (4) Penyilangan dengan permutasi

Kusumadewi (2005) menyatakan pada penyilangan dengan permutasi ini, kromosom-kromosom anak diperoleh dengan cara memilih sub-barisan suatu tour dari satu induk dengan tetap menjaga urutan dan posisi sejumlah kota yang mungkin terhadap induk yang lainnya.

Misal :

Induk 1 : 123|4567|89

Induk 2 : 453|1876|92

Anak 1 : xxx|1876|xx

Anak 2 : xxx|4567|xx

Dari sini kita memperoleh pemetaan :

1-4,8-5,7-6,6-7.

Kemudian copy sisa gen di induk-1 ke anak-1 dengan menggunakan pemetaan yang sudah ada.

Anak 1 : (1-4 2 3|1876|8-5 9)

Anak 1 : (4 2 3 | 1 8 7 6| 5 9)

Anak 2 : (4-1 5-8 3 | 4567 |92)

Anak 2 : (1 8 3| 4 5 6 7| 9 2)

Penyilangan dengan permutasi biasa disebut juga dengan *Partial Mapped Crossover* (PMX).

#### (5) *Order Crossover*

Faradian (2007) menyatakan pada skema ini, satu bagian kromosom dipertukarkan dengan tetap menjaga urutan kota yang bukan bagian dari kromosom tersebut. Kromosom yang dijadikan induk dipilih secara acak dan jumlah kromosom yang dicrossover dipengaruhi oleh parameter *crossover probability* ( $\rho_c$ ). Misal terdapat 6 kromosom

**Kromosom[1] = [2] = [D B E C]**

**Kromosom[2] = [1] = [B D E C]**

**Kromosom[3] = [3] = [C B D E]**

**Kromosom[4] = [5] = [E C B D]**

**Kromosom[5] = [4] = [E B C D]**

**Kromosom[6] = [6] = [C D E B]**

tentukan  $p_c = 25\%$ , maka diharapkan dalam 1 generasi ada 50% (3 kromosom) dari populasi mengalami *crossover*. Pertama bangkitkan bilangan acak R sebanyak jumlah populasi yaitu 6 kali.

$$\mathbf{R[1]} = 0,451$$

$$\mathbf{R[2]} = 0,211$$

$$\mathbf{R[3]} = 0,302$$

$$\mathbf{R[4]} = 0,877$$

$$\mathbf{R[5]} = 0,771$$

$$\mathbf{R[6]} = 0,131$$

Kromosom ke-k yang dipilih sebagai induk jika  $R[k] < p_c$ . Maka yang akan dijadikan induk adalah kromosom[2], kromosom[3], dan kromosom[6]. Setelah melakukan pemilihan induk, proses selanjutnya adalah menentukan posisi *crossover*. Hal tersebut dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai dengan panjang kromosom-1. bilangan acak yang dibuat adalah antara 1-3. Misal diperoleh bilangan acaknya 1, maka gen yang ke-1 pada kromosom induk pertama diambil kemudian ditukar dengan gen pada kromosom induk kedua yang belum ada pada induk pertama dengan tetap memperhatikan urutannya. Bilangan acak untuk 3 kromosom induk yang akan *dicrossover*:

$$\mathbf{C[2]} = 2$$

$$\mathbf{C[3]} = 1$$

$$\mathbf{C[6]} = 2$$

Proses *crossover* :

$$\mathbf{Kromosom[2]} = \mathbf{Kromosom[2]} \times \mathbf{Kromosom[3]}$$

$$= [B D|E C] \times [C B D E]$$

$$= [B D|- -] \times [C - - E]$$

$$= [B D C E]$$

$$\mathbf{Kromosom[3]} = \mathbf{Kromosom[3]} \times \mathbf{Kromosom[6]}$$

$$= [C B D E] \times [C D E B]$$

$$= [- - - -] \times [C D E B]$$

$$= [C D E B]$$

$$\mathbf{Kromosom[6]} = \mathbf{Kromosom[6]} \times \mathbf{Kromosom[2]}$$

$$= [C D|E B] \times [B D E C]$$

$$= [C D|- -] \times [B - E -]$$

$$= [C D B E]$$

Populasi setelah di-*crossover* :

$$\mathbf{Kromosom[1]} = [D B E C]$$

$$\mathbf{Kromosom[2]} = [B D C E]$$

$$\mathbf{Kromosom[3]} = [C D E B]$$

$$\mathbf{Kromosom[4]} = [E C B D]$$

$$\mathbf{Kromosom[5]} = [E B C D]$$

$$\mathbf{Kromosom[6]} = [C D B E]$$

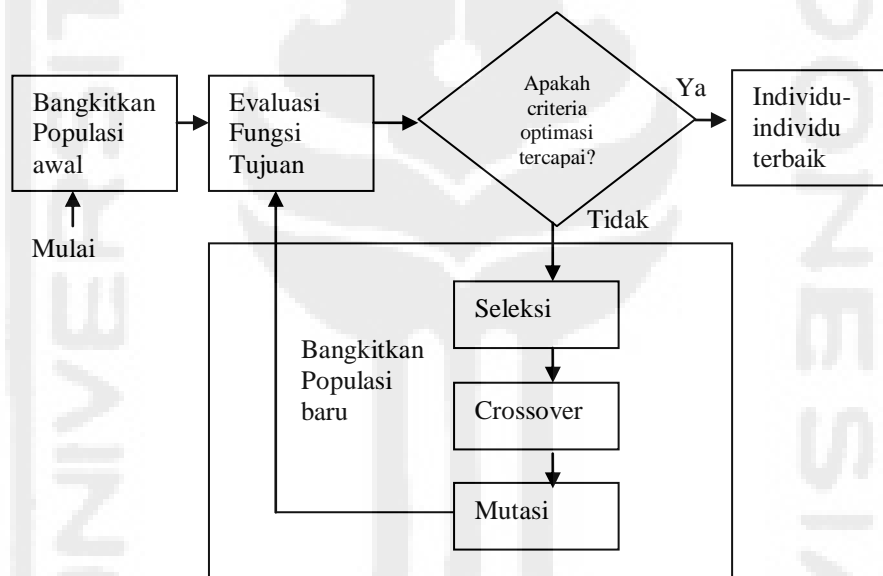
d) Mutasi

List populasi baru hasil dari proses *crossover* dipilih secara acak untuk dilibatkan dalam proses mutasi. Pemilihan gen tersebut dilakukan dengan membandingkan bilangan random  $r$  dengan nilai probabilitas mutasi ( $p_m$ )

yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada pembahasan ini metode yang digunakan untuk proses mutasi adalah *insertion mutation*, dengan tahapan sebagai berikut :

Sebuah titik dalam rute diambil secara random dan menyisipkannya kembali dalam posisi random yang baru. Misal rute (123456789), titik 6 akan disisipkan secara acak dalam rute tersebut sehingga diperoleh rute (126345789) (Sarwadi dan Anjar, 2004).

##### 5) Mekanisme Umum Algoritma Genetik



Gambar 2.5 Mekanisme Algoritma Genetik

(Sumber: Sri Kusumadewi, 2003:300)

Mekanisme umum dari suatu sistem Algoritma Genetik dapat diselesaikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- (a) Membangkitkan populasi awal

Populasi awal ini dibangkitkan secara random, sehingga didapat solusi awal. Populasi itu sendiri terdiri dari sejumlah kromosom yang mempresetasikan solusi yang diinginkan.

(b) Evaluasi Fungsi Tujuan

Proses ini akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai terpenuhi kriteria berhenti.

(c) Membentuk Populasi baru

Dalam membentuk generasi baru digunakan tiga operator, yaitu operator seleksi, operator crossover, operator mutasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru dimana generasi baru ini merupakan representasi dari solusi baru.

### 2.2.9 Fuzzy

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh, dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan fuzzy yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (true) atau salah (false), tapi dinyatakan dalam derajat (degree) (Rahayu et al, 2010).

Konsep seperti ini disebut dengan Fuzziness dan teorinya dinamakan Fuzzy Set Theory. Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan (Rahayu et al, 2010).







Terdapat banyak metode untuk melakukan proses defuzzy, salah satu yang ada dan biasa dipakai adalah metode centroid. Metode centroid mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy sebagai solusi *crisp*. Secara umum dirumuskan :

$$x^* = \frac{\int x \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx} \quad (3)$$

$$x^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \mu(x_j) dx}{\sum_{j=1}^n \mu(x_j) dx} \quad (4)$$

#### 2.2.10 Adaptif Algoritma Genetik menggunakan Fuzzy Adaptif Probabilitas Mutasi

Adaptif adalah cara penyesuaian diri terhadap lingkungan. Adaptif Algoritma Genetika adalah penyesuaian parameter-parameter Algoritma Genetika . Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika adalah penyesuaian parameter-parameter Algoritma Genetika menggunakan metode fuzzy. Menurut Herrera dan Lozano (2003) Algoritma Genetik merupakan hubungan antara eksploitasi dan eksplorasi yang berlangsung selama proses pencarian. Parameter yang berperan besar dalam eksploitasi dan eksplorasi adalah parameter probabilitas mutasi (Mahmudy dan Rahman, 2011). Pengaturan parameter probabilitas mutasi disebut dengan Fuzzy Adaptif Probabilitas Mutasi. Metode fuzzy yang digunakan adalah metode Mamdani.

Inputan pada proses Fuzzy adaptif probabilitas Mutasi yang diperkenalkan oleh Herrera dan Lozano (2003) adalah

1. *Current* Probabilitas Mutasi ( $p_m$ ) dibagi menjadi tiga ( Low, Medium, High)
2. *Convergensi Measure* (CM )/ Ukuran Konvergensi dibagi menjadi dua ( High, Low)

Output yang akan dihasilkan merupakan nilai dari probabilitas mutasi yang baru ( $p_n$ ) dibagi menjadi 3 (High, Medium, Low).

Dalam menentukan nilai yang dihasilkan melalui sistem fuzzy perlu dibuat aturan-aturan fuzzy yang digunakan untuk penentuan hasil. Pada model yang dikenalkan oleh Herrera dan Lozano aturan yang dibuat adalah sebagai berikut

Tabel 2.2 Aturan Fuzzy Adaptive Probabilitas Mutasi

Aturan	CM	Pm	Pn
1	High	Low	Medium
2	High	Medium	High
3	High	High	Low
4	Low	Low	Low
5	Low	Medium	Low
6	Low	High	Medium

Dari tabel 2.2 di atas didapatkan 6 aturan yaitu :

- IF (Konvergensi measure is High) AND (Prb.Muatsi is Low) Then (Prob.Mutasi baru is Medium)
- IF (Konvergensi measure is High) AND (Prb.Muatsi is Medium) Then (Prob.Mutasi baru is High)
- IF (Konvergensi measure is High) AND (Prb.Muatsi is High) Then (Prob.Mutasi baru is Low)
- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is Low) Then (Prob.Mutasi baru is Low)
- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is Medium) Then (Prob.Mutasi baru is Low)
- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is High) Then

(Prob.Mutasi baru is Medium)

### 2.2.11. Waktu distribusi

Dalam penentuan rute seringkali waktu distribusi menjadi batasan. Waktu pendistribusian harus kurang dari waktu yang telah ditentukan dari perusahaan. Waktu distribusi terdiri dari beberapa komponen, yang biasa digunakan adalah waktu set-up mobil, waktu loading, waktu unloading, waktu perjalanan, serta kelonggaran yang diberikan untuk *driver* (Rahayu, 2012). Diperlukan perhitungan secara rinci dalam penentuan waktu distribusi.

Waktu set up mobil angkut

Waktu perjalanan distribusi

$$= \frac{\sum \text{Jarak depot ke depot}}{\text{Kecepatan}} \quad (5)$$

Waktu pelayanan total

$$= \text{Jumlah kelurahan} \times \text{waktu pelayanan} \quad (6)$$

Waktu *loading* di gudang utama total

$$= \frac{\text{Total demand semua kelurahan}}{\text{Kecepatan pengisian}} \quad (7)$$

$$\text{Waktu distribusi total} = (\text{waktu set up mobil angkut} + \text{waktu perjalanan distribusi total} + \text{waktu pelayan total} + \text{waktu } \textit{loading} \text{ di gudang utama total}) \times (1 + \textit{allowance}) \quad (8)$$

Sumber : Rahayu (2012).

### 2.2.12 Waktu standard

Waktu standard adalah waktu yang sesungguhnya digunakan oleh pekerja untuk melakukan pekerjaan. Waktu standard dipengaruhi oleh tingkat keterampilan pekerja dan kelonggaran yang diberikan kepada pekerja. Dalam penentuan waktu standard yang dilakukan pekerja, baik pada proses *loading*, *unloading*, atau lainnya maka perlu dihitung berapa waktu normal untuk pekerja dengan melihat tingkat kewajaran kerja

yang ditunjukkan. Waktu normal diperoleh setelah penyesuaian terhadap waktu siklus. Dalam perhitungan *rating factor* digunakan metode *Westinghouse*. Metode ini mengarah pada penilaian empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran dalam bekerja yaitu:

a. Ketrampilan pekerja

Untuk ketrampilan (*skill*) didefinisikan sebagai kecakapan dalam mengerjakan metode yang diberikan dan lebih lanjut berhubungan dengan pengalaman yang ditujukan dengan koordinasi yang baik antara pikiran dan tangan (Barnes, 1980).

b. Usaha pekerja

Usaha (*effort*) didefinisikan sebagai suatu hal yang menunjukkan kemampuan bekerja yang efektif dari seseorang (Barnes, 1980).

c. Kondisi kerja

Kondisi (*condition*) didefinisikan sebagai prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator dan bukan kepada operasi. Kondisi ini meliputi kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperature, dan kebisingan (Barnes, 1980).

d. Konsistensi kerja.

Untuk faktor konsistensi kerja ini perlu diperhatikan, karena pada kondisi nyata setiap pengukuran tidak pernah mencatat semua angka yang sama, waktu penyelesaian yang ditujukan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus yang lainnya. Konsistensi dikategorikan *perfect* apabila waktu penyelesaian adalah tetap pada setiap saat pengamatan (Barnes, 1980).

Tabel 2.3 *Rating Factor (Performance Rating)*

SKILL			EFFORT		
+ 0.15	A1	Siperskill	+ 0.13	A1	Siperskill
+ 0.03	A2		+ 0.12	A2	
+ 0.11	B1	Excellent	+ 0.10	B1	Excellent
+ 0.08	B2		+ 0.08	B2	
+ 0.06	C1	Good	+ 0.05	C1	Good
+ 0.03	C2		+ 0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
- 0.05	E1	Fair	- 0.04	E1	Fair
- 0.10	E2		- 0.08	E2	
- 0.16	F1	Poor	- 0.12	F1	Poor
- 0.22	F2		- 0.17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Ideal
+ 0.04	B	Excellent	+ 0.03	B	Excellent
+ 0.02	C	Good	+ 0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
- 0.03	E	Fair	- 0.02	E	Fair
- 0.07	F	Poor	- 0.04	F	Poor

Sember berdasarkan *Westinghouse* (Barnes, 1980)

Untuk kondisi dan keadaan normal maka nilai *rating factor* ( $p$ ) adalah 1, dan apabila terjadi penyimpangan maka *rating factor* ini harus ditambah dengan *rating factor* yang diperoleh dari metode penyesuaian yang digunakan.

Harga dari *rating factor* adalah sebagai berikut:

- a. Apabila operator bekerja terlalu cepat di atas batas bawah kewajaran (normal), maka *rating factor* ini akan lebih besar dari satu ( $P > 100\%$ ) (Barnes, 1980)
- b. Apabila operator bekerja terlalu lambat di bawah batas bawah kewajaran (normal), maka *rating factor* ini akan lebih kecil dari satu ( $P < 100\%$ ) (Barnes, 1980)

- c. Apabila operator bekerja secara normal, maka *rating factor* akan sama dengan  $1(P+100\%)$ . Untuk hal ini berlaku untuk kondisi kerja dimana operasi dilaksanakan sepenuhnya oleh mesin. Untuk penjelasan *Rating Factor* dan *allowance* dapat dilihat pada lampiran 2. (Barnes, 1980)

Dibawah ini merupakan rumus dari *Rating Factor* :

$$RF = 1+P \text{ (Barnes, 1980)}$$

Dimana

RF : faktor penyesuaian

P : interaksi atau jumlah keempat faktor penyesuaian dari tabel

*Westinghouse*

Untuk waktu baku (Wb) adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Waktu baku ini adalah waktu normal yang telah ditambah dengan kelonggaran untuk pekerja, dimana kelonggaran difungsikan untuk menghilangkan kelelahan, memenuhi kebutuhan pribadi, serta untuk hambatan-hambatan yang tidak terhindar. Untuk menetapkan kelonggaran maka diuraikan beberapa jenis kelonggaran, yaitu:

1. Kelonggaran waktu untuk kebutuhan personel (*Personal Allowance*)

*Personal Allowance* merupakan kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk keperluan yang bersifat pribadi (Barnes, 1980).

2. Kelonggaran untuk melepaskan lelah (*Fatigue Allowance*) *Fatigue Allowance*

merupakan kelonggaran yang diberikan kepada operator dikarenakan kelelahan fisik maupun mental setelah bekerja beberapa waktu (Barnes, 1980).

3. Kelonggaran waktu karena hambatan (*Unavoidable Delay Allowance*)



*Unavoidable Delay Allowance* merupakan suatu hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena terjadi di luar penguasaan pekerja untuk mengendalikannya (Barnes, 1980). Di bawah ini merupakan beberapa rumus pada perhitungan waktu standar, yaitu :

$$\text{Waktu siklus} \quad X = \frac{\sum_{j=1}^K X_j}{K} \quad (\text{Barnes, 1980}) \quad (9)$$

$$\text{Waktu normal (Wn)} \quad = \text{Waktu siklus} \times \text{RF} \quad (\text{Barnes, 1980}) \quad (10)$$

$$\text{Waktu standar (waktu baku/Wb)} = \text{Wn} \times (1 + \text{allowance}) \quad (\text{Barnes, 1980}) \quad (11)$$

### 2.2.13 Performansi yang ingin dicapai

Beberapa performansi yang ingin dicapai dalam algoritma ini adalah:

1. Utilitas alat angkut yang dapat dihitung dengan

$$\text{Utilitas per rute} = \frac{\text{Jumlah muatan yang dimuat}}{\text{Total kapasitas alat angkut}} \times 100\% \quad (12)$$

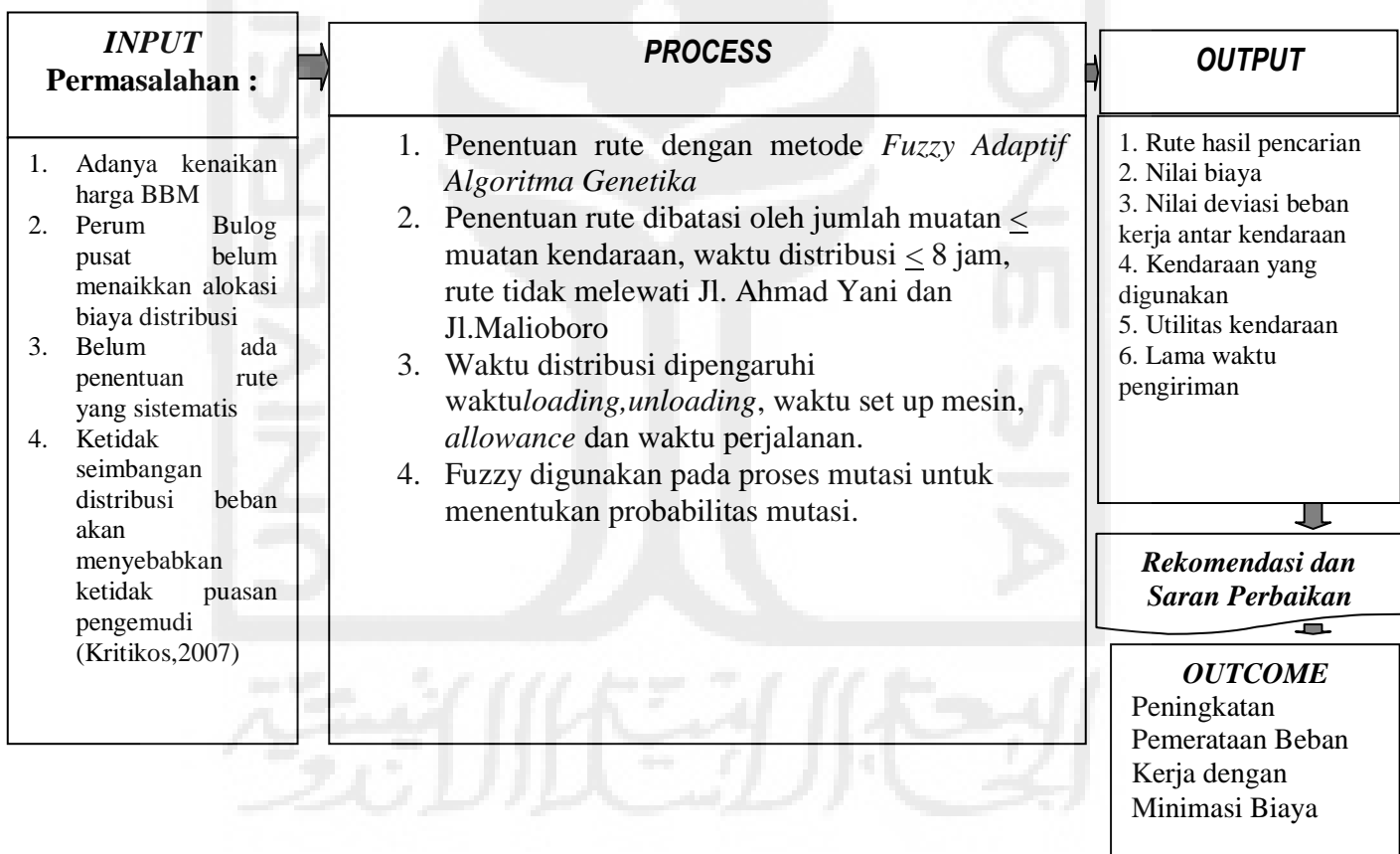
2. Jarak tempuh total : dihitung dari total jarak tempuh pada rute terbaik pada algoritma di atas.
3. Waktu distribusi : waktu distribusi < waktu kerja pekerja yang disediakan perusahaan

## BAB III

### KERANGKA KONSEP

#### 3.1. Kerangka Kosep

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rute distribusi yang dapat pemeratakan beban kerja dan meminimalkan biaya dengan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika di Perum.Bulog. Penentuan rute dengan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika adalah proses penentuan rute dengan jalan mengolah data dengan proses Algoritma Genetika dimana parameter Algoritma Genetik diatur dengan metode Fuzzy. Gambar 3.1 di bawah menjelaskan tentang kerangka konsep penelitian.



Gambar 3.1 Kerangka konsep penelitian

Dari gambar 3.1 kolom *Input* di atas dapat diketahui bahwa permasalahan pendistribusian yang ada di Perum.BULOG adalah adanya kenaikan harga BBM,

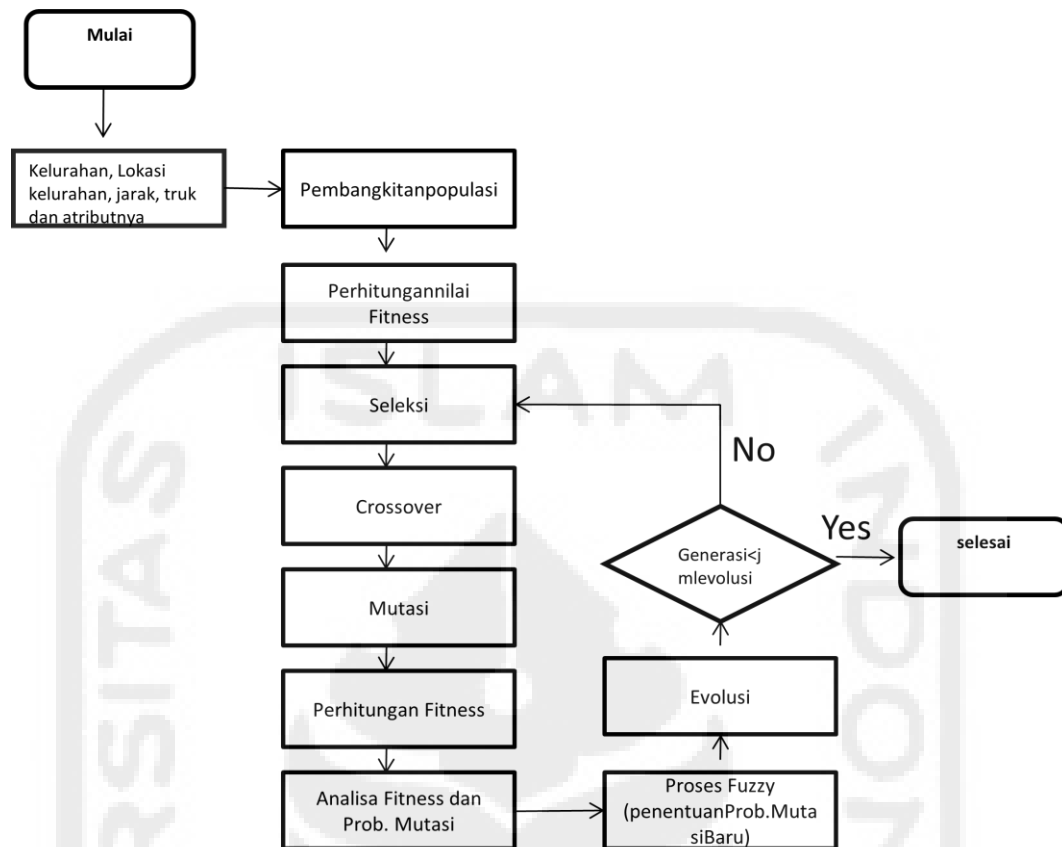
Perum.BULOG pusat belum menaikan alokasi biaya distribusi, dengan belum dinaikannya biaya distribusi maka Perum.BULOG Divre Yogyakarta mengalami kesulitan dalam pengalokasian dana. Permasalahan tersebut ditambah lagi dengan tidak adanya penentuan rute yang sistematis (masih mengandalkan daya ingat manusia), sehingga berpotensi terjadinya kesalahan (jauh dari optimal). Penentuan rute yang tidak tersistematis akan menyebabkan biaya distribusi menjadi tinggi, disamping itu pula tingkat pemerataan beban setiap pekerja (*driver*) tidak terkontrol. Pemerataan beban yang tidak terkontrol akan menyebabkan kesenjangan atau ketidak harmonisan antar pekerja (Kritikos, 2007)

Secara umum proses penentuan rute dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika diawali dengan melakukan penelitian terhadap waktu standard untuk pendistribusian. Dalam penentuan waktu distribusi dibutuhkan data waktu *loading,unloading*, waktu set up mesin, *allowance* dan waktu perjalanan. Waktu *loading, unloading*, serta *allowance* didapat dengan melakukan survey langsung ke perusahaan, sedangkan waktu perjalanan didapatkan dari hasil pengolahan Fuzzy Adpatif Algoritma Genetika. Waktu distribusi tidak boleh melebihi 8 jam kerja untuk menyesuaikan dengan jam kerja karyawan.Rute pendistribusian tidak melewati Jl. Ahmad Yani dan Jl. Malioboro karenakondisi jalan yang tidak memungkinkan untuk dilewati. Penentuan rute akan diselesaikan menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika (kolom *Process*). Metode ini merupakan penggabungan antara metode Algoritma Genetika dengan metode Fuzzy. Fuzzy digunakan untuk menentukan parameter yang sesuai pada proses Algoritma Genetika, sehingga didapatkan solusi yang lebih mendekati optimal. Parameter yang diatur ialah probabilitas mutasi, dimana nilai probabilitas mutasi didapat dari pengolahan nilai konvergensi dan nilai probabilitas mutasi generasi sebelumnya. Alur

proses pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika dijelaskan pada gambar 3.2.

Hasil dari pengolahan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika didapatkan rute yang dapat pemeratakan beban kerja dan meminimasi biaya. *Output* yang akan diterima dari pengolahan tersebut adalah rute pendistribusian, nilai biaya yang dikeluarkan dalam pendistribusian, nilai pemerataan beban kerja, banyaknya kendaraan yang digunakan, utilitas yang terpakai disetiap kendaraan, lama waktu pengdistribusian. *Output* tersebut akan menunjukkan seberapa optimalkah rute yang dihasilkan dari pengolahan Fuzzy adaptif Algoritma Genetika. Rute hasil pengolahan selanjutnya menjadi rekomendasi bagi pihak perusahaan untuk mendistribusikan Raskin, dan diharapkan dengan rute hasil pengolahan tersebut dapat meningkatkan pemerataan beban kerja dan dapat meminimasi biaya distribusi perusahaan.

Proses Fuzzy adaptif Algoritma Genetika dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah.



Gambar 3.2 Alur Proses Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika

Gambar 3.2 menjelaskan proses Fuzzy adaptif Algoritma Genetika diawali dengan penentuan inputan berupa kelurahan-kelurahan yang berada di area objek penelitian, kemudian dilakukan penentuan jarak antara kelurahan dengan gudang, jenis truk yang dimiliki perusahaan dan segala atributnya. Dari inputan tersebut dilakukan proses pencarian solusi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

#### 1) Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean dilakukan dengan bilangan integer (bilangan bulat) yang merepresentasikan kelurahan yang memesan. Kelurahan-kelurahan yang memesan akan dikodekan dalam bentuk bilangan integer. Bilangan integer dimulai dari angka 1 hingga sejumlah kelurahan yang memesan. Kelurahan akan dikodekan secara urut, dimana kelurahan pemesan pertama dikodekan dengan angka 1, kelurahan pemesan

kedua dikodekan dengan angka 2, dan begitu seterusnya hingga kelurahan terakhir. Dari pengkodean tersebut maka setiap kelurahan diubah dalam bentuk bilangan integer.

## 2) Pembangkitan Populasi Awal

Pembangkitan populasi awal dilakukan dengan metode *Vehicle Based Representation*. Metode ini merupakan pengembangan dari metode *random generator*. Kromosom yang akan dibuat dengan metode ini adalah kromosom yang memiliki *block-block*. *Block-block* tersebut bertindak sebagai kendaraan yang digunakan. Dengan adanya *block* yang berkapasitas dan *genome* yang berkapasitas maka secara otomatis terdapat batasan jumlah muatan (*genome*) yang bisa ditampung dalam satu *block*. Proses pengisian genome kedalam kromosom tetap menggunakan bilangan acak namun berbeda dari random generator yang pengisiannya tidak memperhitungkan kapasitas. Dalam metode ini pengisian genome kedalam kromosom dengan memperhitungkan kapasitas *Block*. Jadi kromosom hasil pengolahan dengan metode ini adalah *kromosom* yang memiliki N buah *block* yang didalam satu *block* terdapat N buah *genome*.

Proses pengisian genome kedalam kromosom tetap menggunakan bilangan acak namun berbeda dari random generator yang pengisiannya tidak memperhitungkan kapasitas. Dalam metode ini pengisian genome kedalam kromosom dengan memperhitungkan kapasitas *Block*. Jadi kromosom hasil pengolahan dengan metode *Part in block* ini adalah *kromosom* yang memiliki N buah *block* yang didalam satu *block* terdapat N buah *genome*. Proses pembentukan populasi pertama berjalan dengan simulasi pada gambar 9 dan gambar 10.

jumlah kromosom kelurahan dalam populasi = 2

jumlah kelurahan pemesan = 2

kapasitas kelurahan 1 = 8 ton

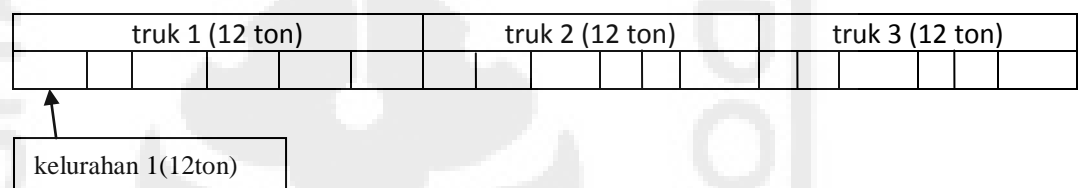
kapasitas kelurahan 2 = 8 ton

(1) Kromosom pertama

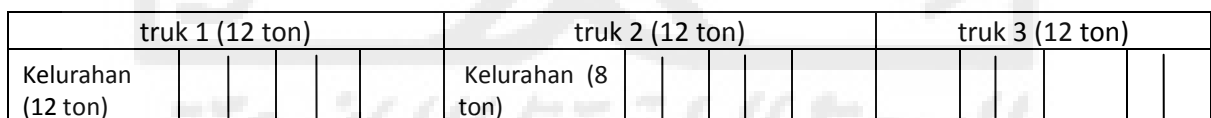
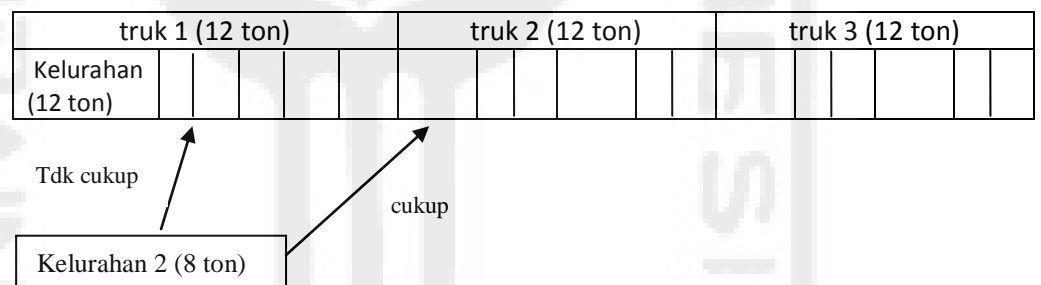
Random pertama = 1 (kelurahan pertama diproses )

Random kedua = 2 (kelurahan kedua diproses)

a) Peletakkan kelurahan pertama



b) Peletakkan kelurahan kedua



Gambar3.3 Simulasi Pembentukan Populasi Awal Untuk Kromosom

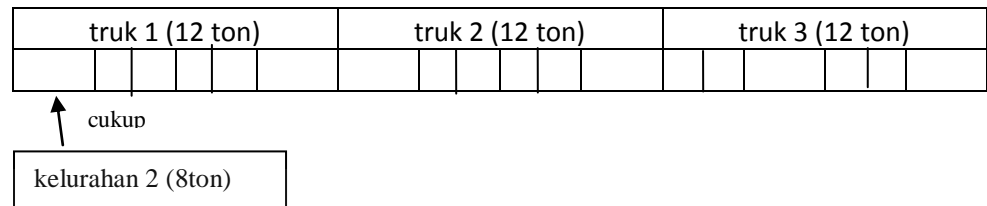
Pertama

(2) Kromosom kedua

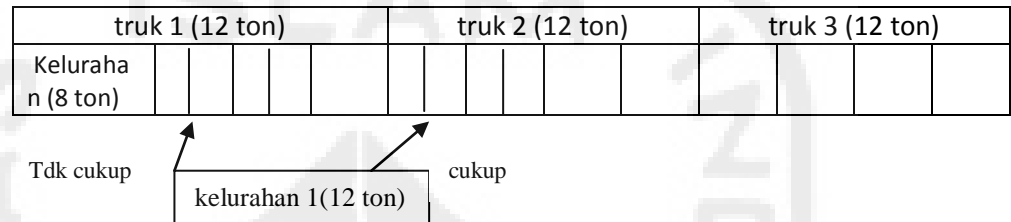
Random pertama = 2 (kelurahan kedua diproses )

Random kedua = 1 (kelurahan kedua diproses)

a) Peletakkan kelurahan kedua



b) Peletakkan kelurahan pertama



Gambar 3.4 Simulasi Proses Pembentukan Populasi Awal Untuk Kromosom

Kedua

truk 1 (12 ton)						truk 2 (12 ton)						truk 3 (12 ton)					
kelurahan (8 ton)						kelurahan (12 ton)											

Gambar 3.5 Kromosom hasil *Vehicle BasedRepresentation*

Dari gambar 3.5 di atas diketahui bahwa kromosom yang terbentuk adalah kumpulan dari kendaraan pengangkut. Setiap kendaraan (gen) dapat membawa beberapa kelurahan (digit), disesuaikan dengan kapasitas kendaraan tersebut. Digit menunjukkan kelurahan yang memesan dengan *quantity* pesanan yang melekat didalamnya. Pada penelitian ini setiap gen *disetting* untuk memebawa maksimal 6 digit, artinya maksimal yang dapat ditampung dalam satu gen sebanyak 6 digit titik tujuan. Sehingga rute pendistribusian di setiap kendaraan di sesuaikan dengan digit-digit titik tujuan yang ada pada setiap gen.

3) Perhitungan Nilai Fitnes







- $Jl$  = Jarak yang Ditempuh dengan 1 Liter Solar  
 $L$  = Biaya 1 Liter Solar  
 $Jda$  = Jarak Depot dengan Kelurahan Pertama  
 $Jab$  = Jarak antar Kelurahan  
 $Jdb$  = Jarak Depot dengan kelurahan terakhir

b) Pemerataan beban kerja

Perhitungan dilakukan dengan rumus MAD.

$$MAD = \sum \frac{|Vd - Ad|}{n} \quad (16)$$

Dimana :  $Vd$  = jarak tempuh tiap kendaraan

$Ad$  = rata-rata jarak tempuh dari semua kendaraan yang beroperasi.

Langkah-langkah penentuan pemerataan beban sebagai berikut :

- 1) Menentukan total jarak dalam setiap kromosom

$$T_j = \sum_{i=1}^n J_{mi} \quad (17)$$

$J_m$  = jarak total setiap truk

- 2) Menentukan jumlah truk yang dipakai

- 3) Menentukan rata-rata jarak setiap kromosom

$$R = T_j / M_p \quad (18)$$

$R$  = Rata-rata jarak

$M_p$  = Jumlah truk yang dipakai

- 4) Menentukan selisih jarak total setiap truk dengan rata-rata jarak (rata-rata(i)) pada kromosom yang sama, dengan algoritma

$$S = J_m - R \quad (19)$$

$S$  = Selisih jarak total truk dengan jarak rata-rata

- 5) Membagi hasil dari proses 4 (selisih) dengan jumlah truk yang dipakai, dengan algoritma sebagai berikut

$$E = S / M_p \quad (20)$$

$E$  = Selisih setiap jarak truk dengan rata-rata (*error*)

6) Menentukan total hasil setiap kromosom

$$T_h = \sum_{i=1}^n E \quad (21)$$

$T_h$  = Total hasil pemerataan beban

c) Fitness gabungan

Penggabungan nilai fitness memerlukan nilai perkalian, agar nilai fitness menjadi satu kesatuan. Fitness yang digabungkan adalah fitness pemerataan beban dan fitness minimasi biaya. Nilai perkalian didapat dari data histori biaya distribusi yang dimiliki dan data jarak (untuk menghitung pemerataan beban). Data histori tersebut selanjutnya dilakukan persamaan satuan dengan metode Snorm.

$$\frac{\text{Nilai Absolut} - \text{Min a}}{\text{Max a} - \text{Min a}} = \frac{X - \text{Min b}}{\text{Max b} - \text{Min b}} \rightarrow \text{Faktor perkalian}$$

Dimana

Nilai absolute =	Nilai pemerataan yang dibandingkan
Max a =	Nilai maksimal pemerataan beban
Min a =	Nilai minimal pemerataan beban
X =	Nilai biaya yang dicari
Max b =	Nilai maksimal biaya
Min b =	Nilai minimal biaya

Nilai maksimal dan minimal didapatkan dari data histori yang didapat. Dalam penelitian ini penggunaan persamaan SNORM digunakan untuk mencari faktor perkalian, dimana faktor perkalian didapatkan dari nilai rata-rata variabel X dari sejumlah data histori perusahaan. Faktor perkalian inilah yang dijadikan sebagai nilai inputan di dalam program untuk mengubah satuan pemerataan beban ke dalam satuan biaya (Rupiah).





nantinya setengah dari jumlah populasi akan mengalami *crossover*. Selanjutnya dilakukan proses random untuk menentukan mulai gen keberapa dalam kromosom yang akan dipindah silangkan. Setelah semuanya telah ditentukan maka masuk proses *crossover*. Selanjutnya jika terdapat digit yang sama pada kromosom setelah *dicrossover* maka salah satu dari gen tersebut dihapus, sehingga tidak terdapat gen yang sama. Sedangkan untuk menjaga agar gen yang ada pada kromosom tetap utuh (tidak ada yang hilang) maka dilakukan pemetaan dan jika terdapat gen yang hilang maka kromosom tersebut dilengkapi dengan memunculkan gen yang hilang.

#### 6) Mutasi

Proses mutasi digunakan untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi gen, agar solusi dapat mendekati optimal. Besarnya mutasi dipengaruhi dari parameter mutasi (probabilitas mutasi). Pada penelitian ini nilai probabilitas mutasi diatur menggunakan metode *Fuzzy*, agar nilai dapat secara dinamis mengikuti besarnya nilai *Fitness* generasi sebelumnya. Metode *Fuzzy* yang dipilih adalah metode *Fuzzy Mamdani*. Parameter inputan yang digunakan untuk menentukan nilai probabilitas mutasi adalah nilai konvergensi (nilai yang menentukan seberapa besar tingkat perbaikan solusi yang dihasilkan pada generasi baru) dan nilai probabilitas mutasi pada generasi sebelumnya.

Nilai probabilitas mutasi ditentukan pada interval 0.001 hingga 0.01. Nilai interval ini dipilih karena banyak digunakan pada literature Algoritma Genetik (Herrera dan Lozano, 2003). Nilai konvergensi ditentukan sebesar 0 hingga 1. Nilai Konvergensi 1 artinya konvergensi tinggi yaitu tidak ada kemajuan nilai fitness pada generasi terakhir, sedangkan nilai konvergensi 0 menyatakan konvergensi rendah yaitu GA menemukan nilai fitness baru yang lebih baik dari sebelumnya.





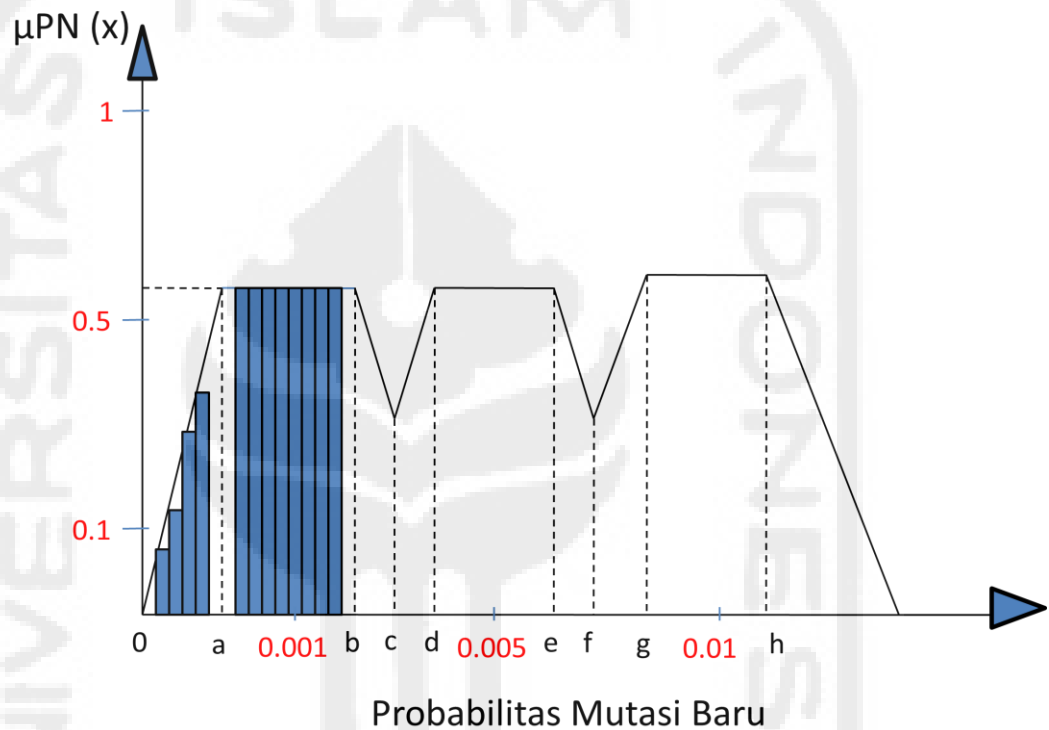


Karena pada fungsi implikasi menggunakan aturan Min dan pada komposisi aturan menggunakan metode Max, maka langkah ini sering disebut Min-Max.

d. Defuzzy (penegasan)

Metode yang digunakan pada proses defuzzy adalah metode Centroid.

Pada penentuan luas daerah menggunakan aturan sebagai berikut



Gambar 3.12 Daerah Hasil Komposisi

Dari gambar 3.12 diatas menunjukkan daerah hasil komposisi dari proses komposisi antar aturan. Dari gambar di atas diketahui pula nilai keanggotaan untuk Probabilitas mutasi baru ( $\mu_{PN}(x)$ ), sebagai berikut:

	Nilai Keanggotaan	Aturan ke-	
$\mu_{PN(x)} =$	$\frac{x-0}{0.001-0}$	$0 \leq x \leq a$	1
	$\mu_{PN(x2)}$	$a \leq x \leq b$	2
	$\frac{0.005-x}{0.005-0.001}$	$b \leq x \leq c$	3
	$\frac{x-0.001}{0.005-0.001}$	$c \leq x \leq d$	4
	$\mu_{PN(x5)}$	$d \leq x \leq e$	5
	$\frac{0.01-x}{0.01-0.005}$	$e \leq x \leq f$	6
	$\frac{x-0.005}{0.01-0.005}$	$f \leq x \leq g$	7
	$\mu_{PN(x8)}$	$g \leq x \leq h$	8

dimana :

a, b, c, d, e, f, g, h: titik daerah probabilitas mutasi baru

x : nilai yang akan dicari titik pusatnya

$\mu_{PN(x)}$  : nilai keanggotaan

Terdapat 8 daerah hasil komposisi yang menjadi inputan dalam perhitungan defuzzy, dimana rumus defuzzy dapat dilihat pada formula di bawah yang

diadopsi dari formula nomor 4.

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \cdot \mu_{PN(x_i)} dx}{\sum_{i=1}^N \mu_{PN(x_i)} dx}$$

$\longrightarrow$  Moment  
 $\longrightarrow$  Luas

Dimana :

$x^*$  = titik pusat

$x_i$  = aturan ke-i

$N = 1/0.0001$

$\mu_{PN(x_i)}$  = Nilai keanggotaan PN hingga aturan ke-i

Dari rumus di atas dapat diketahui perhitungan dilakukan secara diskrit dan titik pusat  $x$ , sebagai output dari pengolahan Fuzzy.

#### 7) Pelestarian Kromosom Terbaik

Proses ini bertujuan untuk mempertahankan kromosom yang memiliki fitness terbaik agar tidak hilang jika kromosom hasil crossover memiliki nilai lebih buruk. Proses ini berjalan dengan cara mengurutkan kromosom dari nilai fitness terbaik (terkecil) hingga nilai fitness terburuk (terbesar). Selanjutnya kromosom pada urutan teratas diduplikat dan kromosom hasil duplikat tersebut digunakan untuk mengganti kromosom pada urutan terbawah.

#### 8) Evolusi

Proses evolusi berjalan dengan mengulang-ngulang proses seleksi, crossover, mutasi, pelestarian kromosom terbaik. Proses ini berjalan hingga jumlah generasi yang ditentukan.

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Objek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di gudang BULOG Divisi Yogyakarta yang berlokasi di Kalasan. Penelitian akan difokuskan pada upaya penentuan rute distribusi gudang BULOG Kalasan dengan mempertimbangkan beberapa variabel yang terkait baik secara langsung maupun tidak. Objek penelitian di sini seperti yang telah disebutkan adalah gudang BULOG divisi Yogyakarta yang berlokasi di Kalasan.

### 4.2 Jenis Data

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan ada dua, yaitu :

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil langsung oleh peneliti dengan menggunakan instrument penelitian. Data primer di sini diambil dengan melalui wawancara langsung serta pengukuran langsung seperti waktu kerja. Data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain data waktu *loading* barang di gudang pusat, lama waktu pelayanan (*unloading*) di setiap kelurahan, data jarak antar kelurahan dan gudang pusat, serta waktu *set up* kendaraan.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diambil dari literature sebagai data pendukung penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di gudang BULOG divisi Yogyakarta yang berlokasi di Kalasan. Data sekunder yang diperlukan seperti data profil perusahaan, kelurahan yang menjadi tujuan pengiriman, *demand* dari setiap kelurahan yang akan didatangi, jumlah hari kerja dan waktu kerja dari Gudang BULOG, kapasitas alat angkut dan data aksesibilitas yang diambil dari Dinas Perhubungan. data

sekunder sendiri juga mencakup literature pendukung untuk pengolahan data baik berupa buku, jurnal, maupun tugas akhir.

### 4.3 Metodologi Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data di sini ada beberapa metode yang akan dilakukan, antara lain :

#### 1. Observasi

Metode observasi merupakan metode pengamatan yang dilakukan secara langsung oleh peneliti terhadap objek penelitian. Dalam penelitian ini observasi akan dilakukan pengamatan secara langsung pada gudang BULOG divisi Yogyakarta yang berlokasi di Kalasan. Dari observasi ini akan didapatkan data berupa waktu yang diukur secara langsung menggunakan *stopwatch*.

#### 2. Wawancara

Metode wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan mengadakan wawancara langsung terhadap objek penelitian seperti pekerja yang berada pada divisi transportasi atau angkutan distribusi yang ada pada BULOG divisi Yogyakarta di gudang Kalasan. Untuk metode wawancara ini akan didapatkan data berupa jenis alat angkut yang ada, kapasitas alat angkut, data permintaan setiap kelurahan, serta data tambahan pendukung lainnya.

#### 3. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan metode pengumpulan data atau bahan- bahan dari literature untuk mendapatkan informasi pendukung dalam penyelesaian masalah yang perlu adanya penyelesaian. Dengan adanya studi pustaka ini dapat diketahui data apa saja yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah yang diangkat dalam penelitian.

#### 4.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa variabel sebagai berikut :

1. Variabel jarak : Merupakan variabel yang ditujukan untuk menentukan rute yang akan dilewati dengan pertimbangan jarak tempuh alat angkut, hal ini nantinya akan berdampak pada biaya, waktu, dan kepuasan pelanggan, sehingga variabel jarak merupakan variabel yang sangat penting dalam menentukan rute yang akan dilewati. Satuan variable jarak adalah Kilometer.
2. Variabel waktu : Pada variabel waktu disini yang dimaksudkan adalah waktu dalam *loading* dan *unloading*, sehingga dari waktu tersebut dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan rute distribusi, serta lama waktu pelayanan setiap kelurahan. Satuan variable waktu adalah menit.
3. Variabel *allowance* : Pada variable ini adalah kelonggaran-kelonggaran yang ada pada pendistribusian seperti kelonggaran untuk faktor alam (hujan, jalan rusak,dll), kelonggaran untuk kebutuhan manusiawi (meregangkan otot, menghilangkan kantuk, menghilangkan haus), kelonggaran untuk faktor lalu lintas (lampu APILL). Satuan variable *allowance* adalah persen (%).
4. Variabel permintaan : Pada variabel permintaan disini yang digunakan adalah permintaan dari kelurahan-kelurahan yang akan dikunjungi, dari permintaan per kelurahan di sini akan dapat menentukan berapa barang yang akan dimuat oleh alat angkut. Satuan variable permintaan adalah kilogram.
5. Variabel kapasitas : Pada variabel kapasitas yang digunakan adalah kapasitas dari alat angkut itu sendiri, yang menyatakan seberapa besar atau seberapa banyak barang yang dapat dimuat oleh alat angkut tersebut, sehingga jumlah barang yang akan dimuat harus disesuaikan antara permintaan per

kelurahan dengan kapasitas dari alat angkut untuk menghindari adanya *overload* pada angkutan. Satuan variable kapasitas adalah kilogram.

#### 4.5 Kerangka Alir Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan sesuai rencana awal pada gambar

4.1 kerangka alir penelitian berikut ini :







#### 4.5.1 Studi pendahuluan dan observasi awal

Dalam penelitian ini sesuai dengan kerangka alir yang telah digambarkan akan dilakukan langkah awal yaitu dengan melakukan studi pendahuluan dan observasi awal, dimana peneliti melakukan studi pendahuluan dan observasi awal di BULOG Divisi Regional Yogyakarta dengan mencari informasi awal untuk mengetahui apakah di BULOG ini memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian dan memberikan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

#### 4.5.2 Penentuan rumusan masalah dan tujuan

Langkah selanjutnya dilakukan sesuai dengan kerangka alir adalah dengan menentukan rumusan masalah yang akan dipecahkan, dalam penelitian ini rumusan utama yang akan dipecahkan adalah untuk mengetahui rute distribusi yang optimal pada gudang BULOG Kalasan Yogyakarta, dan menentukan manfaat serta tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian serta memberikan kontribusi pada lokasi penelitian.

#### 4.5.3 Tinjauan pustaka dan tinjauan lapangan

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menentukan tinjauan pustaka yang lebih kearah menentukan metode yang tepat dalam menyelesaikan masalah serta menjawab rumusan dan tujuan penelitian dengan menggunakan teori pendukung yang dibutuhkan, bersamaan dengan dilakukan tinjauan lapangan dengan mencari tahu kebijakan yang diterapkan oleh perusahaan dan informasi pendukung lainnya.

#### 4.5.4 Pengumpulan data

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengumpulan data yang

dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder, dimana data primer sendiri mencakup pola pendistribusian, jarak antar lokasi, waktu *set up*, kecepatan *loading* di gudang dan kecepatan waktu *unloading* yang dilakukan di setiap kelurahan yang akan diteliti, untuk data sekunder yang dibutuhkan mencakup profil dari perusahaan BULOG, kelurahan yang menjadi tujuan pengiriman, *demand* dari setiap kelurahan yang akan didatangi, jumlah hari kerja dan waktu kerja dari Gudang BULOG, kapasitas alat angkut yang akan melakukan proses distribusi, dan data aksesibilitas yang diambil dari Dinas Perhubungan.

#### 4.5.5 Pengolahan data

Setelah pengumpulan data maka masuk kedalam proses pengolahan data. Pengolahan data adalah proses mengolah data-data yang didapat dengan metode-metode terkait, sehingga menghasilkan sebuah nilai yang dapat digunakan untuk menentukan solusi.

Pengolahan data yaitu dalam penentuan waktu distribusi menggunakan data waktu *loading*, *unloading*, *set up* mesin, waktu pendistribusian, *allowance*. Selanjutnya pengolahan data dalam penentuan rute pendistribusian menggunakan metode Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika. Di dalam metode Fuzzy adaptif Algoritma Genetika terdapat pengolahan nilai probabilitas mutasi menggunakan metode Fuzzy Mamdani.

##### 1. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean dilakukan dengan bilangan integer (bilangan bulat) yang merepresetasikan kelurahan yang memesan. Kelurahan-kelurahan yang memesan akan dikodekan dalam bentuk bilangan integer.

## 2. Pembangkitan Populasi Awal

Pembangkitan populasi awal dilakukan dengan metode *Vehicle Based Representation*.

### 1. Perhitungan Nilai Fitness

Proses ini dilakukan dengan menghitung jarak dari setiap solusi (kromosom) yang terbentuk. Dari jarak tersebut selanjutnya dicari biaya distribusi serta pemerataan beban.

### 4. Seleksi

Proses seleksi dilakukan dengan metode elitisme. Cara kerja yang dilakukan adalah dengan meranking nilai fitness yang didapat.

### 5. Crossover

Proses *crossover* dijalankan dengan metode *Block Crossover*. Metode ini adalah pengembangan dari metode *Order Crossover*.

### 6. Mutasi

Proses mutasi digunakan untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi gen, agar solusi dapat mendekati optimal. Besarnya mutasi dipengaruhi dari parameter mutasi (probabilitas mutasi).

### 7. Perhitungan nilai fitness

Perhitungan nilai fitness dilakukan untuk menghitung nilai fitness pada generasi baru. Fitness yang terbentuk adalah fitness gabungan antara fitness minimasi biaya dan pemerataan beban.

### 8. Analisa fitness dan prob.mutasi

Proses ini dilakukan untuk menganalisa solusi pada generasi baru. Solusi yang dihasilkan pada generasi baru mengalami perbaikan atau tidak.

Output dari proses ini digunakan untuk penentuan nilai prob.mutasi dengan proses Fuzzy.

#### 9. Proses Fuzzy

Metode Fuzzy yang digunakan adalah metode Mamdani. Proses ini digunakan untuk menentukan nilai Probabilitas Mutasi pada generasi selanjutnya. Inputan yang digunakan dalam proses fuzzy adalah nilai Konvergensi dan nilai probabilitas mutasi.

#### 10. Evolusi

Jumlah proses evolusi ditentukan oleh peneliti yaitu sebanyak 200 kali evolusi. Jika evolusi belum mencapai 200 kali maka proses Genetik Algoritma terus berlangsung dan dimulai kembali pada proses seleksi. Begitu seterusnya hingga mencapai 200 kali evolusi.

#### 4.5.6 Analisis dan pembahasan

Untuk langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan pembahasan dalam pemecahan masalah untuk analisis dan pembahasan sendiri mencakup pada analisis jarak tempuh, analisis waktu yang dibutuhkan, analisis biaya yang diperlukan, analisis nilai utilitas, kontribusi dalam penelitian. Pada langkah terakhir peneliti menentukan kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil pengolahan dan analisis dari penelitian.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Profil Perusahaan

Profil perusahaan merupakan salah satu *public relation* yang bertujuan untuk memperkenalkan sebuah perusahaan atau organisasi. Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik atau yang biasa disebut dengan Perum Bulog adalah sebuah lembaga pangan di Indonesia yang mengurus tata niaga beras. Bulog dibentuk pada tanggal 10 Mei 1967 berdasarkan Keputusan Presidium Kabinet Nomor 114/Kep/1967 dengan tujuan pokok untuk mengamankan penyediaan pangan dalam rangka menegakkan eksistensi Pemerintah baru setelah melalui beberapa penyempurnaan (revisi) dan akhirnya dikeluarkan Peraturan Pemerintah RI No. 7 tahun 2003 yang mana BULOG resmi beralih menjadi Perusahaan Perum BULOG.

Perum.BULOG berbentuk BUMN Jasa Non Listed (BUMN Non keuangan) dengan kepemilikan saham 100% milik pemerintah Republik Indonesia. Dasar hukum yang dipegang oleh Perum.BULOG adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2003 tentang Pendirian Perusahaan BULOG. Perusahaan ini memiliki visi yaitu terwujudnya perusahaan yang handal dalam pencapaian ketahanan pangan nasional yang berkelanjutan. Misi yang dijunjung untuk mencapai visi tersebut adalah memenuhi kecukupan pangan pokok secara aman, bermutu, stabil dan terjangkau,serta mewujudkan SDM profesional, jujur, amanah dan menerapkan prinsip-prinsip GCG di Bidang Pangan.

Perum.BULOG berkantor pusat di Jakarta tepatnya di Jl. Jend. Gatot Subroto No. 49 Jaksel 12950. Perusahaan ini diberi tugas dan wewenang untuk menyelenggarakan usaha logistik pangan pokok dan usaha-usaha lain, dengan tujuan turut serta membangun ekonomi nasional khususnya dalam rangka pelaksanaan program pembangunan nasional di bidang pangan. Dalam pelaksanaan tugas tersebut Perum.BULOG menjalankan beberapa strategi yaitu

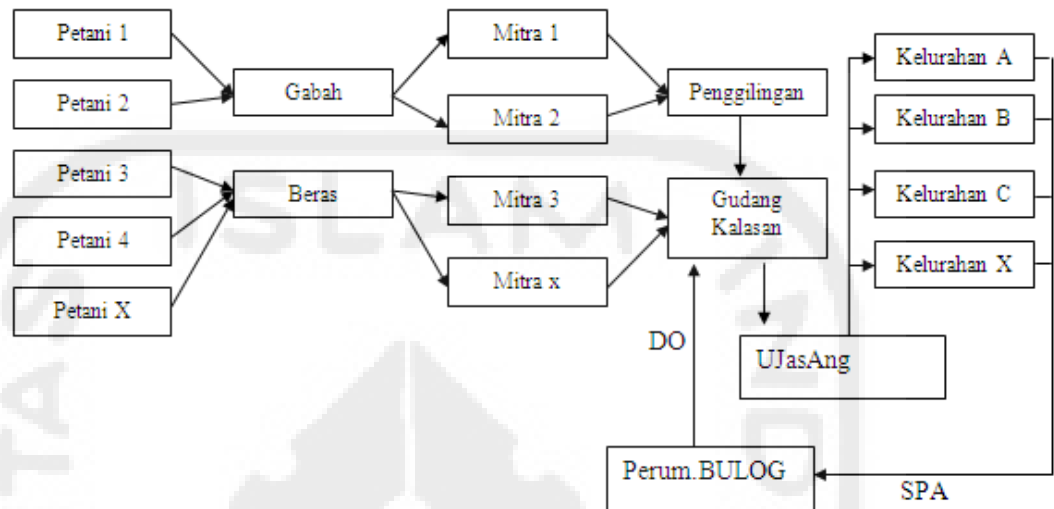
- Strategi 1 : Mengamankan kebijakan pemerintah di bidang pangan pokok
- Strategi 2 : Memperkuat jaringan pasar di bidang pangan pokok
- Strategi 3 : Mengelola keuangan dan infrastruktur secara optimal
- Strategi 4 : Meningkatkan kualitas SDM secara berkesinambungan
- Strategi 5 : Menerapkan *Good Corporate Governance* (GCG) dan Manajemen yang terintegrasi.

Perum.BULOG yang digunakan sebagai objek penelitian adalah Perum.BULOG Divisi Regional Yogyakarta yang beralamat di Jl. Suroto No. 6 Yogyakarta

## **5.2 Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan seperti penjelasan yang telah dijabarkan di dalam metode penelitian, mulai dari obeservasi langsung, wawancara kepada beberapa pihak dan studi pustaka. Untuk BULOG Divre Yogyakarta sendiri terdiri dari beberapa gudang utama yaitu gudang Kalasan, gudang Playen, gudang Wates dan gudang Pajangan, sedangkan pada penelitian ini yang diambil sebagai penelitian adalah gudang Kalasan utama yang merupakan gudang terbesar yang dimiliki oleh BULOG Divre Yogyakarta.

Distribusi raskin yang dilaksanakan oleh gudang Kalasan utama diberikan gambaran sederhana seperti pada gambar 5.1. i



Gambar 5.1 Distribusi Raskin Gudang Kalasan Utama BULOG Divre Yogyakarta

Dari gambar dapat dilihat proses penyaluran beras ke kelurahan di DIY, tapi pada gambar hanya terbatas untuk gudang yang terletak di Kalasan, untuk urutan penjelsan dari gambar adalah sebagai berikut:

1. Proses inventori beras dan gabah yang ada di gudang dilakukan kerjasama dengan Mitra, dimana Mitra ini akan memberikan beras dan gabah yang dibutuhkan oleh BULOG dengan perjanjian yang telah disepakati. Beras dan gabah yang awalnya dari petani selanjutnya akan masuk pada Mitra dan oleh Mitra akan dikirim ke gudang.
2. Untuk gabah sendiri gudang BULOG harus mengilingnya terlebih dahulu, saat musim pengilingan maka BULOG memasukkan gabah tersebut ke penggilingan dan selanjutnya gabah yang sudah digiling



(beras) akan disimpan kembali ke gudang, tapi penyimpanan beralih ke gudang beras.

3. Untuk proses awal distribusi setiap kabupaten memberikan Surat Permintaan Alokasi yang biasa disebut dengan SPA kepada kantor pusat BULOG.
4. BULOG akan mengeluarkan surat *Delivery Order* (DO) yang akan berlanjut kesetiap gudang, dan salah satunya adalah gudang Kalasan
5. Dari Gudang akan memberikan surat jalan kepada juru timbang sehingga dengan surat ini dapat dilakukan proses *loading* ke truk untuk diangkut ke kelurahan yang akan dituju.
6. Untuk alat angkut sendiri BULOG menggunakan Ujasang, yaitu Unit Jasa Angkutan.
7. Beras akan diangkut oleh alat angkut dan didistribusikan ke lokasi kelurahan sesuai dengan DO yang telah dikeluarkan.

#### 5.2.1 Data lokasi pengiriman dan permintaan Raskin

Pada tabel 5.1 merupakan daftar lokasi pengiriman Raskin Gudang Kalasan Utama data ini diambil dari data rencana penyaluran raskin per gudang selama 4 bulan berturut-turut (Januari, Februari, Maret dan April). Lokasi pengiriman Raskin pada gudang Kalasan ini merupakan data yang ditentukan oleh Kabupaten Kota yang memberikan Surat Permintaan Alokasi (SPA) pada BULOG. Untuk data lokasi pengiriman akan dibagi menjadi empat kelas, pembagian kelas di sini didasarkan pada pengiriman hari yang sama setiap daerah dalam satu kabupaten. Untuk jumlah penerima menunjukkan jumlah KK yang mendapatkan raskin, dan untuk jumlah permintaan merupakan perkalian

antara jumlah penerima setiap kelurahan dikalikan dengan 15 Kg yang menunjukkan bahwa satu karung beras mempunyai berat 15 Kg, jadi jumlah permintaan merupakan jumlah yang harus dipenuhi oleh BULOG untuk setiap kelurahannya.

Tabel Lokasi Pengiriman dan permintaan Raskin Terlampir pada lampiran 1

### 5.2.2 Daftar hari kerja dan sarana distribusi

Pada gudang Kalsan Utama dan gudang BULOG yang lain mempunyai jam kerja yang sama, dari mulai hari kerja dan jam lamanya bekerja. Perbedaan jam kerja antara gudang satu dengan gudang yanglainnya jika ada jam lembur tambahan yang harus dilakukan oleh para pekerja, tetapi pada penelitian ini jam kerja dan hari kerja yang diambil adalah dalam keadaan normal seperti tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hari Kerja Dan Jam Kerja

No	Hari	Waktu Kerja	Lama Jam kerja	Istirahat	Waktu
1	Senin	08.00-16.00	480	60	420
2	Selasa	08.00-16.00	480	60	420
3	Rabu	08.00-16.00	480	60	420
4	Kamis	08.00-16.00	480	60	420
5	Jum'at	08.00-16.30	510	90	420
6	Sabtu	08.00-16.00	480	60	420

Untuk sarana pendistribusian pada BULOG Divre Yogyakarta ini menggunakan jasa pengangkutan, sehingga jumlah alat angkut yang akan disediakan menyesuaikan dengan jumlah permintaan yang ada dan permintaan tanggal pengirimannya. Untuk alat angkut distribusi dari petani ke gudang BULOG berbeda dengan alat angkut distribusi BULOG ke setiap kelurahan, untuk penyaluran distribusi dari mitra ke BULOG menggunakan truk Fuso

Mitsubishi yang dapat mengangkut 30 ton beras (setara dengan 2000 karung) ini merupakan kebijakan dari tempat pengiriman beras ke gudang, sedangkan dari pendistribusian dari gudang menuju kelurahan sendiri menggunakan truk diesel PS 120 yang memiliki kapasitas maksimal 12 ton. Dari kedua jenis alat angkut yang telah disebutkan, maka dalam penelitian ini akan fokus pada diesel PS 120 karena penelitian ini lebih tertuju pada pendistribusian Raskin dari gudang Kalasan utama ke kelurahan, untuk diesel PS 120 ini sendiri mempunyai kecepatan rata-rata yang biasanya diterapkan oleh para supir adalah 40 km/jam.

Untuk alat angkut dan pekerja diberikan kelonggaran (*Allowance*) yang berupa faktor alam seperti terjadinya hujan yang bisa mengganggu perjalanan kendaraan, bencana yang tidak terduga, dan lain sebagainya. Untuk faktor alam diberikan *allowance* sebesar 2,5 % kelonggaran ini didapat dari hasil wawancara dengan pekerja. *Allowance* juga diberikan pada faktor manusiawi seperti memberikan sedikit waktu untuk merenggangkan otot, menghilangkan rasa kantuk, dan menghilangkan rasa haus sebesar 2,5 %. Untuk faktor lalu lintas seperti adanya lampu APILL, jalan searah, kecelakaan sebesar 5 %.

### 5.2.3 Jarak antar lokasi

Untuk jarak antar lokasi dapat dilihat pada tabel dibawah, dimana perjalanan dilakukan dengan menggunakan jalur darat dan dinyatakan dalam satuan kilometer.

(Data jarak antar lokasi terlampir pada lampiran 2)

## 5.3 Pengolahan Data

Metode pengolahan yang digunakan adalah menggunakan algoritma genetik yang mana perhitungan dilakukan menggunakan komputerisasi dengan bantuan visual basic:

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Keadaan gudang dalam kondisi normal.
2. Setiap satu pintu gudang melayani dua truk.
3. Kecepatan rata-rata yang diterapkan oleh setiap truk adalah 40 km/jam.

Untuk nilai jalur searah atau putar balik masuk pada *allowance* dengan pertimbangan dari wawancara.

#### 5.3.1 Daya tahan kelurahan

Daya tahan merupakan angka yang menunjukkan jumlah hari dimana stok atau persediaan masih tersedia di sebuah outlet. Untuk daya tahan yang ada pada Gudang Kalasan ini sudah ditentukan dari pihak yang berkaitan, karena BULOG menyalurkan beras raskin ke kelurahan setiap bulan dengan jumlah permintaan yang tetap, sehingga untuk penelitian ini daya tahan Gudang Kalasan Utama BULOG dalam penyaluran Raskin adalah 1 bulan.

#### 5.3.2 Perhitungan uji keseragaman

Uji keseragaman data adalah suatu uji untuk mengetahui bahwa tidak ada data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dapat dilakukan secara visual atau menggunakan peta control.

#### 1. Waktu perjalanan distribusi antar lokasi

Untuk waktu perjalanan antar lokasi dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \quad (23)$$

Dengan kecepatan rata-rata yang diterapkan sebesar 40 km/jam

## 2. Waktu *loading* barang dan waktu pelayanan di setiap kelurahan

Untuk penelitian pada gudang BULOG ini waktu yang di ukur pada gudang pusat adalah waktu pada saat *loading* Raskin ke truk penyalur menuju kelurahan, karena waktu *unloading* di gudang pusat dilakukan oleh truk penyalur beras raskin dari tiap desa menuju gudang, yang mana ini menggunakan truk yang berbeda seperti penjelasan sebelumnya, sehingga tidak ada hubungan antara truk penyalur ke gudang dengan truk penyalur dari gudang ke setiap kelurahan.

Melihat kondisi jumlah gudang yang mana setiap gudangnya memiliki 4 pintu, maka pengambilan sampel waktu *loading* didasarkan pada pelayanan setiap pintu yang melayani satu truk. Untuk beras mempunyai 6 gudang dan gabah mempunyai 4 gudang, satu gudang mempunyai 4 pintu untuk setiap gudang berasnya, sehingga pengambilan sampel berdasarkan pada total jumlah pintu sebanyak 24 sampel. Untuk waktu *loading* jumlah pekerja tiap pintu berbeda-beda, pada waktu pengamatan jumlah pekerja (pengangkut beras) anatar 7-10 dan dari 7-10 orang ini untuk dua truk yang akan melakukan pengiriman serta jumlah pekerjanyaapun tidak selalu konstan. Tabel 5.2 berikut ini merupakan waktu *loading* raskin ke dalam truk.

Tabel 5.2 Waktu *Loading* Truk Penyalur Raskin (Menit)

No	Waktu <i>Loading</i>	No	Waktu <i>Loading</i>
1	25,28	13	38,43
2	39,09	14	37,3
3	50,13	15	37,13
4	31,57	16	28,22
5	26,08	17	29,37
6	39,48	18	26,56
7	44,38	19	33,33
8	23,3	20	39,29
9	28,12	21	41,08
10	24,33	22	43,56
11	31,29	23	47,54
12	42,29	24	42,36

Waktu pelayanan pada setiap kelurahan dihitung mulai dari truk datang di lokasi, proses *unloading*, serta persiapan truk sebelum meninggalkan lokasi. Untuk berita acara dan pembayaran transaksi dilakukan oleh petugas tersendiri, sehingga perhitungan waktu pelayanan hanya diberlakukan untuk truk. Pada saat proses *unloading* dilakukan oleh dua orang yang melakukan distribusi, pekerja pada saat *loading* dan *unloading* berbeda, karena pada saat proses *loading* pekerja yang melakukannya adalah pekerja dari BULOG, sedangkan proses *unloading* dilakukan oleh distributor dalam hal ini pembawa truk.

Untuk pengukuran waktu *unloading* di ambil secara *random sampling*, yaitu setiap anggota populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk menjadi anggota sampel.

Data waktu pelayanan di tiap kelurahan terlampir pada lampiran 3.

Dari data waktu *loading* dan waktu pelayanan dapat dihitung beberapa pengolahan dengan rumus sebagai berikut :

Rata-rata waktu pengukuran atau waktu siklus (Aryani, 2005) :

$$X = \frac{\sum_{j=1}^K X_j}{K} \quad (24)$$

Keterangan :  $X$  = waktu siklus  
 $X_j$  = waktu pengamatan  
 $K$  = jumlah pengamatan yang dilakukan

Standar deviasi :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (25)$$

Untuk nilai batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB), sebagai berikut:

$$\text{BKA} = \bar{X} + 3.a \quad (26)$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 3.a \quad (27)$$

Tabel 5.3 Perhitungan Batas Kendali

Pengamatan	Waktu Siklus	Standar deviasi	BKA	BKB
Waktu Loading	35,39 menit	7,84	58,91	11,87
Waktu pelayanan	21,77 menit	1,64	26,68	16,86

Dari data perhitungan batas kendali untuk waktu *loading* dan pelayanan di atas dapat digambarkan sebuah peta kendali untuk melihat apakah ada data yang keluar dari batas kendali.





Rating factor untuk operator pada waktu loading

Ketrampilan	: <i>Good ( C1 )</i>	= + 0,06
Usaha	: <i>Good ( C1 )</i>	= +0,05
Kondisi kerja	: <i>Good ( C )</i>	= +0,02
Konsistensi	: <i>Average ( D )</i>	= 0,00
<hr/>		
Jumlah		= +0,13



Gambar 5.4 Kondisi Kerja Di Gudang BULOG Kalasan

Tenaga yang dikeluarkan (Sangat berat)	=32%
Sikap kerja (Berdiri di atas dua kaki)	=2.0%
Gerakan kerja (Pada anggota-anggota badan terbatas)	=5%
Kelelahan mata (Pandangan yang terputus-putus)	=1%
Keadaan temperature tempat kerja (Tinggi)	=5%
Keadaan atmosfer (Baik)	=0%
Keadaan lingkungan yang baik (Jika ada faktor yang menurunkan kualitas)	= 1%
<hr/>	
Jumlah	= 46



Allowance untuk operator pada waktu pelayanan di kelurahan

Tenaga yang dikeluarkan (Sangat berat)	= 32%
Sikap kerja (Berdiri di atas dua kaki)	= 2.0%
Gerakan kerja (Pada anggota-anggota badan terbatas)	= 5%
Kelelahan mata (Pandangan yang terputus-putus)	= 1%
Keadaan temperature tempat kerja (Normal)	= 1%
Keadaan atmosfer (Baik)	= 0%
Keadaan lingkungan yang baik (faktor yang menurunkan kualitas)	= 1%
<b>Jumlah</b>	<b>= 42%</b>



Gambar 5.7 Kondisi Salah Satu Kelurahan Yang dikirim (Kelurahan Wukirsari)

Tabel 5.4 Perhitungan Waktu Baku (Waktu Standar) Untuk Setiap Pengamatan (Menit)

Pengamatan	Rating Factor	Allowance	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku
Waktu Loading	1,13	46%	35,39	39,991	58,387
Waktu Peayanan	1,13	42%	21,77	24,60	34,932

#### 5.3.4 Penentuan parameter pada proses Algoritma Genetika

Dalam penyusunan rute didasarkan pada data masukan, yaitu :

a. Jumlah permintaan pada setiap kelurahan

Untuk jumlah permintaan pada setiap kelurahan terdapat pada tabel 5.1.

b. Jumlah dan kapasitas alat angkut

Untuk jumlah alat angkut pada BULOG di sini adalah menyesuaikan dengan jumlah permintaan pada setiap lokasi, karena BULOG menggunakan jasa dalam truk angkut untuk pendistribusian. Untuk kapasitas alat angkut dimaksimalkan dapat mengangkut 12000 kg beras.

c. Waktu tersedia untuk distribusi BULOG

Waktu yang tersedia untuk distribusi BULOG dalam sehari:

Untuk hari senin – kamis, dan sabtu

Waktu distribusi =  $490 - 60 = 420$  menit

untuk hari jum'at

Waktu distribusi =  $510 - 90 = 420$  menit

d. Jarak antar lokasi

Untuk jarak antar lokasi terlampir

1. Pembentukan populasi awal

Dalam penelitian ini jumlah kromosom yang terkumpul dalam populasi awal ditentukan sendiri oleh *user*. Hal tersebut dikarenakan belum ada penelitian yang menunjukkan secara pasti jumlah kromosom yang tepat dan optimal.

2. Fitness (penentuan nilai faktor perkalian untuk penggabungan fitness)

Penggabungan nilai fitness memerlukan faktor perkalian, agar nilai fitness menjadi satu kesatuan. Fitness yang digabungkan adalah fitness pemerataan

beban dan fitness minimasi biaya. Nilai perkalian didapat dari data histori biaya distribusi yang dimiliki dan data jarak (untuk menghitung pemerataan beban). Data histori tersebut selanjutnya dilakukan persamaan satuan dengan metode Snorm. Data histori terlampir pada lampiran 4.

$$\frac{\text{Nilai Absolut- Min a}}{\text{Max a- Min a}} = \frac{X - \text{Min b}}{\text{Max b- Min b}} \rightarrow \text{Faktor perkalian}$$

Dari data histori dapat diketahui nilai tertinggi dan terendah untuk variable biaya dan pemerataan beban.

Tabel 5.5 Nilai Max-Min Variable Biaya dan Pemerataan Beban

Variabel	Max	Min
Biaya	72150	10318.75
Pemerataan beban	0.33	0

Dari perhitungan penyetaraan antara pemerataan beban dengan biaya pada tabel 5.5, didapat nilai rata-rata sebesar Rp 36869.81. Nilai tersebut nantinya akan digunakan sebagai faktor perkalian untuk penyetaraan nilai pemerataan beban pada program. Sehingga nantinya nilai pemerataan beban hasil pengolahan akan dikalikan dengan faktor perkalian. Nilai tersebut selanjutnya dijumlahkan dengan nilai fitness minimasi biaya dan dihasilkan nilai fitness total. Nilai fitness total inilah yang kemudian merepresentasikan solusi yang terbentuk, semakin kecil nilai fitness total, maka solusi akan semakin baik.

### 3. Seleksi

Seleksi dilakukan pada setengah dari jumlah kromosom, yang berarti *probabilitas crossover* (pc) sebesar 0,5. Setengah dari jumlah kromosom tersebut yang nantinya dilakukan *crossover*. Kromosom dibagi menjadi dua









$$\text{Low} = \begin{cases} 0 & x \leq 0,001 \text{ atau } x \geq 0,005 \\ \frac{x - 0}{0,001 - 0} & 0 \leq x \leq 0,001 \\ \frac{0,005 - x}{0,005 - 0,001} & 0,001 \leq x \leq 0,005 \end{cases}$$

$$\text{Medium} = \begin{cases} 0 & x \leq 0,001 \text{ atau } x \geq 0,01 \\ \frac{x - 0,001}{0,005 - 0,001} & 0,001 \leq x \leq 0,005 \\ \frac{0,01 - x}{0,01 - 0,005} & 0,005 \leq x \leq 0,01 \end{cases}$$

$$\text{High} = \begin{cases} 0 & x \leq 0,005 \\ \frac{x - 0,005}{0,01 - 0,005} & 0,005 \leq x \leq 0,01 \end{cases}$$

Aplikasi Fungsi Implikasi

- IF (Konvergensi meassure is High) AND (Prb.Muatsi is Low) Then  
(Prob.Mutasi baru is Medium)

$$\alpha \text{ predikat1} = \mu \text{ CM High} \cap \mu \text{ PM low}$$

$$= \min (\mu \text{ CM High } [0,5], \mu \text{ PM low}[0,001])$$

$$= \min (0,1)$$

$$= 0$$

- IF (Konvergensi meassure is High) AND (Prb.Muatsi is Medium) Then  
(Prob.Mutasi baru is High)

$$\alpha \text{ predikat2} = \mu \text{ CM High} \cap \mu \text{ PM medium}$$

$$\begin{aligned}
 &= \min (\mu_{\text{CM High}} [0,5], \mu_{\text{PM medium}}[0,001]) \\
 &= \min (0,0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

- IF (Konvergensi measure is High) AND (Prb.Muatsi is High) Then  
(Prob.Mutasi baru is Low)

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat3} &= \mu_{\text{CM High}} \cap \mu_{\text{PM High}} \\
 &= \min (\mu_{\text{CM High}} [0,5], \mu_{\text{PM High}}[0,001]) \\
 &= \min (0,0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is Low) Then  
(Prob.Mutasi baru is Low)

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat4} &= \mu_{\text{CM Low}} \cap \mu_{\text{PM Low}} \\
 &= \min (\mu_{\text{CM Low}} [0,5], \mu_{\text{PM Low}}[0,001]) \\
 &= \min (1,1) \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is Medium) Then  
(Prob.Mutasi baru is Low)

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat5} &= \mu_{\text{CM Low}} \cap \mu_{\text{PM Medium}} \\
 &= \min (\mu_{\text{CM Low}} [0,5], \mu_{\text{PM Medium}}[0,001]) \\
 &= \min (1,0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

- IF (Konvergensi measure is Low) AND (Prb.Muatsi is High) Then  
(Prob.Mutasi baru is Medium)

$$\alpha \text{ predikat5} = \mu_{\text{CM Low}} \cap \mu_{\text{PM High}}$$



$$\frac{x - 0,005}{0,01 - 0,005} = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{maka } x = 0,005$$

$$\mu_{PN}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 0,001 \\ \frac{0,005 - x}{0,005 - 0,001} & 0,001 \leq x \leq 0,005 \\ 0 & 0,005 \leq x \leq 0,01 \end{cases}$$

Penegasan defuzzy

$$M1 = \int_0^{0,001} (1) x \, dx$$

$$M1 = \frac{1}{n+1} x^{n+1} \Big|_0^{0,001}$$

$$M1 = \frac{1}{1+1} x^{1+1} \Big|_0^{0,001} = \frac{1}{2} x^2 \Big|_0^{0,001} = 0,5 x^2 \Big|_0^{0,001}$$

$$M1 = 0,5(0,001)^2 - 0,5(0)^2 = 0,0000005$$

$$M2 = \int_{0,001}^{0,005} (1,25 - 250x) x \, dx = 0,625 x - 83,33 x^2 \Big|_{0,001}^{0,005} = 0,00000466$$

$$M3 = \int_{0,005}^{0,01} (0) x \, dx = 0$$

Luas

$$A1 = 0,001 * 1 = 0,001$$

$$A2 = (1+0) * (0,005-0,001)/2 = 0,002$$

$$A3 = 0 * (0,01-0,005) = 0$$

Titik pusat terhadap x (Probabilitas Mutasi untuk generasi selanjutnya)

$$X = \frac{M1+M2+M3}{A1+A2+A3} = \frac{0.0000005+0.00000466+0}{0.001+0.002+0} = 0.00172$$

Probabilitas untuk generasi selanjutnya = 0.00172

## 5. Evolusi

Proses ini akan berjalan hingga mencapai generasi yang telah ditentukan. Pada generasi yang telah ditentukan, fitness telah mendekati optimal. Nilai fitness yang mendekati optimal ialah nilai yang terkecil, karena pada penelitian ini mencari minimasi.

Proses ini diawali dengan proses pencarian nilai fitness yang lebih kecil dari generasi awal (populasi awal). Evolusi selanjutnya dilakukan pada 2 tahapan. Tahapan pertama dilakukan evolusi sebanyak 100 generasi, jika nilai fitness tetap sama maka dapat dikatakan fitness telah mendekati optimal dan proses evolusi berhenti. Namun bila pada proses tersebut didapat fitness yang lebih kecil dari populasi awal maka proses masuk ke proses selanjutnya. Proses itu akan mengulang proses evolusi hingga 100 generasi

### 5.3.5 Hasil pengolahan data dan pembahasan

#### 1. Pengaruh Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika terhadap solusi hasil pencarian

Pengolahan data dilakukan dengan Inputan kelurahan pada sub kelas 1, yaitu

Tabel 5.6 Data Inputan Kelurahan Kelas 1

Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Permintaan
Kodya Yogyakarta	1	Gondokusuman	Demangan	1575
			Terban	2355
			Kotabaru	1035
			Baciro	2625
			Klitren	3060
		Mantrijeron	Gedungkiwo	6090
			Mantrijeron	3645
			Suryadiningratan	4665
		Umbulharjo	Muja-muju	2475
			Semaki	2475
			Warungboto	2400
			Pandean	3765
			Giwangan	2475
			Sorosutan	4695
			Tahunan	3435
		Mergangsan	Keparakan	5850
			Wirogunan	4710
			Brontokusuman	4905

Data di atas adalah data inputan yang digunakan untuk pencarian rute menggunakan proses Algoritma genetik. Jumlah permintaan adalah ketetapan dari pihak Bulog, sehingga permintaan disetiap kelurahan sama disetiap bulannya.

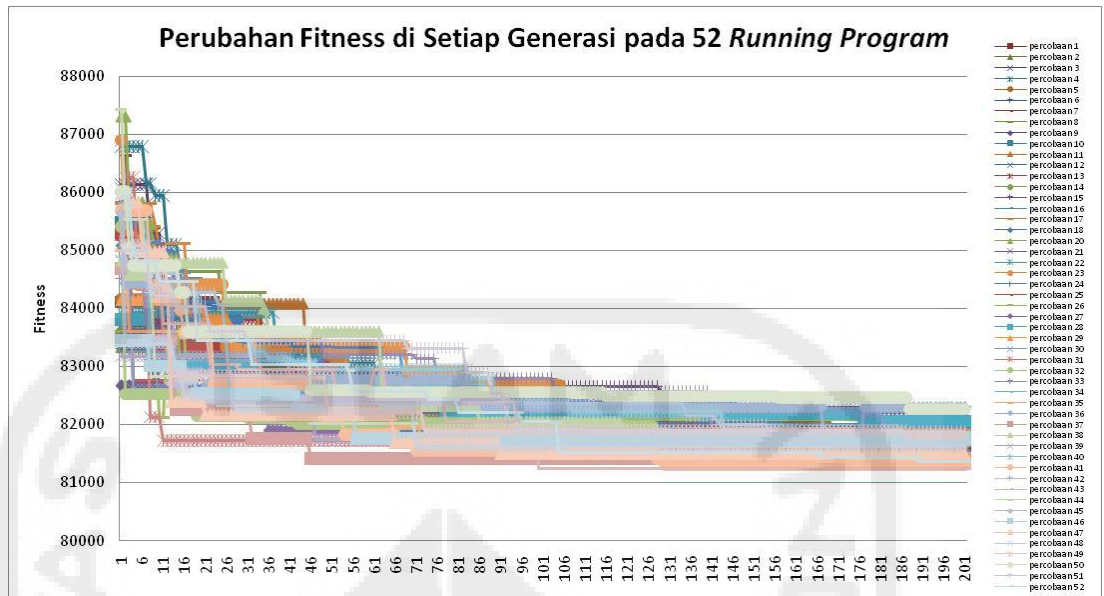
Hasil dari pengolahan data menggunakan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika ditunjukkan pada gambar 5.13 dan gambar 5.14 dibawah.



fitness yang cukup signifikan. Perubahan nilai fitness tersebut terlihat pada grafik daerah eksplorasi, dimana penurunan grafiknya curam, dengan perubahan nilai fitness dari 84690,239 menjadi 83394.868. Selanjutnya karena dirasa telah mendekati optimal maka nilai prob.mutasi melakukan eksploitasi data, dimana nilai prob.mutasi hanya melakukan perubahan nilai antara 0.0059 dan 0.0068, artinya hanya ada 1 gen dari kromosom terpilih yang dilakukan mutasi. Nilai fitness dari hasil eksploitasi data tersebut menunjukkan perubahan yang *smooth*, artinya terjadi perubahan nilai fitness yang tidak terlalu besar disetiap generasinya, namun secara terus menerus fitness tersebut berubah, terhitung terdapat 7 kali perubahan nilai fitness hingga generasi terakhir. Nilai fitness berubah dari 83394.868 hingga 81675.559 pada generasi terakhir, dengan rata-rata perubahan (dari 7 kali perubahan) sebesar 329.359.

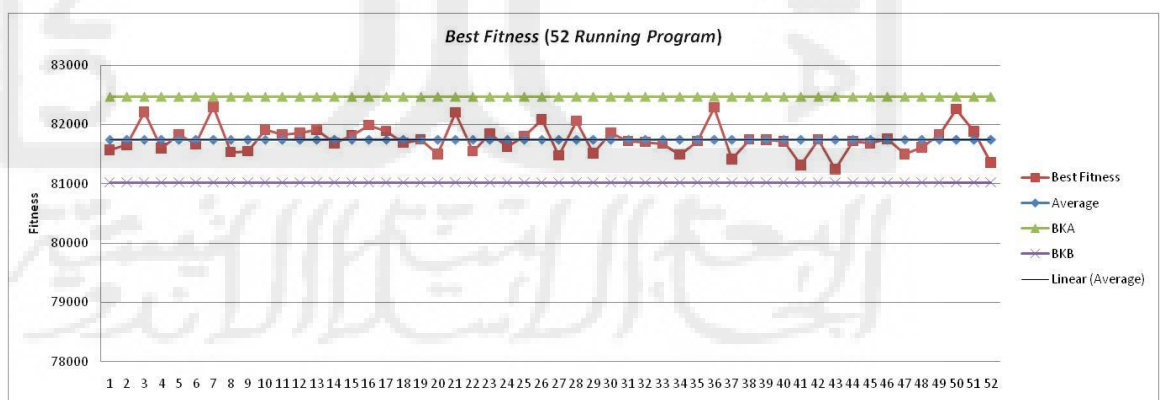
Fuzzy adaptif prob.mutasi telah membawa nilai fitness mendekati optimal. Hal ini diperkuat dari hasil percobaan dengan 52 kali *running* program, dan menghasilkan nilai fitness yang cukup konstan pada rentang 81200-82200. Gambar 5.12 dan 5.13 di bawah ini menunjukkan nilai fitness hasil pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika dari 52 kali *running* program.





Gambar 5.12 Perubahan Fitness disetiap Generasi pada 52 *Running Program*

Dari gambar 5.12 di atas dapat diketahui bahwa Fuzzy adaptif Algoritma Genetik membawa solusi ke daerah yang mendekati optimal di setiap generasinya. Hal ini dibuktikan dari grafik yang menurun mulai dari generasi 1 hingga generasi akhir. Penurunan grafik yang terjadi pun selalu berada pada daerah 81000- 82000, artinya adalah solusi yang dihasilkan mendekati optimal dan tidak terjadi konvergensi dini.



Gambar 5.13 *Best Fitness* untuk 52 *running program*

Dari gambar 5.13 di atas menunjukkan nilai fitness yang cukup konstan, dengan rata-rata fitness sebesar 81748,44 dan standar deviasi fitness sebesar

241,6, nilai maksimal fitness sebesar 82295,48 dan nilai minimal fitness sebesar 81246,51. Dari hasil ini maka dapat dinyatakan bahwa pencarian solusi dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik tidak mengalami optimum lokal karena angka deviasi yang kecil, sehingga solusi dari Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika dapat dijadikan sebagai keputusan.

2. Perbandingan solusi hasil pengolahan dengan Fuzzy adaptif Algoritma Genetika dan solusi rancangan pihak Bulog.

a. Waktu total distribusi

Data hasil pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik yang diambil untuk dilakukan perbandingan adalah nilai yang sering muncul dari 52 kali *running* program. Nilai yang sering muncul adalah pada fitness 81000. Waktu total distribusi didapat dari beberapa komponen perhitungan, yaitu:

- 1) Waktu set up truk angkut
- 2) Waktu perjalanan distribusi total
- 3) Waktu pelayanan total = jumlah kelurahan x waktu pelayanan
- 4) Waktu *loading* di gudang utama total =

Total demand se mua kelurahan

*Kecepatan pengisian*

Waktu total = (waktu *set up* truk angkut + waktu perjalanan distribusi total + waktu pelayan total + waktu *loading* di gudang utama total) x (1+*allowance*) Untuk waktu *allowance* adalah 10%.

Tabel 5.7 Rute Hasil Pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik

Rute pendistribusian Rancangan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika	waktu setup	Total Jarak	waktu distribusi	waktu total pelayanan	Waktu Loading	waktu total distribusi
Demangan-Terban-Klitren-Muja-muju-Semaki	10	34.4	51.6	174.66	58.095065	323.790572
Wirogunan-Keparakan-Kotabaru	10	33.6	50.4	104.796	56.41643875	243.773683
Suryadiningratan-Gedongkiwo	10	37.6	56.4	69.864	52.32934875	207.452684
Baciro-mantrijeron-Tahunan	10	35.2	52.8	104.796	47.22048625	236.298135
Pandean-Giwangan	10	33.1	49.65	69.864	30.36124	175.862764
Sorosutan-Brontokusuman-Warungboto	10	34.7	52.05	104.796	58.387	247.7563

Tabel 5.7 di atas menunjukkan rute hasil pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik. Dilihat dari waktu total distribusi terhitung mulai truk berangkat hingga kembali lagi di gudang, masih berada dalam waktu kerja pengemudi. Lama waktu kerja pekerja adalah 420 menit dalam sehari sedangkan pengemudi mampu menyelesaikan pekerjaan pada kurun waktu kurang dari jam kerja, artinya tidak ada pekerja yang *overtime*.

b. utilitas kendaraan

Utilitas kendaraan yang terpakai dapat dilihat pada table 4.34 dibawah ini. Utilitas kendaraan menyatakan seberapa efisien kapasitas kendaraan terpakai, dalam hal ini adalah kapasitas muatan kendaraan.

$$\text{Utilitas per rute} = \frac{\text{Jumlah muatan yang}}{\text{Total kapasitas alat angkut}} \times 100\%$$

Tabel 5.8 Utilitas Kendaraan Terpakai

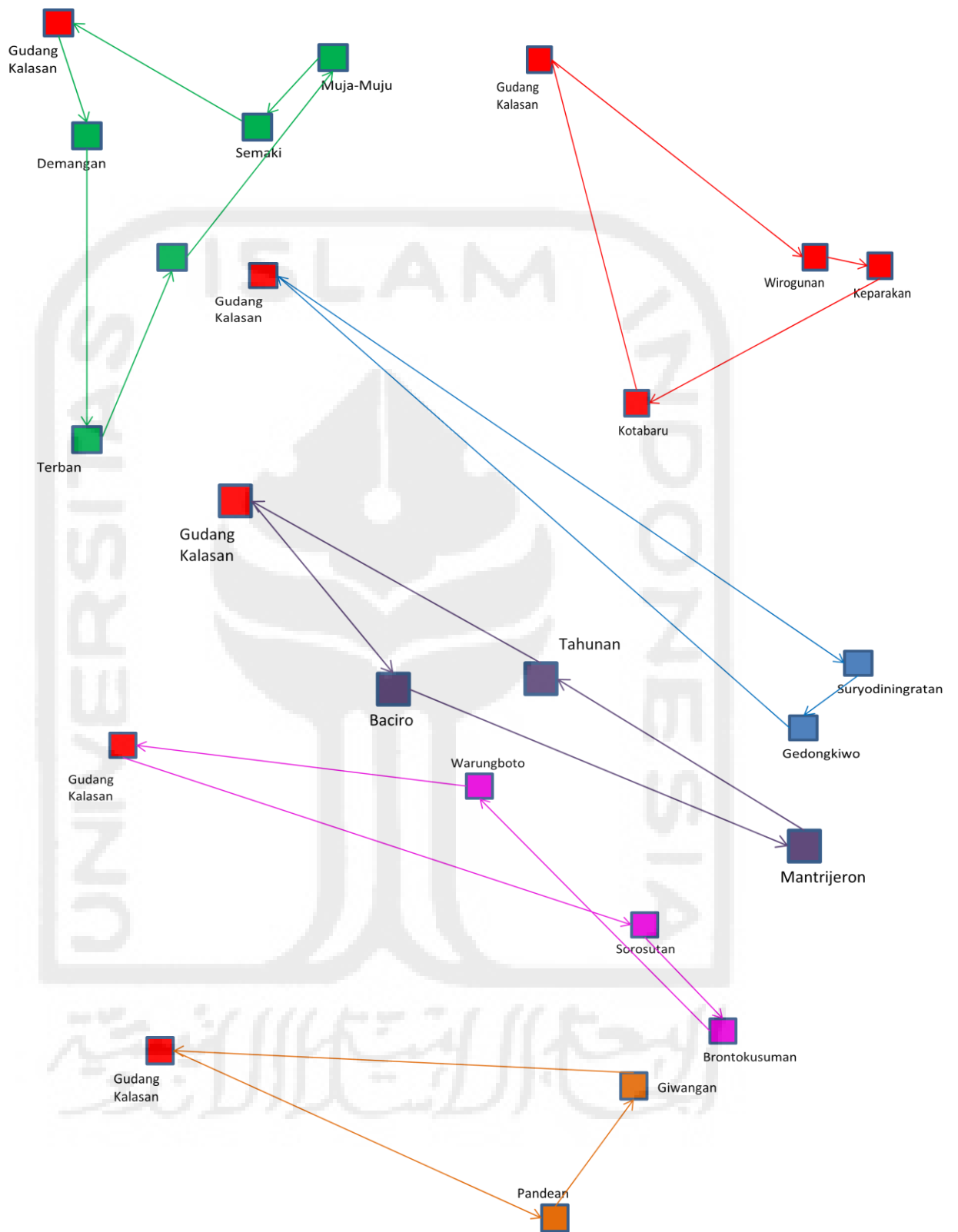
No	Kapasitas truk (Kg)	Rute pendistribusian Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika	Jumlah Muatan(Kg)	Utilitas
1	12000	Demangan-Terban-Klitren-Muja-muju-Semaki	11940	99.50%
2	12000	Wirogunan-Keparakan-Kotabaru	11595	96.63%
3	12000	Suryadiningratan-Gedongkiwo	10755	89.63%
4	12000	Baciro-mantrijeron-Tahunan	9705	80.88%
5	12000	Pandean-Giwangan	6240	52.00%
6	12000	Sorosutan-Brontokusuman-Warungboto	12000	100.00%

Dari table 5.8 di atas dapat dikatakan bahwa muatan yang diangkut oleh tiap kendaraan tidak melebihi kapasitas kendaraan, karena total muatan kurang dari kapasitas muatan kendaraan. Utilitas kendaraan terpakai dibebberapa kendaraan sudah optimal, karena berada pada angka 90% hingga 100%. Tidak penuhnya muatan dikarenakan sistem pengangkutan dilakukan dengan satu paket, artinya untuk satu kelurahan dilakukan pengiriman dengan satu truk, sehingga bila muatan kendaraan sudah tidak memungkinkan untuk ditambah, maka muatan tersebut di pindahkan ke kendaraan lain. Pada kasus utilitas 52% di truk no.6, hal tersebut dikarenakan adanya sistem random pada proses mutasi yang memindahkan gen, dimungkinkan gen yang ada pada truk tersebut terpilih dan dipindahkan pada kendaraan lain. Sehingga terjadi pemindahan muatan pada kendaraan tersebut.

- c. Perbandingan biaya dan pemerataan beban antara rute hasil perangan Fuzzy Adaptif algoritma Genetika dengan rute rancangan perusahaan
- Biaya distribusi dihitung dari biaya bahan bakar sebesar Rp 6500,00/liter. Penggunaan 1 liter bahan bakar mampu menjangkau hingga 8 km

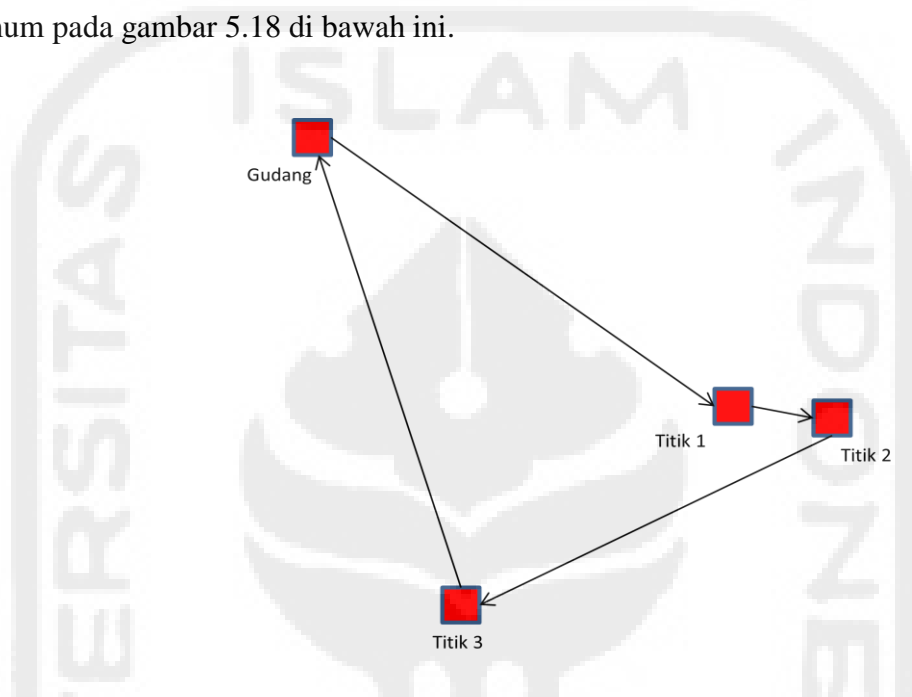






Gambar 5.15 Pola rute hasil pengolahan FAGA

Dari gambar 5.15 di atas dapat dilihat pola pendistribusian rute rancangan FAGA, dimana rute memiliki pola melingkar. Pada kasus ini FAGA mengolah rute dengan pola melingkar, dan menunjukkan pada kasus ini pola melingkar dapat menghasilkan rute yang optimal. Pola tersebut dapat diperjelas lagi dari pola umum pada gambar 5.18 di bawah ini.

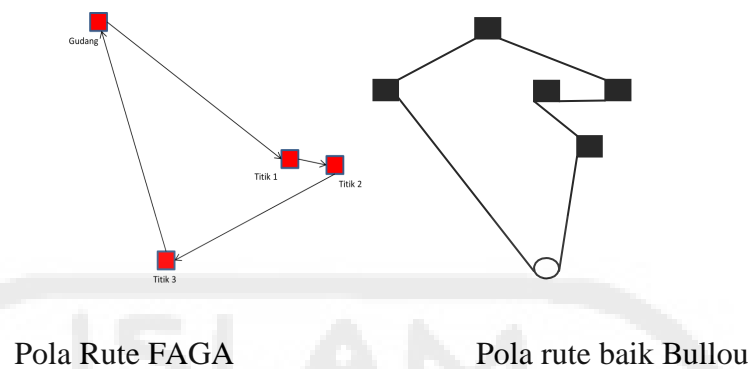


Gambar 5.16 Pola umum rute hasil pengolahan FAGA

Dari gambar 5.18 di atas digambarkan pola umum rute hasil pengolahan FAGA, dimana rute memiliki pola melingkar. Rute dimulai dari titik tujuan yang dianggap dekat dan diteruskan ke titik yang dianggap jauh, selanjutnya titik terakhir yang dikunjungi adalah titik yang dianggap dekat ke-2, dimana posisinya searah dengan perjalanan kendaraan kembali ke gudang.

Pola umum ini sama dengan pola rute yang baik sesuai paparan Bullou yaitu tidak ada rute yang menyilang. Seperti terlihat pada gambar 5.18 di bawah ini





Gambar 5.17 Perbandingan Pola rute FAGA dan Bullou

Dari gambar 5.17 di atas dapat dilihat bahwa rute hasil pengolahan FAGA secara umum telah mengikuti pola rute yang baik menurut Bullou. Hal ini dapat dilihat dari pola rute yang tidak menyilang. Terdapatnya satu rute yang menyilang pada FAGA dikarenakan proses menggunakan formula acak, sehingga tidak dapat dipastikan FAGA akan selalu membentuk pola yang baik, tetapi secara keseluruhan pola yang terbentuk sudah sama dengan pola rute yang baik menurut Bullou.

Meskipun secara Pola rute metode FAGA sesudah baik, namun bila dilihat pola cluster rute hasil olahan FAGA menunjukkan perbedaan dengan cluster rute yang baik menurut Bullou. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.18 di bawah ini.



2. Semakin jauh titik pendistribusian maka semakin sedikit jumlah titik pendistribusian yang dikunjungi.

Dari hasil ini dapat diketahui bahwa pola pendistribusian dengan membagi titik distribusi berdasar jarak dan jumlah titik pendistribusian, cocok digunakan untuk pendistribusian yang mempertimbangkan pemerataan beban kerja.

#### 4. Kelemahan

Kekurangan dari penelitian ini ialah :

- a. Penetapan kapasitas pendistribusian untuk setiap kelurahan tidak menggunakan mekanisme *split*. Sehingga menyebabkan utilitas tidak mencapai 100%.
- b. Tidak ada mekanisme pengoptimalan jumlah kendaraan. Sehingga peneliti tidak mengetahui jumlah kendaraan yang optimal untuk digunakan.
- c. Tidak ada pengaturan parameter probabilitas *crossover* pada mekanisme adaptif. Sehingga peneliti tidak dapat mengetahui pengaruh nilai probabilitas *crossover* terhadap tingkat eksplorasi dan eksploitasi data.

Dari kekurangan yang ada diharapkan adanya pengembangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Pengembangan-pengembangan tersebut akan membaw penelitian menjadi lebih baik lagi, hasil yang didapatkan pu menjadi lebih optimal.

## BAB VI

### KESIMPULAN

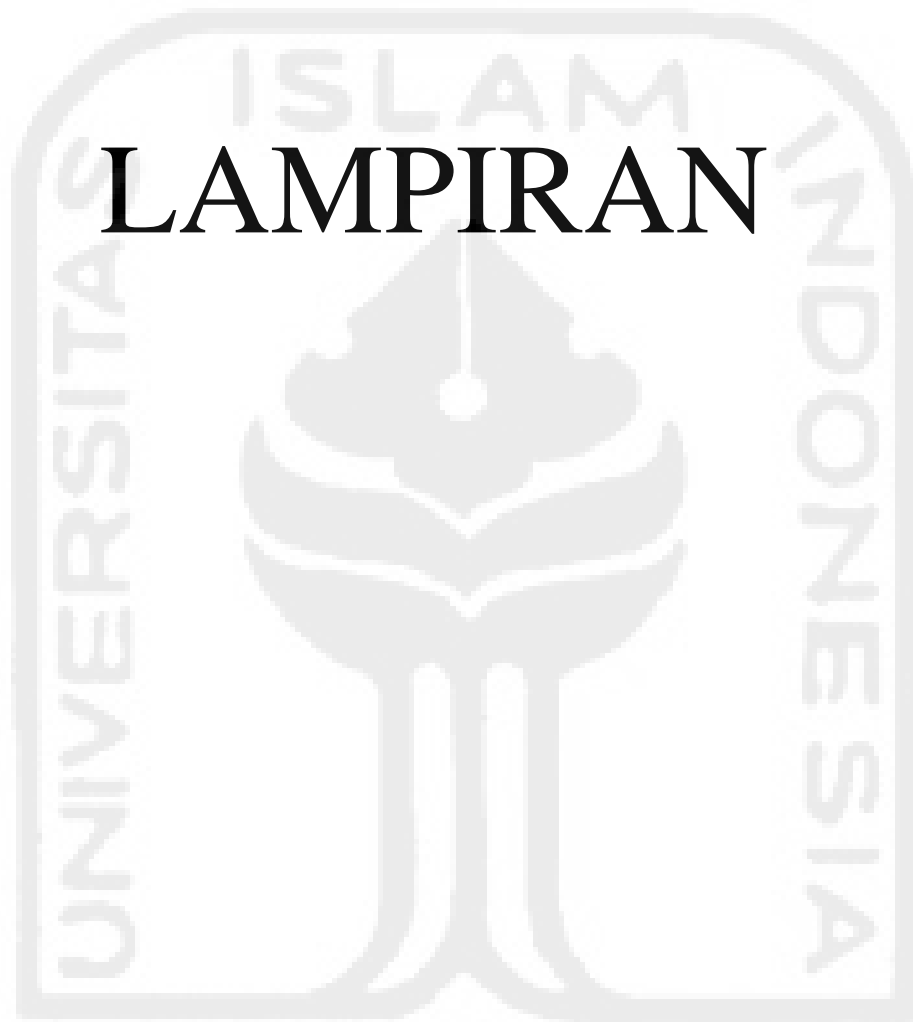
#### 6.1 Kesimpulan

1. Rute yang hasil pengolahan dengan metode *Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm* adalah
  - a. Rute rancangan Fuzzy adaptif Algoritma Genetika memiliki waktu distribusi yang tidak melebihi waktu kerja pegawai. Waktu distribusi total dibawah 420 menit, artinya tidak ada pegawai yang *overtime*.
  - b. Rute rancangan fuzzy Adaptif Algoritma Genetika memiliki *utilitas* mendekati optimal dengan nilai rata-rata utilitas sebesar 86,4%, artinya hampir seluruh kapasitas truk terpakai untuk memuat muatan.
2. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa rute hasil pengolahan dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika dapat meminimasi biaya dan dapat pemeratakan beban kerja. Meminimasi biaya karena besarnya biaya dari rute hasil pengolahan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika lebih murah dari pada rute hasil rancangan perusahaan. Begitupula pada besarnya nilai pemerataan beban, dimana nilai pemerataan beban dari rute olahan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika lebih kecil dari pada rute rancangan perusahaan, artinya tingkat pemerataan beban lebih merata menggunakan rute olahan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika.

Dari kesimpulan ini dapat dikatakan bahwa Fuzzy Adaptif Algoritma Genetika telah berhasil menemukan rute yang dapat pemeratakan beban kerja dan meminimasi biaya dengan tetap memperhatikan waktu kerja pegawai dan utilitas kendaraan.

## 6.2 Saran

1. Penelitian ini sebaiknya dapat dikembangkan lagi dengan penambahan kondisi-kondisi yang mungkin biasa terjadi pada pendistribusian, agar hasil yang diperoleh lebih optimal.
2. Penentuan *allowance* sebaiknya dilakukan secara aktual dengan melihat langsung kondisi yang ada, sehingga nilai yang didapat bisa lebih valid.
3. Untuk mengetahui apakah dengan Fuzzy Adaptif Algoritma Genetik sudah mendapat hasil yang baik maka diharapkan ada pengembangan pencarian rute dengan menggunakan metode lain, sehingga dapat dilakukan perbandingan.
4. Penelitian pada Pola rute untuk pemerataan beban sebaiknya dapat dikembangkan kembali. Pola rute untuk pemerataan beban ini masih sedikit digunakan dalam penelitian serta belum ada yang secara detail membahas pola rute tersebut. Pengembangan pola rute pemerataan beban dapat diarahkan pada problem transportasi yang membutuhkan keseimbangan beban seperti : kemacetan, pendistribusian dengan banyak armada, dan lain-lain



الجامعة الإسلامية الأندونيسية

Lampiran 1 . Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah	
1	Kodya Yogyakarta	1	Gondokusuman	Demangan	105	1575	
2				Terban	157	2355	
3				Kotabaru	69	1035	
4				Baciro	175	2625	
5				Klitren	204	3060	
6				Mantrijeron	Gedungkiwo	406	6090
7					Mantrijeron	243	3645
8					Suryadiningratan	311	4665
9				Umbulharjo	Muja-muju	165	2475
10					Semaki	165	2475
11					Warungboto	160	2400
12					Pandean	251	3765
13					Giwangan	165	2475
14					Sorosutan	313	4695
15				Mergangsan	Tahunan	229	3435
16					Keparakan	390	5850
17					Wirogunan	314	4710
18				2	Danurejan	Brontokusuman	327
19		Suryatmajan	226			3390	
20		Tegalpanggung	350			5250	
21		Bausasran	258			3870	
22		Gondomanan	Ngupasan			159	2385
23			Prawirodirjan			416	6240
24		Ngampilan	Ngampilan			284	4260
25			Notoprajan			246	3690
26		Wirobrajan	Pakuncen			343	5145
27			Patangpuluhan			233	3495
28			Wirobrajan			214	3210
29		3	Tegalrejo	Gedongtengen	Pringgokusuman	750	11250
30				Sosromenduran	287	4305	
31		3	Tegalrejo	Bener	217	3255	
32				Kricak	536	8040	
33				Karangwaru	337	5055	

Lanjutan Lampiran 1. Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah		
34	Kodya	3	Tegalrejo	Tegalrejo	204	3060		
35	Yogyakarta	3	Jetis	Bumijo	378	5670		
36				Gowongan	247	3705		
37				Cokrodiningratan	178	2670		
38			Kotagede	3	Purbayan	380	5700	
39					Prenggan	387	5805	
40					Rejowinangon	227	3405	
41			Kraton	3	Patehan	110	1650	
42					Kadipaten	161	2415	
43					Panembahan	184	2760	
44			Pakualaman	3	Purwokinanti	172	2580	
45					Gunungketur	150	2250	
46			Sleman	4	Godean	Sidoarum	457	6855
47						Sidoagung	379	5685
48	Sidomoyo	355				5325		
49	Sidoluhur	402				6030		
50	Sidorejo	256				3840		
51	Sidomulyo	426				6390		
52	Sidokarto	399				5985		
53	Depok	4				Maguwoharjo	547	8205
54						Catur tunggal	805	12075
55						Condongcatur	710	10650
56	5	Gamping				Trihanggo	595	8925
57						Nogotirto	733	10995
58			Banyuraden	597	8955			
59			Ambarketawang	752	11280			
60			Balecatur	723	10845			
61			Ngaglik	5	Minomartani	136	2040	
62					Siduharjo	216	3240	
63					Sardonoharjo	287	4305	
64					Sariharjo	253	3795	
65					Sukoharjo	339	5085	
66	Donoharjo	250			3750			



Lanjutan lampiran1. Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah		
67	Sleman	6	Berbah	Tegaltirto	319	4785		
68				Sendangtirto	507	7605		
69				Kalitirto	450	6750		
70				Jogotirto	459	6885		
71				Mlati	Sendangadi	451	6765	
72					Sinduadi	658	9870	
73					Tlogoadi	456	6840	
74					Tirtoadi	439	6585	
75				7	Minggir	Sumberadi	662	9930
76						Sendangsari	323	4845
77	Sendangmulyo	458	6870					
78	Sendangagung	655	9825					
79	Sendangarum	175	2625					
80	Sendangrejo	566	8490					
81	Kalasan	Tamanmartani	627			9435		
82		Purwomartani	778			11670		
83		Selomartani	493			7395		
84		Tirtomartani	557			8355		
85	8	Tempel	Margorejo	379	5685			
86			Merdikorejo	330	4950			
87			Tambakrejo	287	4305			
88			Banyurejo	319	4785			
89			Mororejo	376	5640			
90			Lumbungrejo	266	3990			
91			Pondokrejo	349	5235			
92			Sumberrejo	231	3465			
93			9	Moyudan	Sumberagung	459	6885	
94					Sumberahayu	283	4245	
95	Sumberarum	340			5100			
96	Sumbersari	249			3735			
97	Ngemplak	Wedomartani			537	8055		
98		Sindumartani			322	4830		
99		Umbulmartani			327	4905		

Lanjutan Lampiran 1. Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah	
100	Sleman	10	Pakem	Widodomartani	281	4215	
101				Bimomartani	348	5220	
102				Hargobinangun	282	4230	
103				Harjobinangun	201	3015	
104				Candibinangun	231	3465	
105				Pakembinangun	139	2085	
106				Purwobinangun	228	3420	
107				Turi	Bangunkerto	490	7350
108					Girikerto	250	3750
109					Donokerto	544	8160
110	Wonokerto	443	6645				
111	11	Sleman	Triharjo	928	13920		
112			Tridadi	540	8100		
113			Trimulyo	344	5160		
114			Pandowoharjo	354	5310		
115			Caturharjo	773	11595		
116	Seyegan	Margodadi	610	9150			
117		Margoluwih	619	9285			
118		Margomulyo	898	13470			
119		Margokaton	386	5790			
120		Margoagung	583	8745			
121	12	Cangkringan	Glagahharjo	253	3795		
122			Argomulyo	438	6570		
123			Umbulharjo	273	4095		
124			Kepuhharjo	130	1950		
125			Wukisari	678	10170		
126			Prambanan	Wukirharjo	262	3930	
127				Sambirejo	327	4905	
128				Bokoharjo	443	6645	
129				Gayamharjo	400	6000	
130					Madurejo	552	8280
131			Sumberharjo	472	7080		
132	Gunung	13	Karangmojo	Bendungan	188	2820	
133				Karangmojo	1039	15585	

Lanjutan Lampiran 1. Tabel Lokasi Pengiriman dan Permintaan Raskin

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah		
134	Gunung Kidul	13	Karangmojo	wiladeg	486	7290		
135				Ngawis	565	8475		
136				Gedangrejo	661	9915		
137				Jatiayu	1197	17955		
138				Bejiharjo	1627	24405		
139				Kelor	255	3825		
140				Ngipak	336	5040		
141				14	Nglipar	Kedungkepoh	842	12630
142						Kedungkeris	533	7995
143						Nglipar	472	7080
144	Pilangrejo	506	7590					
145	Pengkol	730	10950					
146	Natah	407	6105					
147	Katongan	632	9480					
148	15	Patuk	Terbah			239	3585	
149			Nglanggeran	312	4680			
150			Patuk	177	2655			
151			Ngoro-oro	266	3990			
152			Semoyo	157	2355			
153			Salam	275	4125			
154			Pengkok	315	4725			
155			Beji	295	4425			
156			Bunder	265	3975			
157			Nglegi	337	5055			
158	Putat	313	4695					
159	16	Paliyan	Karangasem	1009	15135			
160			Karangduwet	803	12045			
161			Mulusan	311	4665			
162			Grogol	294	4410			
163			Giring	402	6030			
164			Sodo	432	6480			
165			Pampang	307	4605			
166			17	Playen	Getas	616	9240	
167	Bandung	383			5745			
168	Ngunut	238			3570			

No	Kabupaten	Kelas	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Jumlah			
169	Gunung	17	Playen	Playen	562	8430			
170	Kidul			Dengok	355	5325			
171				Ngleri	334	5010			
172				Banaran	623	9345			
173				Logandeng	556	8340			
174				Gading	546	8190			
175				Plembutan	611	9165			
176				Ngawu	452	6780			
177				Banyusoco	546	8190			
178				Bleberan	719	10785			
179				Bantul	18	Banguntapan	Tamanan	648	9720
180				Jambidan	367	5505			
181				Singosaren	166	2490			
182				Jagalan	213	3195			
183				Wirokerten	439	6585			
184				Potorono	459	6885			
185				Baturetno	453	6795			
186				Banguntapan	980	14700			
187				19	Sanden	Gadingsari	903	13545	
188						Gadingharjo	245	3675	
189						Srigading	532	7980	
190	Murtigading	531	7965						
191				20	Dlingo	Dlingo	414	6210	
192						Terong	376	5640	
193				Muntut	535	8025			
194				Jatimulyo	532	7980			
195				Temuwuh	329	4935			
196				Mangunan	247	3705			
197				Piyungan			Sitimulyo	853	12795
198							Srimulyo	958	14370
199							Srimartani	1122	16830

Sumber : BULOG Divre Yogyakarta

Lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-1)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Demangan	Terban	Kotabaru	Baciro	Klitren	Gedungkiwo	Mantrijeron	Suryadiningratan
Gondokusuman	Demangan	12.4	0.0							
	Terban	13.3	2.2	0.0						
	Kotabaru	13.1	2.0	1.5	0.0					
	Baciro	12.5	0.8	3.2	1.9	0.0				
	Klitren	11.9	0.75	2.8	1.6	1.5	0.0			
Mantrijeron	Gedungkiwo	18.6	6.9	6.6	5.8	6.1	6.7	0.0		
	Mantrijeron	17.7	6.0	6.3	4.7	5.2	5.8	1.2	0.0	
	Suryadiningratan	18.1	6.4	6.8	5.2	5.6	6.2	0.9	0.65	0.0
Umbulharjo	Muja-muju	12.1	1.9	4.4	3.0	1.1	2.6	6.4	5.4	5.9
	Semaki	13.2	1.5	3.8	2.5	0.7	2.2	5.4	4.4	4.8
	Warungboto	13.7	3.3	5.6	4.3	2.6	4.0	5.1	4.0	4.4
	Pandean	14.5	3.9	6.2	4.9	3.1	5.3	4.1	3.1	3.5
	Giwangan	16.3	5.9	7.4	6.1	5.1	6.5	5.4	4.4	4.8
	Sorosutan	15.7	4.8	6.3	5.0	4.1	5.4	4.5	2.8	3.2
	Tahunan	14.0	2.4	3.9	2.6	1.6	3.0	4.6	3.5	3.9
Mergangsan	Keparakan	17.5	5.1	5.4	3.8	4.3	5.1	2.7	1.7	2.1
	Wirogunan	14.9	3.3	4.6	3.3	2.5	3.7	3.6	2.6	3.0
	Brontokusuman	17.7	5.3	6.3	4.8	5.2	6.1	1.8	0.7	1.3

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-1)

Kecamatan	Desa	Muja-muju	Semaki	Warungboto	Pandean	Giwangan	Sorosutan	Tahunan	Keparakan	Wirogunan	Brontokusuman
Gondokusuman	Demangan										
	Terban										
	Kotabaru										
	Baciro										
	Klitren										
Mantrijeron	Gedungkiwo										
	Mantrijeron										
	Suryadiningrat										
Umbulharjo	Muja-muju	0.0									
	Semaki	1.2	0.0								
	Warungboto	1.4	1.8	0.0							
	Pandean	2.3	2.4	1.0	0.0						
	Giwangan	4.2	4.4	2.8	2.3	0.0					
	Sorosutan	3.6	3.3	2.1	1.3	1.7	0.0				
	Tahunan	1.9	0.9	1.8	2.3	3.6	2.8	0.0			
Mergangsa	Keparakan	4.5	3.6	3.2	2.3	3.6	2.4	3.0	0.0		
	Wirogunan	2.8	1.8	2.2	2.3	3.6	2.3	1.1	1.8	0.0	
	Brontokusuma	4.8	3.8	3.4	2.5	3.1	1.9	3.2	1.4	2.0	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-2)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Suryatmajan	Tegalpanggung	Bausasran	Ngupasan	Prawirodirja
Danurejan	Suryatmajan	14.4	0.0				
	Tegalpanggung	14.3	0.5	0.0			
	Bausasran	13.9	0.5	0.29	0.0		
Gondomanan	Ngupasan	15.9	1.5	1.9	2.0	0.0	
	Prawirodirjan	15.4	1.5	1.8	2.1	3.0	0.0
Ngampilan	Ngampilan	16.3	2.4	2.4	2.9	2.3	1.2
	Notoprajan	17.1	2.6	3.0	3.1	2.4	1.8
Wirobrajan	Pakuncen	16.9	2.8	3.2	3.3	3.2	2.6
	Patangpuluhan	18.4	3.8	4.2	4.3	3.2	3.1
	Wirobrajan	17.5	3.0	3.4	3.5	2.9	2.3
Gedongtengen	Pringgokusuma	15.7	1.9	2.1	2.3	3.0	1.4
	Sosromenduran	14.9	1.1	1.3	1.5	2.5	1.3

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-2)

Kecamatan	Desa	Ngampilan	Notoprajan	Pakuncen	Patangpuluhan	Wirobrajan	Pringgokusuma	Sosromenduran
Danurejan	Suryatmajan							
	Tegalpanggung							
	Bausasran							
Gondomanan	Ngupasan							
	Prawirodirjan							
Ngampilan	Ngampilan	0.0						
	Notoprajan	1.4	0.0					
Wirobrajan	Pakuncen	1.7	1.1	0.0				
	Patangpuluhan	2.2	1.6	1.7	0.0			
	Wirobrajan	1.4	0.8	0.9	1.0	0.0		
Gedongtengen	Pringgokusuma	1.6	2.2	1.9	3.5	2.8	0.0	
	Sosromenduran	1.4	2.0	1.7	3.2	2.6	0.85	0.0



Lanjutan Lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-3)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Bener	Kricak	Karangwaru	Tegalrejo	Bumijo	Gowongan
Tegalrejo	Bener	15.9	0.0					
	Kricak	15.4	1.8	0.0				
	Karangwaru	15.9	2.2	0.45	0.0			
	Tegalrejo	15.8	1.2	2.8	3.0	0.0		
Jetis	Bumijo	14.5	1.5	1.4	1.6	1.5	0.0	
	Gowongan	14.6	2.3	2.2	2.4	2.3	0.85	0.0
	Cokrodingratan	14.2	2.8	1.6	1.5	2.7	1.2	2.4
Kotagede	Purbayan	14.5	10.7	10.3	10.6	9.5	9.0	8.3
	Prenggan	14.4	10.1	9.7	10.0	8.9	8.4	7.5
	Rejowinangon	13.1	8.7	8.4	8.7	7.5	7.1	6.3
Kraton	Patehan	17.5	5.2	5.3	5.5	3.9	4.5	4.2
	Kadipaten	16.8	5.3	5.5	5.7	4.0	4.2	3.5
	Panembahan	16.5	5.4	5.6	5.8	4.1	4.2	3.5
Pakualaman	Purwokinanti	14.7	4.8	4.5	4.5	3.5	3.2	2.5
	Gunungketur	14.6	6.0	5.8	5.5	4.4	4.5	3.8

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-3)

Kecamatan	Desa	Cokrodingrata	Purbayan	Prenggan	Rejowinangon	Patehan	Kadipaten	Panembahan	Purwokinant	Gunungketo
Tegalrejo	Bener									
	Kricak									
	Karangwaru									
	Tegalrejo									
Jetis	Bumijo									
	Gowongan									
	Cokrodingrata	0.0								
Kotagede	Purbayan	8.9	0.0							
	Prenggan	8.3	1.0	0.0						
	Rejowinangon	7.0	2.4	1.8	0.0					
Kraton	Patehan	4.8	5.3	5.0	4.8	0.0				
	Kadipaten	4.1	6.8	6.4	5.6	1.1	0.0			
	Panembahan	4.1	5.1	4.8	4.5	0.95	1.7	0.0		
Pakualaman	Purwokinanti	3.1	5.6	5.0	4.1	2.9	2.2	1.9	0.0	
	Gunungketur	4.4	4.6	4.0	3.2	3.2	2.5	2.2	0.8	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-4)

Kecamatan	Desa	Kalas	Sidoaru	Sidoagu	Sidomo	Sidoluh	Sidore	Sidomul	Sidokar	Maguwoha	Catur	Condongcat
Godean	Sidoarum	19.5	0.0									
	Sidoagung	21.8	3.0	0.0								
	Sidomoyo	21.0	2.2	4.1	0.0							
	Sidoluhur	23.4	4.6	2.2	5.6	0.0						
	Sidorejo	26.9	8.1	5.7	9.2	4.1	0.0					
	Sidomulyo	23.1	4.3	3.0	5.3	3.9	7.5	0.0				
	Sidokarto	21.2	2.5	2.1	3.5	3.5	7.1	2.0	0.0			
Depok	Maguwoh	7.3	16.9	17.5	17.1	19.0	22.6	18.8	16.9	0.0		
	Catur	8.9	12.1	14.5	13.6	16.0	19.6	15.7	13.9	3.1	0.0	
	Condongc	13.2	12.0	13.9	11.7	15.5	19.4	15.6	13.8	7.1	5.1	0.0



Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-5)

Kecamatan	Desa	Kalas	Trihanggo	Nogotirto	Banyuraden	Ambarketawa
Gamping	Trihanggo	18.5	0.0			
	Nogotirto	18.8	1.6	0.0		
	Banyuraden	17.8	3.8	2.3	0.0	
	Ambarketaw	20.1	5.8	4.3	2.6	0.0
	Balecatur	23.0	8.8	7.2	5.9	2.9
Ngaglik	Minomartan	15.6	10.0	12.6	12.7	15.7
	Siduharjo	16.8	8.6	11.2	10.7	13.7
	Sardonoharj	13.9	12.1	14.7	15.1	17.2
	Sariharjo	19.1	8.0	10.6	11.2	13.6
	Sukoharjo	11.4	14.5	17.2	16.7	19.6
	Donoharjo	22.7	9.4	12.0	13.5	15.0

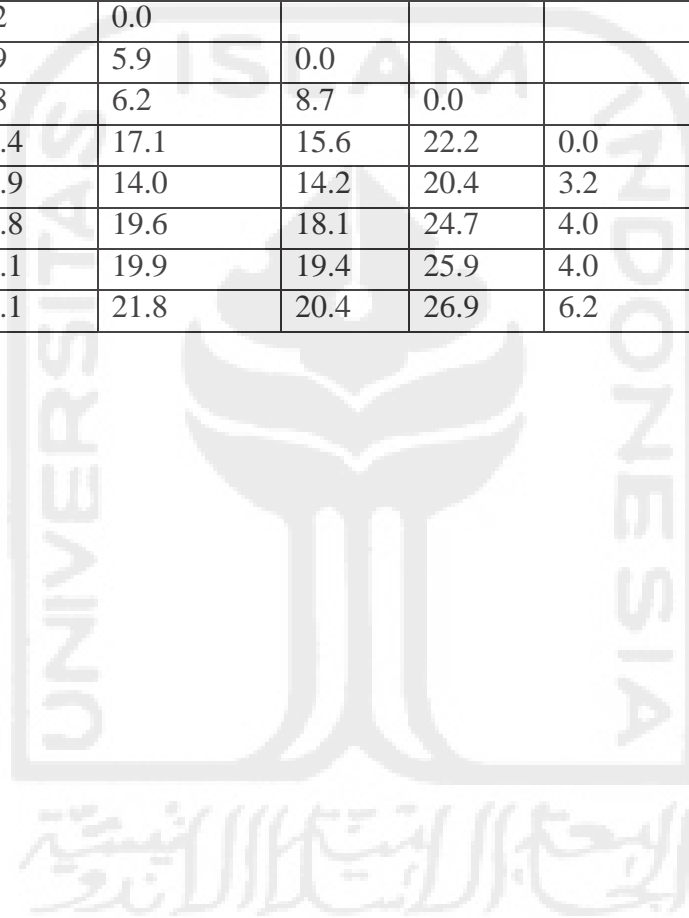


Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-5)

Kecamatan	Desa	Balecat	Minomart	Siduhar	Sardonoha	Sarihar	Sukohar	Donohar
Gamping	Trihanggo							
	Nogotirto							
	Banyuraden							
	Ambarketa							
	Balecatur	0.0						
Ngaglik	Minomartan	18.6	0.0					
	Siduharjo	16.1	2.4	0.0				
	Sardonoharj	20.1	5.0	4.3	0.0			
	Sariharjo	16.6	4.7	2.7	7.5	0.0		
	Sukoharjo	22.6	6.1	6.2	3.3	10.0	0.0	
	Donoharjo	19.1	7.4	6.2	4.7	7.0	7.3	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-6)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Tegaltirto	Sendangtirto	Kalitirto	Jogotirto	Sendangadi	Sinduadi	Tlogoadi	Tirtoadi	Sumberadi
Berbah	Tegaltirto	6.6	0.0								
	Sendangtirto	10.8	4.2	0.0							
	Kalitirto	5.7	2.9	5.9	0.0						
	Jogotirto	8.0	8.8	6.2	8.7	0.0					
Mlati	Sendangadi	18.4	15.4	17.1	15.6	22.2	0.0				
	Sinduadi	16.9	13.9	14.0	14.2	20.4	3.2	0.0			
	Tlogoadi	20.8	17.8	19.6	18.1	24.7	4.0	5.6	0.0		
	Tirtoadi	22.1	19.1	19.9	19.4	25.9	4.0	6.9	2.7	0.0	
	Sumberadi	23.1	20.1	21.8	20.4	26.9	6.2	8.0	3.0	3.6	0.0



Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-7)

Kecamatan	Desa	Kalas	Sendangsari	Sendangmul	Sendangagu
Minggir	Sendangsar	31.1	0.0		
	Sendangmu	29.0	5.5	0.0	
	Sendangag	32.5	3.9	4.1	0.0
	Sendangaru	28.5	4.2	3.0	5.0
	Sendangrej	30.1	2.0	6.7	5.9
Kalasan	Tamanmart	2.6	32.9	32.2	36.4
	Purwomart	6.5	25.8	25.1	29.3
	Selomartan	6.5	31.6	33.9	35.1
	Tirtomarta	2.9	29.9	29.2	33.4

Kecamatan	Desa	Sendangar	Sendangrej	Tamanmart	Purwomart	Selomartani	Tirtomart
Minggir	Sendangsari						
	Sendangmu						
	Sendangagu						
	Sendangaru	0.0					
	Sendangrej	3.8	0.0				
Kalasan	Tamanmart	31.7	32.4	0.0			
	Purwomarta	24.6	25.3	8.3	0.0		
	Selomartani	33.4	31.1	3.9	9.1	0.0	
	Tirtomartan	28.7	29.4	5.1	4.4	6.1	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-8)

Kecamatan	Desa	Kalas	Margore	Merdikor	Tambakr	Banyure	Morore	Lumbungr	Pondokrej	Sumberrej
Tempel	Margorejo	27.1	0.0							
	Merdikore	26.6	3.3	0.0						
	Tambakre	29.5	4.6	8.6	0.0					
	Banyurejo	29.6	8.4	12.1	3.7	0.0				
	Mororejo	27.1	1.9	5.8	3.1	6.7	0.0			
	Lumbungr	28.7	3.8	3.7	7.5	10.4	4.3	0.0		
	Pondokrej	30.9	3.8	7.1	4.0	6.1	2.1	3.8	0.0	
	Sumberrej	30.6	5.6	8.9	3.1	3.8	3.8	5.8	2.3	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-9)

Kecamatan	Desa	Kalas	Sumberagun	Sumberaha	Sumberaru
Moyudan	Sumberagu	27.8	0.0		
	Sumberaha	30.6	3.9	0.0	
	Sumberaru	30.5	3.2	4.7	0.0
	Sumbersari	25.7	4.5	4.5	6.1
Ngemplak	Wedomarta	10.6	25.6	29.4	28.3
	Sindumarta	8.5	33.2	37.0	35.8
	Umbulmart	14.5	27.8	31.2	30.5
	Widodomar	10.5	29.9	33.3	33.1
	Bimomarta	8.5	31.2	35.5	34.4



Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-10)

Kecamatan	Desa	Sumber	Wedomarta	Sindumarta	Umbulmarta	Widodomarta	Bimomarta
Moyudan	Sumberagun						
	Sumberahay						
	Sumberarum						
	Sumbersari	0.0					
Ngeplak	Wedomartani	23.5	0.0				
	Sindumartani	30.5	9.0	0.0			
	Umbulmarta	25.7	5.9	8.6	0.0		
	Widodomart	27.8	6.3	3.2	5.7	0.0	
	Bimomartani	29.1	7.6	2.0	7.3	2.4	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-11)

Kecamatan	Desa	Kala	Hargobinang	Harjobinang	Candibinang
Pakem	Hargobina	20.0	0.0		
	Harjobinan	17.4	10.7	0.0	
	Candibinan	19.3	10.0	2.5	0.0
	Pakembina	17.2	8.0	3.2	3.3
	Purwobina	24.0	7.5	7.7	5.6
Turi	Bangunkert	25.0	15.7	8.1	6.7
	Girikerto	25.9	11.7	9.0	6.9
	Donokerto	22.2	12.6	5.1	3.6
	Wonokerto	26.6	12.5	9.7	7.6

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-11)

Kecamatan	Desa	Pakembinan	Purwobinangun	Bangunkert	Girikerto	Donokerto	Wonokerto
Pakem	Hargobinang						
	Harjobinang						
	Candibinang						
	Pakembinan	0.0					
	Purwobinang	6.5	0.0				
Turi	Bangunkerto	9.0	10.0	0.0			
	Girikerto	9.9	5.6	7.5	0.0		
	Donokerto	5.9	7.1	3.1	6.0	0.0	
	Wonokerto	10.6	6.4	4.5	2.8	4.7	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-12)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Triharjo	Tridadi	Trimulyo	Pandowoharjo	Caturharjo	Margodadi	Margoluwih	Margomulyo	Margokaton	Margoagung
Sleman	Triharjo	23.8	0.0									
	Tridadi	21.7	2.8	0.0								
	Trimulyo	25.0	4.4	4.0	0.0							
	Pandowoharjo	23.3	5.0	3.0	3.9	0.0						
	Caturharjo	26.2	3.1	5.3	6.9	7.5	0.0					
Seyegan	Margodadi	26.3	9.8	11.1	13.5	13.8	7.7	0.0				
	Margoluwih	23.8	10.8	10.2	12.6	12.9	9.2	4.0	0.0			
	Margomulyo	24.8	6.4	8.1	10.2	10.8	5.0	4.0	5.8	0.0		
	Margokaton	28.1	9.8	11.4	13.7	14.2	6.5	2.8	5.8	4.4	0.0	
	Margoagung	26.6	6.2	8.3	9.9	10.5	3.2	4.7	6.4	2.3	3.6	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-12)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Glagahharjo	Argomulyo	Umbulharjo	Kepuhharjo
Cangkringan	Glagahharjo	20.4	0.0			
	Argomulyo	12.0	9.1	0.0		
	Umbulharjo	20.2	8.3	8.5	0.0	
	Kepuhharjo	20.6	8.5	8.7	5.7	0.0
	Wukisari	14.4	8.9	3.7	5.5	7.1
Prambanan	Wukirharjo	12.5	31.5	22.6	31.1	31.1
	Sambirejo	7.7	27.2	18.6	27.4	27.2
	Bokoharjo	4.8	23.7	15.2	24.0	23.7
	Gayamharjo	13.1	30.1	22.3	30.5	30.1
	Madurejo	6.0	25.0	16.1	24.5	24.6
	Sumberharjo	7.5	26.5	17.6	26.1	26.1

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-12)

Kecamatan	Desa	Wukisari	Wukirharjo	Sambirejo	Bokoharjo	Gayamharjo	Madurejo	Sumberharjo
Cangkringan	Glagahhar							
	Argomulyo							
	Umbulharjo							
	Kepuhharjo							
	Wukisari	0.0						
Prambanan	Wukirharjo	25.0	0.0					
	Sambirejo	21.0	5.1	0.0				
	Bokoharjo	17.6	8.4	3.5	0.0			
	Gayamharjo	26.2	7.8	5.3	8.8	0.0		
	Madurejo	18.5	6.8	4.0	1.9	9.0	0.0	
	Sumberharjo	20.0	6.4	5.5	3.5	10.2	1.5	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-13)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Bendungan	Karangmojo	wiladeg	Ngawis	Gedangrejo	Jatiayu	Bejiharjo	Kelor	Ngipak
Karangmojo	Bendungan	38.7	0.0								
	Karangmojo	43.5	6.2	0.0							
	wiladeg	40.6	1.9	4.6	0.0						
	Ngawis	39.7	5.6	3.8	4.0	0.0					
	Gedangrejo	43.5	6.3	0.75	4.6	3.8	0.0				
	Jatiayu	41.5	10.0	4.5	8.4	4.4	3.8	0.0			
	Bejiharjo	37.8	4.0	6.6	5.1	4.0	6.5	7.9	0.0		
	Kelor	41.4	2.7	3.5	1.0	3.5	3.6	7.4	4.8	0.0	
Ngipak	37.1	1.7	8.0	3.7	7.4	8.0	11.5	4.3	4.4	0.0	

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi Kelas Ke-14

Kecamat	Desa	Kalasan	Kedungkep	Kedungke	Nglip	Pilangre	Pengkol	Nat	Katong
Nglipar	Kedungkep	33.7	0.0						
	Kedungkeri	32.9	4.8	0.0					
	Nglipar	32.4	3.0	1.8	0.0				
	Pilangrejo	34.3	2.7	7.5	5.7	0.0			
	Pengkol	28.1	5.6	4.8	4.3	8.3	0.0		
	Natah	36.2	4.6	9.4	7.6	1.9	10.2	0.0	
	Katongan	34.3	1.6	6.4	4.6	1.2	7.2	3.0	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-15)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Terbah	Nglanggeran	Patuk	Ngoro-oro	Semoyo	Salam	Pengkok	Beji	Bunder	Nglegi	Putat
Patuk	Terbah	19.6	0.0										
	Nglanggeran	16.5	11.0	0.0									
	Patuk	13.3	12.2	3.2	0.0								
	Ngoro-oro	15.5	4.5	11.2	8.1	0.0							
	Semoyo	19.3	18.6	10.4	7.2	14.4	0.0						
	Salam	14.9	12.6	1.6	1.6	9.6	7.9	0.0					
	Pengkok	17.2	15.9	7.3	4.2	11.9	10.1	5.8	0.0				
	Beji	20.2	9.4	5.3	6.9	8.7	14.1	5.3	7.6	0.0			
	Bunder	22.6	8.9	7.7	9.3	8.2	16.5	7.7	10.0	2.4	0.0		
	Nglegi	23.6	7.5	8.7	10.3	9.2	17.5	8.7	11.0	3.4	2.8	0.0	
	Putat	19.0	8.6	4.1	5.7	7.9	12.9	4.1	7.3	1.2	3.6	4.6	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi Kelas Ke-16

Kecamatan	Desa	Kalasan	Karangasem	Karangduwet	Mulusan	Grogol	Giring	Sodo	Pampang
Paliyan	Karangasem	40.5	0.0						
	Karangduwet	38.6	1.9	0.0					
	Mulusan	39.2	1.7	3.7	0.0				
	Grogol	35.3	4.3	3.3	3.7	0.0			
	Giring	41.0	4.0	5.9	2.3	5.6	0.0		
	Sodo	39.6	4.8	6.8	3.0	4.4	1.7	0.0	
	Pampang	36.3	4.4	5.0	3.1	1.8	4.2	3.0	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi Kelas Ke-17

Kecamatan	Desa	Kalasan	Getas	Bandung	Ngunut	Playen	Dengok	Ngleri	Banaran	Logandeng	Gading	Plembutan	Ngawu	Banyusoco	Bleberan
Playen	Getas	26.4	0.0												
	Bandung	26.9	6.8	0.0											
	Ngunut	31.1	4.8	4.2	0.0										
	Playen	30.5	6.6	3.7	2.0	0.0									
	Dengok	32.7	4.7	5.8	1.7	3.4	0.0								
	Ngleri	28.9	6.5	2.0	2.2	1.6	3.8	0.0							
	Banaran	31.6	10.3	4.8	5.6	3.7	7.0	4.9	0.0						
	Logandeng	28.8	3.9	3.1	3.5	5.5	5.2	4.2	8.0	0.0					
	Gading	23.7	3.6	6.2	5.5	7.5	6.3	6.2	11.0	3.2	0.0				
	Plembutan	32.6	8.6	5.7	3.9	3.2	4.6	3.7	6.8	7.4	9.5	0.0			
	Ngawu	28.1	8.0	1.2	4.1	2.9	5.8	2.0	3.7	4.4	7.4	5.7	0.0		
	Banyusoco	31.8	26.5	23.5	21.7	21.0	22.4	21.5	24.6	25.2	27.2	17.8	23.5	0.0	
Bleberan	29.4	4.0	8.7	5.0	6.2	3.6	6.7	9.8	6.9	6.5	5.9	8.6	22.7	0.0	



Lanjutan Lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi Kelas Ke-18

Kecamatan	Desa	Kalasan	Tamanan	Jambidan	Singosaren	Jagalan	Wirokerten	Potorono	Baturetno	Banguntapan
Banguntapan	Tamanan	16.9	0.0							
	Jambidan	14.3	5.3	0.0						
	Singosaren	15.8	1.8	5.1	0.0					
	Jagalan	15.0	2.3	5.8	2.6	0.0				
	Wirokerten	16.7	1.1	5.6	4.7	3.3	0.0			
	Potorono	10.1	6.1	4.3	4.3	5.5	6.7	0.0		
	Baturetno	11.5	4.8	5.2	3.0	4.2	5.9	1.4	0.0	
	Banguntapan	12.1	4.9	6.2	3.1	3.1	6.0	2.5	1.2	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi Kelas Ke-19

Kecamatan	Desa	Kalasan	Gadingsari	Gadingharjo	Srigading	Murtigading
Sanden	Gadingsari	42.4	0.0			
	Gadingharjo	40.9	2.9	0.0		
	Srigading	39.9	3.4	0.9	0.0	
	Murtigading	40.2	2.5	2.8	3.7	0.0

Lanjutan lampiran 2. Tabel Jarak Antar Lokasi (Kelas Ke-20)

Kecamatan	Desa	Kalasan	Dlingo	Terong	Muntuk	Jatimulyo	Temuwuh	Mangunan	Sitimulyo	Srimulyo	Srimartani
Dlingo	Dlingo	28.5	0.0								
	Terong	20.9	8.3	0.0							
	Muntuk	25.5	15.0	7.1	0.0						
	Jatimulyo	25.7	6.5	5.6	12.3	0.0					
	Temuwuh	24.8	3.7	4.6	11.3	3.3	0.0				
	Mangunan	27.3	16.8	8.9	3.8	14.0	13.1	0.0			
Piyungan	Sitimulyo	10.1	20.2	12.3	17.0	17.4	16.4	18.8	0.0		
	Srimulyo	16.3	14.3	6.7	11.4	11.5	10.6	13.2	9.1	0.0	
	Srimartani	9.9	18.6	10.9	15.6	15.8	14.8	17.4	4.7	6.3	0.0

Lampiran 3. Tabel Waktu Pelayanan Di Kelurahan (Menit)

No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu
1	15,27	34	20,26	67	21,2	100	20,75
2	20,39	35	20,26	68	21,76	101	25,83
3	16,68	36	21,15	69	21,93	102	23,15
4	20,21	37	20,4	70	22,7	103	20,2
5	23,67	38	20,6	71	20,79	104	21,16
6	20,22	39	21,12	72	21,37	105	20,2
7	15,27	40	20,95	73	21,87	106	20,26
8	21,23	41	21,45	74	21,16	107	21,34
9	21,51	42	20,97	75	20,32	108	20,23
10	20,78	43	21,95	76	21,55	109	21,98
11	20,53	44	20,75	77	20,08	110	23,57
12	20,24	45	21,87	78	21,03	111	20,73
13	19,94	46	21,75	79	21,68	112	20,4
14	21,16	47	20,21	80	18,38	113	20,92
15	20,4	48	21,3	81	12,35	114	21,5
16	20,96	49	21,69	82	20,61	115	20,58
17	24,2	50	21,16	83	21,75	116	20,26
18	15,79	51	21,25	84	20,2	117	24,03
19	20,37	52	19,75	85	21,05	118	23,3
20	21,21	53	20,23	86	17,37	119	20,56
21	20,12	54	21,33	87	25,77	120	21,92
22	20,7	55	20,2	88	20,25	121	20,95
23	22,96	56	20,98	89	26,18	122	20,23
24	20,14	57	20,18	90	21,57	123	20,38
25	20,81	58	21,85	91	20,37	124	20,08
26	20,18	59	21,16	92	21,85	125	21,16
27	21,58	60	20,73	93	20,97	126	15,53
28	21,3	61	20,25	94	20,03	127	20,25
29	19,68	62	21,15	95	19,36	128	25,97
30	15,51	63	20,21	96	21,83	129	23,16
31	20,23	64	21,42	97	15,73	130	25,68
32	18,22	65	21,2	98	21,68	131	25,92
33	20,17	66	20,03	99	21,15	132	21,17

Lampiran 4. Tabel Data History Biaya Distribusi

Ditempuh (Km)	yang dibutuhkan (Ltr)	bakar solar (Rp)	MAD	Persamaan (MAD = Rp)
88,8	7	33300	0,330618	72150
88,6	7	33225	0,328863	71821.78483
87,75	7	32906,25	0,321407	70427.38464
86,7	7	32512,5	0,312197	68704.95631
85,1	7	31912,5	0,298162	66080.17001
84,8	7	31800	0,29553	65587.94077
83	7	31125	0,279741	62635.12632
82,3	7	30862,5	0,2736	61486.65374
81,7	7	30637,5	0,268337	60502.38226
81,4	7	30525	0,265706	60010.34003
81,3	7	30487,5	0,264828	59846.13894
81	7	30375	0,262197	59354.0967
79,7	7	29887,5	0,250793	57221.35264
77,2	6	28950	0,228863	53120.06562
75,6	6	28350	0,214828	50495.27933
75,6	6	28350	0,214828	50495.27933
72,4	6	27150	0,186758	45245.70675
71,4	6	26775	0,177986	43605.19194
70,7	6	26512,5	0,171846	42456.90638
69,8	6	26175	0,163951	40980.40565
69,6	6	26100	0,162197	40652.3775
69,2	6	25950	0,158688	39996.13417
67,9	6	25462,5	0,147285	37863.57713
67,9	6	25462,5	0,147285	37863.57713
67,5	6	25312,5	0,143776	37207.3338
67,1	6	25162,5	0,140267	36551.09048
67,1	6	25162,5	0,140267	36551.09048
66,3	6	24862,5	0,133249	35238.60382
65	5	24375	0,121846	33106.04678
64,8	5	24300	0,120092	32778.01863
63,6	5	23850	0,109565	30809.28865
63,2	5	23700	0,106056	30153.04532
63,2	5	23700	0,106056	30153.04532
62,5	5	23437,5	0,099916	29004.75976
62,2	5	23325	0,097285	28512.71753
62,2	5	23325	0,097285	28512.71753
62,1	5	23287,5	0,096407	28348.51643

Lanjutan lampiran 4. Tabel Data History Biaya Distribusi

Ditempuh (Km)	yang dibutuhkan (Ltr)	bakar solar (Rp)	MAD	Persamaan (MAD = Rp)
61,5	5	23062,5	0,091144	27364.24495
60,7	5	22762,5	0,084127	26051.94532
59,2	5	22200	0,070969	23591.1731
59,1	5	22162,5	0,070092	23427.15902
58,8	5	22050	0,06746	22934.92978
57,2	5	21450	0,053425	20310.14349
57	5	21375	0,051671	19982.11533
56,6	5	21225	0,048162	19325.872
56,2	5	21075	0,044653	18669.62868
56,1	5	21037,5	0,043776	18505.6146
56	5	21000	0,042899	18341.60052
55,7	5	20887,5	0,040267	17849.37127
55,4	5	20775	0,037635	17357.14202
55	5	20625	0,034127	16701.08571
54,5	5	20437,5	0,029741	15880.82831
54,1	5	20287,5	0,026232	15224.58498
53,1	4	19912,5	0,01746	13584.07017
51,1	4	19162,5	0	10318.75
50,4	4	18900	0,00622	11481.99693
50,3	4	18862,5	0,0071	11646.57206
49,6	4	18600	0,01324	12794.85762
49,5	4	18562,5	0,01412	12959.43275
48,7	4	18262,5	0,02114	14272.29344
48,3	4	18112,5	0,02465	14928.72378
48	4	18000	0,02728	15420.579
46,4	4	17400	0,04131	18044.4302
46,4	4	17400	0,04131	18044.4302
46,2	4	17325	0,04307	18373.58046
46	4	17250	0,04482	18700.86055
45,9	4	17212,5	0,0457	18865.43568
45,9	4	17212,5	0,0457	18865.43568
45,6	4	17100	0,04833	19357.29089
43,9	4	16462,5	0,06324	22145.71723
43,2	4	16200	0,06938	23294.00278
42,6	4	15975	0,07465	24279.58339
42,4	4	15900	0,0764	24606.86347
40,25	3	15093,75	0,09526	28134.00771
40,2	3	15075	0,0957	28216.29528
39,6	3	14850	0,10096	29200.00571
39,5	3	14812,5	0,10184	29364.58084

Lanjutan lampiran 4. Tabel Data History Biaya Distribusi

Ditempuh (Km)	yang dibutuhkan (Ltr)	bakar solar (Rp)	MAD	Persamaan (MAD = Rp)
38,2	3	14325	0,11324	31496.57683
37,6	3	14100	0,1185	32480.28726
37,6	3	14100	0,1185	32480.28726
37	3	13875	0,12377	33465.86786
36,6	3	13725	0,12728	34122.2982
36,6	3	13725	0,12728	34122.2982
36,5	3	13687,5	0,12815	34285.00316
35,8	3	13425	0,13429	35433.28872
35,8	3	13425	0,13429	35433.28872
35,6	3	13350	0,13605	35762.43898
35,5	3	13312,5	0,13693	35927.01411
35,1	3	13162,5	0,14043	36581.57428
35	3	13125	0,14131	36746.14941
34,5	3	12937,5	0,1457	37567.15488
33,9	3	12712,5	0,15096	38550.86531
33,7	3	12637,5	0,15272	38880.01557
33,15	3	12431,25	0,15754	39781.43843
32,6	3	12225	0,16236	40682.8613
32,05	3	12018,75	0,16719	41586.15434
30,85	3	11568,75	0,17772	43555.44537
30,4	3	11400	0,18166	44292.29311
30,1	3	11287,5	0,18429	44784.14832
29,09	2	10908,75	0,19315	46441.12064
29	2	10875	0,19394	46588.86423
27,35	2	10256,25	0,20842	49296.87317
27,2	2	10200	0,20973	49541.86569
24,8	2	9300	0,23079	53480.44775
24,7	2	9262,5	0,23166	53643.15271
23,4	2	8775	0,24307	55777.01887
23	2	8625	0,24658	56433.44921
22,1	2	8287,5	0,25447	57909.01486
20,7	2	7762,5	0,26675	60205.58598
19,8	2	7425	0,27465	61683.0218
19,3	2	7237,5	0,27903	62502.1571
13,8	1	5175	0,32728	71525.73661
13	1	4875	0,33429	72836.72713
12,7	1	4762,5	0,33693	73330.45252