



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS141501

**OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA)
MENGUNAKAN METODE FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)
(STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)**

***DISTRIBUTION OPTIMIZATION OF
RASKIN/RASTRA USING FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)
METHOD
(CASE STUDY: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)***

**NUR SOFIA ARIANTI
NRP 5213 100 077**

**Dosen Pembimbing
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

TUGAS AKHIR - KS141501

**OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA)
MENGUNAKAN METODE FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)
(STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)**

**NUR SOFIA ARIANTI
NRP 5213.100.077**

**Dosen Pembimbing
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

FINAL PROJECT - KS141501

***DISTRIBUTION OPTIMIZATION OF
RASKIN/RASTRA USING FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)
METHOD
(CASE STUDY: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)***

**NUR SOFIA ARIANTI
NRP 5213 100 077**

**Supervisor
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS
Faculty of Information Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA) MENGUNAKAN METODE FUZZY MULTI- OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP) (STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA TIMUR)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

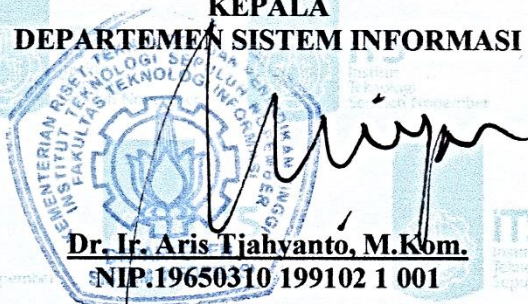
Oleh :

NUR SOFIA ARIANTI

NRP 5213 100 077

Surabaya, Juli 2017

**KEPALA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**



Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom.

NIP.19650310 199102 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA) MENGUNAKAN METODE FUZZY MULTI- OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP) (STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA TIMUR)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NUR SOFIA ARIANTI
NRP 5213 100 077

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 20 Juni 2017
Periode Wisuda : September 2017


Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom.


(Pembimbing I)

Edwin Riksakomara, S.Kom, M. T


(Penguji I)

Ahmad Mukhlason, S.Kom, M.Sc, Ph.D


(Penguji II)

**OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA)
MENGUNAKAN METODE FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)
(STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)**

Nama Mahasiswa : Nur Sofia Arianti
NRP : 5213 100 077
Departemen : Sistem Informasi FTIF-ITS
Pembimbing : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

ABSTRAK

Proses distribusi beras RASKIN dilakukan antar gudang Bulog untuk memenuhi semua permintaan. Proses distribusi bertujuan mengurangi keterlambatan penyediaan RASKIN yang dapat menyebabkan kenaikan harga beras di pasaran. Distribusi antar gudang RASKIN berbeda dari distribusi pada umumnya, dimana setiap Gudang Bulog dapat menjadi penerima atau pengirim RASKIN bergantung pada perbandingan persediaan RASKIN dengan jumlah permintaannya. Data permintaan RASKIN pada proses distribusi tidak selalu tetap sehingga memiliki unsur fuzzy. Selain itu unsur fuzzy juga terletak pada penentuan keputusan distribusi RASKIN berdasarkan preferensi pengambil keputusan yang menghasilkan tujuan fuzzy terkait dengan tingkat kepuasan pengambil keputusan. .

Oleh karena perlu dilakukan optimasi distribusi RASKIN Divre Jawa Timur sehingga pada tugas akhir ini dikembangkan model Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan piecewise linear untuk menyelesaikan permasalahan optimasi distribusi lebih dari satu tujuan dalam lingkungan fuzzy.

Model yang diusulkan menggabungkan fungsi tujuan meminimalkan biaya dan meminimalkan waktu menjadi fungsi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan. Cakupan optimasi distribusi adalah wilayah SubDivre Surabaya Selatan, Surabaya Utara dan Madura.

Hasil tugas akhir ini berupa model FMOLP sesuai proses distribusi, jumlah RASKIN/RASTRA antar gudang serta tingkat kepuasan pengambil keputusan. Tingkat kepuasan pengambil keputusan yang dihasilkan sebesar 0,8225 sehingga fungsi tujuan meminimalkan biaya dan meminimalkan waktu terpenuhi pada level 0,8225 dari skala 0 sampai dengan 1. Pada nilai L tersebut didapatkan distribusi Gudang Kemantren III ke Gudang Mlajah sebesar 390 ton dan Gudang Kemantren II ke Gudang Gunung Gedangan sebesar 11915 ton. Sehingga pemenuhan permintaan wilayah Surabaya Utara dan Surabaya Selatan 100%, sedangkan Madura hanya 12,4%. Keuntungan model yang diusulkan memungkinkan pengambil keputusan untuk memodifikasi model dan parameter dari FMOLP sehingga mendapatkan hasil dan tingkat kepuasan yang optimal.

Kata kunci : Optimasi Distribusi, Fuzzy Multi-Objective Linear Programming, Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear

**DISTRIBUTION OPTIMIZATION OF
RASKIN/RASTRA USING FUZZY MULTI-OBJECTIVE
LINEAR PROGRAMMING (FMOLP) METHOD
(CASE STUDY: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)**

Student Name : Nur Sofia Arianti
NRP : 5213 100 077
Department : Sistem Informasi FTIF-ITS
Supervisor : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

ABSTRACT

The Process of RASKIN distribution is done between Bulog Warehouse to supply all demand. The Distribution process purpose is to reduce the delay in provision of RASKIN which can lead an increase of rice prices in the market. The distribution between warehouses is different from the distribution in general, where each Bulog Warehouse can be the recipient or sender of RASKIN depending on the ratio of RASKIN inventory and the number of demand. The demand data of RASKIN in the distribution process is not always fixed so it has a fuzzy element. In addition, fuzzy element also appears in the determination of RASKIN distribution decisions based on decision-making preferences that result in fuzzy objectives associated with the level of decisions-making satisfaction.

Therefore, it is necessary to optimize the distribution of RASKIN in East Jawa Divre so that in this Final Project developed Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (FMOLP) model with piecewise linear membership function solve the optimization problem of distribution to more than one destination in fuzzy environment. The proposed model

combines the objective functions of minimizing costs and minimizing time, into the objective function, that is maximizing the decision maker's level of satisfaction. The scope of distribution optimization is Subdivre area of South Surabaya, North Surabaya and Madura.

The result of this final project is FMOLP model according to distribution process, amount of RASKIN/RASTRA between the warehouse, and the level of decision maker satisfaction. The decision maker's level of satisfaction is generated by 0,8225 so that the goal function, minimize costs and minimizes time fulfilled at the 0.8225 level from a scale of 0 to 1. At the value of L obtained distribution between Kemantren III warehouse and Mlajah Warehouse for 390 Tons, beside Kemantren II warehouse to Gunung Gedangan Warehouse for 11915 Tons. So that the demand of the region of North ans South Surabaya is 100%, while Madura only 12.4%. The proposed model advantage allows decision makers to modify the models and parameters of FMOLP to obtain optimal results and optimal satisfaction levels.

Keywords: Distribution Optimization, Fuzzy Multi-Objective Linear Programming, Piecewise Linear Membership Function

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mendapatkan kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul:

**OPTIMASI DISTRIBUSI BERAS (RASKIN/RASTRA)
MENGUNAKAN METODE *FUZZY MULTI-
OBJECTIVE LINEAR PROGRAMMING (FMOLP)*
(STUDI KASUS: PERUM BULOG DIVRE JAWA
TIMUR)**

yang disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Terima kasih untuk seluruh pihak yang membantu penyusunan tugas akhir ini. Secara khusus penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia untuk dapat menyelesaikan tugas belajar selama di Sistem Informasi ITS dan telah memberikan kemudahan, kelancaran, serta kesehatan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sanusi dan Ibu Masrukha selaku kedua orang tua, adik penulis M. Eka Ferdhiansyah dan kakak penulis Aditya Putra Prasetyo yang selalu memberikan dukungan dalam berbagai bentuk.
3. Ibu Wiwik Angraeni, S.Si.,M.Kom selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan motivasi serta ilmu nya untuk kelancaran dalam mengerjakan Tugas Akhir hingga selesai.
4. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. dan Bapak Faisal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D dan Ahmad Mukhlason, S.Kom, M.Sc, Ph.D, selaku dosen penguji yang selalu memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan pengerjaan Tugas Akhir.

5. Perusahaan Umum Bulog (Perum Bulog) selaku perusahaan yang menjadi sumber data, inspirasi, studi kasus, dan topik dalam Tugas Akhir ini.
6. Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan saran selama penulis menempuh pendidikan S1.
7. Mas Ricky Asrul Sani selaku admin laboratorium RDIB yang telah membantu dalam hal administrasi penyelesaian Tugas Akhir.
8. Surya Hadi Wijaya dan Mbak Aswita yang membantu penulis untuk bertukar pikiran dan berdiskusi dalam menemukan solusi pengerjaan Tugas Akhir.
9. Untuk sahabat-sahabat terbaik dikampus yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama proses perkuliahan khususnya Rifatun, Fajar Ratna, Novian Tiandini, Elisa Dian, Mia Eka dan Siti Alfianita.
10. Para teman-teman laboratorium RDIB yang selalu setia menemani perjuangan 116 untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini khususnya Unsa, Asvin, Riza, Bintang, Ofi, Lili, Ervi.
11. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan di Jurusan Sistem Informasi FTIF ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menambah referensi penelitian dalam bidang optimasi khususnya implementasi metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dalam menyelesaikan permasalahan distribusi. Akhir kata, menyadari masih terdapat ketidak sempurnaan dalam pengerjaan tugas akhir ini, sehingga kritik dan saran membangun akan bermanfaat bagi penulis.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR SEGMENT KODE PROGRAM.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Relevansi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Sebelumnya.....	7
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1. Perum Bulog.....	12
2.2.2. Program Raskin.....	13
2.2.3. Optimasi.....	15
2.2.4. Fuzzy Multi-Objective Distribution Decision Problem.....	16
2.2.5. Fungsi Keanggotaan.....	17
2.2.6. Fuzzy Multi-Objective Linear Programming.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25

3.1	Metodologi Penelitian.....	25
3.2	Uraian Metodologi.....	27
BAB IV PERANCANGAN.....		37
4.1	Pengumpulan Data dan Informasi	37
4.1.1.	Deskripsi Proses Distribusi.....	37
4.1.2.	Data Permintaan RASKIN.....	40
4.1.3.	Data Pengadaan Persediaan	41
4.1.4.	Data Gudang.....	42
4.1.5.	Data Biaya	43
4.1.6.	Data Waktu.....	43
4.2	Penghitungan Single Objective Linear Programming 49	
4.2.1.	Perancangan Data	49
4.2.2.	Perumusan Model Single Objective Linear Programming	55
BAB V IMPLEMENTASI		81
5.1	Lingkungan Penyelesaian Model.....	81
5.2	Hasil Pra Pengolahan Data	82
5.3	Perhitungan Model Single Objective Linear Programming	82
5.3.1.	Penentuan Variabel dan Indeks	83
5.3.2.	Pengimplementasian Fungsi Tujuan.....	84
5.3.3.	Pengimplementasian Batasan	85
5.3.4.	Penginputan Data.....	87
5.3.5.	Hasil Perhitungan Single Objective Linear Programming	90
5.4	Penentuan Derajat Keanggotaan Piecewise Linear	92
5.5	Penggambaran Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear	92
5.6	Perumusan Persamaan Linear Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear.....	94
5.6.1.	Perhitungan Nilai Slope (tge).....	94
5.6.2.	Perhitungan Nilai Alfa, Beta dan Gamma	96
5.6.3.	Penambahan Variabel Deviational Non Negatif.	101
5.7	Penambahan Variabel Tingkat Kepuasan Pengambil Keputusan	102

5.7.1. Model Fuzzy Multi Objective Linear Programming	103
5.8 Penyelesaian Model Fuzzy Multi Objective Linear Programming.....	108
5.8.1. Penentuan Variabel dan Indeks	108
5.8.2. Pengimplementasian Fungsi Tujuan	109
5.8.3. Pengimplementasian Batasan	110
5.8.4. Penginputan Data	112
5.8.5. Percobaan Pencarian Nilai L Maksimal	115
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	119
6.1. Verifikasi Model	119
6.2. Hasil Penyelesaian FMOLP	124
6.3. Analisis Hasil	128
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	133
7.1 Kesimpulan	133
7.2 Saran.....	135
DAFTAR PUSTAKA	137
BIODATA PENULIS	141
A. LAMPIRAN A	A-1

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Distribusi beras RASKIN.....	13
Gambar 2.2 Grafik Triangular.....	17
Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear Fungsi...	19
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	25
Gambar 3.2 Metodologi Penelitian	26
Gambar 4.1 Distribusi SubDivre ke Gudang masing-masing	38
Gambar 4.2 Distribusi SubDivre ke Gudang masing-masing	38
Gambar 4.3 Distribusi Raskin antar Gudang.....	39
Gambar 4.4 Distribusi Raskin antar Gudang.....	40
Gambar 5.1 Grafik Membership Function Z1	93
Gambar 5.2 Grafik Membership Function Z2.....	93
Gambar A.1 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-1
Gambar A.2 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-2
Gambar A.3 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-3
Gambar A.4 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-4
Gambar A.5 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-5
Gambar A.6 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-6
Gambar A.7 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-7
Gambar A.8 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-8
Gambar A.9 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-9
Gambar A.10 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-10
Gambar A.11 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-11
Gambar A.12 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-12
Gambar A.13 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-13
Gambar A.14 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-14
Gambar A.15 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-15
Gambar A.16 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-16
Gambar A.17 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-17
Gambar A.18 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-18
Gambar A.19 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-19
Gambar A.20 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-20
Gambar A.21 Hasil Output FMOLP di Lingo.....	A-21

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Sebelumnya Paper 1	7
Tabel 2.2 Studi Sebelumnya Paper 2	8
Tabel 2.3 Studi Sebelumnya Paper 3	10
Tabel 2.4 Studi Sebelumnya Paper 4	11
Tabel 2.5 Derajat Keanggotaan Piecewise Linear.....	18
Tabel 4.1 Data Permintaan Raskin.....	41
Tabel 4.2 Data Persediaan.....	42
Tabel 4.3 Data Gudang dan Kapasitasnya	42
Tabel 4.4 Matriks Data Biaya Distribusi.....	44
Tabel 4.5 Matriks Data Waktu Distribusi	46
Tabel 4.6 Data Permintaan Dalam Satuan Ton	49
Tabel 4.7 Persentase Faktor yang Mempengaruhi Penurunan dan Peningkatan Permintaan	50
Tabel 4.8 Data Permintaan Dalam 3 Bentuk Nilai.....	51
Tabel 4.9 Data Permintaan Dikalikan Bobot Triangular.....	52
Tabel 4.10 Data Permintaan sesuai Rata-rata Triangular.....	53
Tabel 4.11 Persentase Kemampuan Pemenuhan Permintaan Madura	54
Tabel 4.12 Indeks pada Setiap Variabel.....	55
Tabel 4.13 Variabel dalam Model.....	55
Tabel 4.14 Urutan Penamaan Gudang.....	56
Tabel 4.15 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren III	57
Tabel 4.16 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren 1	58
Tabel 4.17 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren II.....	59
Tabel 4.18 Distribusi dari GBB Sooko	60
Tabel 4.19 Distribusi dari GBB Gunung Gedangan.....	60
Tabel 4.20 Distribusi dari GBB Mojongapit.....	61
Tabel 4.21 Distribusi dari GBB Tunggorono I.....	62
Tabel 4.22 Distribusi dari GBB Tunggorono II	62
Tabel 4.23 Distribusi dari GBB Sembung	63
Tabel 4.24 Distribusi dari GBB Dapur Kejambon	64
Tabel 4.25 Distribusi dari GBB Mlajah	65
Tabel 4.26 Distribusi dari GBB Banyuanyar	65
Tabel 4.27 Distribusi dari GBB Larangan Tokol.....	66

Tabel 4.28 Distribusi dari GBB Kertasada	67
Tabel 5.1 Spesifikasi perangkat untuk aplikasi model.	81
Tabel 5.2 Perangkat lunak untuk penyelesaian model.....	81
Tabel 5.3 Data Permintaan Hasil Pengolahan	82
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan SOLP.....	91
Tabel 5.5 Derajat Keanggotaan	92
Tabel 5.6 Pencarian Nilai L Maksimal	115
Tabel 6.1 Hasil Verifikasi Lingo	120
Tabel 6.2 Batasan Permintaan	121
Tabel 6.3 Batasan Persediaan	122
Tabel 6.4 Batasan Kapasitas	123
Tabel 6.5 Hasil Pencarian Nilai L Maksimal	124
Tabel 6.6 Hasil Penyebaran Persediaan ke Gudang	125
Tabel 6.7 Solusi Alokasi, Biaya, dan Waktu Distribusi	126
Tabel 6.8 Perbandingan Hasil SOLP dan FMOLP.....	128
Tabel 6.9 Persebaran Persediaan dan Distribusi Raskin.....	130

DAFTAR SEGMENT KODE PROGRAM

Segmen Kode Program 5.1 Deklarasi variabel dan atribut	84
Segmen Kode Program 5.2 Deklarasi variabel dan atribut	84
Segmen Kode Program 5.3 Implementasi Fungsi Tujuan 1...	85
Segmen Kode Program 5.4 Implementasi Fungsi Tujuan 2...	85
Segmen Kode Program 5.5 Batasan Permintaan.....	86
Segmen Kode Program 5.6 Batasan Persediaan.....	87
Segmen Kode Program 5.7 Batasan Kapasitas	87
Segmen Kode Program 5.8 Penginputan Data FT 1	88
Segmen Kode Program 5.9 Penginputan Data FT 1	89
Segmen Kode Program 5.10 Penginputan Data FT 2	89
Segmen Kode Program 5.11 Penginputan Data FT 2	90
Segmen Kode Program 5.12 Deklarasi variabel dan atribut	109
Segmen Kode Program 5.13 Implementasi Fungsi Tujuan..	109
Segmen Kode Program 5.14 Implementasi Batasan Nilai L	110
Segmen Kode Program 5.15 Batasan Fungsi Tujuan SOLP	111
Segmen Kode Program 5.16 Batasan Permintaan.....	111
Segmen Kode Program 5.17 Batasan Persediaan.....	112
Segmen Kode Program 5.18 Batasan Kapasitas	112
Segmen Kode Program 5.19 Penginputan Data	113
Segmen Kode Program 5.20 Penginputan Data	114

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menyebabkan studi kasus ini diangkat menjadi tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pengerjaan, manfaat yang dapat diambil dari hasil tugas akhir, serta relevansi hasil tugas akhir terhadap bidang keilmuan jurusan dan laboratorium.

1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi adalah kebutuhan pangan. Hal tersebut telah tercantum dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945 pasal 27 [1]. Beras merupakan kebutuhan pangan yang utama bagi masyarakat Indonesia. Oleh karena itu beras menjadi komoditas strategis nasional yang mempunyai peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan serta mendorong stabilitas ekonomi [2].

Peran pemerintah dalam menjaga ketahanan pangan salah satunya melalui Program Subsidi Pangan dalam bentuk Beras bagi Masyarakat Pendapatan Rendah atau biasa dikenal dengan Program RASKIN [3]. Program RASKIN (Beras untuk Rakyat Miskin) yang saat ini disebut sebagai RASTRA (Beras untuk Rakyat Sejahtera) bertujuan untuk membantu masyarakat mendapatkan kecukupan pangan khususnya ditujukan bagi masyarakat yang berpendapatan rendah [4].

Perum Bulog bertugas dalam pengadaan beras untuk gudang Bulog dan didistribusikan pada titik-titik distribusi sesuai cakupan distribusi masing-masing gudang [5]. Namun akan terjadi masalah jika gudang Bulog memiliki persediaan yang masih kurang tapi harus melakukan pengiriman beras RASKIN ke titik distribusi pada wilayah cakupannya. Sedangkan stok beras RASKIN pada gudang sudah tidak mampu memenuhi permintaan, sehingga harus dilakukan

pengambilan pasokan dari gudang yang memiliki stok berlebih.

Proses yang rumit dalam distribusi RASKIN antar gudang dapat menyebabkan keterlambatan distribusi. Apabila terjadi keterlambatan distribusi RASKIN akan menjadi salah satu penyebab kenaikan harga, Hal ini pernah terjadi pada tahun 2015 akibat keterlambatan penyaluran RASKIN dapat menyebabkan kenaikan harga beras hingga 30% [6]. Distribusi RASKIN berawal dari Surat Perintah Alokasi (SPA) dari Pemerintah Kabupaten/ Kota kepada Perum BULOG [7].

Melihat pentingnya peranan distribusi RASKIN yang mampu memenuhi kebutuhan pangan serta menjaga kestabilan harga beras maka perlu adanya upaya dalam optimalisasi pendistribusian RASKIN. Pada optimasi distribusi yang baik, tentunya harus menggunakan data-data yang akurat. Namun di dunia nyata beberapa data yang perlu digunakan dalam optimasi distribusi bukan merupakan data akurat dan tidak tetap sehingga tidak dapat diketahui kepastiannya dengan jelas. Data-data dapat terus berubah bergantung pada koefisien lain pada lingkungan. Pada tugas akhir ini data permintaan tidak selalu tetap sehingga memiliki unsur tidak pasti atau *fuzzy*. Penyelesaian permasalahan data yang tidak pasti dapat menggunakan teori himpunan fuzzy yang diperkenalkan oleh Zadeh [8].

Tahun 1978 Zimmermann memperluas metode optimasi pada lingkungan fuzzy yaitu fuzzy linear programming menjadi fuzzy multi-objective linear programming dengan tujuan lebih dari satu [9]. *Fuzzy Multi Objective Linear Programming* (FMOLP) mampu melakukan optimasi distribusi yang melibatkan pengambil keputusan pada penentuan solusinya. Pengambil keputusan mempunyai sebuah tujuan fuzzy yang menggabungkan keseluruhan fungsi tujuan menjadi fungsi tujuan tingkat kepuasan pengambil keputusan [10].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Özyörük & Dönmez [11] model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan piecewise linear untuk memecahkan permasalahan rantai pasok Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang memiliki tujuan *fuzzy*. Tujuan fuzzy dari penelitian tersebut adalah meminimalkan total biaya keseluruhan (jumlah dari biaya pengadaan, penyimpanan, pengisian dan transportasi), meminimalkan jarak transportasi menjadi memaksimalkan kepuasan pengambil keputusan. Hasil dari penelitian tersebut adalah total jarak dalam rantai pasok yang harus dilalui serta total biaya yang harus dikeluarkan dalam pelaksanaan distribusi pada proses rantai pasok. Kemudian hasil penelitian ini dilakukan perbandingan dengan model lainnya seperti Zimmermann's method dan Goal Programming dan Linear Programming biasa. Namun hasil perbandingan yang memenuhi kedua tujuan yang ingin dicapai yaitu total biaya dan total jarak yang minimum adalah model dari *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP).

Selain itu ada penelitian oleh Fereidouni [12] membuat model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan piecewise linear untuk menyelesaikan permasalahan *multi-objective Traveling Salesman Problem* (TSP). Tujuan penelitian adalah meminimalkan biaya, meminimalkan jarak dan meminimalkan waktu menjadi tujuan memaksimalkan L atau tingkat kepuasan pengambil keputusan. Penelitian ini menghasilkan rute terpendek yang memiliki biaya dan waktu yang paling kecil. Dan penelitian lainnya adalah Chopra & Saxena [13] menggunakan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dalam menyelesaikan permasalahan *Distribution Planning Decision* (DPD) dengan lebih dari satu tujuan. Multi tujuan digabung menjadi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan (L). Penelitian tersebut menghasilkan perencanaan distribusi yang optimal dalam penyaluran barang dari beberapa sumber ke beberapa titik tujuan dirantai pasok.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi multi tujuan yang memiliki unsur *fuzzy* terletak pada data dan fungsi tujuan. FMOLP menyelesaikan permasalahan yang memiliki fungsi tujuan fuzzy berkaitan dengan tingkat kepuasan pengambil keputusan [12]. Fungsi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan menggabungkan beberapa fungsi tujuan sehingga akan berbentuk linear [14]. Metode ini sesuai dengan permasalahan distribusi beras RASKIN oleh Bulog yang memiliki lebih dari satu tujuan dan melibatkan pengambil keputusan dalam menentukan keputusan optimal sesuai dengan tingkat kepuasan dari pengambil keputusan.

Oleh karena itu tugas akhir ini akan menggunakan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan *piecewise linear* dalam menentukan jumlah beras RASKIN yang harus didistribusikan antar gudang Bulog dengan tujuan meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi beras RASKIN. Penerapan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) diharapkan dapat membantu pihak Perusahaan Umum Bulog Divre Jawa Timur menentukan perencanaan distribusi beras RASKIN yang diterima atau dikirim dari gudang satu ke gudang yang lain agar dapat memenuhi permintaan sesuai dengan kapasitas gudang dengan biaya dan waktu minimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, berikut adalah perumusan masalah yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini:

1. Model seperti apa yang cocok digunakan dalam optimasi distribusi RASKIN menggunakan *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*?

2. Seperti apa hasil rekomendasi alokasi distribusi RASKIN yang optimal?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan pembahasan yang jelas dan terarah dalam pengerjaan tugas akhir ini, ada beberapa batasan masalah yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data permintaan RASKIN tahun 2016, data pengadaan persediaan RASKIN tahun 2016, data gudang dan kapasitas gudang, serta data biaya dan waktu distribusi antar gudang dalam wilayah penyaluran RASKIN Jawa Timur.
2. Cakupan Tugas Akhir adalah wilayah penyaluran beras RASKIN oleh Perum Bulog Divre Jawa Timur pada gudang SubDivre Surabaya Utara, Surabaya Selatan dan Madura.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk melakukan optimasi distribusi RASKIN dengan menentukan banyaknya pasokan distribusi beras RASKIN yang optimum untuk memenuhi kekurangan permintaan sesuai dengan kapasitas gudang dengan biaya dan waktu distribusi yang minimum dari gudang satu ke gudang lain dengan menerapkan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diberikan dengan adanya tugas akhir ini adalah untuk memberikan gambaran rekomendasi kepada Perum Bulog Divre Jawa Timur mengenai distribusi RASKIN yang optimal sehingga bisa menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan penyaluran RASKIN/RASTRA selanjutnya.

1.6 Relevansi

Beras merupakan bahan pangan yang utama masyarakat Indonesia. Salah satu upaya pemerintah dalam membantu memenuhi kebutuhan pokok masyarakat khususnya bagi masyarakat miskin menggunakan Program RASKIN. Program ini tidak hanya meringankan beban masyarakat tapi juga membantu dalam ketahanan pangan nasional dan mengontrol harga beras dipasaran jika dilakukan penyaluran yang optimal.

Oleh karena itu untuk meningkatkan kelancaran penyaluran beras RASKIN maka perlu dilakukan optimalisasi distribusi. Optimalisasi distribusi menggunakan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* dengan fungsi keanggotaan *piecewise linear* dengan memiliki tujuan meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi beras RASKIN dari gudang satu ke gudang yang lain. Unsur *fuzzy* terletak pada permintaan pengiriman beras RASKIN oleh titik distribusi tidak selalu pasti atau memiliki unsur ketidakpastian (*fuzzy*). Sehingga hasil dari penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi bagi Perum Bulog dalam menerapkan kebijakan distribusi beras RASKIN kedepannya dengan lebih baik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai referensi yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Terdiri dari penjelasan mengenai studi sebelumnya dan dasar teori.

2.1 Studi Sebelumnya

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai studi-studi sebelumnya yang terkait dan mendukung tugas akhir ini. Terdiri dari penjelasan mengenai hasil pada studi sebelumnya serta persamaan dan perbedaan studi sebelumnya dengan tugas akhir ini. Penjelasan mengenai studi sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Studi Sebelumnya Paper 1

Judul Paper	Solving Traveling Salesman Problem by Using a Fuzzy Multi-Objective Linear Programming
Penulis; Tahun	Sepideh Fereidouni (2011)
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini menggunakan metode <i>Fuzzy Multi-Objective Linear Programming</i> (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan piecewise linear untuk menyelesaikan permasalahan <i>multi-objective Traveling Salesman Problem</i> (TSP). Tujuan penelitian adalah meminimalkan biaya, meminimalkan jarak dan meminimalkan waktu. Penelitian ini menghasilkan rute

	terpendek yang memiliki biaya dan waktu yang paling kecil.
Keterkaitan Penelitian	Pada penelitian ini yang terkait dengan penelitian penulis adalah penggunaan metode <i>Fuzzy Multi-Objective Linear Programming</i> (FMOLP) dalam permasalahan distribusi dengan fungsi keanggotaan <i>piecewise linear</i> dan terdapat unsur <i>fuzzy</i> . Salah satu fungsi tujuan pada penelitian ini sama dengan penelitian penulis adalah meminimalkan jarak dengan mencari rute terpendek.

Tabel 2.2 Studi Sebelumnya Paper 2

Judul Paper	A Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Model: A Case Study of an LPG Distribution Network
Penulis; Tahun	Bahar Özyörük, Nilay Dönmez (2014)
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini menggunakan metode <i>Fuzzy Multi-Objective Linear Programming</i> (FMOLP) dengan fungsi keanggotaan <i>piecewise linear</i> untuk memecahkan permasalahan rantai pasok Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang

	<p>memiliki beberapa tujuan <i>fuzzy</i>. Tujuan dari penelitian tersebut adalah meminimalkan total biaya keseluruhan (jumlah dari biaya pengadaan, penyimpanan, pengisian dan transportasi), meminimalkan jarak transportasi. Hasil dari penelitian tersebut adalah total jarak dalam rantai pasok yang harus dilalui serta total biaya yang harus dikeluarkan dalam pelaksanaan distribusi pada proses rantai pasok.</p>
Keterkaitan Penelitian	<p>Pada penelitian ini yang terkait dengan penelitian penulis adalah penggunaan metode <i>Fuzzy Multi-Objective Linear Programming</i> (FMOLP) dalam permasalahan distribusi dengan fungsi keanggotaan <i>piecewise linear</i> dan terdapat unsur <i>fuzzy</i>. Salah satu fungsi tujuan pada penelitian ini sama dengan penelitian penulis adalah meminimalkan jarak.</p>

Tabel 2.3 Studi Sebelumnya Paper 3

Judul Paper	A Multiobjective Programming for Transportation Problem with the Consideration of both Depot to Customer and Customer to Customer Relationships
Penulis; Tahun	Wuttinan Nunkaew, Busaba Phruksaphanrat (2009)
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini menyelesaikan permasalahan transportasi menggunakan metode Multi Objective Programming pada pengiriman depot ke customer dan customer ke customer. Tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan total biaya transportasi dan meminimalkan keseluruhan <i>independence value</i> menggunakan dat kuantitatif dan data kualitatif.
Keterkaitan Penelitian	Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian penulis adalah pada proses distribusi yang dilakukan, dimana depot ke customer dan antar customer dapat berhubungan dalam mengirim atau

	<p>menerima dari customer lain. Pada penelitian penulis proses distribusi bisa dilakukan anatara gudang Perum Bulog ke seluruh gudang di titik-titk distribus , namun gudang disetiap tiitk-titik distribus juga ammpu melakukan pengiriman atau penerimaan beras dari Gudang lain.</p>
--	---

Tabel 2.4 Studi Sebelumnya Paper 4

Judul Paper	The fuzzy multi-objective distribution planner for a green meat supply chain
Penulis; Tahun	Ahmed Mohammed, Qian Wang (2016)
Deskripsi Umum Penelitian	<p>Penelitian ini menggunakan <i>Fuzzy Multi-Objective Programming</i> pada masalah perencanaan distribusi sebuah jaringan rantai pasok daging dengan unsur ketidakpastian (<i>fuzzy</i>). Tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan total transportasi dan implementasi biaya, meminimalkan jumlah emisi CO₂ ditransportasi, meminimalkan waktu distribusi, dan memaksimalkan rata-rata pengiriman.</p>

Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini yang terkait dengan penelitian penulis adalah penggunaan metode <i>Fuzzy Multi-Objective Programming</i> pada masalah perencanaan distribusi dalam lingkungan fuzzy dan kesamaan tujuan yaitu memaksimalkan pengiriman.
-------------------------------	--

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai pendukung dan pedoman dalam pengerjaan tugas akhir ini.

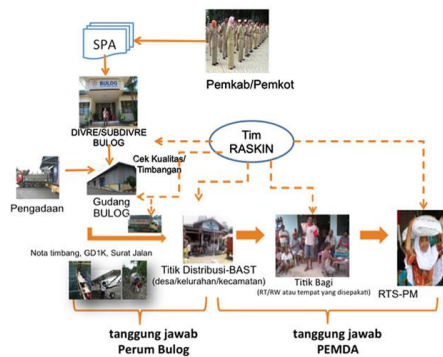
2.2.1. Perum Bulog

BULOG adalah perusahaan umum milik negara yang bergerak di bidang logistik pangan. Ruang lingkup bisnis perusahaan meliputi usaha logistik/ pergudangan, survei dan pemberantasan hama, penyediaan karung plastik, usaha angkutan, perdagangan komoditi pangan dan usaha eceran. Sebagai perusahaan yang tetap mengemban tugas publik dari pemerintah, BULOG tetap melakukan kegiatan menjaga Harga Dasar Pembelian untuk gabah, stabilisasi harga khususnya harga pokok, menyalurkan beras untuk orang miskin (Raskin) dan pengelolaan stok pangan [15].

Perum BULOG memiliki tugas menurut Inpres No. 3 tahun 2012 mengenai kebijakan pengadaan Gabah/ Berita dan penyaluran beras oleh Pemerintah untuk memperkuat ketahanan pangan nasional. Secara detail tugas Perum Bulog ada tiga yaitu melaksanakan kebijakan pembelian gabah/beras dalam negeri, tugas kedua adalah menyediakan dan menyalurkan beras bersubsidi bagi kelompok masyarakat berpendapatan rendah yang diwujudkan dalam pelaksanaan

program RASKIN, dan ketiga adalah menyediakan dan menyalurkan beras, untuk menjaga stabilitas harga beras, menanggulangi keadaan darurat, bencana, dan rawan pangan [16].

Tugas kedua Perum Bulog adalah melakukan penyaluran beras kepada kelompok masyarakat yang sudah terdaftar dalam Rumah Tangga Sasaran (RTS). Gambar 2.1 menjelaskan proses distribusi dimulai dari penyediaan sampai penyaluran ke titik-titik distribusi di kecamatan/kelurahan. [7]:



Gambar 2.1 Alur Distribusi beras RASKIN

2.2.2. Program Raskin

Berawal dari peluncuran program bantuan pangan bersubsidi dengan sebutan Operasi Pasar Khusus (OPK) akibat adanya krisis moneter tahun 1998 merupakan awal pelaksanaan RASKIN yang bertujuan untuk memperkuat ketahanan pangan rumah tangga terutama rumah tangga miskin [17]. Kebijakan pemerintah tersebut kemudian berganti pada tahun 2002 berubah menjadi Beras untuk Keluarga Miskin (RASKIN) yang semakin mempertajam tujuannya dalam ketetapan menentukan sasaran penerima manfaat [18].

Pada tahun 2008 Program ini berubah menjadi Program Subsidi Beras Bagi Masyarakat Berpendapatan Rendah. Dengan demikian rumah tangga sasaran Program ini tidak

hanya Rumah Tangga Miskin, tetapi meliputi Rumah Tangga Rentan atau Hampir Miskin. Namun program subsidi beras bagi masyarakat adalah Program Nasional yang tetap memiliki tujuan yang sama dari tahun 1998 yaitu membantu mencukupi kebutuhan pangan beras masyarakat yang memiliki pendapatan rendah dan mempertahankan kestabilan ketahanan pangan nasional [17].

2.2.2.1 Distribusi Raskin

Penyaluran RASKIN menuju Titik Distribusi (TD) dilakukan beberapa mekanisme sebagai berikut [19]:

1. Masing-masing pihak yang terkait dalam penyaluran Raskin membuat Pakta Integritas yang dituangkan dalam Petunjuk Teknis (Juknis).
2. Berdasarkan jumlah pagu Raskin yang telah ditetapkan, hasil pemutakhiran data RTS PM (DPM-1) yang ditetapkan oleh Kepala Desa/Lurah/Kepala Pemerintah Setingkat, dan diketahui atau disahkan oleh Camat dilaporkan secara berjenjang kepada Tim Koordinasi Raskin Kecamatan dan Kabupaten/Kota untuk selanjutnya menjadi dasar penerbitan SPA oleh Pemda/Kota kepada Perum BULOG setelah masing-masing pihak menandatangani Pakta Integritas.
3. Berdasarkan SPA, Perum BULOG menerbitkan SPPB/DO beras untuk masing-masing Kecamatan atau Desa/Kelurahan.
4. Sesuai dengan SPPB/DO maka Perum BULOG menyalurkan beras sampai ke TD dengan pengawalan TNI dan Polri dan dibuktikan dengan Berita Acara Pengawalan

5. Di TD dilakukan serah terima beras antara Perum BULOG dengan Tim Koordinasi Raskin/Pelaksana Distribusi dan dikawal oleh TNI dan Polri serta dibuat BAST yang ditandatangani oleh kedua belah pihak.
6. Beras yang telah diserahterimakan kepada pelaksana distribusi di TD dan atau Titik Bagi dibagikan kepada RTS-PM dengan pengawasan TNI dan Polri serta disaksikan oleh Pemkab/Kota dan pihak Kecamatan dan Desa/Kelurahan setempat.
7. Beras yang telah diserahterimakan oleh Satker kepada Pelaksana Distribusi akan diterbitkan BAST yang ditandatangani oleh kedua belah pihak dan dilampiri Berita Acara pengawasan dari TNI/Polri.
8. Tikor Raskin Provinsi melakukan monitoring dan evaluasi terhadap penyaluran Raskin kepada RTS-PM secara berkala sesuai kebutuhan monitoring dan evaluasi.
9. Terhadap pembiayaan biaya operasional pengawasan pendistribusian Raskin oleh TNI dan Polri sejak beras keluar dari pintu gudang Perum BULOG sampai diserahkan di TD dan atau Titik Bagi bersumber dari anggaran APBD Provinsi/Kabupaten/Kota atau Perum BULOG.

2.2.3. Optimasi

Optimasi adalah suatu proses untuk mencari atau mencapai hasil yang lebih optimal, dimana optimal berarti nilai yang efektif untuk dicapai. Dalam disiplin ilmu matematika optimasi merujuk pada studi mengenai pencaharian nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi [20].

Optimasi sering terkait dengan peningkatan kinerja sehingga mempunyai kualitas yang baik dan hasil yang lebih tinggi [21]. Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang dalam

peningkatan usaha secara efektif dan efisien untuk membantu mencapai target yang telah dijadikan suatu parameter tertentu. Optimasi telah mendapat perhatian lebih pada beberapa tahun ini karena kemajuan teknologi komputer yang mempengaruhi segala aspek kehidupan. Hal ini menyebabkan perlunya pengambilan keputusan yang optimal didukung oleh perangkat lunak optimasi untuk mendukung strategi-strategi dalam mencapai tujuan [22].

Optimasi berperan dalam penelitian tugas akhir ini karena digunakan untuk mencari nilai optimal dalam distribusi beras RASKIN. Melalui pencarian nilai optimal ini akan dilakukan pemilihan keputusan “terbaik” untuk melakukan penyaluran RASKIN. Nilai optimal ini dicari melalui maksimal kapasitas gudang dan pengadaan persediaan oleh Perum Bulog Divre Jawa Timur.

2.2.4. Fuzzy Multi-Objective Distribution Decision Problem

Fuzzy Multi-Objective Distribution Decision Problem merupakan sebuah optimasi distribusi yang bertujuan dalam menyalurkan barang dari suatu tempat yang dinamakan sumber menuju ke tujuan dalam suatu jaringan rantai pasok.

Distribusi memiliki beberapa tujuan yang harus dipenuhi dalam satu kali proses sehingga permasalahan *Multi-Objective Distribution Planning Decision* dapat menentukan berapa jumlah yang harus dikirim ke tujuan sesuai dengan ketersediaan pasokan dan permintaan dari setiap tujuan dapat terpenuhi. Namun pasokan yang tersedia, permintaan serta koefisien yang terkait dengan permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai bersifat *fuzzy* karena adanya ketidakpastian atau ketidaklengkapan dalam informasi dan data yang ada. Bahkan terkadang pembuat keputusan harus menyelesaikan permasalahan dengan tujuan yang saling bertentangan dan solusi yang didapatkan tetap memenuhi semua tujuan [13].

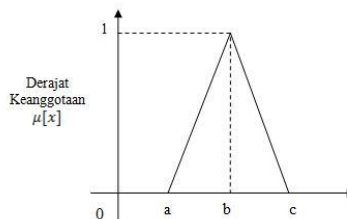
2.2.5. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan titik input data kedalam derajat keanggotaan yang memiliki rentang antara 0 sampai 1. Nilai yang pasti memudahkan pembuat keputusan dalam melakukan pengolahan data [23].

Derajat keanggotaan juga mampu memberikan penilaian yang lebih detail karena membuat fungsi keanggotaan bersifat kontinu. Salah satu pendekatan yang dilakukan di permasalahan distribusi untuk mendapatkan derajat keanggotaan adalah *piecewise linear* [14].

2.2.5.1. Triangular Fuzzy Number (TFN)

Teori himpunan fuzzy yang membantu dalam pengukuran konsep linguistik yang berhubungan dengan penilaian subjektif manusia memakai linguistik adalah *Triangular Fuzzy Number*. TFN merepresentasikan nilai *fuzzy* dengan kurva gabungan dua garis linear pada gambar 2.2 [24]:



Gambar 2.2 Grafik Triangular

Nilai Triangular Fuzzy Number terdiri dari nilai triplet yaitu a , b dan c sesuai gambar 2.2 maka ada tiga bentuk nilai yaitu nilai pesimis, paling sering keluar dan optimis. Jika dijabarkan maka nilai a adalah nilai pesimis dari permintaan, b adalah nilai permintaan yang paling sering keluar dan c adalah nilai optimis.

Pembobotan pada masing-masing nilai yaitu $a=1/6$, $b=4/6$ dan $c=1/6$, nilai b bobotnya paling besar karena nilai b adalah nilai

yang memiliki kedudukan paling tinggi dari nilai lainnya [11].
Persamaan umum dari fungsi keanggotaan *triangular* [24]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & x \leq a \end{cases} \quad (2.2)$$

2.2.5.2. Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear

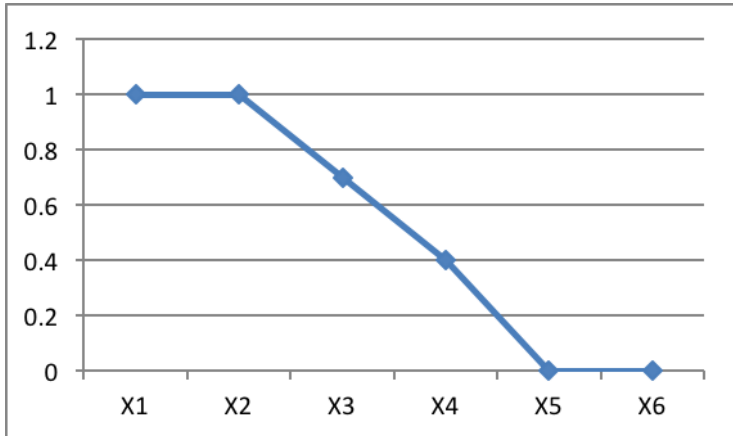
Model MOLP dapat diperluas menjadi model FMOLP menggunakan fungsi keanggotaan piecewise linear untuk mewakili tujuan fuzzy pengambil keputusan dalam model MOLP. Perbedaan antara representasi fungsi keanggotaan linear dan representasi fungsi keanggotaan piecewise linear dapat terlihat pada kemiringan kurva [14].

Keuntungan penggunaan fungsi keanggotaan piecewise linear adalah keterlibatan pengambil keputusan dalam menentukan parameter-parameter yang terkait [24]. Oleh karena itu fungsi keanggotaan piecewise linear dapat mengubah permasalahan yang cocok dengan menambahkan tambahan L. Variabel L ($0 \leq L \leq 1$) merupakan keseluruhan tingkat kepuasan pengambil keputusan terhadap nilai fungsi tujuan yang diberikan [12]. Penentuan derajat keanggotaan adalah penilaian dari pengambil keputusan pada rentang 0,1 sampai pada 1 dengan pengelompokan derajat keanggotaan sebagai berikut [25]:

Tabel 2.5 Derajat Keanggotaan Piecewise Linear

Derajat Keanggotaan	Penilaian pengambil Keputusan
$\mu = 1$	Sangat Optimis
$0,6 < \mu < 0,9$	Optimis
$0,1 < \mu < 0,5$	Pesimis
$\mu = 0$	Sangat Pesimis

Berikut ini adalah salah satu bentuk grafik fungsi keanggotaan piecewise linear untuk suatu fungsi tujuan ditunjukkan pada Gambar 2.3 [12].



Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Piecewise Linear Fungsi

Persamaan umum dari fungsi keanggotaan *piecewise linier* untuk setiap fungsi tujuan *fuzzy* adalah sebagai berikut [12].

$$f_g(Z_g) = \sum_{e=1}^{p_g} \alpha_{ge} |Z_g - x_{ge}| + \beta_g Z_g + \gamma_g \quad (2.3)$$

dengan

$$\alpha_{ge} = -\frac{t_{g,e+1} - t_{ge}}{2} \quad (2.4)$$

$$\beta_g = \frac{t_{g,p_g+1} + t_{g1}}{2} \quad (2.5)$$

$$\gamma_g = \frac{S_{g,p_g+1} + S_{g1}}{2} \quad (2.6)$$

Keterangan :

- e : Batas bawah
- p_g : Batas atas atau batas akhir dari e
- Zg : Fungsi Tujuan ke g
- X_{ge} : Nilai fungsi tujuan (z) dengan derajat keanggotaan e pada fungsi tujuan ke- g
- α_{ge} : Alfa pada derajat keanggotaan e fungsi tujuan g
- β_g : Beta pada fungsi tujuan g
- γ_g : Gamma pada fungsi tujuan g
- t_{ge} : Slope pada derajat keanggotaan e fungsi tujuan g
- S_{g1} : y -intercept pada derajat keanggotaan e ke-1 fungsi tujuan g

2.2.6. Fuzzy Multi-Objective Linear Programming

Beberapa metode dapat menyelesaikan permasalahan optimasi distribusi misalnya Linear Programming, Stepping Stone, dan Modified Distribution (MODI). Namun dalam menyelesaikan permasalahan Multi-Objective Linear Programming dengan ketiga metode tersebut harus memiliki koefisien dari fungsi tujuan dan batasan dengan nilai tetap. Pada praktiknya koefisien-koefisien tersebut tidak terdefiniskan secara akurat sehingga berada dalam lingkungan tidak pasti, sehingga dinamakan sebagai bilangan fuzzy [24].

Himpunan Fuzzy pertama kali diusulkan oleh Zadeh dalam menangani ketidak pastian yang disebabkan oleh ketidaktepatan atau tidak validnya suatu informasi [9]. Zadeh juga mengusulkan bahwa keputusan fuzzy yang didefinisikan sebagai himpunan fuzzy ditentukan oleh perpotongan dari tujuan dan batasan fuzzy [14].

Pada awalnya *Linear Programming* hanya menyelesaikan permasalahan distribusi yang memiliki tujuan dan nilai pasti, namun karena adanya usulan dari Zadeh pada tahun 1976 Zimmermann menambahkan *fuzzy sets* di *Linear Programming* dengan obyektif dan batasan yang *fuzzy* sehingga menjadi *Fuzzy Linear Programming* (FLP), namun FLP masih memiliki kekurangan karena hanya mampu menyelesaikan permasalahan yang memiliki satu tujuan yang akan dicapai. Oleh karena itu selanjutnya di tahun 1978 Zimmermann mengembangkan kembali metode FLP menjadi *Fuzzy Multi Objective Linear Programming* yang mampu memberikan solusi dalam mengatasi permasalahan distribusi dengan tujuan lebih dari satu yang memiliki unsur ketidakpastian (*fuzzy*) [24].

Berikut adalah model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* dalam permasalahan distribusi [14]:

Fungsi tujuan:

- Meminimalkan total biaya produksi dan distribusi:

$$\text{Min } z_1 \cong \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (p_{ij} + c_{ij})Q_{ij} \quad (2.7)$$

- Meminimalkan total waktu distribusi:

$$\text{Min } z_2 \cong \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij}Q_{ij} \quad (2.8)$$

Penggunaan tanda “ \cong ” merupakan bentuk *fuzzy* dari “ $=$ ”. Sedangkan batasan-batasannya adalah sebagai berikut:

- Batasan bahwa jumlah persediaan produk yang tersedia oleh sumber tidak boleh kurang dari jumlah produk yang akan didistribusikan.

$$\sum_{j=1}^n Q_{ij} \leq \tilde{S}_i \quad \forall i \quad (2.9)$$

- Batasan bahwa jumlah produk yang akan didistribusikan tidak boleh kurang dari jumlah permintaan tujuan.

$$\sum_{i=1}^m Q_{ij} \geq \tilde{D}_j \quad \forall j \quad (2.10)$$

- Batasan bahwa jumlah produk yang akan didistribusikan tidak boleh negatif atau kurang dari nol.

$$Q_{ij} \geq 0 \quad \forall i, \forall j \quad (2.11)$$

Keterangan:

- Index
 - i : Index untuk sumber (1, 2, ...)
 - j : Index untuk tujuan (1, 2, ...)
 - g : Index untuk fungsi tujuan (1, 2)
- Variabel keputusan
 - Q_{ij} : Produk yang dikirim dari sumber ke tujuan (unit)
- Fungsi tujuan
 - z_1 : Total biaya produksi dan biaya distribusi (\$)
 - z_2 : Total waktu distribusi (jam)
- Parameter
 - p_{ij} : Biaya produksi per unit produk yang dikirim dari sumber ke tujuan (\$/unit)
 - c_{ij} : Biaya distribusi per unit produk yang dikirim dari sumber ke tujuan (\$/unit)
 - t_{ij} : Waktu distribusi produk dari sumber ke tujuan (jam/unit)

\tilde{S}_i : Total persediaan produk di sumber (unit)
 \tilde{D}_j : Total permintaan produk pada tujuan (unit)

Kedua fungsi tujuan di atas akan digabungkan agar dapat memberikan suatu hasil yang mencakup seluruh fungsi tujuan tersebut sehingga fungsi tujuannya adalah memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan (L). Batasan dari fungsi tujuan memaksimalkan L ditunjukkan pada persamaan [12].

$$\begin{aligned}
 L \leq & -\left(\frac{t_{g2} - t_{g1}}{2}\right)(d_{g1}^- - d_{g1}^+) - \left(\frac{t_{g3} - t_{g2}}{2}\right)(d_{g2}^- - d_{g2}^+) \\
 & - \dots - \left(\frac{t_{g,Pg+1} - t_{gPg}}{2}\right)(d_{gPg}^- - d_{gPg}^+) + \frac{t_{g,Pg+1} - t_{g1}}{2} Z_g \\
 & + \frac{S_{g,Pg+1} + S_{g1}}{2}, \quad g \\
 & = 1,2,3
 \end{aligned} \tag{2.12}$$

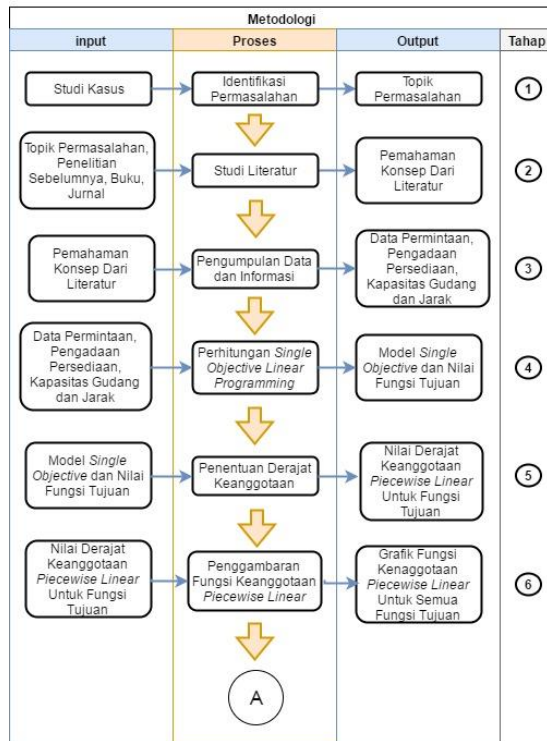
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

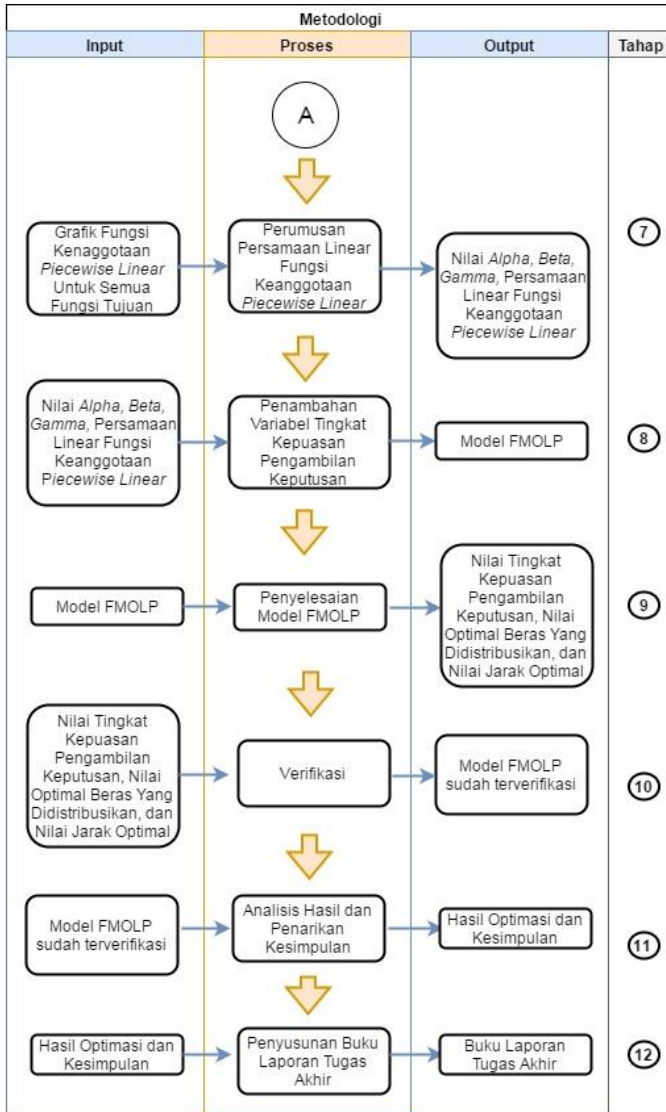
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan sistematis yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Tahapan-tahapan tersebut digunakan sebagai panduan agar pengerjaan tugas akhir ini terlaksana secara terarah dan terstruktur.

3.1 Metodologi Penelitian

Diagram metodologi dari tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Metodologi Penelitian

3.2 Uraian Metodologi

3.2.1. Identifikasi Permasalahan

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan pemahaman proses distribusi dan studi literatur melalui beberapa jurnal yang terkait mengenai permasalahan distribusi beras RASKIN yang dilakukan oleh Perum Bulog. Selanjutnya ditentukan metode penyelesaian yang sesuai dengan identifikasi permasalahan. Selain dari jurnal, dilakukan pula pencarian materi pendukung lainnya dari buku ataupun tugas akhir yang membahas mengenai optimasi distribusi untuk memperkaya literatur yang dimiliki.

3.2.2. Studi Literatur

Tahap studi literatur merupakan tahapan dalam mengumpulkan dan mengkaji pustaka tentang konsep metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini. Studi literatur ini dilakukan dengan mencari jurnal, paper, laporan penelitian atau tugas akhir terkait mengenai optimasi distribusi pemahaman konsep dari penelitian-penelitian sebelumnya. Adapun pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan proses optimasi distribusi adalah metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*.

3.2.3. Pengumpulan Data dan Informasi

Tahap pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan penggalan data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini mengingat bahwa data merupakan pendukung utama dalam terlaksanakannya tugas akhir ini. Pada tugas akhir ini data yang dibutuhkan diantaranya:

- Jumlah permintaan beras RASKIN tahun 2016.
- Data pengadaan persediaan beras RASKIN tahun 2016.

- Data gudang dan kapasitas gudang.
- Data biaya distribusi antar gudang Bulog.
- Data waktu distribusi antar gudang Bulog.

3.2.4. Perhitungan *Single Objective Linear Programming*

Tahap ini akan dilakukan perhitungan optimasi untuk menyelesaikan fungsi tujuan secara terpisah berdasarkan data-data yang telah dilakukan pengumpulan data di Perum Bulog pada tahap sebelumnya. Hasil penyelesaian perhitungan *Single Objective Linear Programming* merupakan model *Single Objective Linear Programming* yang sesuai dengan proses distribusi Perum Bulog. Hasil tersebut akan menjadi masukan dalam melakukan perhitungan optimasi dengan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*. Detail aktivitas dalam model *Single Objective Linear Programming* sebagai berikut :

3.2.4.1. Perancangan Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data permintaan, pengadaan persediaan, data gudang dan data kapasitas gudang, data biaya dan waktu distribusi antar gudang. Data dirancang sesuai dengan kebutuhan sebelum dilakukan proses optimasi.

- **Pengubahan Nilai Permintaan menjadi Nilai Pesimis, Paling Sering Keluar dan Optimis**

Data permintaan yang di masukkan diubah menjadi tiga nilai sesuai dengan sub bab 2.2.5 yaitu nilai pesimis, paling sering keluar dan optimis dengan mengalikan nilai jumlah permintaan ke masing-masing faktor yang berpengaruh. Nilai pesimis didapatkan dari jumlah permintaan beras RASKIN dengan nilai terendah dari Perum Bulog, nilai optimis adalah jumlah permintaan beras RASKIN dengan nilai tertinggi dari Perum

Bulog, sedangkan nilai yang paling sering keluar diambil dari nilai permintaan asli dari data yang didapatkan dari Perum Bulog.

➤ **Perkalian Nilai Permintaan menjadi Nilai Pesimis, Paling Sering Keluar dan Optimis**

Masing-masing nilai yang telah didapatkan kemudian dikalikan dengan bobot yang berbeda. Menurut Özyörük & Dönmez [11], pemberian bobot untuk nilai pesimis adalah sebesar $1/6$, nilai yang paling sering keluar adalah sebesar $4/6$, dan nilai optimis adalah sebesar $1/6$ [26].

3.2.4.2. Perumusan Model *Single Objective Linear Programming*

Data yang didapatkan dari pengumpulan data dan informasi akan menjadi masukan pada proses perumusan model *Single Objective Linear Programming* dan menjadi masukan untuk membuat model FMOLP. Pada proses ini menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan dan batasan.

3.2.4.3. Pengimplementasian Model *Single Objective Linear Programming*

Pada proses ini, dilakukan pengimplementasian model yang telah dirumuskan pada aktivitas 3.2.4.1 berupa kode-kode program fungsi tujuan dan batasan.

3.2.4.4. Penyelesaian Model *Single Objective Linear Programming*

Pada proses ini dilakukan perhitungan fungsi tujuan satu per satu secara terpisah menggunakan *software* Lingo. Perhitungan pertama dilakukan pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi sehingga ditemukan solusi biaya pendistribusian beras RASKIN untuk setiap gudang.

Setelah itu dilakukan perhitungan fungsi tujuan kedua yaitu meminimalkan waktu distribusi sehingga didapatkan solusi waktu pendistribusian beras RASKIN untuk setiap gudang.

3.2.5. Penentuan Derajat Keanggotaan

Proses ini akan dilakukan penentuan derajat keanggotaan untuk setiap fungsi tujuan, dimana hasil dari perhitungan *Single Objective Linear Programming* menjadi derajat keanggotaan piecewise linear dengan interval antara 0 sampai 1.

3.2.6. Penggambaran Fungsi Keanggotaan *Piecewise Linear*

Pada proses ini akan dilakukan penggambaran grafik fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk setiap $(Z_g, f_g(Z_g))$ untuk $g=1,2$. Kemudian fungsi tujuan dipetakan $f_g(Z_g)$ dengan interval antara 0 sampai 1. Nilai fungsi tujuan yang paling mendekati atau sama dengan nilai sebenarnya maka nilai keanggotaan $f_g(Z_g)$ adalah 1, jika nilai fungsi tujuan semakin menjauhi nilai sebenarnya maka nilai keanggotaannya akan mendekati atau sama dengan 0.

3.2.7. Perumusan Persamaan Linear Fungsi Keanggotaan *Piecewise Linear*

Pada proses ini akan dilakukan konversi fungsi keanggotaan *piecewise linear* $f_g(Z_g)$ kebentuk persamaan linear berikut [12]:

$$f_g(Z_g) = \sum_{e=1}^{v_g} \alpha_{ge} |Z_g - x_{ge}| + \beta_g Z_g + \gamma_g, \quad = 1,2 \quad (3.1)$$

Dalam rumus pada persamaan 3.1 dijabarkan maka ada beberapa aktivitas yang dilakukan dalam menyelesaikan

perumusan persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* sebagai berikut :

3.2.7.1. Perhitungan Nilai Slope (t_{ge})

Slope merupakan masukan untuk melakukan perhitungan alfa, beta dan gamma. Berikut ini adalah persamaan umum dalam menghitung *slope* [12]:

$$t_{g1} = \left(\frac{q_{g1} - 0}{X_{g1} - X_{g0}} \right), t_{g2} = \left(\frac{q_{g2} - q_{g1}}{X_{g2} - X_{g1}} \right), \dots, \\ t_{g,P_g+1} = \left(\frac{1 - q_{gP_g}}{X_{g,P_g+1} - X_{gP_g}} \right) \quad (3.2)$$

Untuk $e = 1, 2, \dots, P_g$

Keterangan :

q_{g1} :Derajat keanggotaan e ke-1 pada fungsi tujuan ke- g

q_{g2} :Derajat keanggotaan e ke-2 pada fungsi tujuan ke- g

X_{g1} :Nilai fungsi tujuan (z) dengan e ke-1 pada fungsi tujuan ke- g

X_{g2} :Nilai fungsi tujuan (z) dengan e ke-2 pada fungsi tujuan ke- g

e :Batas awal atau batas minimal dari e

P_g :Batas akhir atau batas maksimal dari e

3.2.7.2. Perhitungan Nilai Alfa, Beta, dan Gamma

Persamaan dalam mencari alfa, beta dan gamma adalah sebagai berikut [12]:

$$\alpha_{ge} = -\frac{t_{g,e+1} - t_{ge}}{2}, g = 1, 2 \quad (3.3)$$

$$\beta_g = \frac{t_{g,P_g+1} + t_{g1}}{2}, g = 1,2 \quad (3.4)$$

$$\gamma_g = \frac{S_{g,P_g+1} + S_{g1}}{2}, g = 1,2 \quad (3.5)$$

Sehingga persamaan-persamaan 3.1. yang menghasilkan persamaan dalam bentuk baru seperti dibawah ini [12] :

$$\begin{aligned} f_g(Z_g) = & -\left(\frac{t_{g2} - t_{g1}}{2}\right) |Z_g - X_{g1}| - \left(\frac{t_{g3} - t_{g2}}{2}\right) |Z_g - X_{g2}| \\ & - \dots - \left(\frac{t_{g,P_g+1} - t_{gP_g}}{2}\right) |Z_g - X_{gP_g}| + \frac{t_{g,P_g+1} + t_{g1}}{2} Z_g \\ & + \frac{S_{g,P_g+1} + S_{g1}}{2}, g = 1,2 \end{aligned} \quad (3.6)$$

3.2.7.3. Penambahan Variabel Deviatonal

Persamaan variabel deviatonal adalah sebagai berikut [12]:

$$Z_g + d_{ge}^- - d_{ge}^+ = X_{ge}, g = 1,2 = 1,2, \dots, P_g \quad (3.7)$$

Dimana d_{ge}^- dan d_{ge}^+ menunjukkan variabel deviatonal pada titik g dan X_{ge} mewakili nilai-nilai fungsi tujuan g pada titik g Sehingga disubtitusikan pada persamaan linear baru yang terbentuk 3.6 sehingga menghasilkan persamaan keanggotaan *piecewise linear* berikut ini [12]:

$$\begin{aligned} f_g(Z_g) = & -\left(\frac{t_{g2} - t_{g1}}{2}\right) (d_{g1}^- - d_{g1}^+) - \left(\frac{t_{g3} - t_{g2}}{2}\right) (d_{g2}^- \\ & - d_{g2}^+) \\ & - \dots - \left(\frac{t_{g,P_g+1} - t_{gP_g}}{2}\right) (d_{gP_g}^- - d_{gP_g}^+) \\ & + \frac{t_{g,P_g+1} - t_{g1}}{2} Z_g + \frac{S_{g,P_g+1} + S_{g1}}{2}, g = 1,2 \end{aligned} \quad (3.8)$$

3.2.8. Penambahan Variabel Tingkat Kepuasan Pengambilan Keputusan

Pada proses ini akan ada penambahan variabel L sebagai salah satu ukuran nilai pada penggabungan fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi, meminimalkan waktu distribusi dalam proses distribusi. Variabel L yang merupakan interval antara 0 sampai 1 merepresentasikan tingkat kepuasan dari pembuat keputusan sehingga nilai L harus dimaksimalkan. Substitusi variabel L dengan $L \leq f_g(Z_g)$ ke persamaan 3.8 akan menjadi persamaan seperti dibawah ini [12]:

$$\begin{aligned}
 L \leq & -\left(\frac{t_{g2}-t_{g1}}{2}\right)(d_{g1}^- - d_{g1}^+) - \left(\frac{t_{g3}-t_{g2}}{2}\right)(d_{g2}^- - \\
 & d_{g2}^+) \\
 & \dots - \left(\frac{t_{g,P_g+1} - t_{gP_g}}{2}\right)(d_{gP_g}^- - d_{gP_g}^+) \\
 & \quad + \frac{t_{g,P_g+1} - t_{g1}}{2} Z_g \\
 & + \frac{S_{g,P_g+1} + S_{g1}}{2}, g = 1,2 \quad (3.9)
 \end{aligned}$$

Pada proses ini akan dihasilkan model FMOLP yang sesuai dengan proses bisnis distribusi beras RASKIN.

3.2.9. Penyelesaian Model FMOLP

Setelah seluruh persamaan batasan lengkap pada proses ini dilakukan perhitungan kepuasan pengambil keputusan menggunakan *software* Lingo adalah fungsi tujuan memaksimalkan L . Nilai L dapat dimodifikasi oleh pembuat keputusan dengan menyesuaikan data fuzzy dan parameter model. Modifikasi dilakukan dengan mengubah-ubah nilai keanggotaan *piecewise linear* agar nilai L meningkat. Pada proses ini keluaran berupa nilai tingkat kepuasan pengambil keputusan optimal.

3.2.10. Verifikasi

Pada proses ini dilakukan verifikasi terhadap model yang telah dihasilkan pada proses sebelumnya. Verifikasi digunakan untuk memastikan kebenaran model yang telah dihasilkan sesuai atau melanggar batasan. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan antara keluaran yang dihasilkan dari model dan data asli Perum Bulog. Untuk mengetahuinya dilakukan substitusi hasil keluaran ke batasan sehingga dapat diketahui bahwa semua batasan telah terpenuhi.

Jika model yang dihasilkan sudah sesuai atau tidak melanggar batasan, maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah analisis hasil dan penarikan kesimpulan. Apabila model yang dihasilkan masih belum sesuai atau melanggar batasan, maka dilakukan perubahan interval nilai fungsi tujuan pada proses 3.2.5 terkait dengan penentuan derajat keanggotaan *piecewise linear*. Sehingga nilai parameter α , β dan γ juga ikut berubah dan mempengaruhi model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*. Namun jika model tetap belum sesuai atau masih melanggar batasan maka harus dilakukan pengecekan ulang terhadap proses 3.2.4. mengenai perhitungan *Single Objective Linear Programming*.

3.2.11. Analisis hasil dan Penarikan Kesimpulan

Pada proses ini akan dilakukan analisis hasil dari optimasi distribusi yang telah dilakukan. Setelah dilakukan analisis kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang menjadi rekomendasi untuk membantu pihak Perum Bulog dalam penyusunan kebijakan distribusi beras RASKIN.

3.2.12. Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir

Tahapan terakhir adalah pembuatan laporan tugas akhir sebagai bentuk dokumentasi atas terlaksananya tugas akhir ini. Di dalam laporan tersebut mencakup:

a. Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat pengerjaan tugas akhir ini.

b. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Dijelaskan mengenai penelitian-penelitian serupa yang telah dilakukan serta teori – teori yang menunjang permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini

c. Bab III Metodologi Penelitian

Dalam bab ini dijelaskan mengenai tahapan – tahapan apa saja yang harus dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir.

d. Bab IV Perancangan

Bab yang berisi tentang setiap langkah yang dilakukan dalam perancangan penyelesaian yang digunakan dalam tugas akhir.

e. Bab V Implementasi

Bab yang berisi tentang setiap langkah yang dilakukan dalam implementasi metodologi yang digunakan dalam tugas akhir.

f. Bab VI Analisis dan Pembahasan

Bab yang berisi tentang pembahasan dalam penyelesaian permasalahan yang dibahas pada pengerjaan tugas akhir ini

g. Bab VII Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang ditujukan untuk kelengkapan penyempurnaan tugas akhir ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PERANCANGAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai rancangan bagaimana penelitian akan dilakukan. Terdiri dari penjelasan mengenai subjek dan objek penelitian dan perumusan model.

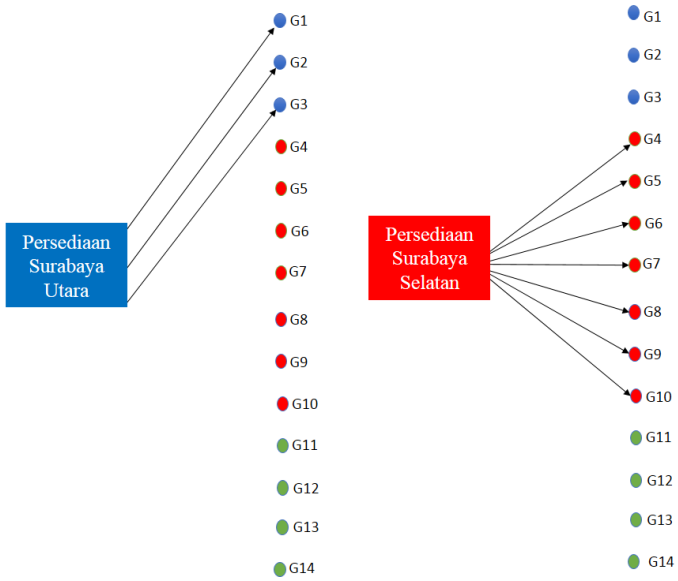
4.1 Pengumpulan Data dan Informasi

Data masukan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data permintaan, pengadaan persediaan, kapasitas gudang, biaya distribusi RASKIN, waktu distribusi RASKIN antar gudang serta persentase faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penurunan permintaan. Berikut adalah deskripsi data yang akan dilakukan penyelesaian pada tugas akhir ini :

4.1.1. Deskripsi Proses Distribusi

Optimasi dilakukan untuk distribusi beras RASKIN pada wilayah subdivre Surabaya Selatan, Surabaya Utara dan Madura. Proses distribusi beras RASKIN dilakukan antar gudang sehingga gudang dapat menjadi sumber atau tujuan. Pada setiap wilayah subdivre kabupaten atau kota memiliki wilayah cakupan titik distribusi sesuai dengan jumlah Rumah Tangga Sasaran (RTS) penerima RASKIN.

Nilai yang akan digunakan untuk menyelesaikan studi kasus ini adalah jumlah penyaluran beras RASKIN dalam satu tahun pada satuan ton yang disebut data permintaan RASKIN. Jumlah permintaan bersifat *fuzzy* atau tidak selalu tetap karena dapat mengalami peningkatan dan penurunan akibat adanya faktor-faktor, seperti perubahan angka kemiskinan. Gambar 4.1. sampai pada 4.4 menjelaskan gambaran umum proses distribusi pada Perum Bulog Divre Jawa Timur.

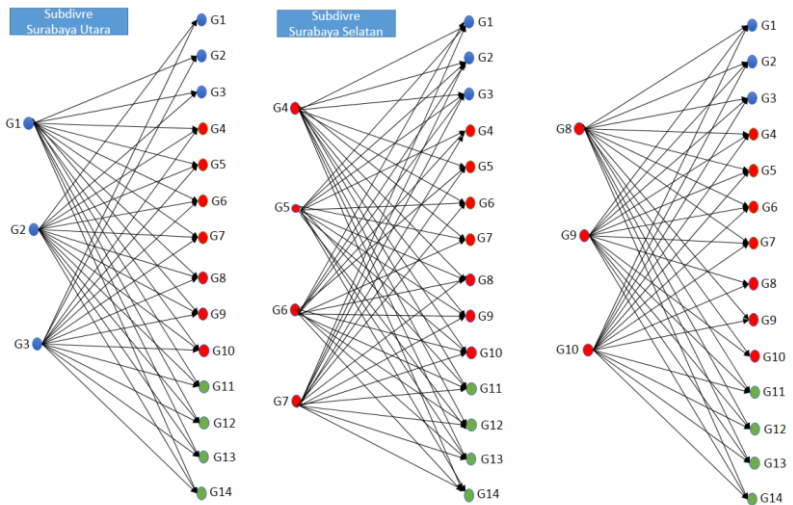


Gambar 4.1 Distribusi SubDivre ke Gudang masing-masing



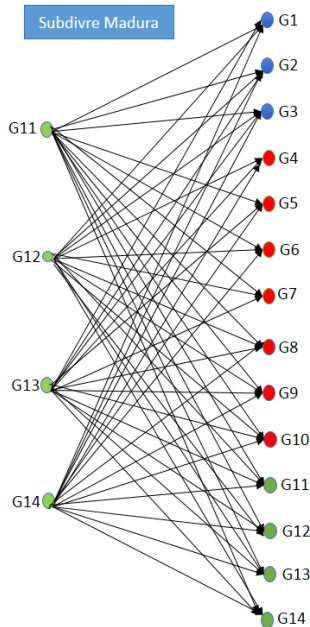
Gambar 4.2 Distribusi SubDivre ke Gudang masing-masing

Setelah dilakukan penyebaran persediaan kemudian akan diketahui gudang yang memiliki kelebihan Raskin (j) dan gudang yang memiliki kekurangan Raskin (k) sehingga selanjutnya adalah melakukan pendistribusian Raskin dari gudang j menuju ke gudang k untuk dapat memenuhi permintaan semua gudang. Gambar 4.3 dan 4.4 menjelaskan bentuk skema pendistribusian yang terjadi pada tiga wilayah atau tiga subdivre.



Gambar 4.3 Distribusi Raskin antar Gudang

Gambar 4.3 merupakan proses distribusi dari gudang ke gudang untuk gudang SubDivre Surabaya Utara ke gudang Surabaya Selatan dan Madura, sedangkan untuk gudang SubDivre Surabaya Selatan ke gudang Surabaya Utara dan Madura dan pada gambar 4.4 gudang SubDivre Madura ke gudang Surabaya Utara dan Surabaya Selatan.



Gambar 4.4 Distribusi Raskin antar Gudang

Model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) yang dirumuskan pada tugas akhir ini didasarkan pada beberapa asumsi, yaitu sebagai berikut:

1. Semua fungsi tujuan bernilai *fuzzy*.
2. Semua persamaan fungsi tujuan dan batasan adalah persamaan linear.

4.1.2. Data Permintaan RASKIN

Data permintaan RASKIN terdiri dari jumlah penyaluran beras RASKIN dalam satuan kg pada setiap wilayah subdivre untuk setiap Rumah Tangga Sasaran-Penerima Manfaat (RTS-PM).

Nilai yang harus disalurkan pada setiap gudang disebut nilai permintaan gudang sesuai dengan

permintaan diwilayah cakupannya. Sesuai dengan batasan pada tugas akhir ini menggunakan data yang berada pada wilayah subdivre Surabaya Utara, Surabaya Selatan dan Madura maka data permintaan RASKIN tiap daerah yang dapat dilihat pada tabel 4.1:

Tabel 4.1 Data Permintaan Raskin

NO.	SUBDIVRE	Penyaluran/bulan	
	KAB/KOTA	RTS-PM	Kg
I.	SURABAYA UTARA	221.845	3.327.675
1	Kota Surabaya	65.991	989.865
2	Kab Sidoarjo	78.103	1.171.545
3	Kab Gresik	77.751	1.166.265
II.	SURABAYA SELATAN	178.265	2.673.975
4	Kota Mojokerto	5.205	78.075
5	Kab. Mojokerto	71.055	1.065.825
6	Kab. Jombang	102.005	1.530.075
III.	MADURA	396.490	5.947.350
7	Kab. Bangkalan	85.068	1.276.020
8	Kab. Sampang	108.647	1.629.705
9	Kab. Pamekasan	86.397	1.295.955
10	Kab. Sumenep	116.378	1.745.670

4.1.3. Data Pengadaan Persediaan

Data pengadaan persediaan adalah data mengenai persediaan beras RASKIN yang mampu disediakan Perum Bulog untuk memenuhi permintaan pada setiap gudang diwilayah distribusi masing-masing. Data pengadaan persediaan ini kumulatif pada setiap wilayah Subdivre yaitu wilayah Surabaya Selatan, Surabaya Utara dan Madura. Berikut adalah data

persediaan disetiap wilayah Subdivre ditunjukkan pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Data Persediaan

SUBDIVRE	PENGADAAN
KAB/KOTA	PERSEDIAAN(TON)/TAHUN
SURABAYA UTARA	52356
SURABAYA SELATAN	20270
MADURA	8494

4.1.4. Data Gudang

Data gudang terdiri dari data nama gudang dan data kapasitas pada setiap gudang. Data kapasitas menunjukkan banyaknya beras RASKIN yang dapat ditampung pada gudang tersebut. Data gudang sesuai dengan kawasan Subdivre Surabaya Selatan, Surabaya Utara dan Madura. Tabel 4.3 menjelaskan tentang kapasitas gudang (dalam ton) setiap tahun yang digunakan pada tugas akhir ini.:

Tabel 4.3 Data Gudang dan Kapasitasnya

SUBDIVRE	GUDANG	KAPASITAS (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
SUB DIVRE SURABAYA UTARA		
Kota Surabaya	GBB. BANJAR KEMANTREN III	70.000
Kab Sidoarjo	GBB. BANJAR KEMANTREN I	36.500
Kab Gresik	GBB. BANJAR KEMANTREN II	70.000
SUB DIVRE SURABAYA SELATAN		
Kota Mojokerto	GBB. SOOKO	18.500
Kab. Mojokerto	GBB. GUNUNG GEDANGAN	24.500
Kab.	GBB. MOJONGAPIT	

SUBDIVRE	GUDANG	KAPASITAS (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Jombang		9.000
	GBB. TUNGGORONO I	10.500
	GBB. TUNGGORONO II	10.000
	GSP. SEMBUNG	10.000
	GBB. DAPUR KEJAMBON	17.500
SUB DIVRE MADURA		
Kab. Bangkalan	GSP. MLAJAH	2.000
Kab. Sampang	GBL. BANYUANYAR	2.500
Kab. Pamekasan	GBB. LARANGAN TOKOL	7.000
Kab. Sumenep	GBB. KERTASADA	3.000

4.1.5. Data Biaya

Data Biaya adalah data yang terkait dengan biaya distribusi beras RASKIN dari gudang j menuju gudang k pada wilayah Jawa Timur. Tabel 4.4. menjelaskan tentang penentuan data biaya didapatkan sesuai dengan biaya distribusi yang terkait dengan biaya armada dan biaya bahan bakar antar gudang Bulog [27].

4.1.6. Data Waktu

Data waktu adalah data yang menggambarkan lama tempuh (jam/ton) dari gudang satu ke gudang lainnya. Data waktu tempuh yang digunakan adalah data gudang-gudang yang berada pada wilayah SubDivre Surabaya Selatan, Surabaya Selatan dan Madura. Tabel 4.5 menjelaskan tentang waktu distribusi pada wilayah Surabaya Utara terdapat 3 gudang, Surabaya Selatan 7 gudang dan Madura 4 gudang sehingga total keseluruhan gudang dalam tiga wilayah Subdivre adalah 14 gudang.

Tabel 4.4 Matriks Data Biaya Distribusi

		GBB.B ANJAR KEMA NTREN III	GBB.BA NJAR KEMAN TREN I	GBB.B ANJAR KEMA NTRE N II	GBB SOO KO	GBB GUNU NG GEDA NGAN	GBB MOJON GAPIT	GBB TUNGG ORONO I	GBB TUNGG ORONO II	GSP SEMB UNG	GBB DAPU R KEJA MBON	GSP. MLA JAH	GBL. BANYU ANYAR	GBB. LARA NGAN TOKO L	GBB. KERTA SADA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GBB.BANJA R KEMANTRE N III	1	0	0	4032 1	453 00	4424 7	47543	48321	48310	4881 3	4787 5	457 69	51388	5413 5	61459
GBB.BANJA R KEMANTRE N I	2	0	0	4080 2	451 85	4413 2	47428	48218	48195	4875 6	4776 0	473 94	53105	5573 7	63062
GBB.BANJA R KEMANTRE N II	3	40356	40390	0	453 68	4431 6	47600	48390	48436	4892 8	4793 2	461 47	51846	5459 3	61917
GBB SOOKO	4	44419	44373	4479 6	0	4015 0	42702	43492	43480	4402 9	4303 4	501 87	55852	5859 8	65923
GBB GUNUNG GEDANGAN	5	43881	43858	4428 1	406 53	0	42885	43675	43663	4421 3	4321 7	496 72	55394	5802 6	65465
GBB MOJONGAP IT	6	47222	47142	4756 6	425 19	4288 5	0	40299	40287	4104 2	4003 5	529 90	58598	6134 5	68669
GBB TUNGGORO NO I	7	47989	47898	4832 1	432 74	4364 0	40333	0	0	4045 9	4042 4	532 19	59399	6214 6	69470

		GBB.B ANJAR KEMA NTREN III	GBB.BA NJAR KEMAN TREN I	GBB.B ANJAR KEMA NTRE N II	GBB SOO KO	GBB GUNU NG GEDA NGAN	GBB MOJON GAPIT	GBB TUNGG ORONO I	GBB TUNGG ORONO II	GSP SEMB UNG	GBB DAPU R KEJA MBON	GSP. MLA JAH	GBL. BANYU ANYAR	GBB. LARA NGAN TOKO L	GBB. KERTA SADA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GBB TUNGGORO NO II	8	47978	47955	4841 3	433 31	4369 8	40321	0	0	4039 0	4040 2	536 77	58827	6157 4	68898
GSP SEMBUNG	9	48745	48653	4907 6	440 29	4439 6	41226	40402	40390	0	4118 0	544 78	60200	6283 3	70157
GBB DAPUR KEJAMBON	10	47428	47348	4777 2	427 25	4309 1	39909	40424	40413	4134 0	0	532 19	58827	6157 4	68898
GSP. MLAJAH	11	45655	45746	4502 5	500 15	4896 2	52304	52990	52990	5356 3	5253 3	0	47348	5006 1	57454
GBL. BANYUAN YAR	12	51274	51388	5067 9	557 37	5459 3	57912	58713	58713	5928 5	5825 5	473 37	0	4231 3	49660
GBB. LARANGAN TOKOL	13	54020	54135	5344 8	583 69	5733 9	60658	61459	61459	6203 2	6100 2	500 49	42324	0	47051
GBB. KERTASAD A	14	61230	61459	6077 3	656 94	6466 4	67983	68784	68784	6935 6	6832 6	573 39	49660	4703 9	0

Tabel 4.5 Matriks Data Waktu Distribusi

		GBB.B ANJAR KEMAN TREN III	GBB.B ANJAR KEMAN TREN I	GBB. BANJ AR KEM ANT REN II	GBB SOOK O	GBB GUNU NG GEDA NGAN	GBB MOJON GAPIT	GBB TUNGG ORONO I	GBB TUNGG ORONO II	GSP SEMB UNG	GBB DAPU R KEJA MBON	GSP. MLA JAH	GBL. BANYU ANYAR	GBB. LARA NGAN TOKO L	GBB. KERTA SADA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GBB.BAN JAR KEMANT REN III	1	0	0	0,2 0	1,45	1,20	1,95	2,10	2,10	2,20	2,12	1,4 3	2,47	2,88	4,20
GBB.BAN JAR KEMANT REN I	2	0	0	0,4 0	1,35	1,15	1,85	1,95	1,87	2,03	1,93	1,7 3	2,88	3,42	4,97
GBB.BAN JAR KEMANT REN II	3	0,32	0,17	0	1,22	0,98	1,65	1,78	2,13	1,83	1,77	1,4 7	2,52	3,02	4,52
GBB SOOKO	4	1,30	1,23	1,0 8	0	0,20	0,67	0,80	0,72	0,90	0,80	2,2 0	3,33	4,08	5,47
GBB GUNUNG GEDANG AN	5	1,13	1,08	0,9 5	0,27	0	0,67	0,83	0,90	0,93	0,82	2,0 5	3,17	3,93	5,23

		GBB.B ANJAR KEMAN TREN III	GBB.B ANJAR KEMAN TREN I	GBB. BANJ AR KEM ANT REN II	GBB SOOK O	GBB GUNU NG GEDA NGAN	GBB MOJON GAPIT	GBB TUNGG ORONO I	GBB TUNGG ORONO II	GSP SEMB UNG	GBB DAPU R KEJA MBON	GSP. MLA JAH	GBL. BANYU ANYAR	GBB. LARA NGAN TOKO L	GBB. KERTA SADA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GBB MOJONG APIT	6	1,77	1,70	1,6 5	0,58	0,67	0	0,23	0,22	0,32	0,18	2,6 8	3,87	4,67	5,93
GBB TUNGGO RONO I	7	1,97	1,87	1,8 3	0,75	0,83	0,25	0	0	0,18	0,22	3,0 2	4,03	4,88	6,05
GBB TUNGGO RONO II	8	1,95	2,10	2,1 3	0,77	0,85	0,23	0	0	0,15	0,20	2,8 7	3,92	4,33	5,57
GSP SEMBUN G	9	2,13	2,07	2,0 0	0,92	1,02	0,40	0,18	0,15	0	0,40	3,0 5	4,22	5,05	6,20
GBB DAPUR KEJAMBO N	10	1,80	1,78	1,7 3	0,60	0,68	0,10	0,27	0,25	0,38	0	2,7 8	3,88	4,72	5,93
GSP. MLAJAH	11	1,53	1,55	1,0 8	2,47	2,30	2,95	3,08	3,07	3,15	3,03	0	1,67	2,20	3,75
GBL. BANYUA NYAR	12	2,45	2,65	2,6 5	3,43	2,87	3,85	3,98	3,93	4,10	3,98	1,6 8	0	0,38	2,00

		GBB.B ANJAR KEMAN TREN III	GBB.B ANJAR KEMAN TREN I	GBB. BANJ AR KEM ANT REN II	GBB SOOK O	GBB GUNU NG GEDA NGAN	GBB MOJON GAPIT	GBB TUNGG ORONO I	GBB TUNGG ORONO II	GSP SEMB UNG	GBB DAPU R KEJA MBON	GSP. MLA JAH	GBL. BANYU ANYAR	GBB. LARA NGAN TOKO L	GBB. KERTA SADA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GBB. LARANG AN TOKOL	13	2,80	2,80	3,0 8	4,55	4,28	5,02	5,17	4,35	5,28	5,15	2,1 0	0,52	0	1,57
GBB. KERTASA DA	14	4,23	4,68	4,6 5	5,52	5,27	5,95	6,08	5,60	6,20	6,08	3,6 3	2,10	1,62	0

4.2 Penghitungan *Single Objective Linear Programming*
Single Objective Linear Programming merupakan metode optimasi untuk menyelesaikan satu fungsi tujuan. Hasil dari penghitungan *Single Objective Linear Programming* akan menjadi masukan bagi penghitungan dengan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming*.

4.2.1. Perancangan Data

Pada sub bab ini akan dilakukan perancangan data dan informasi yang didapatkan pada langkah sebelumnya sebagai input dalam proses perhitungan *Single Objective Linear Programming*.

4.2.1.1. Pengubahan Nilai Permintaan

Pada sub bab ini akan dilakukan pengubahan nilai permintaan yang memiliki unsur *fuzzy* menjadi tiga bentuk nilai sesuai dengan derajat keanggotaan triangular yaitu nilai yang sering keluar, nilai optimis dan nilai pesimis, Namun sebelumnya nilai permintaan diubah dari satuan kg per tahun menjadi satuan ton per tahun untuk menyamakan dengan satuan persediaan serta kapasitas dari gudang Bulog sesuai tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Data Permintaan Dalam Satuan Ton

SUBDIVRE	GUDANG	PERMINTAAN (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Kota Surabaya	GBB. BANJAR KEMANTREN III	11.878
Kab Sidoarjo	GBB. BANJAR KEMANTREN I	14.059
Kab Gresik	GBB. BANJAR KEMANTREN II	13.995
Kota Mojokerto	GBB. SOOKO	937
Kab. Mojokerto	GBB. GUNUNG GEDANGAN	12.790

SUBDIVRE	GUDANG	PERMINTAAN (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Kab. Jombang	GBB. MOJONGAPIT	2.899
	GBB. TUNGGORONO I	3.382
	GBB. TUNGGORONO II	3.221
	GSP. SEMBUNG	3.221
	GBB. DAPUR KEJAMBON	5.637
Kab. Bangkalan	GSP. MLAJAH	15.312
Kab. Sampang	GBL. BANYUANYAR	19.556
Kab. Pamekasan	GBB. LARANGAN TOKOL	15.551
Kab. Sumenep	GBB. KERTASADA	20.948

Untuk mengetahui nilai faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penurunan dari rata-rata permintaan beras RASKIN setiap tahunnya dalam pendataan penerima raskin yang dipengaruhi oleh angka kemiskinan dari setiap daerah yang tentunya terjadi fluktuasi. Tabel 4.7 merupakan nilai faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penurunan permintaan setiap tahun.

Tabel 4.7 Persentase Faktor yang Mempengaruhi Penurunan dan Peningkatan Permintaan

	Faktor Kenaikan	Faktor Penurunan
Pengaruh permintaan RASKIN	10.45%	8.7%

Sebelum dilakukan proses perhitungan *Single Objective Linear Programming*, data permintaan yang bersifat *fuzzy* dibentuk menjadi 3 bentuk derajat

keanggotaan sesuai penjelasan pada sub bab 2.2.5.1 dan 3.2.4.1 yaitu nilai permintaan yang sering keluar yang merupakan nilai asli dari Perum Bulog, nilai permintaan pesimis yang dihasilkan dari nilai permintaan dikalikan faktor penurunan dan nilai permintaan optimis yang dikalikan dengan faktor peningkatan seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Permintaan Dalam 3 Bentuk Nilai

Gudang	Permintaan Sering Keluar	Permintaan Optimis	Permintaan Pesimis
GBB. BANJAR KEMANTREN III	11.878	13.120	10.845
GBB. BANJAR KEMANTREN I	14.059	15.528	12.836
GBB. BANJAR KEMANTREN II	13.995	15.458	12.778
GBB. SOOKO	625	1.035	856
GBB. GUNUNG GEDANGAN	8527	14.127	11.678
GBB. MOJONGAPIT	1933	3.202	2.647
GBB. TUNGGORONO I	2255	3.736	3.088
GBB. TUNGGORONO II	2148	3.558	2.941
GSP. SEMBUNG	2148	3.558	2.941
GBB. DAPUR KEJAMBON	3758	6.226	5.147
GSP. MLAJAH	15.312	16.913	13.981
GBL. BANYUANYAR	19.556	21.601	17.856
GBB. LARANGAN TOKOL	15.551	17.177	14.199
GBB. KERTASADA	20.948	23.138	19.126

4.2.1.2. Perkalian Nilai Sering muncul, Optimis dan Pesimis

Pada sub bab ini akan dilakukan perkalian dengan bobot *fuzzy* seperti penjelasan pada sub bab 3.2.4.1 dengan tiga nilai yang dibentuk sesuai dengan keanggotaan triangular. Bobot fuzzy yaitu $4/6$ untuk nilai yang sering keluar, bobot $1/6$ untuk nilai optimis dan $1/6$ untuk nilai pesimis. Alasan pemberian bobot tersebut adalah karena nilai yang paling sering keluar secara umum merupakan nilai yang paling utama, sehingga harus diberikan bobot yang lebih besar. Sementara, nilai pesimis dan optimis yang memberikan solusi batasan *fuzzy*, masing-masing terlalu pesimis dan optimis sehingga harus diberikan bobot yang lebih kecil [26]. Tabel 4.9 hasil perkalian 3 bentuk nilai dengan bobot triangular.

Tabel 4.9 Data Permintaan Dikalikan Bobot Triangular

Gudang	Permintaan Sering Keluar* $4/6$	Permintaan Optimis* $1/6$	Permintaan Pesimis* $1/6$
GBB. BANJAR KEMANTREN III	7919	2187	1808
GBB. BANJAR KEMANTREN I	9373	2588	2140
GBB. BANJAR KEMANTREN II	9331	2577	2130
GBB. SOOKO	625	173	143
GBB. GUNUNG GEDANGAN	8527	2355	1947
GBB. MOJONGAPIT	1933	534	442
GBB. TUNGGORONO I	2255	623	515
GBB. TUNGGORONO II	2148	593	491
GSP. SEMBUNG	2148	593	491

Gudang	Permintaan Sering Keluar*4/6	Permintaan Optimis*1/6	Permintaan Pesimis*1/6
GBB. DAPUR KEJAMBON	3758	1038	858
GSP. MLAJAH	10209	2819	2331
GBL. BANYUANYAR	13038	3601	2976
GBB. LARANGAN TOKOL	10368	2863	2367
GBB. KERTASADA	13966	3857	3188

Kemudian pada tabel 4.10 dilakukan penjumlahan keseluruhan hasil perkalian dengan bobot *fuzzy* untuk mendapatkan nilai permintaan yang baru sesuai dengan keanggotaan triangular.

Tabel 4.10 Data Permintaan sesuai Rata-rata Triangular

SUBDIVRE	GUDANG	PERMINTAAN (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Kota Surabaya	GBB. BANJAR KEMANTREN III	11914
Kab Sidoarjo	GBB. BANJAR KEMANTREN I	14100
Kab Gresik	GBB. BANJAR KEMANTREN II	14037
Kota Mojokerto	GBB. SOOKO	940
Kab. Mojokerto	GBB. GUNUNG GEDANGAN	12828
Kab. Jombang	GBB. MOJONGAPIT	2908
	GBB. TUNGGORONO I	3393
	GBB. TUNGGORONO II	3231
	GSP. SEMBUNG	3231
	GBB. DAPUR KEJAMBON	5654

SUBDIVRE	GUDANG	PERMINTAAN (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Kab. Bangkalan	GSP. MLAJAH	15358
Kab. Sampang	GBL. BANYUANYAR	19614
Kab. Pamekasan	GBB. LARANGAN TOKOL	15597
Kab. Sumenep	GBB. KERTASADA	21010

Pada konsep dasar distribusi seharusnya jumlah persediaan harus lebih besar sama dengan permintaan untuk mengurangi keterlambatan distribusi [28]. Namun pada kenyataannya permintaan RASKIN pada subdivre Madura sangat besar bahkan melebihi persediaan SubDivre yang dimiliki. Oleh karena itu salah satu kebijakan dari Perum Bulog adalah pemerataan persediaan yang ada pada seluruh gudang wilayah Madura, sehingga minimal antara 20% sampai 30% dari jumlah total persediaan Madura dapat tersalurkan ke setiap gudang cakupan SubDivre Madura. Tabel 4.11 merupakan prosentase minimal permintaan yang bisa dipenuhi berdasarkan besarnya permintaan yang dimiliki oleh keempat gudang Madura.

Tabel 4.11 Prosentase Kemampuan Pemenuhan Permintaan Madura

Gudang	Perhitungan Prosesntase	Prosentase minimal pemenuhan permintaan Madura	Jumlah minimal pemenuhan permintaan Madura
GSP. MLAJAH	$\frac{15358}{71.579}$	21%	1906
GBL. BANYUANYAR	$\frac{19614}{71.579}$	27%	2434

GBB. LARANGAN TOKOL	$\frac{15597}{71.579}$	22%	1936
GBB. KERTASADA	$\frac{21010}{71.579}$	29%	2607

4.2.2. Perumusan Model *Single Objective Linear Programming*

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai model *Single Objective Linear Programming* yang dirumuskan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi beras RASKIN pada Prum Bulog Divre Jawa Timur.

4.2.2.1. Penentuan Indeks dan Variabel

Pembuatan model *Single Objective* diperlukan beberapa indeks dalam melambangkan suatu wilayah atau gudang serta variabel dalam hal-hal yang terkait dalam perhitungan model *Single Objective Linear Programming* pada tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4.12 Indeks pada Setiap Variabel

Indek	Keterangan
i	Wilayah Sub Divre
j	Gudang Bulog yang melakukan distribusi RASKIN
k	Gudang Bulog yang mendapatkan distribusi RASKIN

Tabel 4.13 Variabel dalam Model

Variabel	Keterangan
S	Jumlah suplai dari setiap wilayah untuk masing-masing gudang
Q	Jumlah distribusi dari gudang ke gudang lain
cs	Biaya Suplai dari setiap wilayah untuk masing-masing gudang
cq	Biaya distribusi dari gudang ke gudang lain

Variabel	Keterangan
ts	Waktu Suplai dari setiap wilayah untuk masing-masing gudang
tq	Waktu distribusi dari gudang ke gudang lain

4.2.2.2. Penentuan Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam tugas akhir ini menyatakan alokasi pengiriman beras RASKIN dari gudang satu ke gudang yang lain. Sehingga variabel keputusannya adalah jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang j ke gudang k ($Q_{j,k}$).

$Q_{j,k}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN yang dikirim dari gudang j ke gudang k , dimana $i = 1,2,\dots,14$ dan $j = 1,2,\dots,14$. Tabel 4.14 adalah urutan penamaan gudang dan tabel 4.15 sampai 4.28 merupakan tabel penjelasan tentang variabel-variabel keputusan yang menunjukkan distribusi dari gudang yang memiliki beras berlebih (j) ke gudang kekurangan beras Raskin (k).

Tabel 4.14 Urutan Penamaan Gudang

KODE GUDANG	SUBDIVRE	GUDANG
	KAB/KOTA	
SUB DIVRE SURABAYA UTARA		
1	KOTA SURABAYA	GBB. BANJAR KEMANTREN III
2	KAB SIDOARJO	GBB. BANJAR KEMANTREN I
3	KAB GRESIK	GBB. BANJAR KEMANTREN II
SUB DIVRE SURABAYA SEATAN		
4	KOTA MOJOKERTO	GBB. SOOKO
5	KAB. MOJOKERTO	GBB. GUNUNG GEDANGAN
6	KAB. JOMBANG	GBB. MOJONGAPIT
7		GBB. TUNGGORONO I
8		GBB. TUNGGORONO II
9		GSP. SEMBUNG

KODE GUDANG	SUBDIVRE	GUDANG
	KAB/KOTA	
10		GBB. DAPUR KEJAMBON
SUB DIVRE MADURA		
11	KAB. BANGKALAN	GSP. MLAJAH
12	KAB. SAMPANG	GBL. BANYUANYAR
13	KAB. PAMEKASAN	GBB. LARANGAN TOKOL
14	KAB. SUMENEP	GBB. KERTASADA

Tabel 4.15 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren III

Distribusi j ke k	Keterangan
Q1,2	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Banjar Kemantren I
Q1,3	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Banjar Kemantren II
Q1,4	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Sooko
Q1,5	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Gunung Gedangan
Q1,6	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Mojongapit
Q1,7	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Tunggorono I
Q1,8	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Tunggorono II
Q1,9	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Sembung
Q1,10	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Dapur Kejambon
Q1,11	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Mlajah

Distribusi j ke k	Keterangan
Q1,12	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Banyuanyar
Q1,13	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Larangan Tokol
Q1,14	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Kertasada

Tabel 4.16 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren 1

Distribusi j ke k	Keterangan
Q2,1	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Banjar Kemantren III
Q2,3	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Banjar Kemantren II
Q2,4	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Sooko
Q2,5	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Gunung Gedangan
Q2,6	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Mojongapit
Q2,7	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Tunggorono I
Q2,8	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Tunggorono II
Q2,9	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Sembung
Q2,10	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Dapur Kejambon
Q2,11	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Mlajah
Q2,12	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Banyuanyar
Q2,13	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB

Distribusi j ke k	Keterangan
	Larangan Tokol
Q2,14	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Kertasada

Tabel 4.17 Distribusi dari GBB Banjar Kemantren II

Distribusi j ke k	Keterangan
Q3,1	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Banjar Kemantren III
Q3,2	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Banjar Kemantren I
Q3,4	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Sooko
Q3,5	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Gunung Gedangan
Q3,6	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Mojongapit
Q3,7	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Tunggorono I
Q3,8	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Tunggorono II
Q3,9	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Sembung
Q3,10	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Dapur Kejambon
Q3,11	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Mlajah
Q3,12	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Banyuanyar
Q3,13	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Larangan Tokol
Q3,14	Distribusi GBB Banjar Kemantren II ke GBB Kertasada

Tabel 4.18 Distribusi dari GBB Sooko

Distribusi j ke k	Keterangan
Q4,1	Distribusi GBB Sooko ke GBB Banjar Kemantren III
Q4,2	Distribusi GBB Sooko ke GBB Banjar Kemantren I
Q4,3	Distribusi GBB Sooko ke GBB Banjar Kemantren II
Q4,5	Distribusi GBB Sooko ke GBB Gunung Gedangan
Q4,6	Distribusi GBB Sooko ke GBB Mojongapit
Q4,7	Distribusi GBB Sooko ke GBB Tunggorono I
Q4,8	Distribusi GBB Sooko ke GBB Tunggorono II
Q4,9	Distribusi GBB Sooko ke GBB Sembung
Q4,10	Distribusi GBB Sooko ke GBB Dapur Kejambon
Q4,11	Distribusi GBB Sooko ke GBB Mlajah
Q4,12	Distribusi GBB Sooko ke GBB Banyuanyar
Q4,13	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Sooko
Q4,14	Distribusi GBB Sooko ke GBB Larangan Tokol

Tabel 4.19 Distribusi dari GBB Gunung Gedangan

Distribusi j ke k	Keterangan
Q5,1	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Banjar Kemantren III
Q5,2	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Banjar Kemantren I
Q5,3	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Banjar Kemantren II
Q5,4	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Sooko
Q5,6	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Mojongapit
Q5,7	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Tunggorono I
Q5,8	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Tunggorono II

Distribusi j ke k	Keterangan
Q5,9	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Sembung
Q5,10	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Dapur Kejambon
Q5,11	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Mlajah
Q5,12	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Banyuanyar
Q5,13	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Larangan Tokol
Q5,14	Distribusi GBB Gunung Gedangan ke GBB Kertasada

Tabel 4.20 Distribusi dari GBB Mojongapit

Distribusi j ke k	Keterangan
Q6,1	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Banjar Kemantren III
Q6,2	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Banjar Kemantren I
Q6,3	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Banjar Kemantren II
Q6,4	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Sooko
Q6,5	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Gunung Gedangan
Q6,7	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Tunggorono I
Q6,8	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Tunggorono II
Q6,9	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Sembung
Q6,10	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Dapur Kejambon
Q6,11	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Mlajah
Q6,12	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Banyuanyar
Q6,13	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Larangan Tokol
Q6,14	Distribusi GBB Mojongapit ke GBB Kertasada

Tabel 4.21 Distribusi dari GBB Tunggorono I

Distribusi j ke k	Keterangan
Q7,1	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Banjar Kemantren III
Q7,2	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Banjar Kemantren I
Q7,3	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Banjar Kemantren II
Q7,4	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Sooko
Q7,5	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Gunung Gedangan
Q7,6	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Mojongapit
Q7,8	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Tunggorono II
Q7,9	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Sembung
Q7,10	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Dapur Kejambon
Q7,11	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Mlajah
Q7,12	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Banyuanyar
Q7,13	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Larangan Tokol
Q7,14	Distribusi GBB Tunggorono I ke GBB Kertasada

Tabel 4.22 Distribusi dari GBB Tunggorono II

Distribusi j ke k	Keterangan
Q8,1	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Banjar Kemantren III
Q8,2	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Banjar Kemantren I
Q8,3	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Banjar Kemantren II
Q8,4	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Sooko

Distribusi j ke k	Keterangan
Q8,5	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Gunung Gedangan
Q8,6	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Mojongapit
Q8,7	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Tunggorono I
Q8,9	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Sembung
Q8,10	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Dapur Kejambon
Q8,11	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Mlajah
Q8,12	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Banyuanyar
Q8,13	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Larangan Tokol
Q8,14	Distribusi GBB Tunggorono II ke GBB Kertasada

Tabel 4.23 Distribusi dari GBB Sembung

Distribusi j ke k	Keterangan
Q9,1	Distribusi GBB Sembung ke GBB Banjar Kemantren III
Q9,2	Distribusi GBB Sembung ke GBB Banjar Kemantren I
Q9,3	Distribusi GBB Sembung ke GBB Banjar Kemantren II
Q9,4	Distribusi GBB Sembung ke GBB Sooko
Q9,5	Distribusi GBB Sembung ke GBB Gunung Gedangan
Q9,6	Distribusi GBB Sembung ke GBB Mojongapit
Q9,7	Distribusi GBB Sembung ke GBB Tunggorono I
Q9,8	Distribusi GBB Sembung ke GBB Tunggorono II
Q9,10	Distribusi GBB Sembung ke GBB Dapur Kejambon
Q9,11	Distribusi GBB Sembung ke GBB Mlajah

Distribusi j ke k	Keterangan
Q9,12	Distribusi GBB Sembung ke GBB Banyuanyar
Q9,13	Distribusi GBB Sembung ke GBB Larangan Tokol
Q9,14	Distribusi GBB Sembung ke GBB Kertasada

Tabel 4.24 Distribusi dari GBB Dapur Kejambon

Distribusi j ke k	Keterangan
Q10,1	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Banjar Kemantren III
Q10,2	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Banjar Kemantren I
Q10,3	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Banjar Kemantren II
Q10,4	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Sooko
Q10,5	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Gunung Gedangan
Q10,6	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Mojongapit
Q10,7	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Tunggorono I
Q10,8	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Tunggorono II
Q10,9	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Sembung
Q10,11	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Mlajah
Q10,12	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Banyuanyar
Q10,13	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Larangan Tokol
Q10,14	Distribusi GBB Dapur Kejambon ke GBB Kertasada

Tabel 4.25 Distribusi dari GBB Mlajah

Distribusi j ke k	Keterangan
Q11,1	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Banjar Kemantren III
Q11,2	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Banjar Kemantren I
Q11,3	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Banjar Kemantren II
Q11,4	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Sooko
Q11,5	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Gunung Gedangan
Q11,6	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Mojongapit
Q11,7	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Tunggorono I
Q11,8	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Tunggorono II
Q11,9	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Sembung
Q11,10	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Dapur Kejambon
Q11,12	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Banyuanyar
Q11,13	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Larangan Tokol
Q11,14	Distribusi GBB Mlajah ke GBB Kertasada

Tabel 4.26 Distribusi dari GBB Banyuanyar

Distribusi j ke k	Keterangan
Q12,1	GBB Banyuanyar ke GBB Banjar Kemantren III
Q12,2	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Banjar Kemantren I
Q12,3	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Banjar Kemantren II
Q12,4	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Sooko
Q12,5	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Gunung Gedangan

Distribusi j ke k	Keterangan
Q12,6	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Mojongapit
Q12,7	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Tunggorono I
Q12,8	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Tunggorono II
Q12,9	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Sembung
Q12,10	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Dapur Kejambon
Q12,11	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Mlajah
Q12,13	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Larangan Tokol
Q12,14	Distribusi GBB Banyuanyar ke GBB Kertasada

Tabel 4.27 Distribusi dari GBB Larangan Tokol

Distribusi j ke k	Keterangan
Q13,1	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Banjar Kemantren III
Q13,2	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Banjar Kemantren I
Q13,3	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Banjar Kemantren II
Q13,4	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Sooko
Q13,5	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Gunung Gedangan
Q13,6	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Mojongapit
Q13,7	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Tunggorono I
Q13,8	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Tunggorono II
Q13,9	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Sembung

Distribusi j ke k	Keterangan
Q13,10	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Dapur Kejambon
Q13,11	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Mlajah
Q13,12	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Banyuanyar
Q13,14	Distribusi GBB Larangan Tokol ke GBB Kertasada

Tabel 4.28 Distribusi dari GBB Kertasada

Distribusi j ke k	Keterangan
Q14,1	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Banjar Kemantren III
Q14,2	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Banjar Kemantren I
Q14,3	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Banjar Kemantren II
Q14,4	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Sooko
Q14,5	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Gunung Gedangan
Q14,6	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Mojongapit
Q14,7	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Tunggorono I
Q14,8	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Tunggorono II
Q14,9	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Sembung
Q14,10	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Dapur Kejambon
Q14,11	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Mlajah
Q14,12	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Banyuanyar
Q14,13	Distribusi GBB Kertasada ke GBB Larangan Tokol

4.2.2.3. Perumusan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan tugas akhir ini pada model *Single Objective Linear Programming* adalah meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi dalam proses distribusi.

➤ **Meminimalkan Biaya Distribusi**

Biaya distribusi merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mendistribusikan setiap ton beras RASKIN dari gudang yang memiliki beras berlebih kepada gudang yang terjadi kekurangan. Pada proses pendistribusian RASKIN harus dilakukan usaha yang minimal dalam melakukan pengiriman melalui minimasi biaya, sehingga fungsi tujuan meminimalkan biaya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Min } z_1 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cs_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cq_{j,k} Q_{j,k} \quad (4.1)$$

Keterangan:

$cs_{i,j}$ =Biaya suplai beras RASKIN dari wilayah (i) ke gudang (j) (Rp/ton)

$S_{i,j}$ =Suplai RASKIN dari wilayah (i) ke gudang (j) (ton)

$cq_{j,k}$ =Biaya distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (Rp/ton)

$Q_{j,k}$ =Distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (ton)

Berdasarkan perumusan fungsi tujuan di atas, maka model fungsi tujuan untuk meminimalkan biaya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z1 \cong & ((0S_{1,1} + 0S_{1,2} + 0S_{1,3} + 99999S_{1,4} + 99999S_{1,5} + \\ & 99999S_{1,6} + 99999S_{1,7} + 99999S_{1,8} + 99999S_{1,9} + 99999S_{1,10} + \\ & 99999S_{1,11} + 99999S_{1,12} + 99999S_{1,13} + 99999S_{1,14}) + \\ & (99999S_{2,1} + 99999S_{2,2} + 99999S_{2,3} + 0S_{2,4} + 0S_{2,5} + 0S_{2,6} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 0S_{2,7} 0S_{2,8} + 0S_{2,9} + 0S_{2,10} + 99999S_{2,11} + 99999S_{2,12} + \\
& 99999S_{2,13} + 99999S_{2,14}) + (99999S_{3,1} + 99999S_{3,2} + 99999S_{3,3} \\
& + 99999S_{3,4} + 99999S_{3,5} + 99999S_{3,6} + 99999S_{3,7} + 99999S_{3,8} + \\
& 99999S_{3,9} + 99999S_{3,10} + 0S_{3,11} + 0S_{3,12} + 0S_{3,13} + 0S_{3,14})) + \\
& ((0Q_{1,2} + 40321Q_{1,3} + 45300Q_{1,4} + 44247Q_{1,5} + 47543Q_{1,6} + \\
& 48321Q_{1,7} + 48310Q_{1,8} + 48813Q_{1,9} + 47875Q_{1,10} + 45769Q_{1,11} + \\
& 51388Q_{1,12} + 54135Q_{1,13} + 61459Q_{1,14} + 0Q_{2,1} + 40802Q_{2,3} + \\
& 45185Q_{2,4} + 44132Q_{2,5} + 47428Q_{2,6} + 48218Q_{2,7} + 48195Q_{2,8} + \\
& 48756Q_{2,9} + 47760Q_{2,10} + 47394Q_{2,11} + 53105Q_{2,12} + \\
& 55737Q_{2,13} + 63062Q_{2,14} + 40356Q_{3,1} + 40390Q_{3,2} + 45368Q_{3,4} + \\
& 44316Q_{3,5} + 47600Q_{3,6} + 48390Q_{3,7} + 48436Q_{3,8} + 48928Q_{3,9} + \\
& 47932Q_{3,10} + 44419Q_{3,11} + 51846Q_{3,12} + 54593Q_{3,13} + \\
& 61917Q_{3,14} + 4819Q_{4,1} + 44373Q_{4,2} + 44796Q_{4,3} + 40150Q_{4,5} + \\
& 42702Q_{4,6} + 43492Q_{4,7} + 3880Q_{4,8} + 44029Q_{4,9} + 43034Q_{4,10} + \\
& 50187Q_{4,11} + 55852Q_{4,12} + 58598Q_{4,13} + 65923Q_{4,14} + \\
& 43881Q_{5,1} + 43858Q_{5,2} + 44281Q_{5,3} + 40653Q_{5,4} + 42885Q_{5,6} + \\
& 43675Q_{5,7} + 43663Q_{5,8} + 44213Q_{5,9} + 43217Q_{5,10} + 49672Q_{5,11} + \\
& 55394Q_{5,12} + 58026Q_{5,13} + 65465Q_{5,14} + 47222Q_{6,1} + 47142Q_{6,3} + \\
& 47566Q_{6,3} + 42519Q_{6,4} + 42885Q_{6,5} + 40299Q_{6,7} + 40287Q_{6,8} + \\
& 41042Q_{6,9} + 40035Q_{6,10} + 52990Q_{6,11} + 58598Q_{6,12} + 61345Q_{6,13} \\
& + 68669Q_{6,14} + 47989Q_{7,1} + 47898Q_{7,2} + 48321Q_{7,3} + 43274Q_{7,4} \\
& + 43640Q_{7,5} + 40333Q_{7,6} + 0Q_{7,8} + 40459Q_{7,9} + 40424Q_{7,10} + \\
& 53219Q_{7,11} + 59399Q_{7,12} + 62146Q_{7,13} + 69470Q_{7,14} + 47978Q_{8,1} \\
& + 47955Q_{8,2} + 48413Q_{8,3} + 43331Q_{8,4} + 43698Q_{8,5} + 40321Q_{8,6} \\
& + 0Q_{8,7} + 40390Q_{8,9} + 40402Q_{8,10} + 53677Q_{8,11} + 58827Q_{8,12} + \\
& 61574Q_{8,13} + 68898Q_{8,14} + 68898Q_{9,1} + 48653Q_{9,2} + 49076Q_{9,3} \\
& + 44029Q_{9,4} + 44396Q_{9,5} + 41226Q_{9,6} + 40402Q_{9,7} + 40390Q_{9,8} \\
& + 41180Q_{9,10} + 54478Q_{9,11} + 60200Q_{9,12} + 62833Q_{9,13} + \\
& 70157Q_{9,14} + 47428Q_{10,1} + 47348Q_{10,2} + 47772Q_{10,3} + \\
& 42725Q_{10,4} + 43091Q_{10,5} + 39909Q_{10,6} + 40424Q_{10,7} + \\
& 40413Q_{10,8} + 41340Q_{10,9} + 53219Q_{10,11} + 58827Q_{10,12} + \\
& 61574Q_{10,13} + 68898Q_{10,14} + 45655Q_{11,1} + 45746Q_{11,2} + \\
& 45025Q_{11,3} + 50015Q_{11,4} + 48962Q_{11,5} + 52304Q_{11,6} + \\
& 52990Q_{11,7} + 52990Q_{11,8} + 53563Q_{11,9} + 52533Q_{11,10} + \\
& 47348Q_{11,12} + 50061Q_{11,13} + 57454Q_{11,14} + 51274Q_{12,1} + \\
& 51388Q_{12,2} + 50679Q_{12,3} + 55737Q_{12,4} + 54593Q_{12,5} + \\
& 57912Q_{12,6} + 58713Q_{12,7} + 58713Q_{12,8} + 59285Q_{12,9} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 58255Q_{12,10} + 47337Q_{12,11} + 42313Q_{12,13} + 49660Q_{12,14} + \\
& 54020Q_{13,1} + 54135Q_{13,2} + 53448Q_{13,3} + 58369Q_{13,4} + \\
& 57339Q_{13,5} + 60658Q_{13,6} + 61459Q_{13,7} + 61459Q_{13,8} + \\
& 62032Q_{13,9} + 61002Q_{13,10} + 50049Q_{13,11} + 42324Q_{13,12} + \\
& 47051Q_{13,14} + 61230Q_{14,1} + 61459Q_{14,2} + 60773Q_{14,3} + \\
& 65694Q_{14,4} + 64664Q_{14,5} + 67983Q_{14,6} + 68784Q_{14,7} + \\
& 68784Q_{14,8} + 69356Q_{14,9} + 68326Q_{14,10} + 57339Q_{14,11} + \\
& 49660Q_{14,12} + 47039Q_{14,13} \quad (4.2)
\end{aligned}$$

➤ **Meminimalkan Waktu Distribusi**

Waktu distribusi merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k). Berikut merupakan perumusan fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi.

$$\text{Min } z_2 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} ts_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} tq_{j,k} Q_{j,k} \quad (4.2)$$

Keterangan:

$ts_{i,j}$ =Waktu suplai beras RASKIN dari wilayah (i) ke gudang (j) (jam/ton)

$S_{i,j}$ =Suplai RASKIN dari wilayah (i) ke gudang (j) (ton)

$tq_{j,k}$ =Waktu distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (jam/ton)

$Q_{j,k}$ =Distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (ton)

Berdasarkan perumusan fungsi tujuan di atas, maka fungsi tujuan untuk meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Min } Z_2 \cong & ((0S_{1,1} + 0S_{1,2} + 0S_{1,3} + 99999S_{1,4} + 99999S_{1,5} + \\
& 99999S_{1,6} + 99999S_{1,7} + 99999S_{1,8} + 99999S_{1,9} + 99999S_{1,10} + \\
& 99999S_{1,11} + 99999S_{1,12} + 99999S_{1,13} + 99999S_{1,14}) + \\
& (99999S_{2,1} + 99999S_{2,2} + 99999S_{2,3} + 0S_{2,4} + 0S_{2,5} + 0S_{2,6} + \\
& 0S_{2,7} + 0S_{2,8} + 0S_{2,9} + 0S_{2,10} + 99999S_{2,11} + 99999S_{2,12} + \\
& 99999S_{2,13} + 99999S_{2,14}) + (99999S_{3,1} + 99999S_{3,2} + 99999S_{3,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 99999S_{3,4} + 99999S_{3,5} + 99999S_{3,6} + 99999S_{3,7} + 99999S_{3,8} + \\
& 99999S_{3,9} + 99999S_{3,10} + 0S_{3,11} + 0S_{3,12} + 0S_{3,13} + 0S_{3,14}) + \\
& ((0Q_{1,2} + 0,20Q_{1,3} + 1,45Q_{1,4} + 1,20Q_{1,5} + 1,95Q_{1,6} + 2,10Q_{1,7} + \\
& 2,10Q_{1,8} + 2,20Q_{1,9} + 2,12Q_{1,10} + 1,43Q_{1,11} + 2,47Q_{1,12} + \\
& 2,88Q_{1,13} + 4,20Q_{1,14} + 0Q_{2,1} + 0,40Q_{2,3} + 1,35Q_{2,4} + 1,15Q_{2,5} + \\
& 1,85Q_{2,6} + 1,95Q_{2,7} + 1,87Q_{2,8} + 2,03Q_{2,9} + 1,93Q_{2,10} + \\
& 1,73Q_{2,11} + 2,88Q_{2,12} + 3,42Q_{2,13} + 4,97Q_{2,14} + 0,32Q_{3,1} + \\
& 0,17Q_{3,2} + 1,22Q_{3,4} + 0,98Q_{3,5} + 1,65Q_{3,6} + 1,78Q_{3,7} + 2,13Q_{3,8} + \\
& 1,83Q_{3,9} + 1,77Q_{3,10} + 1,47Q_{3,11} + 2,52Q_{3,12} + 3,02Q_{3,13} + \\
& 4,52Q_{3,14} + 1,30Q_{4,1} + 1,23Q_{4,2} + 1,08Q_{4,3} + 0,20Q_{4,5} + 0,67Q_{4,6} + \\
& 0,80Q_{4,7} + 0,72Q_{4,8} + 0,90Q_{4,9} + 0,80Q_{4,10} + 2,20Q_{4,11} + \\
& 3,33Q_{4,12} + 4,08Q_{4,13} + 5,47Q_{4,14} + 1,13Q_{5,1} + 1,08Q_{5,2} + \\
& 0,95Q_{5,3} + 0,27Q_{5,4} + 0,67Q_{5,6} + 0,83Q_{5,7} + 0,90Q_{5,8} + 0,93Q_{5,9} + \\
& 0,82Q_{5,10} + 2,05Q_{5,11} + 3,17Q_{5,12} + 3,93Q_{5,13} + 5,23Q_{5,14} + \\
& 1,77Q_{6,1} + 1,70Q_{6,2} + 1,65Q_{6,3} + 0,58Q_{6,4} + 0,67Q_{6,5} + 0,23Q_{6,7} + \\
& 0,22Q_{6,8} + 0,23Q_{6,9} + 0,18Q_{6,10} + 2,68Q_{6,11} + 3,87Q_{6,12} + 4,67Q_{6,13} \\
& + 5,93Q_{6,14} + 1,97Q_{7,1} + 1,87Q_{7,2} + 1,83Q_{7,3} + 0,75Q_{7,4} + \\
& 0,83Q_{7,5} + 0,25Q_{7,6} + 0Q_{7,8} + 0,18Q_{7,9} + 0,22Q_{7,10} + 3,02Q_{7,11} + \\
& 4,03Q_{7,12} + Q_{7,13} + 6,05Q_{7,14} + 1,95Q_{8,1} + 2,10Q_{8,2} + 2,13Q_{8,3} + \\
& 0,77Q_{8,4} + 0,85Q_{8,5} + 0,23Q_{8,6} + 0Q_{8,7} + 0,15Q_{8,9} + 0,20Q_{8,10} + \\
& 2,87Q_{8,11} + 3,92Q_{8,12} + 4,33Q_{8,13} + 5,57Q_{8,14} + 2,13Q_{9,1} + \\
& 2,07Q_{9,2} + 2,00Q_{9,3} + 0,92Q_{9,4} + 1,02Q_{9,5} + 0,40Q_{9,6} + 0,18Q_{9,7} + \\
& 0,15Q_{9,8} + 0,40Q_{9,10} + 3,05Q_{9,11} + 4,22Q_{9,12} + 5,05Q_{9,13} + \\
& 6,20Q_{9,14} + 1,80Q_{10,1} + 1,78Q_{10,2} + 1,73Q_{10,3} + 0,60Q_{10,4} + \\
& 0,68Q_{10,5} + 0,10Q_{10,6} + 0,27Q_{10,7} + 0,25Q_{10,8} + 0,38Q_{10,9} + \\
& 2,78Q_{10,11} + 3,88Q_{10,12} + 4,72Q_{10,13} + 6,20Q_{10,14} + 1,53Q_{11,1} + \\
& 1,55Q_{11,2} + 1,08Q_{11,3} + 2,47Q_{11,4} + 2,30Q_{11,5} + 2,95Q_{11,6} + \\
& 3,08Q_{11,7} + 3,07Q_{11,8} + 3,15Q_{11,9} + 3,03Q_{11,10} + 1,67Q_{11,12} + \\
& 2,20Q_{11,13} + 3,75Q_{11,14} + 2,45Q_{12,1} + 2,65Q_{12,2} + 2,65Q_{12,3} + \\
& 3,43Q_{12,4} + 2,87Q_{12,5} + 3,85Q_{12,6} + 3,98Q_{12,7} + 3,93Q_{12,8} + \\
& 4,10Q_{12,9} + 3,98Q_{12,10} + 1,68Q_{12,11} + 0,38Q_{12,13} + 2,00Q_{12,14} + \\
& 2,80Q_{13,1} + 2,80Q_{13,2} + 3,08Q_{13,3} + 4,55Q_{13,4} + 4,28Q_{13,5} + \\
& 5,02Q_{13,6} + 5,17Q_{13,7} + 4,35Q_{13,8} + 5,28Q_{13,9} + 5,12Q_{13,10} + \\
& 2,10Q_{13,11} + 0,52Q_{13,12} + 1,57Q_{13,14} + 4,23Q_{14,1} + 4,68Q_{14,2} + \\
& 4,65Q_{14,3} + 5,52Q_{14,4} + 5,27Q_{14,5} + 5,95Q_{14,6} + 6,08Q_{14,7} + \\
& 5,60Q_{14,8} + 6,20Q_{14,9} + 6,08Q_{14,10} + 3,63Q_{14,11} + 2,10Q_{14,12} + \\
& + 1,62Q_{14,13}) \quad (4.3)
\end{aligned}$$

4.2.2.4. Perumusan Batasan

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah batasan permintaan masing-masing gudang, batasan pengadaan persediaan masing-masing wilayah subdivre dan batasan kapasitas masing-masing gudang.

➤ Batasan Permintaan

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan distribusi beras sesuai dengan permintaan yang terdapat pada masing-masing gudang. Jumlah beras RASKIN yang akan didistribusikan pada setiap gudang Bulog harus lebih dari atau sama dengan jumlah permintaan seperti pada persamaan 4.4.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{k=1}^{14} \sum_{j=1}^{14} Q_{k,j} - \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{j,k} \geq DEM_j \quad (4.4)$$

Penjabaran perumusan batasan permintaan masing-masing gudang adalah sebagai berikut:

- Batasan permintaan GBB. Banjar Kematren III
(1)

$$\begin{aligned} S_{1,1} + S_{2,1} + S_{3,1} + (Q_{2,1} + Q_{3,1} + Q_{4,1} + Q_{5,1} + \\ Q_{6,1} + Q_{7,1} + Q_{8,1} + Q_{9,1} + Q_{10,1} + Q_{11,1} + Q_{12,1} + \\ Q_{13,1} + Q_{14,1}) - (Q_{1,2} + Q_{1,3} + Q_{1,4} + Q_{1,5} + Q_{1,6} + \\ Q_{1,7} + Q_{1,8} + Q_{1,9} + Q_{1,10} + Q_{1,11} + Q_{1,12} + Q_{1,13} + \\ Q_{1,14}) \geq DEM_1 \end{aligned} \quad (4.5)$$

- Batasan permintaan GBB. Banjar Kematren I
(2)

$$\begin{aligned} S_{1,2} + S_{2,2} + S_{3,2} + (Q_{1,2} + Q_{3,2} + Q_{4,2} + Q_{5,2} + \\ Q_{6,2} + Q_{7,2} + Q_{8,2} + Q_{9,2} + Q_{10,2} + Q_{11,2} + Q_{12,2} + \\ Q_{13,2} + Q_{14,2}) - (Q_{2,1} + Q_{2,3} + Q_{2,4} + Q_{2,5} + \\ Q_{2,6} + Q_{2,7} + Q_{2,8} + Q_{2,9} + Q_{2,10} + Q_{2,11} + Q_{2,12} + \\ Q_{2,13} + Q_{2,14}) \geq DEM_2 \end{aligned} \quad (4.6)$$

- Batasan permintaan GBB. Banjar Kematren II (3)

$$S_{1,3} + S_{2,3} + S_{3,3} + (Q_{1,3} + Q_{2,3} + Q_{4,3} + Q_{5,3} + Q_{6,3} + Q_{7,3} + Q_{8,3} + Q_{9,3} + Q_{10,3} + Q_{11,3} + Q_{12,3} + Q_{13,3} + Q_{14,3}) - (Q_{3,1} + Q_{3,2} + Q_{3,4} + Q_{3,5} + Q_{3,6} + Q_{3,7} + Q_{3,8} + Q_{3,9} + Q_{3,10} + Q_{3,11} + Q_{3,12} + Q_{3,13} + Q_{3,14}) \geq DEM_3 \quad (4.7)$$

- Batasan permintaan GBB. Sooko (4)

$$S_{1,4} + S_{2,4} + S_{3,4} + (Q_{1,4} + Q_{2,4} + Q_{3,4} + Q_{5,4} + Q_{6,4} + Q_{7,4} + Q_{8,4} + Q_{9,4} + Q_{10,4} + Q_{11,4} + Q_{12,4} + Q_{13,4} + Q_{14,4}) - (Q_{4,1} + Q_{4,2} + Q_{4,3} + Q_{4,5} + Q_{4,6} + Q_{4,7} + Q_{4,8} + Q_{4,9} + Q_{4,10} + Q_{4,11} + Q_{4,12} + Q_{4,13} + Q_{4,14}) \geq DEM_4 \quad (4.8)$$

- Batasan permintaan GBB. Gunung Gedangan (5)

$$S_{1,5} + S_{2,5} + S_{3,5} + (Q_{1,5} + Q_{2,5} + Q_{3,5} + Q_{4,5} + Q_{6,5} + Q_{7,5} + Q_{8,5} + Q_{9,5} + Q_{10,5} + Q_{11,5} + Q_{12,5} + Q_{13,5} + Q_{14,5}) - (Q_{5,1} + Q_{5,2} + Q_{5,3} + Q_{5,4} + Q_{5,6} + Q_{5,7} + Q_{5,8} + Q_{5,9} + Q_{5,10} + Q_{5,11} + Q_{5,12} + Q_{5,13} + Q_{5,14}) \geq DEM_5 \quad (4.9)$$

- Batasan permintaan GBB. Mojongapit (6)

$$S_{1,6} + S_{2,6} + S_{3,6} + (Q_{1,6} + Q_{2,6} + Q_{3,6} + Q_{4,6} + Q_{5,6} + Q_{7,6} + Q_{8,6} + Q_{9,6} + Q_{10,6} + Q_{11,6} + Q_{12,6} + Q_{13,6} + Q_{14,6}) - (Q_{6,1} + Q_{6,2} + Q_{6,3} + Q_{6,4} + Q_{6,5} + Q_{6,7} + Q_{6,8} + Q_{6,9} + Q_{6,10} + Q_{6,11} + Q_{6,12} + Q_{6,13} + Q_{6,14}) \geq DEM_6 \quad (4.10)$$

- Batasan permintaan GBB. Tunggorono I (7)

$$S_{1,7} + S_{2,7} + S_{3,7} + (Q_{1,7} + Q_{2,7} + Q_{3,7} + Q_{4,7} + Q_{5,7} + Q_{6,7} + Q_{8,7} + Q_{9,7} + Q_{10,7} + Q_{11,7} + Q_{12,7} + Q_{13,7} + Q_{14,7}) - (Q_{7,1} + Q_{7,2} + Q_{7,3} + Q_{7,4} + Q_{7,5} + Q_{7,6} + Q_{7,8} + Q_{7,9} + Q_{7,10} + Q_{7,11} + Q_{7,12} + Q_{7,13} + Q_{7,14}) \geq DEM_7 \quad (4.11)$$

- Batasan permintaan GBB. Tunggorono II (8)

$$S_{1,8} + S_{2,8} + S_{3,8} + (Q_{1,8} + Q_{2,8} + Q_{3,8} + Q_{4,8} + Q_{5,8} + Q_{6,8} + Q_{7,8} + Q_{9,8} + Q_{10,8} + Q_{11,8} + Q_{12,8} + Q_{13,8} + Q_{14,8}) - (Q_{8,1} + Q_{8,2} + Q_{8,3} + Q_{8,4} + Q_{8,5} + Q_{8,6} + Q_{8,7} + Q_{8,9} + Q_{8,10} + Q_{8,11} + Q_{8,12} + Q_{8,13} + Q_{8,14}) \geq DEM_8 \quad (4.12)$$
- Batasan permintaan GSP. Sembung (9)

$$S_{1,9} + S_{2,9} + S_{3,9} + (Q_{1,9} + Q_{2,9} + Q_{3,9} + Q_{4,9} + Q_{5,9} + Q_{6,9} + Q_{7,9} + Q_{8,9} + Q_{10,9} + Q_{11,9} + Q_{12,9} + Q_{13,9} + Q_{14,9}) - (Q_{9,1} + Q_{9,2} + Q_{9,3} + Q_{9,4} + Q_{9,5} + Q_{9,6} + Q_{9,7} + Q_{9,8} + Q_{9,10} + Q_{9,11} + Q_{9,12} + Q_{9,13} + Q_{9,14}) \geq DEM_9 \quad (4.13)$$
- Batasan permintaan GBB. Dapur Kejambon (10)

$$S_{1,10} + S_{2,10} + S_{3,10} + (Q_{1,10} + Q_{2,10} + Q_{3,10} + Q_{4,10} + Q_{5,10} + Q_{6,10} + Q_{7,10} + Q_{8,10} + Q_{9,10} + Q_{11,10} + Q_{12,10} + Q_{13,10} + Q_{14,10}) - (Q_{10,1} + Q_{10,2} + Q_{10,3} + Q_{10,4} + Q_{10,5} + Q_{10,6} + Q_{10,7} + Q_{10,8} + Q_{10,9} + Q_{10,11} + Q_{10,12} + Q_{10,13} + Q_{10,14}) \geq DEM_{10} \quad (4.14)$$
- Batasan permintaan GBB. Mlajah (11)

$$S_{1,11} + S_{2,11} + S_{3,11} + (Q_{1,11} + Q_{2,11} + Q_{3,11} + Q_{4,11} + Q_{5,11} + Q_{6,11} + Q_{7,11} + Q_{8,11} + Q_{9,11} + Q_{10,11} + Q_{12,11} + Q_{13,11} + Q_{14,11}) - (Q_{11,1} + Q_{11,2} + Q_{11,3} + Q_{11,4} + Q_{11,5} + Q_{11,6} + Q_{11,7} + Q_{11,8} + Q_{11,9} + Q_{11,10} + Q_{11,12} + Q_{11,13} + Q_{11,14}) \geq DEM_{11} \quad (4.15)$$
- Batasan permintaan GBB. Banyuanyar (12)

$$S_{1,12} + S_{2,12} + S_{3,12} + (Q_{1,12} + Q_{2,12} + Q_{3,12} + Q_{4,12} + Q_{5,12} + Q_{6,12} + Q_{7,12} + Q_{8,12} + Q_{9,12} + Q_{10,12} + Q_{11,12} + Q_{13,12} + Q_{14,12}) + Q_{8,11} - (Q_{12,1} + Q_{12,2} + Q_{12,3} + Q_{12,4} +$$

$$Q_{12,5} + Q_{12,6} + Q_{12,7} + Q_{12,8} + Q_{12,9} + Q_{12,10} + Q_{12,11} + Q_{12,13} + Q_{12,14} \geq DEM_{12} \quad (4.16)$$

- Batasan permintaan GBB. Larangan Tokol (13)

$$S_{1,13} + S_{2,13} + S_{3,13} + (Q_{1,13} + Q_{2,13} + Q_{3,13} + Q_{4,13} + Q_{5,13} + Q_{6,13} + Q_{7,13} + Q_{8,13} + Q_{9,13} + Q_{10,13} + Q_{11,13} + Q_{12,13} + Q_{14,13}) - (Q_{13,1} + Q_{13,2} + Q_{13,3} + Q_{13,4} + Q_{13,5} + Q_{13,6} + Q_{13,7} + Q_{13,8} + Q_{13,9} + Q_{13,10} + Q_{13,12} + Q_{13,13} + Q_{13,14}) \geq DEM_{13} \quad (4.17)$$
- Batasan permintaan GBB. Kertasada (14)

$$S_{1,14} + S_{2,14} + S_{3,14} + (Q_{1,14} + Q_{2,14} + Q_{3,14} + Q_{4,14} + Q_{5,14} + Q_{6,14} + Q_{7,14} + Q_{8,14} + Q_{9,14} + Q_{10,14} + Q_{11,14} + Q_{12,14} + Q_{13,14}) - (Q_{14,1} + Q_{14,2} + Q_{14,3} + Q_{14,4} + Q_{14,5} + Q_{14,6} + Q_{14,7} + Q_{14,8} + Q_{14,9} + Q_{14,10} + Q_{13,11} + Q_{14,12} + Q_{14,13}) \geq DEM_{14} \quad (4.18)$$

Keterangan:

$Q_{j,k}$ =Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (ton)

$Q_{k,j}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (k) ke gudang (j) (ton)

$S_{i,j}$ =Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada masing-masing gudang (j) (ton)

DEM_j =Jumlah permintaan RASKIN pada masing-masing gudang (j) (ton)

➤ Batasan Persediaan

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan distribusi RASKIN sesuai dengan pengadaan persediaan yang dilakukan oleh Perum Bulog Divre Jawa Timur. Alokasi beras RASKIN yang didistribusikan ke gudang-gudang wilayah subdivre tertentu harus kurang dari atau tidak boleh lebih dari

jumlah pengadaan persediaan beras RASKIN pada subdivre tersebut. Perumusan batasan pengadaan persediaan pada persamaan 4.19.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} \leq S_i \quad (4.19)$$

- Persediaan Beras Surabaya Utara
 $S_{1,1} + S_{1,2} + S_{1,3} \leq 52356 \quad (4.20)$
- Persediaan Beras Surabaya Selatan
 $S_{2,4} + S_{2,5} + S_{2,6} + S_{2,7} + S_{2,8} + S_{2,9} + S_{2,10} \leq 20270 \quad (4.21)$
- Persediaan Beras Madura
 $S_{3,11} + S_{3,12} + S_{3,13} + S_{3,14} \leq 8494 \quad (4.22)$

Keterangan:

$S_{i,j}$ = Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada masing-masing gudang (j) (ton)

➤ **Batasan Kapasitas**

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan jumlah beras RASKIN yang mampu ditampung pada setiap gudang. Jumlah alokasi beras raskin ke gudang j tidak boleh melebihi kapasitas gudang tersebut. Berikut adalah batasan permintaan yaitu :

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{k,j} \leq CAP_j \quad (4.23)$$

Perumusan batasan kapasitas untuk masing-masing gudang adalah sebagai berikut:

Kapasitas GBB. Banjar Kematren III (1)

$$\begin{aligned}
 S_{1,1} + (Q_{2,1} + Q_{3,1} + Q_{4,1} + Q_{5,1} + Q_{6,1} + Q_{7,1} \\
 + Q_{8,1} + Q_{9,1} + Q_{10,1} + Q_{11,1} \\
 + Q_{12,1} + Q_{13,1} + Q_{14,1}) \\
 \leq CAP_1 \quad (4.24)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Banjar Kematren I (2)

$$\begin{aligned}
 S_{1,2} + (Q_{1,2} + Q_{3,2} + Q_{4,2} + Q_{5,2} + Q_{6,2} + Q_{7,2} \\
 + Q_{8,2} + Q_{9,2} + Q_{10,2} + Q_{11,2} \\
 + Q_{12,2} + Q_{13,2} + Q_{14,2}) \\
 \leq CAP_2 \quad (4.25)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Banjar Kematren II (3)

$$\begin{aligned}
 S_{1,3} + (Q_{1,3} + Q_{2,3} + Q_{4,3} + Q_{5,3} + Q_{6,3} + Q_{7,3} \\
 + Q_{8,3} + Q_{9,3} + Q_{10,3} + Q_{11,3} \\
 + Q_{12,3} + Q_{13,3} + Q_{14,3}) \\
 \leq CAP_3 \quad (4.26)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Sooko (4)

$$\begin{aligned}
 S_{2,4} + (Q_{1,4} + Q_{2,4} + Q_{3,4} + Q_{5,4} + Q_{6,4} + \\
 Q_{7,4} + Q_{8,4} + Q_{9,4} + Q_{10,4} + Q_{11,4} + Q_{12,4} + \\
 Q_{13,4} + Q_{14,4}) \leq CAP_4 \quad (4.27)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Gunung Gedangan (5)

$$\begin{aligned}
 S_{2,5} + (Q_{1,5} + Q_{2,5} + Q_{3,5} + Q_{4,5} + Q_{6,5} + \\
 Q_{7,5} + Q_{8,5} + Q_{9,5} + Q_{10,5} + Q_{11,5} + Q_{12,5} + \\
 Q_{13,5} + Q_{14,5}) \leq CAP_5 \quad (4.28)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Mojongapit (6)

$$\begin{aligned}
 S_{2,6} + (Q_{1,6} + Q_{2,6} + Q_{3,6} + Q_{4,6} + Q_{5,6} + \\
 Q_{7,6} + Q_{8,6} + Q_{9,6} + Q_{10,6} + Q_{11,6} + Q_{12,6} + \\
 Q_{13,6} + Q_{14,6}) \leq CAP_6 \quad (4.29)
 \end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Tunggorono I (7)

$$S_{2,7} + (Q_{1,7} + Q_{2,7} + Q_{3,7} + Q_{4,7} + Q_{5,7} + Q_{6,7} + Q_{8,7} + Q_{9,7} + Q_{10,7} + Q_{11,7} + Q_{12,7} + Q_{13,7} + Q_{14,7}) \leq CAP_7 \quad (4.30)$$

Kapasitas GBB. Tunggorono II (8)

$$S_{2,8} + (Q_{1,8} + Q_{2,8} + Q_{3,8} + Q_{4,8} + Q_{5,8} + Q_{6,8} + Q_{7,8} + Q_{9,8} + Q_{10,8} + Q_{11,8} + Q_{12,8} + Q_{13,8} + Q_{14,8}) \leq CAP_8 \quad (4.31)$$

Kapasitas GSP. Sembung (9)

$$S_{2,9} + (Q_{1,9} + Q_{2,9} + Q_{3,9} + Q_{4,9} + Q_{5,9} + Q_{6,9} + Q_{7,9} + Q_{8,9} + Q_{10,9} + Q_{11,9} + Q_{12,9} + Q_{13,9} + Q_{14,9}) \leq CAP_9 \quad (4.32)$$

Kapasitas GBB. Dapur Kejambon (10)

$$S_{2,10} + (Q_{1,10} + Q_{2,10} + Q_{3,10} + Q_{4,10} + Q_{5,10} + Q_{6,10} + Q_{7,10} + Q_{8,10} + Q_{9,10} + Q_{11,10} + Q_{12,10} + Q_{13,10} + Q_{14,10}) \leq CAP_{10} \quad (4.33)$$

Kapasitas GBB. Mlajah (11)

$$S_{3,11} + (Q_{1,11} + Q_{2,11} + Q_{3,11} + Q_{4,11} + Q_{5,11} + Q_{6,11} + Q_{7,11} + Q_{8,11} + Q_{9,11} + Q_{10,11} + Q_{12,11} + Q_{13,11} + Q_{14,11}) \leq CAP_{11} \quad (4.34)$$

Kapasitas GBB. Banyuanyar (12)

$$S_{3,12} + (Q_{1,12} + Q_{2,12} + Q_{3,12} + Q_{4,12} + Q_{5,12} + Q_{6,12} + Q_{7,12} + Q_{8,12} + Q_{9,12} + Q_{10,12} + Q_{11,12} + Q_{13,12} + Q_{14,12}) \leq CAP_{12} \quad (4.35)$$

Kapasitas GBB. Larangan Tokol (13)

$$\begin{aligned}
S_{3,13} + (Q_{1,13} + Q_{2,13} + Q_{3,13} + Q_{4,13} + Q_{5,13} \\
+ Q_{6,13} + Q_{7,13} + Q_{8,13} \\
+ Q_{9,13} + Q_{10,13} + Q_{11,13} \\
+ Q_{12,13} + Q_{14,13}) \\
\leq CAP_{13} \quad (4.36)
\end{aligned}$$

Kapasitas GBB. Kertasada (14)

$$\begin{aligned}
S_{3,14} + (Q_{1,14} + Q_{2,14} + Q_{3,14} + Q_{4,14} + Q_{5,14} + \\
Q_{6,14} + Q_{7,14} + Q_{8,14} + Q_{9,14} + Q_{10,14} + \\
Q_{11,14} + Q_{12,14} + Q_{13,14}) \leq CAP_{14} \quad (4.37)
\end{aligned}$$

Keterangan:

$Q_{k,j}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang
(k) ke gudang (j) (ton)

$S_{i,j}$ = Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada
masing-masing gudang (j) (ton)

CAP_j = Jumlah kapasitas RASKIN pada masing-
masing gudang (j) (ton)

➤ **Batasan Non negatif Variabel Keputusan**

$$Q_{j,k} \geq 0 \quad (4.38)$$

$Q_{j,k}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang
(j) ke gudang (k) (ton)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai implementasi model yang disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

5.1 Lingkungan Penyelesaian Model

Lingkungan penyelesaian model merupakan kriteria perangkat pengujian yang digunakan dalam menyelesaikan model yang telah dibuat pada tugas akhir ini. Lingkungan penyelesaian model meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Tabel 5.1. menjelaskan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan model.

Tabel 5.1 Spesifikasi perangkat untuk aplikasi model.

Perangkat Keras	Spesifikasi
Jenis	Notebook
Processor	Core i3
RAM	4GB
Hard Dist Drive	500GB

Kemudian terdapat pula lingkungan perangkat lunak yang digunakan dalam penyelesaian model. Pada Tabel 5.2 berikut adalah daftar perangkat lunak yang digunakan dalam penyelesaian model.

Tabel 5.2 Perangkat lunak untuk penyelesaian model.

Perangkat Lunak	Fungsi
Windows 7	Sistem Operasi
Ms. Excel 2016	Proses Pengolahan Data
Lingo 11	Melakukan optimasi

5.2 Hasil Pra Pengolahan Data

Sebelum melakukan proses perhitungan *Single Objective Linear Programming*, terlebih dahulu dilakukan proses pengolahan data sehingga didapatkan data yang sesuai dengan kebutuhan. Tabel 5.3 menunjukkan data permintaan yang telah dilakukan pengolahan pada sub bab 4.2.1.

Tabel 5.3 Data Permintaan Hasil Pengolahan

SUBDIVRE	GUDANG	PERMINTAAN (TON)/TAHUN
KAB/KOTA		
Kota Surabaya	GBB. BANJAR KEMANTREN III	11914
Kab Sidoarjo	GBB. BANJAR KEMANTREN I	14100
Kab Gresik	GBB. BANJAR KEMANTREN II	14037
Kota Mojokerto	GBB. SOOKO	940
Kab. Mojokerto	GBB. GUNUNG GEDANGAN	12828
Kab. Jombang	GBB. MOJONGAPIT	2908
	GBB. TUNGGORONO I	3393
	GBB. TUNGGORONO II	3231
	GSP. SEMBUNG	3231
	GBB. DAPUR KEJAMBON	5654
Kab. Bangkalan	GSP. MLAJAH	1906
Kab. Sampang	GBL. BANYUANYAR	2434
Kab. Pamekasan	GBB. LARANGAN TOKOL	1936
Kab. Sumenep	GBB. KERTASADA	2607

5.3 Perhitungan Model Single Objective Linear Programming

Pada sub bab ini akan dilakukan perhitungan masing-masing fungsi tujuan pada model *single objective linear programming* yaitu meminimalkan biaya distribusi terlebih dahulu,

kemudian dilakukan perhitungan meminimalkan waktu distribusi.

5.3.1. Penentuan Variabel dan Indeks

Penentuan variabel dan indeks yang digunakan pada proses perhitungan model *single objective linear programming* dilakukan untuk memudahkan dalam penjabaran terhadap objek-objek yang terkait dalam proses perhitungan. Dalam penentuan terdapat dua macam set yaitu *primitive set* adalah set yang utama bukan turunan dari set lainnya.

Dalam kasus ini terdapat tiga *primitive set* yaitu Wilayah dengan indeks i dimana i ada 3 wilayah dengan atribut suplai (SUP), yang kedua adalah *primitive set* Gudang dengan indeks j dimana j ada 14 gudang yang akan menerima persebaran persediaan wilayah setiap subDivre dan akan melakukan pengiriman Raskin sesuai dengan persediaan yang berlebih dalam proses persebaran, atribut yang dimiliki adalah permintaan (DEM) dan kapasitas (CAP). *Primitive set* yang ketiga adalah Gudang2 yang merupakan gudang yang sama dengan indeks k dimana k adalah 14 gudang yang akan menerima pengiriman dari gudang yang memiliki persediaan berlebih dari proses penyebaran.

Selanjutnya adalah penentuan *derived set* adalah set turunan yang dibentuk dari *primitive set*. *Derived set* yang pertama adalah Bagi dimana Bagi adalah set yang terkait proses penyebaran persediaan dari wilayah menuju gudang yang memiliki atribut cs merupakan jumlah biaya suplai dan S merupakan jumlah banyaknya suplai. *Derived set* yang kedua adalah Kirim dimana Kirim adalah set yang terkait dengan proses pengiriman dari gudang yang berlebih ke gudang yang memiliki kekurangan dalam

memenuhi permintaan dengan atribut cq merupakan jumlah biaya distribusi dan Q merupakan jumlah distribusi. Berikut ini adalah implementasi penentuan variabel dan indeks pada segmen kode 5.1 dan 5.2 :

SETS :	(1)
WILAYAH/W1..W3/ : SUP;	(2)
GUDANG/G1..G14/ : DEM, CAP;	(3)
GUDANG2/A1..A14/;	(4)
BAGI (WILAYAH, GUDANG) : c_s, S ;	(5)
KIRIM (GUDANG, GUDANG2) : c_q, Q ;	(6)
ENDSETS	(7)

Segmen Kode Program 5.1 Deklarasi variabel dan atribut

SETS :	(1)
WILAYAH/W1..W3/ : SUP;	(2)
GUDANG/G1..G14/ : DEM, CAP;	(3)
GUDANG2/A1..A14/;	(4)
BAGI (WILAYAH, GUDANG) : t_s, S ;	(5)
KIRIM (GUDANG, GUDANG2) : t_q, Q ;	(6)
ENDSETS	(7)

Segmen Kode Program 5.2 Deklarasi variabel dan atribut

5.3.2. Pengimplementasian Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan tugas akhir ini adalah meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi. Setiap fungsi tujuan tersebut memiliki penyelesaian masing-masing. Namun, beberapa data masukan dan batasan yang digunakan pada penyelesaian masing-masing fungsi tujuan adalah sama. Penjelasan pengimplementasian masing-masing fungsi tujuan adalah sebagai berikut.

1. Pengimplementasian Fungsi Tujuan Meminimalkan Biaya Distribusi

Pada pengimplementasian fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi terdiri dari penjumlahan antara biaya penyebaran persediaan atau disebut biaya suplai dan biaya distribusi antar gudang. Fungsi tujuan diimplementasikan pada segmen kode program 5.3 :

```
!FUNGSI TUJUAN ; (8)
BIAYA_SUPPLAI=@SUM(BAGI:cs*S) ; (9)
BIAYA_DISTRIBUSI=@SUM(KIRIM:cq*Q) ; (10)
MIN= BIAYA_SUPPLAI + BIAYA_DISTRIBUSI ; (11)
```

Segmen Kode Program 5.3 Implementasi Fungsi Tujuan 1

2. Pengimplementasian Fungsi Tujuan Meminimalkan Waktu Distribusi

Pada pengimplementasian fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi terdiri dari penjumlahan antara waktu penyebaran persediaan dan waktu distribusi antar gudang atau yang disebut sebagai alokasi. Fungsi tujuan diimplementasikan dalam segmen kode program 5.4:

```
!FUNGSI TUJUAN ; (8)
WAKTU_SUPPLAI=@SUM(BAGI:ts*S) ; (9)
WAKTU_DISTRIBUSI=@SUM(KIRIM:ts*Q) ; (10)
MIN= WAKTU_SUPPLAI + WAKTU_DISTRIBUSI ; (11)
```

Segmen Kode Program 5.4 Implementasi Fungsi Tujuan 2

5.3.3. Pengimplementasian Batasan

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah batasan permintaan masing-masing gudang Bulog,

batasan persediaan masing-masing wilayah, dan batasan kapasitas masing-masing Gudang Bulog. Penjelasan implementasi masing-masing batasan adalah sebagai berikut:

➤ **Pengimplementasian Batasan Permintaan**

Batasan permintaan dilakukan supaya permintaan pada setiap gudang dapat terpenuhi. Batasan Permintaan berisi tentang jumlah akumulasi Raskin yang di terima gudang j dari persebaran persediaan wilayah i ke gudang j ditambah dengan pengiriman Raskin dari gudang lain (k) dikurangi dengan pengeluaran pengiriman Raskin gudang j ke gudang lain (k) harus minimal sama atau lebih besar dari permintaan gudang j . Berikut ini adalah implementasi batasan permintaan pada segmen kode program 5.5:

```
!BATASAN PERMINTAAN;
@FOR (GUDANG (J) : @SUM (WILAYAH (I) : S (I, J))
      + @SUM (GUDANG2 (K) : Q (K, J))
      - @SUM (GUDANG2 (K) : Q (J, K)) >=
DEM (J) ); (18)
```

Segmen Kode Program 5.5 Batasan Permintaan

➤ **Pengimplementasian Batasan Persediaan**

Batasan persediaan dilakukan supaya penyebaran persediaan pada setiap wilayah ke masing-masing gudang tidak melebihi persediaan. Berikut ini adalah implementasi batasan persediaan pada segmen kode program 5.6:

```

!BATASAN PERSEDIAAN;
@FOR (WILAYAH (I) : @SUM (GUDANG (J) :
S (I, J) ) <= SUP (I) );           (19)

```

Segmen Kode Program 5.6 Batasan Persediaan

1. Pengimplementasian Batasan Kapasitas

Batasan kapasitas dilakukan supaya penyebaran persediaan dan alokasi raskin pada setiap gudang tidak melebihi kapasitas. Batasan Kapasitas adalah jumlah akumulasi penyebaran persediaan dari wilayah i ke gudang j ditambah dengan jumlah pengiriman persediaan berlebih dari gudang j ke gudang k harus sama dengan atau kurang dari kapasitas. Berikut ini adalah implementasi batasan kapasitas pada segmen kode program 5.7:

```

!BATASAN KAPASITAS;
@FOR (GUDANG (J) : @SUM (WILAYAH (I) : S (I, J) ) +
@SUM (GUDANG2 (K) : Q (K, J) ) <= CAP (J) );   (20)

```

Segmen Kode Program 5.7 Batasan Kapasitas

5.3.4. Penginputan Data

Penginputan data yang dilakukan pemrosesan pada perhitungan model *Single Objective Linear Programming* pada kedua fungsi tujuan. Namun Perhitungan ini dilakukan terpisah sehingga input data dilakukan sesuai dengan data yang dibutuhkan masing-masing fungsi tujuan.

DATA:

```

SUP= 52356 20270 8494;
DEM= 11914 14100 14037 940 12828 2908
      3393 3231 3231 5654 1906 2434
      1936 2608;
CAP= 70000 36500 70000 18500 24500 9000
      10500 10000 10000 17500 2000 2500
      7000 3000;

cs=
0 0 0 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 0 0 0 0
0 0 0 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 0 0 0 0;

cq=
0 0 40321 45300 44247 47543 48321
48310 48813 47875 45769 51388 54135 61459
0 0 40802 45185 44132 47428 48218
48195 48756 47760 47394 53105 55737 63062
40356 40390 0 45368 44316 47600 48390
48436 48928 47932 46147 51846 54593 61917
44419 44373 44796 0 40150 42702 43492
43480 44029 43034 50187 55852 58598 65923
43881 43858 44281 40653 0 42885 43675
43663 44213 43217 49672 55394 58026 65465
47222 47142 47566 42519 42885 0 40299
40287 41042 40035 52990 58598 61345 68669
47989 47898 48321 43274 43640 40333 0
0 40459 40424 53219 59399 62146 69470

```

Segmen Kode Program 5.8 Penginputan Data FT 1

47978	47955	48413	43331	43698	40321	0
0	40390	40402	53677	58827	61574	68898
48745	48653	49076	44029	44396	41226	40402
40390	0	41180	54478	60200	62833	70157
47428	47348	47772	42725	43091	39909	40424
40413	41340	0	53219	58827	61574	68898
45655	45746	45025	50015	48962	52304	52990
52990	53563	52533	0	47348	50061	57454
51274	51388	50679	55737	54593	57912	58713
58713	59285	58255	47337	0	42313	49660
54020	54135	53448	58369	57339	60658	61459
61459	62032	61002	50049	42324	0	47051
61230	61459	60773	65694	64664	67983	68784
68784	69356	68326	57339	49660	47039	0;

Segmen Kode Program 5.9 Penginputan Data FT 1

Kemudian pada segmen kode program 5.10 adalah data untuk perhitungan fungsi tujuan meminimalkan waktu.

DATA :						
SUP=	52356	20270	8494;			
DEM=	11914	14100	14037	940	12828	2908
	3393	3231	3231	5654	1906	2434
	1936	2608;				
CAP=	70000	36500	70000	18500	24500	9000
	10500	10000	10000	17500	2000	2500
	7000	3000;				
ts=						
0	0	0	99999	99999	99999	99999
99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999
99999	99999	99999	0	0	0	0
0	0	0	99999	99999	99999	99999
99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999
99999	99999	99999	0	0	0	0;

Segmen Kode Program 5.10 Penginputan Data FT 2

tq=							
0	0	0.20	1.45	1.20	1.95	2.10	
2.10	2.20	2.12	1.43	2.47	2.88	4.20	
0	0	0.40	1.35	1.15	1.85	1.95	
1.87	2.03	1.93	1.73	2.88	3.42	4.97	
0.32	0.17	0	1.22	0.98	1.65	1.78	
2.13	1.83	1.77	1.47	2.52	3.02	4.52	
1.30	1.23	1.08	0	0.20	0.67	0.80	
0.72	0.90	0.80	2.20	3.33	4.08	5.47	
1.13	1.08	0.95	0.27	0	0.67	0.83	
0.90	0.93	0.82	2.05	3.17	3.93	5.23	
1.77	1.70	1.65	0.58	0.67	0	0.23	
0.22	0.32	0.18	2.68	3.87	4.67	5.93	
1.97	1.87	1.83	0.75	0.83	0.25	0	0
0.18	0.22	3.02	4.03	4.88	6.05		
1.95	2.10	2.13	0.77	0.85	0.23	0	0
0.15	0.20	2.87	3.92	4.33	5.57		
2.13	2.07	2.00	0.92	1.02	0.40	0.18	
0.15	0	0.40	3.05	4.22	5.05	6.20	
1.80	1.78	1.73	0.60	0.68	0.10	0.27	
0.25	0.38	0	2.78	3.88	4.72	5.93	
1.53	1.55	1.08	2.47	2.30	2.95	3.08	
3.07	3.15	3.03	0	1.67	2.20	3.75	
2.45	2.65	2.65	3.43	2.87	3.85	3.98	
3.93	4.10	3.98	1.68	0	0.38	2.00	
2.80	2.80	3.08	4.55	4.28	5.02	5.17	
4.35	5.28	5.15	2.10	0.52	0	1.57	
4.23	4.68	4.65	5.52	5.27	5.95	6.08	
5.60	6.20	6.08	3.63	2.10	1.62	0;	
ENDDATA							

Segmen Kode Program 5.11 Penginputan Data FT 2

5.3.5. Hasil Perhitungan *Single Objective Linear Programming*

Hasil dari penghitungan *Single Objective Linear Programming* akan menjadi masukan bagi penghitungan dengan metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP). Tabel 5.4 menunjukkan hasil penghitungan optimasi berupa solusi biaya dan waktu distribusi optimasi untuk

masing-masing fungsi tujuan berdasarkan implementasi model *Single Objective Linear Programming* yang telah dijelaskan pada proses sebelumnya.

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan SOLP

SubDivre	Gudang	Biaya Distribusi untuk setiap gudang (Rp)	Waktu Distribusi untuk setiap gudang (Jam)
SUB DIVRE SURABAYA UTARA	GBB. BANJAR KEMANTREN III	0	0
	GBB. BANJAR KEMANTREN I	0	0
	GBB. BANJAR KEMANTREN II	0	0
SUB DIVRE SURABAYA SELATAN	GBB. SOOKO	0	0
	GBB. GUNUNG GEDANGAN	525.832.780	11676,70
	GBB. MOJONGAPIT	0	0
	GBB. TUNGGORONO I	0	0
	GBB. TUNGGORONO II	0	0
	GSP. SEMBUNG	0	0
	GBB. DAPUR KEJAMBON	0	0
SUB DIVRE MADURA	GSP. MLAJAH	17.849.920	557,70
	GBL. BANYUANYAR	0	0
	GBB. LARANGAN TOKOL	0	0
	GBB. KERTASADA	0	0
TOTAL		543.682.700	12234,40

5.4 Penentuan Derajat Keanggotaan *Piecewise Linear*

Penentuan derajat keanggotaan didasarkan pada solusi biaya optimal dan waktu optimal yang dihasilkan pada penghitungan *Single Objective Linear Programming*. Hasil penghitungan *Single Objective Linear Programming* tersebut dibuat menjadi interval antara 0 sampai 1.

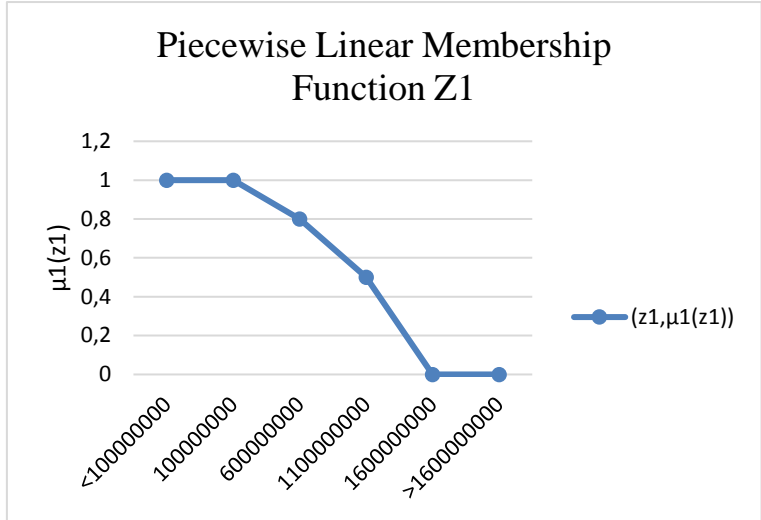
Nilai fungsi tujuan yang paling mendekati atau sama dengan nilai yang sebenarnya akan memiliki derajat keanggotaan sebesar 1. Sementara, apabila nilai fungsi tujuan semakin jauh dengan nilai yang sebenarnya maka derajat keanggotaannya akan mendekati atau sama dengan 0. Tabel 5.5 menunjukkan derajat keanggotaan untuk masing-masing fungsi tujuan.

Tabel 5.5 Derajat Keanggotaan

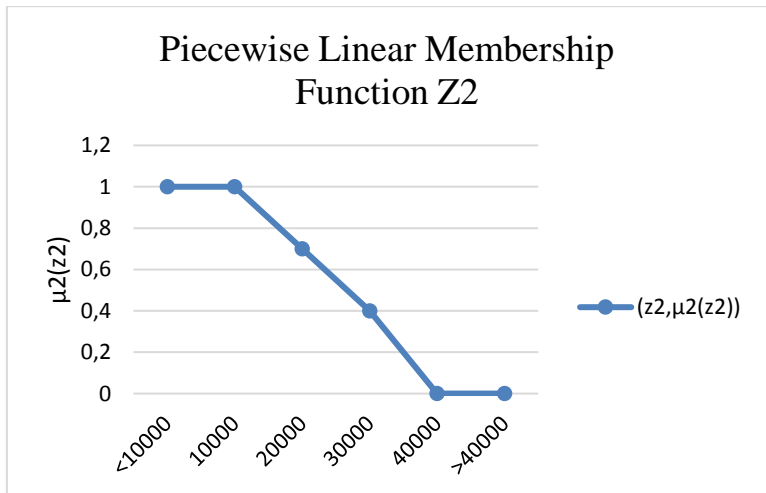
z_1	>1600000000	1600000000	1100000000	600000000	100000000	<100000000
$\mu_1 z_1$	0	0	0.5	0.8	1	1
z_2	>40000	40000	30000	20000	10000	<10000
$\mu_2 z_2$	0	0	0.4	0.7	1	1

5.5 Penggambaran Fungsi Keanggotaan *Piecewise Linear*

Penggambaran fungsi keanggotaan *piecewise linear* didasarkan pada hasil penentuan derajat fungsi tujuan yang telah dijelaskan pada sub bab 5.3. Titik-titik yang merupakan derajat keanggotaan digambarkan dan dihubungkan sehingga membentuk kurva. Hasil penggambaran kurva fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi ditunjukkan pada Gambar 5.1, sedangkan kurva fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi ditunjukkan pada Gambar 5.2



Gambar 5.1 Grafik Membership Function Z1



Gambar 5.2 Grafik Membership Function Z2

5.6 Perumusan Persamaan Linear Fungsi Keanggotaan *Piecewise Linear*

5.6.1. Perhitungan Nilai Slope (t_{ge})

Pada penghitungan nilai *slope*, index g merupakan index untuk fungsi tujuan dan index e merupakan index untuk derajat keanggotaan. Parameter q_{ge} menunjukkan nilai derajat keanggotaan e pada fungsi tujuan g . Sedangkan parameter X_{ge} menunjukkan nilai fungsi tujuan g pada derajat keanggotaan e . Berikut merupakan hasil penghitungan nilai *slope* untuk masing-masing derajat keanggotaan pada setiap fungsi tujuan berdasarkan hasil penentuan derajat fungsi tujuan yang telah dijelaskan pada sub bab 5.3.

1. Penghitungan Nilai t_{11}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{11} = \left(\frac{q_{11} - 0}{X_{11} - X_{10}} \right) \quad (5.1)$$

$$t_{11} = \left(\frac{0.5 - 0}{1100000000 - 1600000000} \right)$$

$$t_{11} = -0.000000001$$

2. Penghitungan Nilai t_{12}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-2 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{12} = \left(\frac{q_{12} - q_{11}}{X_{12} - X_{11}} \right) \quad (5.2)$$

$$t_{12} = \left(\frac{0.8 - 0,5}{600000000 - 1100000000} \right)$$

$$t_{12} = -0.0000000006$$

3. Penghitungan Nilai t_{13}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-3 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{13} = \left(\frac{1 - q_{12}}{X_{13} - X_{12}} \right) \quad (5.3)$$

$$t_{13} = \left(\frac{1 - 0.8}{100000000 - 600000000} \right)$$

$$t_{13} = -0.0000000004$$

4. Penghitungan Nilai t_{21}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{21} = \left(\frac{q_{21} - 0}{X_{21} - X_{20}} \right) \quad (5.4)$$

$$t_{21} = \left(\frac{0.4 - 0}{30000 - 40000} \right)$$

$$t_{21} = -0.00004$$

5. Penghitungan Nilai t_{22}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-2 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{22} = \left(\frac{q_{22} - q_{21}}{X_{22} - X_{21}} \right) \quad (5.5)$$

$$t_{22} = \left(\frac{0.7 - 0.4}{20000 - 30000} \right)$$

$$t_{22} = -0.00003$$

6. Penghitungan Nilai t_{23}

Hasil penghitungan nilai *slope* untuk derajat keanggotaan ke-3 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$t_{23} = \left(\frac{1 - q_{22}}{X_{23} - X_{22}} \right) \quad (5.6)$$

$$t_{23} = \left(\frac{1 - 0.7}{10000 - 20000} \right)$$

$$t_{23} = -0,00003$$

5.6.2. Perhitungan Nilai Alfa, Beta dan Gamma

Pada penghitungan nilai alfa, beta, dan gamma, nilai alfa dan beta didapatkan dari hasil penghitungan nilai *slope*, sementara nilai gamma didapatkan dari hasil penghitungan *y-intercept* pada persamaan garis.

➤ Penghitungan Nilai Alfa, Beta, dan Gamma z_1

Berikut merupakan hasil penghitungan nilai alfa, beta, dan gamma untuk fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi.

1. Penghitungan Nilai α_{11}

Hasil penghitungan nilai alfa untuk derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$\alpha_{11} = -\frac{t_{12} - t_{11}}{2} \quad (5.7)$$

$$\alpha_{11} = -\frac{-0.0000000006 - (-0.000000001)}{2}$$

$$\alpha_{11} = -0.0000000002$$

2. Penghitungan Nilai α_{12}

Hasil penghitungan nilai alfa untuk derajat keanggotaan ke-2 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$\alpha_{12} = -\frac{t_{13} - t_{12}}{2} \quad (5.8)$$

$$\alpha_{12} = -\frac{-0.0000000004 - (-0.0000000006)}{2}$$

$$\alpha_{12} = -0.0000000001$$

3. Penghitungan Nilai β_1

Hasil penghitungan nilai beta untuk fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

$$\beta_1 = \frac{t_{13} + t_{11}}{2} \quad (5.9)$$

$$\beta_1 = \frac{-0.0000000004 + (-0.0000000001)}{2}$$

$$\beta_1 = -0.0000000007$$

4. Penghitungan Nilai γ_1

Hasil penghitungan nilai gamma untuk fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi adalah sebagai berikut.

Persamaan garis antara (60000000,0.8) dan (10000000,1)

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (5.10)$$

$$\frac{x - 60000000}{10000000 - 60000000} = \frac{y - 0.8}{1 - 0.8}$$

$$y = -0.0000000004x + 1.04$$

Jika $x = 0$, maka y -intercept adalah 1.04.

Persamaan garis antara (1600000000,0) dan (1100000000,0.5)

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (5.11)$$

$$\frac{x - 1600000000}{1100000000 - 1600000000} = \frac{y - 0}{0.5 - 0}$$

$$y = -0.000000001x + 1,6$$

Jika $x = 0$, maka y -intercept adalah 1,6.

y -intercept untuk z_1

$$\gamma_1 = \frac{S_{13} + S_{11}}{2} \quad (5.12)$$

$$\gamma_1 = \frac{1.04 + 1,6}{2}$$

$$\gamma_1 = 1.32$$

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil $\alpha_{11} = -0.0000000002$, $\alpha_{12} = -0.0000000001$, $\beta_1 = -0.0000000007$, dan $\gamma_1 = 1.32$. Keempat nilai tersebut kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* umum sehingga menghasilkan persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk menyelesaikan fungsi tujuan z_1 dalam permasalahan distribusi Raskin pada persamaan 5.13.

$$f_1(z_1) = -0,0000000002 | z_1 - 1100000000 | \\ -0.0000000001 | z_1 - 600000000 |$$

$$-0.0000000007z_1 + 1,32 \quad (5.13)$$

➤ **Perhitungan Nilai Alfa, Beta, dan Gamma z_2**

Berikut merupakan hasil penghitungan nilai alfa, beta, dan gamma untuk fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi.

1. Penghitungan Nilai α_{21}

Hasil penghitungan nilai alfa untuk derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$\alpha_{21} = -\frac{t_{22} - t_{21}}{2} \quad (5.14)$$

$$\alpha_{21} = -\frac{-0.00004 - (-0.00003)}{2}$$

$$\alpha_{21} = -0.000005$$

2. Penghitungan Nilai α_{22}

Hasil penghitungan nilai alfa untuk derajat keanggotaan ke-2 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$\alpha_{22} = -\frac{t_{23} - t_{22}}{2} \quad (5.15)$$

$$\alpha_{22} = -\frac{-0.00003 - (-0.00003)}{2}$$

$$\alpha_{22} = 0$$

3. Penghitungan Nilai β_2

Hasil penghitungan nilai beta untuk fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

$$\beta_2 = \frac{t_{23} + t_{21}}{2} \quad (5.16)$$

$$\beta_2 = \frac{-0.00003 + (-0.00004)}{2}$$

$$\beta_2 = -0.000035$$

4. Penghitungan Nilai γ_2

Hasil penghitungan nilai gamma untuk fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi adalah sebagai berikut.

Persamaan garis antara (20000,0.7) dan (10000,1)

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (5.17)$$

$$\frac{x - 20000}{10000 - 20000} = \frac{y - 0.7}{1 - 0.7}$$

$$y = -0.00003x + 1.3$$

Jika $x = 0$, maka *y-intercept* adalah 1.3.

Persamaan garis antara (40000,0) dan (30000,0.4)

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (5.18)$$

$$\frac{x - 40000}{30000 - 40000} = \frac{y - 0}{0.4 - 0}$$

$$y = -0.00004x + 1.6$$

Jika $x = 0$, maka *y-intercept* adalah 1.6.

***y-intercept* untuk z_2**

$$\gamma_2 = \frac{S_{23} + S_{21}}{2} \quad (5.19)$$

$$\gamma_2 = \frac{1.3 + 1.6}{2}$$

$$\gamma_2 = 1.45$$

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil $\alpha_{21} = -0.000005$, $\alpha_{22} = 0$, $\beta_2 = -0.000035$, dan $\gamma_2 = 1.45$. Keempat nilai tersebut kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* umum sehingga menghasilkan persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk menyelesaikan fungsi tujuan z_2 dalam permasalahan distribusi Raskin pada persamaan 5.20.

$$f_2(z_2) = 0.000005 |z_2 - 30000| - 0.000035z_2 + 1,45 \quad (5.20)$$

5.6.3. Penambahan Variabel Deviational Non Negatif

d_{ge}^- dan d_{ge}^+ menunjukkan variabel deviational non negatif dalam arah positif dan negatif. Variabel deviasi ini akan bersifat menghilangkan jika keduanya digunakan secara bersamaan. Hasil penambahan variabel deviational non negatif pada persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk fungsi tujuan z_1 ditunjukkan pada persamaan 6.21.

$$f_1(z_1) = -0.0000000002(d_{11}^- - d_{11}^+) - 0.0000000001(d_{12}^- - d_{12}^+)$$

$$\begin{aligned}
 & -0.0000000007 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \\ & \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cS_{i,j} S_{i,j} \\ & + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cQ_{j,k} Q_{j,k} \end{aligned} \right\} \\
 & + 1.32 \qquad \qquad \qquad (5.21)
 \end{aligned}$$

Hasil penambahan variabel deviational non negatif pada persamaan linear fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk fungsi tujuan z_2 ditunjukkan pada persamaan 6.22.

$$f_2(z_2) = 0.000005(d_{21}^- - d_{21}^+)$$

$$\begin{aligned}
 & -0.000035 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \\ & \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} tS_{i,j} S_{i,j} \\ & + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} tQ_{j,k} Q_{j,k} \end{aligned} \right\} \\
 & + 1.45 \qquad \qquad \qquad (5.22)
 \end{aligned}$$

5.7 Penambahan Variabel Tingkat Kepuasan Pengambil Keputusan

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai persamaan linear dengan penambahan variabel L yang merepresentasikan tingkat kepuasan pengambil keputusan. Hasil penambahan variabel L pada proses distribusi RASKIN Perum Bulog di persamaan 5.23 dan 5.24:

- Batasan bahwa tingkat kepuasan pengambil keputusan kurang dari sama dengan $f_1(Z_1)$.

$$\begin{aligned}
 L \leq & -0.0000000002(d_{11}^- - d_{11}^+) \\
 & -0.0000000001(d_{12}^- - d_{12}^+) \\
 & -0.0000000007 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \\ & \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cS_{i,j} S_{i,j} \\ & + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cQ_{j,k} Q_{j,k} \\ & + 1,32 \end{aligned} \right\} \quad (5.23)
 \end{aligned}$$

- Batasan bahwa tingkat kepuasan pengambil keputusan kurang dari sama dengan $f_2(Z_2)$.

$$\begin{aligned}
 L \leq & 0.000005(d_{21}^- - d_{21}^+) \\
 & -0.000035 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \\ & \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} tS_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} tQ_{j,k} Q_{j,k} \\ & + 1.45 \end{aligned} \right\} \quad (5.24)
 \end{aligned}$$

5.7.1. Model *Fuzzy Multi Objective Linear Programming*

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* yang dirumuskan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi beras RASKIN pada Perum Bulog Divre Jawa Timur.

5.7.1.1. Perumusan Fungsi Tujuan

Pada perumusan fungsi tujuan model Fuzzy Multi Objective Linear Programming yang menggabungkan dua fungsi tujuan di perhitungan *Single Objective Linear Programming* menjadi satu tujuan. Fungsi tujuannya adalah sebagai berikut:

➤ **Memaksimalkan L**

Pada perumusan fungsi tujuan model Fuzzy Multi Objective Linear Programming adalah maksimasi L. Dimana L adalah tingkat kepuasan pengambil keputusan yang digambarkan secara matematis pada persamaan 5.25:

$$\text{Max } L \quad (5.25)$$

5.7.1.2. Perumusan Batasan

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah batasan permintaan masing-masing gudang, batasan pengadaan persediaan masing-masing wilayah subdivide dan batasan kapasitas masing-masing gudang.

➤ **Batasan Nilai L**

Nilai L atau nilai tingkat kepuasan pengambil keputusan adalah nilai yang nilainya harus kurang dari sama dengan nilai persamaan piecewise linear seperti berikut ini:

- Batasan bahwa tingkat kepuasan pengambil keputusan kurang dari sama dengan $f_1(Z_1)$.

$$L \leq -0.0000000002(d_{11}^- - d_{11}^+)$$

$$-0.0000000001(d_{12}^- - d_{12}^+)$$

$$\begin{aligned}
 & -0.0000000007 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \\ & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cS_{i,j} S_{i,j} \\ & + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cQ_{j,k} Q_{j,k} \end{aligned} \right\} \\
 & + 1,32 \quad (5.26)
 \end{aligned}$$

- Batasan bahwa tingkat kepuasan pengambil keputusan kurang dari sama dengan $f_2(Z_2)$.

$$L \leq 0.000005(d_{21}^- - d_{21}^+) - 0.000005(d_{22}^- - d_{22}^+)$$

$$\begin{aligned}
 & -0.00003 \left\{ \begin{aligned} & \text{Min } z_1 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} tS_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} tQ_{j,k} Q_{j,k} \\ & + 1,25 \end{aligned} \right\} \quad (5.27)
 \end{aligned}$$

➤ **Batasan Deviational Non Negatif**

- Batasan variabel deviational non negatif derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi.

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cS_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cQ_{j,k} Q_{j,k} + d_{11}^- - d_{11}^+ \\
 & = 1100000000 \quad (5.28)
 \end{aligned}$$

- Batasan variabel deviational non negatif derajat keanggotaan ke-2 pada fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi.

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} cS_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} cQ_{j,k} Q_{j,k} + d_{11}^- - d_{11}^+ \\
 & = 600000000 \quad (5.29)
 \end{aligned}$$

- Batasan variabel deviational non negatif derajat keanggotaan ke-1 pada fungsi tujuan meminimalkan waktu distribusi.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} tS_{i,j} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} tQ_{j,k} Q_{j,k} + d_{21}^- - d_{21}^+ = 30000 \quad (5.30)$$

➤ Batasan Permintaan

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan distribusi produk sesuai dengan permintaan yang terdapat pada masing-masing gudang. Jumlah beras RASKIN yang akan didistribusikan pada setiap gudang Bulog harus lebih dari atau sama dengan jumlah permintaan seperti pada persamaan 6.30.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{k,j} - \sum_{k=1}^{14} \sum_{j=1}^{14} Q_{j,k} \geq DEM_j \quad (6.30)$$

Keterangan:

$Q_{j,k}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (ton)

$Q_{k,j}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (k) ke gudang (j) (ton)

$S_{i,j}$ = Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada masing-masing gudang (j) (ton)

DEM_j = Jumlah permintaan RASKIN pada masing-masing gudang (j) (ton)

➤ Batasan Persediaan

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan distribusi RASKIN sesuai dengan pengadaan persediaan yang dilakukan oleh Perum Bulog Divre Jawa Timur. Alokasi beras RASKIN yang didistribusikan ke gudang-gudang wilayah subdivre

tertentu harus kurang dari atau tidak boleh lebih dari jumlah pengadaan persediaan beras RASKIN pada subdivre tersebut. Perumusan batasan pengadaan persediaan adalah sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} \leq S_i \quad (5.32)$$

Keterangan:

$S_{i,j}$ = Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada masing-masing gudang (j) (ton)

➤ **Batasan Kapasitas**

Batasan ini berfungsi untuk dapat memberikan batasan jumlah beras RASKIN yang mampu ditampung pada setiap gudang. Jumlah alokasi beras raskin ke gudang m tidak boleh melebihi kapasitas gudang tersebut. Berikut adalah batasan permintaan yaitu :

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{k,j} \leq CAP_j \quad (5.33)$$

Keterangan:

$Q_{k,j}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (k) ke gudang (j) (ton)

$S_{i,j}$ = Jumlah suplai RASKIN dari wilayah (i) pada masing-masing gudang (j) (ton)

CAP_j = Jumlah kapasitas RASKIN pada masing-masing gudang (j) (ton)

➤ **Batasan Non negatif Variabel Keputusan**

$$Q_{j,k} \geq 0 \quad (5.34)$$

$Q_{j,k}$ = Jumlah distribusi beras RASKIN dari gudang (j) ke gudang (k) (ton)

5.8 Penyelesaian Model Fuzzy Multi Objective Linear Programming

5.8.1. Penentuan Variabel dan Indeks

Penentuan variabel dan indeks yang digunakan pada proses perhitungan model *single objective linear programming* dilakukan untuk memudahkan dalam penjabaran terhadap objek-objek yang terkait dalam proses perhitungan. Dalam penentuan terdapat dua macam set yaitu *primitive set* adalah set yang utama bukan turunan dari set lainnya.

Dalam kasus ini terdapat tiga *primitive set* yaitu Wilayah dengan indeks i dimana i ada 3 wilayah dengan atribut suplai (SUP), yang kedua adalah *primitive set* Gudang dengan indeks j dimana j ada 14 gudang yang akan menerima persebaran persediaan wilayah setiap subDivre dan akan melakukan pengiriman Raskin sesuai dengan persediaan yang berlebih dalam proses persebaran, atribut yang dimiliki adalah permintaan (DEM) dan kapasitas (CAP). *Primitive set* yang ketiga adalah Gudang2 yang merupakan gudang yang sama dengan indeks k dimana k adalah 14 gudang yang akan menerima pengiriman dari gudang yang memiliki persediaan berlebih dari proses penyebaran.

Selanjutnya adalah penentuan *derived set* adalah set turunan yang dibentuk dari *primitive set*. *Derived set* yang pertama adalah Bagi dimana Bagi adalah set yang terkait proses penyebaran persediaan dari wilayah menuju gudang yang memiliki atribut cs merupakan jumlah biaya suplai dan S merupakan jumlah banyaknya suplai. *Derived set* yang kedua adalah Kirim dimana Kirim adalah set yang terkait dengan proses pengiriman dari gudang yang berlebih ke gudang yang memiliki kekurangan dalam

memenuhi permintaan dengan atribut cq merupakan jumlah biaya distribusii dan Q merupakan jumlah distribusi. Berikut ini adalah implementasi penentuan variabel dan indeks dalam segmen kode program 5.12.

```
SETS : (1)
WILAYAH/W1..W3/:SUP; (2)
GUDANG/G1..G14/:DEM,CAP; (3)
GUDANG2/A1..A14/; (4)
BAGI (WILAYAH,GUDANG):cs,ts,S; (5)
KIRIM(GUDANG,GUDANG2):cq,tq,Q; (6)
ENDSETS (7)
```

Segmen Kode Program 5.12 Deklarasi variabel dan atribut

5.8.2. Pengimplementasian Fungsi Tujuan

Model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) menggabungkan kedua fungsi tujuan pada penghitungan *Single Objective Linear Programming* menjadi fungsi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan (L). Kode program untuk pengimplementasian fungsi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan (L) ditunjukkan pada segmen kode program 5.13

```
!FUNGSI TUJUAN; (8)
BIAYA_SUPPLAI=@SUM(BAGI:cs*S); (9)
BIAYA_ALOKASI=@SUM(KIRIM:cq*Q); (10)
WAKTU_SUPPLAI=@SUM(BAGI:ts*S); (11)
WAKTU_ALOKASI=@SUM(KIRIM:tq*Q); (12)
MAX=L; (13)
```

Segmen Kode Program 5.13 Implementasi Fungsi Tujuan

5.8.3. Pengimplementasian Batasan

Batasan yang digunakan dalam model FMOLP ini adalah Batasan nilai L, batasan deviational pada masing-masing derajat keanggotaan fungsi tujuan model SOLP yaitu meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi, batasan permintaan masing-masing gudang Bulog, batasan persediaan masing-masing wilayah, dan batasan kapasitas masing-masing Gudang Bulog. Penjelasan implementasi masing-masing batasan adalah sebagai berikut:

1. Pengimplentasian Batasan Nilai L

Batasan bahwa tingkat kepuasan pengambil keputusan kurang dari sama dengan $f_1(Z_1)$ dan $f_2(Z_2)$.

```

!BATASAN NILAI L ;
L <= -0.0000000002*(DN11-DP11) -
0.0000000001*(DN12-DP12) -
0.0000000007*(BIAYA_SUPPLAI+BIAYA_ALOKASI)
+ 1.32;                                     (13)

L <= 0.000005*(DN21-DP21) -
0.000035*(WAKTU_SUPPLAI + WAKTU_ALOKASI) +
1.45;                                       (14)

```

Segmen Kode Program 5.14 Implementasi Batasan Nilai L

2. Pengimplementasian Batasan Deviasional Fungsi Tujuan SOLP

Batasan fungsi tujuan SOLP yaitu meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi terkait dengan fungsi tujuan maksimasi L, maka diberi batasan pada fungsi keanggotaan pada derajat keanggotaannya. Batasan diimplementasikan seperti Segmen Kode Program 5.16.

```

!BATASAN FUNGSI TUJUAN SOLP ;
(BIAYA_SUPPLAI + BIAYA_ALOKASI) + DN11 -
DP11 = 1100000000;
(15)
(BIAYA_SUPPLAI + BIAYA_ALOKASI) + DN12 -
DP12 = 600000000;
(16)
(WAKTU_SUPPLAI + WAKTU_ALOKASI) + DN21 -
DP21 = 30000;

```

Segmen Kode Program 5.15 Batasan Fungsi Tujuan SOLP

3. Pengimplementasian Batasan Permintaan

Batasan permintaan dilakukan supaya permintaan pada setiap gudang dapat terpenuhi. Batasan Permintaan berisi tentang jumlah akumulasi Raskin yang di terima gudang j dari persebaran persediaan wilayah i ke gudang j ditambah dengan pengiriman Raskin dari gudang lain (k) dikurangi dengan pengeluaran pengiriman Raskin gudang j ke gudang lain (k) harus minimal sama atau lebih besar dari permintaan gudang j. Berikut ini adalah implementasi batasan permintaan pada Segmen Kode Program 5.15 .

```

!BATASAN PERMINTAAN;
@FOR (GUDANG (J) : @SUM(WILAYAH (I) : S (I, J))
      + @SUM(GUDANG2 (K) : Q (K, J))
      - @SUM(GUDANG2 (K) : Q (J, K)) >=
DEM (J) ); (19)

```

Segmen Kode Program 5.16 Batasan Permintaan

4. Pengimplementasian Batasan Persediaan

Batasan persediaan dilakukan supaya penyebaran persediaan pada setiap wilayah ke masing-masing gudang tidak melebihi persediaan. Berikut ini adalah implementasi

batasan persediaan pada Segmen Kode Program 5.16.

```
!BATASAN PERSEDIaan;
@FOR (WILAYAH(I) : @SUM(GUDANG(J) :
S(I,J)) <= SUP(I)); (20)
```

Segmen Kode Program 5.17 Batasan Persediaan

5. Pengimplementasian Batasan Kapasitas

Batasan kapasitas dilakukan supaya penyebaran persediaan dan alokasi raskin pada setiap gudang tidak melebihi kapasitas. Batasan Kapasitas adalah jumlah akumulasi penyebaran persediaan dari wilayah i ke gudang j ditambah dengan jumlah pengiriman persediaan berlebih dari gudang j ke gudang k harus sama dengan atau kurang dari kapasitas. Berikut ini adalah implementasi batasan kapasitas pada Segmen Kode Program 5.16

```
!BATASAN KAPASITAS;
@FOR (GUDANG(J) : @SUM(WILAYAH(I) : S(I,J)) +
@SUM(GUDANG2(K) : Q(K,J)) <= CAP(J)); (21)
```

Segmen Kode Program 5.18 Batasan Kapasitas

5.8.4. Penginputan Data

Penginputan data yang dilakukan pemrosesan pada perhitungan model *Multi Objective Linear Programming* pada kedua fungsi tujuan. Data dimasukkan pada field data yang telah dibuat seperti Segmen Kode Program 5.18 dan Segmen Kode Program 5.19:

DATA:

```

SUP=  52356  20270  8494;
DEM=  11914  14100  14037  940  12828  2908
      3393  3231  3231  5654  1906  2434
      1936  2608;
CAP=  70000  36500  70000  18500  24500  9000
      10500  10000  10000  17500  2000  2500
      7000  3000;

cs=
0      0      0      99999  99999  99999  99999
99999  99999  99999  99999  99999  99999  99999
99999  99999  99999  0      0      0      0
0      0      0      99999  99999  99999  99999
99999  99999  99999  99999  99999  99999  99999
99999  99999  99999  0      0      0      0;

cq=
0      0      40321  45300  44247  47543  48321
48310  48813  47875  45769  51388  54135  61459
0      0      40802  45185  44132  47428  48218
48195  48756  47760  47394  53105  55737  63062
40356  40390  0      45368  44316  47600  48390
48436  48928  47932  46147  51846  54593  61917
44419  44373  44796  0      40150  42702  43492
43480  44029  43034  50187  55852  58598  65923
43881  43858  44281  40653  0      42885  43675
43663  44213  43217  49672  55394  58026  65465
47222  47142  47566  42519  42885  0      40299
40287  41042  40035  52990  58598  61345  68669
47989  47898  48321  43274  43640  40333  0
0 40459 40424 53219 59399 62146 69470
47978 47955 48413 43331 43698 40321 0
0 40390 40402 53677 58827 61574 68898
48745 48653 49076 44029 44396 41226 40402
40390 0      41180 54478 60200 62833 70157
47428 47348 47772 42725 43091 39909 40424
40413 41340 0      53219 58827 61574 68898
45655 45746 45025 50015 48962 52304 52990
52990 53563 52533 0      47348 50061 57454
51274 51388 50679 55737 54593 57912 58713
58713 59285 58255 47337 0      42313 49660
54020 54135 53448 58369 57339 60658 61459
61459 62032 61002 50049 42324 0      47051
61230 61459 60773 65694 64664 67983 68784
68784 69356 68326 57339 49660 47039 0;

```

Segmen Kode Program 5.19 Penginputan Data

```

ts=
0      0      0      99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 0      0      0      0
0      0      0      99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 99999 99999 99999 99999
99999 99999 99999 0      0      0      0;

```

```

tq=
0      0      0.20 1.45 1.20 1.95 2.10
2.10 2.20 2.12 1.43 2.47 2.88 4.20
0      0      0.40 1.35 1.15 1.85 1.95
1.87 2.03 1.93 1.73 2.88 3.42 4.97
0.32 0.17 0      1.22 0.98 1.65 1.78
2.13 1.83 1.77 1.47 2.52 3.02 4.52
1.30 1.23 1.08 0      0.20 0.67 0.80
0.72 0.90 0.80 2.20 3.33 4.08 5.47
1.13 1.08 0.95 0.27 0      0.67 0.83
0.90 0.93 0.82 2.05 3.17 3.93 5.23
1.77 1.70 1.65 0.58 0.67 0      0.23
0.22 0.32 0.18 2.68 3.87 4.67 5.93
1.97 1.87 1.83 0.75 0.83 0.25 0
0 0.18 0.22 3.02 4.03 4.88 6.05
1.95 2.10 2.13 0.77 0.85 0.23 0
0 0.15 0.20 2.87 3.92 4.33 5.57
2.13 2.07 2.00 0.92 1.02 0.40 0.18
0.15 0      0.40 3.05 4.22 5.05 6.20
1.80 1.78 1.73 0.60 0.68 0.10 0.27
0.25 0.38 0      2.78 3.88 4.72 5.93
1.53 1.55 1.08 2.47 2.30 2.95 3.08
3.07 3.15 3.03 0      1.67 2.20 3.75
2.45 2.65 2.65 3.43 2.87 3.85 3.98
3.93 4.10 3.98 1.68 0      0.38 2.00
2.80 2.80 3.08 4.55 4.28 5.02 5.17
4.35 5.28 5.15 2.10 0.52 0      1.57
4.23 4.68 4.65 5.52 5.27 5.95 6.08
5.60 6.20 6.08 3.63 2.10 1.62 0;

```

```

ENDDATA

```

Segmen Kode Program 5.20 Penginputan Data

5.8.5. Percobaan Pencarian Nilai L Maksimal

Pada penyelesaian model FMOLP didapatkan nilai L yang terkait dengan tingkat kepuasan pembuat keputusan. *Range* nilai ditentukan terlebih dahulu dimana mencakup nilai fungsi tujuan pada penyelesaian *Single Objective Linear Programming*.

Nilai fungsi tujuan yang paling mendekati atau sama dengan nilai yang sebenarnya akan memiliki derajat keanggotaan sebesar 1. Sementara, apabila nilai fungsi tujuan semakin jauh dengan nilai yang sebenarnya maka derajat keanggotaannya akan mendekati atau sama dengan 0 seperti yang dibentuk pada sub bab 5.3. Oleh karena itu pembuat keputusan harus menentukan derajat keanggotaan yang sesuai untuk masing-masing nilai tujuan untuk mendapatkan nilai L yang paling maksimum.

Pada penentuan derajat keanggotaan menggunakan preferensi pengambil keputusan berdasarkan data dan informasi nilai fungsi tujuan data histori. Namun pada tugas akhir ini menggunakan beberapa percobaan penggantian derajat keanggotaan untuk mencari nilai L maksimal dikarena tidak secara langsung meminta preferensi dari Tim RASKIN Divre Jatim selaku pengambil keputusan. Berikut adalah daftar percobaan penentuan derajat keanggotaan yang telah dilakukan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Pencarian Nilai L Maksimal

Nomor	Tabel Derajat Keanggotaan			Nilai L
1.	z_1	1100000000	600000000	0.5553
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,8	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,2	0,6	
2.	z_1	1100000000	600000000	0.6112
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,6	

Nomor	Tabel Derajat Keanggotaan			Nilai L
3.	z_1	1100000000	600000000	0.6112
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,1	0,8	
4.	z_1	1100000000	600000000	0.6225
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,8	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,3	0,6	
5.	z_1	1100000000	600000000	0.6225
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,8	
	z_2	30000	2000	
	$\mu_2 z_2$	0,1	0,7	
6.	z_1	1100000000	600000000	0.6337
	$\mu_1 z_1$	0,3	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,1	0,7	
7.	z_1	1100000000	600000000	0.6337
	$\mu_1 z_1$	0,3	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,9	
8.	z_1	1100000000	600000000	0.6337
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,7	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,5	0,6	
9.	z_1	1100000000	600000000	0.6450
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,7	
10.	z_1	1100000000	600000000	0.6450
	$\mu_1 z_1$	0,4	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,3	0,8	

Nomor	Tabel Derajat Keanggotaan			Nilai L
11.	z_1	1100000000	600000000	0.6450
	$\mu_1 z_1$	0,5	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,2	0,8	
12.	z_1	1100000000	600000000	0.6450
	$\mu_1 z_1$	0,2	0,6	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,3	0,9	
13.	z_1	1100000000	600000000	0.7328
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,7	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,2	0,6	
14.	z_1	1100000000	600000000	0.7337
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,7	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,5	0,9	
15.	z_1	1100000000	600000000	0.7337
	$\mu_1 z_1$	0,3	0,7	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,6	
16.	z_1	1100000000	600000000	0.7337
	$\mu_1 z_1$	0,4	0,7	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,2	0,8	
17.	z_1	1100000000	600000000	0.7337
	$\mu_1 z_1$	0,5	0,8	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,6	
18.	z_1	1100000000	600000000	0.7553
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,6	

Nomor	Tabel Derajat Keanggotaan			Nilai L
19.	z_1	1100000000	600000000	0.7553
	$\mu_1 z_1$	0,5	0,8	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,6	
20.	z_1	1100000000	600000000	0.8225
	$\mu_1 z_1$	0,5	0,8	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,4	0,7	
21.	z_1	1100000000	600000000	0.7712
	$\mu_1 z_1$	0,4	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,3	0,6	
22.	z_1	1100000000	600000000	0.8012
	$\mu_1 z_1$	0,5	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,1	0,7	
23.	z_1	1100000000	600000000	0.7112
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,3	0,7	
24.	z_1	1100000000	600000000	0.7112
	$\mu_1 z_1$	0,1	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,5	0,8	
25.	z_1	1100000000	600000000	0.7712
	$\mu_1 z_1$	0,4	0,9	
	z_2	30000	20000	
	$\mu_2 z_2$	0,2	0,8	

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai hasil yang didapatkan dari penelitian ini dan pembahasan terhadap hasil tersebut secara keseluruhan.

6.1. Verifikasi Model

Verifikasi adalah proses yang bertujuan untuk menjamin kebenaran model yang dihasilkan secara matematis dan konsisten secara logika [29]. Verifikasi model dilakukan dengan memastikan apakah model yang telah dibuat di aplikasi Lingo sudah bebas dari *error* atau ketidaktepatan logika yang menyebabkan adanya pemberitahuan *No Feasible Solution*.

Cara kedua proses verifikasi adalah membandingkan antara keluaran logika model dengan batasan yang diterapkan. Sehingga dilakukan perbandingan antara keluaran dari model dan data dari Perum Bulog. Untuk mengetahuinya dilakukan substitusi hasil keluaran ke batasan sehingga diketahui bahwa semua batasan telah terpenuhi dan tidak ada yang dilanggar.

6.1.1. Verifikasi Model di Lingo

Verifikasi pada aplikasi Lingo dilakukan dengan melihat apakah model yang diimplementasikan pada lingo memiliki tanda *error* atau tidak. Aplikasi Lingo akan mendeteksi *error* setelah dilakukan *solver* permasalahan. *Error* yang terjadi umumnya adalah salah input misalnya memasukkan desimal dengan koma dan menuliskan variabel dengan spasi.

Aplikasi Lingo juga akan memberitahukan jika model tidak memungkinkan untuk diselesaikan dengan memberikan warning *No. Feasible Solution*. Jika model tidak eror dan dapat diselesaikan maka model

telah terverifikasi. Tabel 6.3 menunjukkan verifikasi hasil yang dikeluarkan oleh aplikasi Lingo.

Tabel 6.1 Hasil Verifikasi Lingo

Indikator	Hasil
State	Global Optimal
Objective Value	0.8225269
Infeasibilities	0.000000
Total Solver Iterations	25
Runtime Seconds	2.99
Model Class	LP
Total Variables	251
Nonlinear Variabel	0
Integer Variables	0
Total Constraints	42
Nonlinear Constraints	0
Total nonzeros	1131
Nonlinear nonzeros	0

Pada tabel 6.1 dapat dilihat bahwa solusi optimal telah ditemukan dengan status Global Optimal dengan hasil L sebesar 0.8225 selama *runtime* 2.99 *second*, untuk *model class* penyelesaiannya adalah Linear Programming sesuai dengan tidak adanya nonlinear variabel serta nonlinear constraint. Terverifikasinya model bersifat *feasible* dan tidak error dengan hasil ketidakmungkinan (*infeasibilities*) sebesar 0.000000. Untuk hasil keseluruhan dapat dilihat pada LAMPIRAN A.

6.1.2. Verifikasi Model melalui Batasan

Pada proses ini akan dilakukan verifikasi dengan cara membandingkan keluaran yang dihasilkan oleh model dengan data asli Perum Bulog untuk mengetahui bahwa model sudah sesuai dan memasukkan keluaran yang dihasilkan oleh

model ke dalam batasan untuk mengetahui bahwa semua batasan telah terpenuhi. Berikut merupakan penjelasan mengenai verifikasi terhadap model yang telah dibuat.

1. Batasan Permintaan

Berikut adalah batasan permintaan secara matematis yang di terapkan pada logika model di Lingo dibandingkan dengan keluaran serta data permintaan pada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Batasan Permintaan

Batasan Permintaan				
No.	$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{k,j} - \sum_{k=1}^{14} \sum_{j=1}^{14} Q_{j,k}$		Data Bulog	Status
1.	$12304+(0)-(390)= 11914$	\geq	11914	Terpenuhi
2.	$26015+(0)-(11915)=14100$	\geq	14100	Terpenuhi
3.	$14037+(0)-(0) = 14037$	\geq	14037	Terpenuhi
4.	$940+(0)-(0) = 940$	\geq	940	Terpenuhi
5.	$913+(11915)-(0)= 12828$	\geq	12828	Terpenuhi
6.	$2908+(0)-(0) = 2908$	\geq	2908	Terpenuhi
7.	$3393+(0)-(0) = 3393$	\geq	3393	Terpenuhi
8.	$3231+(0)-(0) = 3231$	\geq	3231	Terpenuhi
9.	$3231+(0)-(0) = 3231$	\geq	3231	Terpenuhi
10.	$5654+(0)-(0) = 5654$	\geq	5654	Terpenuhi

Batasan Permintaan				
11.	$1516+(390)-(0) = 1906$	\geq	1906	Terpenuhi
12.	$2434+(0)-(0) = 2434$	\geq	2434	Terpenuhi
13.	$1936+(0)-(0) = 1936$	\geq	1936	Terpenuhi
14.	$2608+(0)-(0) = 2608$	\geq	2608	Terpenuhi

2. Batasan Persediaan

Berikut adalah batasan persediaan secara matematis yang di terapkan pada logika model di Lingo dibandingkan dengan keluaran serta data persediaan pada tabel 6.3.

Tabel 6.3 Batasan Persediaan

Batasan Persediaan				
No.	$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j}$		Data Bulog	Status
1.	$12304+26015+14037=52356$	\leq	52356	Terpenuhi
2.	$940+913+2908+3393+3231+3231+5654= 20270$	\leq	20270	Terpenuhi
5.	$1516+2434+1936+2608= 8494$	\leq	8494	Terpenuhi

3. Batasan Kapasitas

Berikut adalah batasan kapasitas secara matematis yang di terapkan pada logika model di Lingo dibandingkan dengan keluaran serta data kapasitas pada tabel 6.4.

Tabel 6.4 Batasan Kapasitas

Batasan Kapasitas				
No.	$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{14} S_{i,j} + \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^{14} Q_{k,j}$		Data Bulog	Status
1.	12304+(0)= 12304	≤	70000	Terpenuhi
2.	26015+(0)=26015	≤	36500	Terpenuhi
3.	14037+(0)= 14037	≤	70000	Terpenuhi
4.	940+(0)= 940	≤	18500	Terpenuhi
5.	913+(11915)= 12828	≤	24500	Terpenuhi
6.	2908+(0) = 2908	≤	9000	Terpenuhi
7.	3393+(0) = 3393	≤	10500	Terpenuhi
8.	3231+(0) = 3231	≤	10000	Terpenuhi
9.	3231+(0) = 3231	≤	10000	Terpenuhi
10.	5654+(0)= 5654	≤	17500	Terpenuhi
11.	1516+(390) = 1906	≤	2000	Terpenuhi
12.	2434+(0) = 2434	≤	2500	Terpenuhi
13.	1936+(0) = 1936	≤	7000	Terpenuhi
14.	2608+(0) = 2608	≤	3000	Terpenuhi

Diketahui dari tabel 6.3 sampai pada 6.5 bahwa semua batasan telah terpenuhi secara keseluruhan sehingga model FMOLP

yang dihasilkan telah terverifikasi karena tidak adanya batasan yang dilanggar oleh hasil penyelesaian di aplikasi Lingo.

6.2. Hasil Penyelesaian FMOLP

6.2.1. Hasil Pencarian Maksimasi Nilai L

Pencarian nilai L terbaik melalui penentuan derajat keanggotaan yang diberikan oleh pengambil keputusan pada nilai fungsi tujuan kesatu dan kedua. Interval derajat keanggotaan mempengaruhi pencarian alfa,beta dan gamma persamaan *piecewise linear* untuk mencari nilai L. Kemudian dilakukan pencarian nilai L yang terbesar dengan melakukan perbandingan seperti pada tabel 5.6. Berikut ini adalah hasil pencarian Nilai L terbesar pada tabel 6.5.

Tabel 6.5 Hasil Pencarian Nilai L Maksimal

Interval Derajat Keanggotaan							
							Nilai Alfa,Beta,Gamma Z1
							$\alpha_{11} = -2,0 \text{ E-}10$ $\alpha_{12} = -1,0\text{E-}10$ $\beta_1 = -7,0\text{E-}10$ $\gamma_1 = 1,32$
							Nilai Alfa,Beta,Gamma Z2
							$\alpha_{21} = -5,0\text{E-}06$ $\alpha_{22} = 0$ $\beta_2 = -3,5\text{E-}05$ $\gamma_2 = 1,45$
\bar{x}_1	>1600000000	1600000000	1100000000	600000000	100000000	<100000000	
$\mu_1 \bar{x}_1$	0	0	0,5	0,8	1	1	
\bar{x}_2	>40000	40000	30000	20000	10000	<10000	
$\mu_2 \bar{x}_2$	0	0	0,4	0,7	1	1	
							Hasil Nilai L, Biaya dan Waktu Optimal
							L=0,8225 Biaya = Rp.543.682.700 Waktu = 14259,9

6.2.2. Hasil Penyelesaian Model FMOLP

Hasil penghitungan optimasi dengan menggunakan model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) yang telah dirumuskan pada persamaan 5.25 hingga 5.34 berupa solusi tingkat kepuasan pengambil keputusan (L), biaya, dan waktu distribusi optimal.

Pada proses perhitungan sebelumnya telah dilakukan beberapa pencarian interval dengan nilai L terbesar dan didapatkan nilai L tertinggi 0.8225 dengan hasil perhitungan optimasi model FMOLP pada tabel 6.6 jumlah suplai persediaan dari SubDivre ke masing-masing gudang dan tabel 6.8 merupakan hasil optimasi distribusi antar gudang dari gudang yang mempunyai kelebihan Raskin (j) menuju ke gudang yang mengalami kekurangan beras Raskin (k).

Tabel 6.6 Hasil Penyebaran Persediaan ke Gudang

Nilai L = 0,8225	
Penyebaran Raskin wilayah (i) ke gudang (j)	Penyebaran Persediaan Raskin
Penyebaran Raskin Wilayah 1 ke GBB Banjar Kemantren III	12304
Penyebaran Raskin Wilayah 1 ke GBB Banjar Kemantren I	26015
Penyebaran Raskin Wilayah 1 ke GBB Banjar Kemantren II	14037
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Sooko	940
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Gunung Gedangan	2908
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Mojongapit	3393
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Tunggorono I	3393

Nilai L = 0,8225	
Penyebaran Raskin wilayah (i) ke gudang (j)	Penyebaran Persediaan Raskin
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Tunggorono II	3231
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GSP. Sembung	3231
Penyebaran Raskin Wilayah 2 ke GBB Dapur Kejambon	5654
Penyebaran Raskin Wilayah 3 ke GSP Mlajah	1516
Penyebaran Raskin Wilayah 3 ke GBB Banyuanyar	2434
Penyebaran Raskin Wilayah 3 ke GBB Larangan Tokol	1936
Penyebaran Raskin Wilayah 3 ke GBB Kertasada	2608

Setelah dilakukan penyebaran persediaan kemudian akan diketahui gudang yang memiliki persediaan berlebih (j) dan gudang mana yang memiliki kekurangan (k), sehingga akan dilakukan distribusi Raskin antar gudang dari j ke k.

Tabel 6.7 Solusi Alokasi, Biaya, dan Waktu Distribusi

Nilai L	0,8225			
	Distribusi Raskin gudang (j) ke gudang (k)	Alokasi Raskin	Biaya	Waktu
	Distribusi GBB Banjar Kemantren III ke GBB Mlajah	390	17849910	557,70
	Distribusi GBB Banjar Kemantren I ke GBB Gunung Gedangan	11915	525832780	13702

Berdasarkan Tabel 6.7, pada nilai L terbaik adalah sebesar 0,8225 sehingga dapat dikatakan bahwa fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi terpenuhi pada level 0,8225 dari skala 0 sampai dengan 1.

Solusi tingkat kepuasan pengambil keputusan (L) optimal berbanding terbalik dengan solusi biaya dan waktu distribusi optimal. Dimana dengan memperhitungkan kedua fungsi tujuan, solusi tingkat kepuasan pengambil keputusan (L) akan semakin maksimal apabila solusi biaya dan waktu distribusi semakin minimal.

Solusi biaya distribusi optimal didapatkan dengan melakukan perkalian antara biaya distribusi dengan solusi jumlah beras yang harus didistribusikan, sedangkan solusi waktu distribusi optimal didapatkan dengan melakukan perkalian antara waktu distribusi dengan solusi jumlah beras yang harus didistribusikan.

Pada model FMOLP menghasilkan alokasi pendistribusian Raskin dari gudang yang memiliki beras berlebih menuju gudang yang terjadi kekurangan beras setelah dilakukan penyebaran persediaan. Sehingga jumlah Raskin yang didistribusikan sesuai dengan hasil pada persebaran persediaan setiap wilayah SubDivre. Pada tugas akhir ini cakupannya hanya tiga wilayah Subdivre yaitu Surabaya Utara, Surabaya Selatan dan Madura sehingga hanya terkait dengan persediaan beras pada tiga wilayah.

Hasil Optimasi didapatkan terdapat dua (2) perpindahan beras yang dikirimkan dari gudang berlebih (j) menuju gudang kekurangan (k) yaitu distribusi Gudang Kemantren III Surabaya Utara (Gudang 1) menuju ke Gudang Mlajah Madura

(Gudang 11) sebesar 390 ton, kemudian Gudang Kemantren I Surabaya Utara (Gudang 2) menuju ke Gudang Gunung Gedangan Surabaya Selatan (Gudang 5) sebesar 11915 ton. SubDivre Surabaya Utara dibanding dua SubDivre lainnya dalam cakupan tugas akhir ini memang wilayah yang memiliki persediaan paling besar sehingga mampu membantu pemenuhan kekurangan raskin di gudang lain.

6.3. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) yang diusulkan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi dengan lebih dari satu fungsi tujuan dalam lingkungan *fuzzy* apabila dibandingkan dengan metode *Single Objective Linear Programming* karena bertujuan untuk secara bersamaan meminimalkan biaya distribusi dan waktu distribusi.

Perbandingan hasil solusi fungsi tujuan untuk Optimasi distribusi Raskin 2016 yang dihasilkan pada penghitungan *Single Objective Linear Programming* (SOLP) dan *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) ditunjukkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.8 Perbandingan Hasil SOLP dan FMOLP

	LP-1	LP-2	Membership Function	FMOLP
Fungsi Tujuan	Min z_1	Min z_2	-	Max L
L	-	-	-	0,8225
z_1 (Rp/ton)	543.682.700	-	(1600000000, 100000000)	543.682.700
z_2 (jam)	-	12.234 jam 4 menit	(100000, 400000)	14.259 jam 9 menit

Berdasarkan tabel 6.8, penghitungan *single objective linear programming* 1 dengan fungsi tujuan z_1 yaitu meminimalkan biaya distribusi menghasilkan solusi biaya optimal sebesar Rp.543.682.700,00 hanya untuk fungsi tujuan z_1 . Sedangkan penghitungan *single objective linear programming* 2 dengan fungsi tujuan z_2 yaitu meminimalkan waktu distribusi menghasilkan solusi waktu optimal sebesar 12.234 jam 4 menit hanya untuk fungsi tujuan z_2 .

Hasil penghitungan *Single Objective Linear Programming*, interval derajat fungsi keanggotaan *piecewise linear* untuk z_1 adalah (100000000, 1600000000) sedangkan untuk z_2 adalah (100000, 400000). Untuk secara bersamaan memenuhi kedua fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi, dilakukan penghitungan *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) dengan fungsi tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan pengambil keputusan. Hasil penghitungan FMOLP adalah tingkat kepuasan pengambil keputusan sebesar 0.8225 yang berarti kedua fungsi tujuan terpenuhi pada level 0.8225 dari skala 0 sampai dengan 1.

Solusi biaya optimal dari hasil penghitungan FMOLP adalah sebesar Rp. 543.682.700 dan waktu optimal sebesar 14.259 jam 9 menit. Solusi dari *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* memang memiliki nilai yang lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil penghitungan *single objective linear programming* karena FMOLP mengoptimalkan kedua fungsi tujuan secara bersamaan sehingga solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang paling optimal untuk kedua fungsi tujuan.

Percobaan yang telah dilakukan, penentuan interval derajat keanggotaan *piecewise linear* untuk masing-masing fungsi tujuan akan mempengaruhi naik turunnya tingkat kepuasan pengambil keputusan. Oleh karena itu, pengambil keputusan harus dapat menentukan derajat keanggotaan yang sesuai.

Solusi *Single Objective Linear Programming* sering kali digunakan sebagai titik awal untuk derajat keanggotaan *piecewise linear* dimana interval derajat keanggotaan harus mencakup solusi *Single Objective Linear Programming*.

Hasil dari optimasi FMOLP dilakukan perbandingan jumlah permintaan dengan jumlah persediaan di setiap SubDivre untuk mengetahui kondisi pemenuhan permintaan di setiap wilayah seperti tabel 6.10 :

Tabel 6.9 Persebaran Persediaan dan Distribusi Raskin

Gudang	Jumlah Persediaan	Jumlah Permintaan	Alokasi Masuk		Alokasi Keluar		Total	Selisih Bauran
			S	Q	S	Q		
Surabaya Utara	52356	39.932	52356			12305	39.932	-
Surabaya Selatan	20270	32.087	20270	11915			32.087	-
Madura	8494	71.368	8494	390			8884	62484

Dari tabel 6.10 dapat diketahui bahwa keseluruhan permintaan dapat terpenuhi 100% untuk wilayah atau SubDivre Surabaya Utara, Surabaya Selatan, namun dari keseluruhan permintaan Madura sebesar 71.368 ton hanya 8.884 ton atau sebesar 12,4% yang mampu dipenuhi.

Permasalahan terletak pada jumlah permintaan Madura yang sangat besar dengan persediaan yang sangat kecil juga tidak diimbangi dengan kapasitas gudang yang dimiliki, sehingga menyulitkan proses distribusi. Permintaan keseluruhan wilayah Madura sebesar 71.368 ton, sedangkan kapasitas gudang wilayah Madura hanya 14.500 ton. Hal ini menyebabkan pemenuhan permintaan dan proses pendistribusian pada gudang-gudang Bulog Madura

terhambat. Oleh karena itu perlu adanya penambahan pengadaan persediaan beras dan penambahan kapasitas gudang sehingga mampu menampung beras dari kiriman gudang lain yang memiliki kelebihan Raskin.

Hasil analisis didapatkan bahwa dalam proses distribusi antar gudang sesuai dengan model FMOLP dapat berjalan optimal apabila jumlah persediaan beras minimal sama dengan atau lebih besar dari jumlah permintaan pada setiap gudang. Dari data pengadaan persediaan 2016 sebesar 81.120 ton ternyata sangat kurang dari seluruh permintaan Raskin wilayah Surabaya Utara, Surabaya Selatan dan Madura yaitu 143.388 ton. Sehingga dari hasil optimasi ini hanya mampu memenuhi permintaan di Surabaya Utara dan Surabaya Selatan, sedangkan Madura masih mengalami kekurangan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang lebih baik.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses-proses yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya adalah:

1. Metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) mampu menjadi metode penyelesaian untuk kasus multi tujuan dalam lingkungan *fuzzy*, yang mana dalam tugas akhir ini terkait optimasi distribusi beras.
2. Metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) pada tugas akhir ini menggunakan fungsi tujuan selaras, namun metode ini dapat diaplikasi untuk fungsi tujuan bertentangan dengan menggunakan konsep Pareto Optimal. Hasilnya berupa alternatif-alternatif solusi yang membuat pengambil keputusan dapat menentukan derajat keanggotaannya berdasarkan domain pengetahuan pembuat keputusan.
3. Model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) pada tugas akhir ini merupakan metode penyelesaian eksak oleh karena itu hanya mampu digunakan oleh permasalahan yang tidak memiliki skala besar dan rumit terkait variabel keputusan, fungsi tujuan dan batasan karena akan mempersulit dalam menemukan solusi optimal. Apabila permasalahan semakin besar dan rumit maka metode penyelesaian yang sesuai adalah metode pendekatan (*approximate method*).
4. Hasil optimasi dengan menggunakan model *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) berupa jumlah

beras yang harus di distribusikan dari gudang kelebihan beras ke gudang yang kekurangan beras.

5. Dengan adanya hasil optimasi, Perum Bulog mampu menentukan arah distribusi menuju gudang yang terjadi kekurangan Raskin dengan biaya dan waktu yang minimum.
6. Proses verifikasi model dilakukan dengan memasukkan hasil keluaran model di Program LINGO pada batasan, kemudian dibandingkan dengan data dari Perum Bulog. Hasil optimasi model FMOLP di LINGO memenuhi semua batasan dan tidak ada yang melanggar batasan.
7. Hasil Optimasi dapat memenuhi 100% semua permintaan di wilayah Surabaya Utara dan Surabaya Selatan, namun pada wilayah Madura hanya 12,4% dari seluruh permintaan Raskin di Madura.
8. Metode *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* (FMOLP) menyediakan kerangka kerja yang sistematis untuk proses pengambilan keputusan *fuzzy* dan memungkinkan pengambil keputusan untuk memodifikasi data atau parameter *fuzzy*, salah satunya merupakan modifikasi interval derajat keanggotaan *piecewise linear*.
9. Pada hasil penghitungan dengan menggunakan *Fuzzy Multi-Objective Linear Programming* solusi dari fungsi tujuan berkemungkinan memiliki nilai yang lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil penghitungan *single objective linear programming* karena penghitungan FMOLP mengoptimalkan kedua fungsi tujuan secara bersamaan sehingga solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang paling optimal untuk kedua fungsi tujuan.
10. Tingkat kepuasan pengambil keputusan yang dihasilkan pada tugas akhir ini adalah sebesar 0.8225 sehingga dapat dikatakan bahwa fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi dan meminimalkan waktu distribusi terpenuhi pada level 0.8225 dari skala 0 sampai dengan 1.

7.2 Saran

Untuk pengembangan yang lebih baik pada penelitian tugas akhir ini, maka ada beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah:

1. Menentukan wilayah terbaik dengan melihat batasan persediaan dan permintaan setiap gudang sehingga didapatkan hasil optimasi yang lebih baik.
2. Melakukan perluasan Subdivre yang akan dioptimasi dengan mencakup lebih banyak gudang sehingga menggambarkan jaringan distribusi RASKIN yang sesungguhnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Perum Bulog, "Pengertian Ketahanan Pangan," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/ketahananpangan.php>. [Accessed 8 Februari 2017].
- [2] Perum Bulog, "Sistem Produksi Padi Nasional," 2015. [Online]. Available: <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/katam/bagian-1.pdf>. [Accessed 9 Februari 2017].
- [3] Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, "Raskin - Beras Bersubsidi bagi Masyarakat Berpenghasilan," 2013. [Online]. Available: <http://www.tnp2k.go.id/id/tanya-jawab/klaster-i/beras-bersubsidi-bagi-masyarakat-berpenghasilan-rendah-raskin/>. [Accessed 9 Februari 2017].
- [4] K. K. B. P. M. d. K. R. Indonesia, "Pedoman Umum Subsidi Beras Bagi Masyarakat Berpendapatan Rendah," 2016.
- [5] "Distribusi RASKIN dari Gudang Bulog sampai RTS," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/alurdistribusi.php>. [Accessed 9 Februari 2017].
- [6] G. Pasopati, "Bulog: Penyaluran Raskin Terhambat, Harga Beras Melonjak," CNN Indonesia, 24 Februari 2015. [Online]. Available: <http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150224153853-92-34470/bulog-penyaluran-raskin-terhambat-harga->

beras-melonjak. [Accessed 9 Februari 2017].

- [7] Perum Bulog, "Alur Distribusi RASKIN," 2012. [Online]. Available: http://www.bulog.co.id/alur_raskin.php. [Accessed 9 Februari 2017].
- [8] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and Control* 8, pp. 338-353, 1965.
- [9] H.-J. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and Its Application*, New York: Springer, 2001.
- [10] S. Supriyanto, "Fuzzy Multi-Objective Linear Programming and Simulation Approach to the Development of Valid and Realistic Master Production Schedule," p. 158, 2011.
- [11] B. Özyörük and N. Dönmez, "A Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Model: A Case Study of an LPG Distribution Network," *Industrial Engineering & Management Systems*, vol. 13, pp. 319-329, 2014.
- [12] S. Fereidouni, "Solving Traveling Salesman Problem By Using a Fuzzy Multi-Objective Linear Programming," *Mathematics and Computer Science Research*, vol. 4, pp. 339-349, 2011.
- [13] R. Chopra and R. R. Saxena, "Model for Solving Fuzzy Multiple Objective Problem," *Operations Research*, pp. 65-69, 2013.
- [14] Aswita, *Optimasi Perencanaan Distribusi Produk Menggunakan Metode Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (FMOLP) (Studi Kasus : PT. Petrokimia Gresik (PERSERO))*, Surabaya, 2015.

- [15] Perum Bulog, "Sekilas Perum BULOG," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/sekilas.php>. [Accessed 10 Februari 2017].
- [16] Perum Bulog, "Sekilas Perum BULOG," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/pp.php>. [Accessed 10 Februari 2017].
- [17] Perum Bulog, "Sekilas RASKIN (Beras untuk Rakyat Miskin)," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/sekilasraskin.php>. [Accessed 10 Februari 2017].
- [18] Perum Bulog, "Kajian RASKIN," 2012. [Online]. Available: <http://www.bulog.co.id/kajian.php>. [Accessed 11 Februari 2017].
- [19] Peraturan Gubernur Jawa Timur, "Petunjuk Pelaksanaan RASKIN Tahun 2015 Provinsi Jawa Timur," 2015.
- [20] E. Mindaputra, Penggunaan Algoritma Ant Colony System dalam Travelling Salesman Problem pada PT. Ekajaya, Semarang: Universitas Diponegoro, 2009.
- [21] A. Budianto, Pengembangan Perangkat Lunak untuk mencari Nilai Optimal Desain Penukar Kalor Jenis Shell and Tube, Semarang: Universitas Diponegoro, 2013.
- [22] E. K. Chang and S. H. Zak, An Introduction to Optimization, Canada: John Wiley & Sons. Inc, 2001.
- [23] M. R. Bahtiar, "Fungsi Keanggotaan (Membership Fuction)," 20 Maret 2013. [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/RoziqBahtiar/fuzzy-fungsi-keanggotaan-17398946>. [Accessed 11 Februari 2017].

- [24] R. U. Widyarini, Penerapan Interactive Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (i-FMOLP) pada Perencanaan Distribusi untuk meminimalkan total biaya dan total waktu pengiriman, Surabaya, 2011.
- [25] Sartin, "Penerapan Fuzzy Multi Objective Linear Programming pada Perencanaan Agregat Produksi," in *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*, Yogyakarta, 2012.
- [26] Y.-J. Lai and C.-L. Hwang, "A New Approach to Some Possibilistic Linear Programming Problems," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 49, no. 2, pp. 121-133, July 1992.
- [27] S. M. S. D. P. A. Hastuti, "Efektivitas Pelaksanaan Raskin," Lembaga Penelitian SMERU Research Institute, 2008.
- [28] B. Raharjo, "Kekurangan Persediaan dalam Perusahaan," 2014. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/>. [Accessed 12 April 2017].
- [29] M. A. Riani Nurdin, "Pengembangan Model Work In Process Pada UKM Produk Kerajinan Bambu dengan Pendekatan Metode Antrian dan Simulasi," *Model Work In Process*, vol. V, p. 10, 2013.
- [30] R. Khasanah, Optimasi Distribusi Subsidi Beras (RASKIN/RASTRA) menggunakan Goal Programming (Studi Kasus : Perum Bulog Divre Jawa Timur), Surabaya, 2017.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 03 Januari 1995, anak ke-1 dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Negeri Keboharan Krian, SMP Negeri 3 Krian, dan SMA Negeri 1 Taman Sidoarjo.

Pada tahun 2013, penulis diterima di Jurusan Sistem Informasi FTIF – Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN. Di jurusan tersebut penulis terdaftar dengan NRP 5213100077.

Di Jurusan Sistem Informasi ini penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis. Selama menempuh pendidikan S1, penulis juga menjadi asisten dosen dan asisten praktikum untuk mata kuliah Perencanaan Sumber Daya Perusahaan.

Selain itu, penulis juga mengikuti organisasi mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi sebagai staff Riset dan Teknologi tahun 2014/2015 dan sebagai Sekretaris Departemen Aplikasi Teknologi pada tahun 2015/2016. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan salah satunya acara ITS EXPO tahun 2014 dan 2015.

Penulis dapat dihubungi melalui email sofia.arianti@gmail.com untuk keperluan penelitian.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

SCREENSHOT HASIL LINGO

Global optimal solution found.
 Objective value: 0.8424689
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 23

Variable	Value	Reduced Cost
BIAYA_SUPPLAI	0.000000	0.000000
BIAYA_ALOKASI	0.5444139E+09	0.000000
WAKTU_SUPPLAI	0.000000	0.000000
WAKTU_ALOKASI	13584.37	0.000000
L	0.8424689	0.000000
DN11	0.000000	0.000000
DP11	0.4344139E+09	0.000000
DN12	0.5558609E+08	0.000000
DP12	0.000000	0.000000
DN21	16415.63	0.000000
DP21	0.000000	0.000000
DN22	6415.629	0.000000
DP22	0.000000	0.000000
SUP (W1)	52356.00	0.000000
SUP (W2)	20270.00	0.000000
SUP (W3)	8494.000	0.000000
DEM (G1)	11914.00	0.000000
DEM (G2)	14100.00	0.000000
DEM (G3)	14037.00	0.000000
DEM (G4)	940.0000	0.000000
DEM (G5)	12828.00	0.000000
DEM (G6)	2908.000	0.000000
DEM (G7)	3393.000	0.000000
DEM (G8)	3231.000	0.000000
DEM (G9)	3231.000	0.000000
DEM (G10)	5654.000	0.000000
DEM (G11)	1906.000	0.000000
DEM (G12)	2434.000	0.000000
DEM (G13)	1936.000	0.000000
DEM (G14)	2608.000	0.000000

Gambar A.1 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 2

CAP (G1)	70000.00	0.000000
CAP (G2)	36500.00	0.000000
CAP (G3)	70000.00	0.000000
CAP (G4)	18500.00	0.000000
CAP (G5)	24500.00	0.000000
CAP (G6)	9000.000	0.000000
CAP (G7)	10500.00	0.000000
CAP (G8)	10000.00	0.000000
CAP (G9)	10000.00	0.000000
CAP (G10)	17500.00	0.000000
CAP (G11)	2000.000	0.000000
CAP (G12)	2500.000	0.000000
CAP (G13)	7000.000	0.000000
CAP (G14)	3000.000	0.000000
CS (W1, G1)	0.000000	0.000000
CS (W1, G2)	0.000000	0.000000
CS (W1, G3)	0.000000	0.000000
CS (W1, G4)	99999.00	0.000000
CS (W1, G5)	99999.00	0.000000
CS (W1, G6)	99999.00	0.000000
CS (W1, G7)	99999.00	0.000000
CS (W1, G8)	99999.00	0.000000
CS (W1, G9)	99999.00	0.000000
CS (W1, G10)	99999.00	0.000000
CS (W1, G11)	99999.00	0.000000
CS (W1, G12)	99999.00	0.000000
CS (W1, G13)	99999.00	0.000000
CS (W1, G14)	99999.00	0.000000
CS (W2, G1)	99999.00	0.000000
CS (W2, G2)	99999.00	0.000000
CS (W2, G3)	99999.00	0.000000
CS (W2, G4)	0.000000	0.000000
CS (W2, G5)	0.000000	0.000000
CS (W2, G6)	0.000000	0.000000
CS (W2, G7)	0.000000	0.000000
CS (W2, G8)	0.000000	0.000000
CS (W2, G9)	0.000000	0.000000
CS (W2, G10)	0.000000	0.000000
CS (W2, G11)	99999.00	0.000000

Gambar A.2 Hasil Output FMOLP di Lingo

CS (W2, G12)	99999.00	0.000000
CS (W2, G13)	99999.00	0.000000
CS (W2, G14)	99999.00	0.000000
CS (W3, G1)	99999.00	0.000000
CS (W3, G2)	99999.00	0.000000
CS (W3, G3)	99999.00	0.000000
CS (W3, G4)	99999.00	0.000000
CS (W3, G5)	99999.00	0.000000
CS (W3, G6)	99999.00	0.000000
CS (W3, G7)	99999.00	0.000000
CS (W3, G8)	99999.00	0.000000
CS (W3, G9)	99999.00	0.000000
CS (W3, G10)	99999.00	0.000000
CS (W3, G11)	0.000000	0.000000
CS (W3, G12)	0.000000	0.000000
CS (W3, G13)	0.000000	0.000000
CS (W3, G14)	0.000000	0.000000
TS (W1, G1)	0.000000	0.000000
TS (W1, G2)	0.000000	0.000000
TS (W1, G3)	0.000000	0.000000
TS (W1, G4)	99999.00	0.000000
TS (W1, G5)	99999.00	0.000000
TS (W1, G6)	99999.00	0.000000
TS (W1, G7)	99999.00	0.000000
TS (W1, G8)	99999.00	0.000000
TS (W1, G9)	99999.00	0.000000
TS (W1, G10)	99999.00	0.000000
TS (W1, G11)	99999.00	0.000000
TS (W1, G12)	99999.00	0.000000
TS (W1, G13)	99999.00	0.000000
TS (W1, G14)	99999.00	0.000000
TS (W2, G1)	99999.00	0.000000
TS (W2, G2)	99999.00	0.000000
TS (W2, G3)	99999.00	0.000000
TS (W2, G4)	0.000000	0.000000
TS (W2, G5)	0.000000	0.000000
TS (W2, G6)	0.000000	0.000000

Gambar A.3 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 4

TS (W2, G7)	0.000000	0.000000
TS (W2, G8)	0.000000	0.000000
TS (W2, G9)	0.000000	0.000000
TS (W2, G10)	0.000000	0.000000
TS (W2, G11)	99999.00	0.000000
TS (W2, G12)	99999.00	0.000000
TS (W2, G13)	99999.00	0.000000
TS (W2, G14)	99999.00	0.000000
TS (W3, G1)	99999.00	0.000000
TS (W3, G2)	99999.00	0.000000
TS (W3, G3)	99999.00	0.000000
TS (W3, G4)	99999.00	0.000000
TS (W3, G5)	99999.00	0.000000
TS (W3, G6)	99999.00	0.000000
TS (W3, G7)	99999.00	0.000000
TS (W3, G8)	99999.00	0.000000
TS (W3, G9)	99999.00	0.000000
TS (W3, G10)	99999.00	0.000000
TS (W3, G11)	0.000000	0.000000
TS (W3, G12)	0.000000	0.000000
TS (W3, G13)	0.000000	0.000000
TS (W3, G14)	0.000000	0.000000
S (W1, G1)	12304.00	0.000000
S (W1, G2)	22041.00	0.000000
S (W1, G3)	18011.00	0.000000
S (W1, G4)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G5)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G6)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G7)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G8)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G9)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G10)	0.000000	0.8412305E-01
S (W1, G11)	0.000000	0.8412154E-01
S (W1, G12)	0.000000	0.8412154E-01
S (W1, G13)	0.000000	0.8412154E-01
S (W1, G14)	0.000000	0.8412154E-01
S (W2, G1)	0.000000	0.8419361E-01
S (W2, G2)	0.000000	0.8419361E-01

Gambar A.4 Hasil Output FMOLP di Lingo

S(W2, G2)	0.000000	0.8419361E-01
S(W2, G3)	0.000000	0.8419361E-01
S(W2, G4)	940.0000	0.000000
S(W2, G5)	913.0000	0.000000
S(W2, G6)	2908.000	0.000000
S(W2, G7)	3393.000	0.000000
S(W2, G8)	3231.000	0.000000
S(W2, G9)	3231.000	0.000000
S(W2, G10)	5654.000	0.000000
S(W2, G11)	0.000000	0.8415682E-01
S(W2, G12)	0.000000	0.8415682E-01
S(W2, G13)	0.000000	0.8415682E-01
S(W2, G14)	0.000000	0.8415682E-01
S(W3, G1)	0.000000	0.8419512E-01
S(W3, G2)	0.000000	0.8419512E-01
S(W3, G3)	0.000000	0.8419512E-01
S(W3, G4)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G5)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G6)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G7)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G8)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G9)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G10)	0.000000	0.8415984E-01
S(W3, G11)	1516.000	0.000000
S(W3, G12)	2434.000	0.000000
S(W3, G13)	1936.000	0.000000
S(W3, G14)	2608.000	0.000000
CQ(G1, A1)	0.000000	0.000000
CQ(G1, A2)	0.000000	0.000000
CQ(G1, A3)	40321.00	0.000000
CQ(G1, A4)	45300.00	0.000000
CQ(G1, A5)	44247.00	0.000000
CQ(G1, A6)	47543.00	0.000000
CQ(G1, A7)	48321.00	0.000000
CQ(G1, A8)	48310.00	0.000000
CQ(G1, A9)	48813.00	0.000000
CQ(G1, A10)	47875.00	0.000000
CQ(G1, A11)	45769.00	0.000000

Gambar A.5 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 6

CQ(G1, A12)	51388.00	0.000000
CQ(G1, A13)	54135.00	0.000000
CQ(G1, A14)	61459.00	0.000000
CQ(G2, A1)	0.000000	0.000000
CQ(G2, A2)	0.000000	0.000000
CQ(G2, A3)	40802.00	0.000000
CQ(G2, A4)	45185.00	0.000000
CQ(G2, A5)	44132.00	0.000000
CQ(G2, A6)	47428.00	0.000000
CQ(G2, A7)	48218.00	0.000000
CQ(G2, A8)	48195.00	0.000000
CQ(G2, A9)	48756.00	0.000000
CQ(G2, A10)	47760.00	0.000000
CQ(G2, A11)	47394.00	0.000000
CQ(G2, A12)	53105.00	0.000000
CQ(G2, A13)	55737.00	0.000000
CQ(G2, A14)	63062.00	0.000000
CQ(G3, A1)	40356.00	0.000000
CQ(G3, A2)	40390.00	0.000000
CQ(G3, A3)	0.000000	0.000000
CQ(G3, A4)	45368.00	0.000000
CQ(G3, A5)	44316.00	0.000000
CQ(G3, A6)	47600.00	0.000000
CQ(G3, A7)	48390.00	0.000000
CQ(G3, A8)	48436.00	0.000000
CQ(G3, A9)	48928.00	0.000000
CQ(G3, A10)	47932.00	0.000000
CQ(G3, A11)	46147.00	0.000000
CQ(G3, A12)	51846.00	0.000000
CQ(G3, A13)	54593.00	0.000000
CQ(G3, A14)	61917.00	0.000000
CQ(G4, A1)	44419.00	0.000000
CQ(G4, A2)	44373.00	0.000000
CQ(G4, A3)	44796.00	0.000000
CQ(G4, A4)	0.000000	0.000000
CQ(G4, A5)	40150.00	0.000000
CQ(G4, A6)	42702.00	0.000000
CQ(G4, A7)	43492.00	0.000000

Gambar A.6 Hasil Output FMOLP di Lingo

CQ(G4, A8)	43480.00	0.000000
CQ(G4, A9)	44029.00	0.000000
CQ(G4, A10)	43034.00	0.000000
CQ(G4, A11)	50187.00	0.000000
CQ(G4, A12)	55852.00	0.000000
CQ(G4, A13)	58598.00	0.000000
CQ(G4, A14)	65923.00	0.000000
CQ(G5, A1)	43881.00	0.000000
CQ(G5, A2)	43858.00	0.000000
CQ(G5, A3)	44281.00	0.000000
CQ(G5, A4)	40653.00	0.000000
CQ(G5, A5)	0.000000	0.000000
CQ(G5, A6)	42885.00	0.000000
CQ(G5, A7)	43675.00	0.000000
CQ(G5, A8)	43663.00	0.000000
CQ(G5, A9)	44213.00	0.000000
CQ(G5, A10)	43217.00	0.000000
CQ(G5, A11)	49672.00	0.000000
CQ(G5, A12)	55394.00	0.000000
CQ(G5, A13)	58026.00	0.000000
CQ(G5, A14)	65465.00	0.000000
CQ(G6, A1)	47222.00	0.000000
CQ(G6, A2)	47142.00	0.000000
CQ(G6, A3)	47566.00	0.000000
CQ(G6, A4)	42519.00	0.000000
CQ(G6, A5)	42885.00	0.000000
CQ(G6, A6)	0.000000	0.000000
CQ(G6, A7)	40299.00	0.000000
CQ(G6, A8)	40287.00	0.000000
CQ(G6, A9)	41042.00	0.000000
CQ(G6, A10)	40035.00	0.000000
CQ(G6, A11)	52990.00	0.000000
CQ(G6, A12)	58598.00	0.000000
CQ(G6, A13)	61345.00	0.000000
CQ(G6, A14)	68669.00	0.000000
CQ(G7, A1)	47989.00	0.000000
CQ(G7, A2)	47898.00	0.000000
CQ(G7, A3)	48321.00	0.000000

Gambar A.7 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 8

CQ(G7, A4)	43274.00	0.000000
CQ(G7, A5)	43640.00	0.000000
CQ(G7, A6)	40333.00	0.000000
CQ(G7, A7)	0.000000	0.000000
CQ(G7, A8)	0.000000	0.000000
CQ(G7, A9)	40459.00	0.000000
CQ(G7, A10)	40424.00	0.000000
CQ(G7, A11)	53219.00	0.000000
CQ(G7, A12)	59399.00	0.000000
CQ(G7, A13)	62146.00	0.000000
CQ(G7, A14)	69470.00	0.000000
CQ(G8, A1)	47978.00	0.000000
CQ(G8, A2)	47955.00	0.000000
CQ(G8, A3)	48413.00	0.000000
CQ(G8, A4)	43331.00	0.000000
CQ(G8, A5)	43698.00	0.000000
CQ(G8, A6)	40321.00	0.000000
CQ(G8, A7)	0.000000	0.000000
CQ(G8, A8)	0.000000	0.000000
CQ(G8, A9)	40390.00	0.000000
CQ(G8, A10)	40402.00	0.000000
CQ(G8, A11)	53677.00	0.000000
CQ(G8, A12)	58827.00	0.000000
CQ(G8, A13)	61574.00	0.000000
CQ(G8, A14)	68898.00	0.000000
CQ(G9, A1)	48745.00	0.000000
CQ(G9, A2)	48653.00	0.000000
CQ(G9, A3)	49076.00	0.000000
CQ(G9, A4)	44029.00	0.000000
CQ(G9, A5)	44396.00	0.000000
CQ(G9, A6)	41226.00	0.000000
CQ(G9, A7)	40402.00	0.000000
CQ(G9, A8)	40390.00	0.000000
CQ(G9, A9)	0.000000	0.000000
CQ(G9, A10)	41180.00	0.000000
CQ(G9, A11)	54478.00	0.000000
CQ(G9, A12)	60200.00	0.000000
CQ(G9, A13)	62833.00	0.000000

Gambar A.8 Hasil Output FMOLP di Lingo

CQ(G9, A13)	62833.00	0.000000
CQ(G9, A14)	70157.00	0.000000
CQ(G10, A1)	47428.00	0.000000
CQ(G10, A2)	47348.00	0.000000
CQ(G10, A3)	47772.00	0.000000
CQ(G10, A4)	42725.00	0.000000
CQ(G10, A5)	43091.00	0.000000
CQ(G10, A6)	39909.00	0.000000
CQ(G10, A7)	40424.00	0.000000
CQ(G10, A8)	40413.00	0.000000
CQ(G10, A9)	41340.00	0.000000
CQ(G10, A10)	0.000000	0.000000
CQ(G10, A11)	53219.00	0.000000
CQ(G10, A12)	58827.00	0.000000
CQ(G10, A13)	61574.00	0.000000
CQ(G10, A14)	68898.00	0.000000
CQ(G11, A1)	45655.00	0.000000
CQ(G11, A2)	45746.00	0.000000
CQ(G11, A3)	45025.00	0.000000
CQ(G11, A4)	50015.00	0.000000
CQ(G11, A5)	48962.00	0.000000
CQ(G11, A6)	52304.00	0.000000
CQ(G11, A7)	52990.00	0.000000
CQ(G11, A8)	52990.00	0.000000
CQ(G11, A9)	53563.00	0.000000
CQ(G11, A10)	52533.00	0.000000
CQ(G11, A11)	0.000000	0.000000
CQ(G11, A12)	47348.00	0.000000
CQ(G11, A13)	50061.00	0.000000
CQ(G11, A14)	57454.00	0.000000
CQ(G12, A1)	51274.00	0.000000
CQ(G12, A2)	51388.00	0.000000
CQ(G12, A3)	50679.00	0.000000
CQ(G12, A4)	55737.00	0.000000
CQ(G12, A5)	54593.00	0.000000
CQ(G12, A6)	57912.00	0.000000
CQ(G12, A7)	58713.00	0.000000
CQ(G12, A8)	58713.00	0.000000

Gambar A.9 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 10

CQ(G12, A9)	59285.00	0.000000
CQ(G12, A10)	58255.00	0.000000
CQ(G12, A11)	47337.00	0.000000
CQ(G12, A12)	0.000000	0.000000
CQ(G12, A13)	42313.00	0.000000
CQ(G12, A14)	49660.00	0.000000
CQ(G13, A1)	54020.00	0.000000
CQ(G13, A2)	54135.00	0.000000
CQ(G13, A3)	53448.00	0.000000
CQ(G13, A4)	58369.00	0.000000
CQ(G13, A5)	57339.00	0.000000
CQ(G13, A6)	60658.00	0.000000
CQ(G13, A7)	61459.00	0.000000
CQ(G13, A8)	61459.00	0.000000
CQ(G13, A9)	62032.00	0.000000
CQ(G13, A10)	61002.00	0.000000
CQ(G13, A11)	50049.00	0.000000
CQ(G13, A12)	42324.00	0.000000
CQ(G13, A13)	0.000000	0.000000
CQ(G13, A14)	47051.00	0.000000
CQ(G14, A1)	61230.00	0.000000
CQ(G14, A2)	61459.00	0.000000
CQ(G14, A3)	60773.00	0.000000
CQ(G14, A4)	65694.00	0.000000
CQ(G14, A5)	64664.00	0.000000
CQ(G14, A6)	67983.00	0.000000
CQ(G14, A7)	68784.00	0.000000
CQ(G14, A8)	68784.00	0.000000
CQ(G14, A9)	69356.00	0.000000
CQ(G14, A10)	68326.00	0.000000
CQ(G14, A11)	57339.00	0.000000
CQ(G14, A12)	49660.00	0.000000
CQ(G14, A13)	47039.00	0.000000
CQ(G14, A14)	0.000000	0.000000
TQ(G1, A1)	0.000000	0.000000
TQ(G1, A2)	0.000000	0.000000
TQ(G1, A3)	0.200000	0.000000
TQ(G1, A4)	1.450000	0.000000

Gambar A.10 Hasil Output FMOLP di Lingo

TQ(G1, A5)	1.200000	0.000000
TQ(G1, A6)	1.950000	0.000000
TQ(G1, A7)	2.100000	0.000000
TQ(G1, A8)	2.100000	0.000000
TQ(G1, A9)	2.200000	0.000000
TQ(G1, A10)	2.120000	0.000000
TQ(G1, A11)	1.430000	0.000000
TQ(G1, A12)	2.470000	0.000000
TQ(G1, A13)	2.880000	0.000000
TQ(G1, A14)	4.200000	0.000000
TQ(G2, A1)	0.000000	0.000000
TQ(G2, A2)	0.000000	0.000000
TQ(G2, A3)	0.400000	0.000000
TQ(G2, A4)	1.350000	0.000000
TQ(G2, A5)	1.150000	0.000000
TQ(G2, A6)	1.850000	0.000000
TQ(G2, A7)	1.950000	0.000000
TQ(G2, A8)	1.870000	0.000000
TQ(G2, A9)	2.030000	0.000000
TQ(G2, A10)	1.930000	0.000000
TQ(G2, A11)	1.730000	0.000000
TQ(G2, A12)	2.880000	0.000000
TQ(G2, A13)	3.420000	0.000000
TQ(G2, A14)	4.970000	0.000000
TQ(G3, A1)	0.320000	0.000000
TQ(G3, A2)	0.170000	0.000000
TQ(G3, A3)	0.000000	0.000000
TQ(G3, A4)	1.220000	0.000000
TQ(G3, A5)	0.980000	0.000000
TQ(G3, A6)	1.650000	0.000000
TQ(G3, A7)	1.780000	0.000000
TQ(G3, A8)	2.130000	0.000000
TQ(G3, A9)	1.830000	0.000000
TQ(G3, A10)	1.770000	0.000000
TQ(G3, A11)	1.470000	0.000000
TQ(G3, A12)	2.520000	0.000000
TQ(G3, A13)	3.020000	0.000000
TQ(G3, A14)	4.520000	0.000000

Gambar A.11 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 12

TQ(G4, A1)	1.300000	0.000000
TQ(G4, A2)	1.230000	0.000000
TQ(G4, A3)	1.080000	0.000000
TQ(G4, A4)	0.000000	0.000000
TQ(G4, A5)	0.2000000	0.000000
TQ(G4, A6)	0.6700000	0.000000
TQ(G4, A7)	0.8000000	0.000000
TQ(G4, A8)	0.7200000	0.000000
TQ(G4, A9)	0.9000000	0.000000
TQ(G4, A10)	0.8000000	0.000000
TQ(G4, A11)	2.200000	0.000000
TQ(G4, A12)	3.330000	0.000000
TQ(G4, A13)	4.080000	0.000000
TQ(G4, A14)	5.470000	0.000000
TQ(G5, A1)	1.130000	0.000000
TQ(G5, A2)	1.080000	0.000000
TQ(G5, A3)	0.9500000	0.000000
TQ(G5, A4)	0.2700000	0.000000
TQ(G5, A5)	0.000000	0.000000
TQ(G5, A6)	0.6700000	0.000000
TQ(G5, A7)	0.8300000	0.000000
TQ(G5, A8)	0.9000000	0.000000
TQ(G5, A9)	0.9300000	0.000000
TQ(G5, A10)	0.8200000	0.000000
TQ(G5, A11)	2.050000	0.000000
TQ(G5, A12)	3.170000	0.000000
TQ(G5, A13)	3.930000	0.000000
TQ(G5, A14)	5.230000	0.000000
TQ(G6, A1)	1.770000	0.000000
TQ(G6, A2)	1.700000	0.000000
TQ(G6, A3)	1.650000	0.000000
TQ(G6, A4)	0.5800000	0.000000
TQ(G6, A5)	0.6700000	0.000000
TQ(G6, A6)	0.000000	0.000000
TQ(G6, A7)	0.2300000	0.000000
TQ(G6, A8)	0.2200000	0.000000
TQ(G6, A9)	0.3200000	0.000000
TQ(G6, A10)	0.1800000	0.000000

Gambar A.12 Hasil Output FMOLP di Lingo

TQ(G6, A11)	2.680000	0.000000
TQ(G6, A12)	3.870000	0.000000
TQ(G6, A13)	4.670000	0.000000
TQ(G6, A14)	5.930000	0.000000
TQ(G7, A1)	1.970000	0.000000
TQ(G7, A2)	1.870000	0.000000
TQ(G7, A3)	1.830000	0.000000
TQ(G7, A4)	0.750000	0.000000
TQ(G7, A5)	0.8300000	0.000000
TQ(G7, A6)	0.2500000	0.000000
TQ(G7, A7)	0.000000	0.000000
TQ(G7, A8)	0.000000	0.000000
TQ(G7, A9)	0.1800000	0.000000
TQ(G7, A10)	0.2200000	0.000000
TQ(G7, A11)	3.020000	0.000000
TQ(G7, A12)	4.030000	0.000000
TQ(G7, A13)	4.880000	0.000000
TQ(G7, A14)	6.050000	0.000000
TQ(G8, A1)	1.950000	0.000000
TQ(G8, A2)	2.100000	0.000000
TQ(G8, A3)	2.130000	0.000000
TQ(G8, A4)	0.7700000	0.000000
TQ(G8, A5)	0.8500000	0.000000
TQ(G8, A6)	0.2300000	0.000000
TQ(G8, A7)	0.000000	0.000000
TQ(G8, A8)	0.000000	0.000000
TQ(G8, A9)	0.1500000	0.000000
TQ(G8, A10)	0.2000000	0.000000
TQ(G8, A11)	2.870000	0.000000
TQ(G8, A12)	3.920000	0.000000
TQ(G8, A13)	4.330000	0.000000
TQ(G8, A14)	5.570000	0.000000
TQ(G9, A1)	2.130000	0.000000
TQ(G9, A2)	2.070000	0.000000
TQ(G9, A3)	2.000000	0.000000
TQ(G9, A4)	0.9200000	0.000000
TQ(G9, A5)	1.020000	0.000000
TQ(G9, A6)	0.4000000	0.000000

Gambar A.13 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 14

TQ(G9, A7)	0.1800000	0.0000000
TQ(G9, A8)	0.1500000	0.0000000
TQ(G9, A9)	0.0000000	0.0000000
TQ(G9, A10)	0.4000000	0.0000000
TQ(G9, A11)	3.0500000	0.0000000
TQ(G9, A12)	4.2200000	0.0000000
TQ(G9, A13)	5.0500000	0.0000000
TQ(G9, A14)	6.2000000	0.0000000
TQ(G10, A1)	1.8000000	0.0000000
TQ(G10, A2)	1.7800000	0.0000000
TQ(G10, A3)	1.7300000	0.0000000
TQ(G10, A4)	0.6000000	0.0000000
TQ(G10, A5)	0.6800000	0.0000000
TQ(G10, A6)	0.1000000	0.0000000
TQ(G10, A7)	0.2700000	0.0000000
TQ(G10, A8)	0.2500000	0.0000000
TQ(G10, A9)	0.3800000	0.0000000
TQ(G10, A10)	0.0000000	0.0000000
TQ(G10, A11)	2.7800000	0.0000000
TQ(G10, A12)	3.8800000	0.0000000
TQ(G10, A13)	4.7200000	0.0000000
TQ(G10, A14)	5.9300000	0.0000000
TQ(G11, A1)	1.5300000	0.0000000
TQ(G11, A2)	1.5500000	0.0000000
TQ(G11, A3)	1.0800000	0.0000000
TQ(G11, A4)	2.4700000	0.0000000
TQ(G11, A5)	2.3000000	0.0000000
TQ(G11, A6)	2.9500000	0.0000000
TQ(G11, A7)	3.0800000	0.0000000
TQ(G11, A8)	3.0700000	0.0000000
TQ(G11, A9)	3.1500000	0.0000000
TQ(G11, A10)	3.0300000	0.0000000
TQ(G11, A11)	0.0000000	0.0000000
TQ(G11, A12)	1.6700000	0.0000000
TQ(G11, A13)	2.2000000	0.0000000
TQ(G11, A14)	3.7500000	0.0000000
TQ(G12, A1)	2.4500000	0.0000000
TQ(G12, A2)	2.6500000	0.0000000

Gambar A.14 Hasil Output FMOLP di Lingo

TQ(G12, A3)	2.650000	0.000000
TQ(G12, A4)	3.430000	0.000000
TQ(G12, A5)	2.870000	0.000000
TQ(G12, A6)	3.850000	0.000000
TQ(G12, A7)	3.980000	0.000000
TQ(G12, A8)	3.930000	0.000000
TQ(G12, A9)	4.100000	0.000000
TQ(G12, A10)	3.980000	0.000000
TQ(G12, A11)	1.680000	0.000000
TQ(G12, A12)	0.000000	0.000000
TQ(G12, A13)	0.3800000	0.000000
TQ(G12, A14)	2.000000	0.000000
TQ(G13, A1)	2.800000	0.000000
TQ(G13, A2)	2.800000	0.000000
TQ(G13, A3)	3.080000	0.000000
TQ(G13, A4)	4.550000	0.000000
TQ(G13, A5)	4.280000	0.000000
TQ(G13, A6)	5.020000	0.000000
TQ(G13, A7)	5.170000	0.000000
TQ(G13, A8)	4.350000	0.000000
TQ(G13, A9)	5.280000	0.000000
TQ(G13, A10)	5.150000	0.000000
TQ(G13, A11)	2.100000	0.000000
TQ(G13, A12)	0.5200000	0.000000
TQ(G13, A13)	0.000000	0.000000
TQ(G13, A14)	1.570000	0.000000
TQ(G14, A1)	4.230000	0.000000
TQ(G14, A2)	4.680000	0.000000
TQ(G14, A3)	4.650000	0.000000
TQ(G14, A4)	5.520000	0.000000
TQ(G14, A5)	5.270000	0.000000
TQ(G14, A6)	5.950000	0.000000
TQ(G14, A7)	6.080000	0.000000
TQ(G14, A8)	5.600000	0.000000
TQ(G14, A9)	6.200000	0.000000
TQ(G14, A10)	6.080000	0.000000
TQ(G14, A11)	3.630000	0.000000
TQ(G14, A12)	2.100000	0.000000

Gambar A.15 Hasil Output FMOLP di Lingo

A - 16

TQ(G14, A12)	2.100000	0.000000
TQ(G14, A13)	1.620000	0.000000
TQ(G14, A14)	0.000000	0.000000
Q(G1, A1)	0.000000	0.000000
Q(G1, A2)	0.000000	0.000000
Q(G1, A3)	0.000000	0.3152022E-04
Q(G1, A4)	0.000000	0.1160665E-05
Q(G1, A5)	0.000000	0.1314987E-06
Q(G1, A6)	0.000000	0.3325522E-05
Q(G1, A7)	0.000000	0.4056701E-05
Q(G1, A8)	0.000000	0.4048148E-05
Q(G1, A9)	0.000000	0.4523418E-05
Q(G1, A10)	0.000000	0.3726742E-05
Q(G1, A11)	390.0000	0.000000
Q(G1, A12)	0.000000	0.5244351E-05
Q(G1, A13)	0.000000	0.7725354E-05
Q(G1, A14)	0.000000	0.1453109E-04
Q(G2, A1)	0.000000	0.000000
Q(G2, A2)	0.000000	0.000000
Q(G2, A3)	0.000000	0.3206254E-04
Q(G2, A4)	0.000000	0.9870864E-06
Q(G2, A5)	7941.005	0.000000
Q(G2, A6)	0.000000	0.3151944E-05
Q(G2, A7)	0.000000	0.3850374E-05
Q(G2, A8)	0.000000	0.3765162E-05
Q(G2, A9)	0.000000	0.4336027E-05
Q(G2, A10)	0.000000	0.3477420E-05
Q(G2, A11)	0.000000	0.1516009E-05
Q(G2, A12)	0.000000	0.6924470E-05
Q(G2, A13)	0.000000	0.9425461E-05
Q(G2, A14)	0.000000	0.1642554E-04
Q(G3, A1)	0.000000	0.3164842E-04
Q(G3, A2)	0.000000	0.3154862E-04
Q(G3, A3)	0.000000	0.000000
Q(G3, A4)	0.000000	0.1019973E-05
Q(G3, A5)	3973.995	0.000000
Q(G3, A6)	0.000000	0.3117365E-05
Q(G3, A7)	0.000000	0.3841043E-05

Gambar A.16 Hasil Output FMOLP di Lingo

Q(G3, A8)	0.000000	0.4171368E-05
Q(G3, A9)	0.000000	0.4301448E-05
Q(G3, A10)	0.000000	0.3476506E-05
Q(G3, A11)	0.000000	0.3275804E-06
Q(G3, A12)	0.000000	0.5642552E-05
Q(G3, A13)	0.000000	0.8199299E-05
Q(G3, A14)	0.000000	0.1515652E-04
Q(G4, A1)	0.000000	0.7091540E-04
Q(G4, A2)	0.000000	0.7082072E-04
Q(G4, A3)	0.000000	0.7102339E-04
Q(G4, A4)	0.000000	0.000000
Q(G4, A5)	0.000000	0.3138725E-04
Q(G4, A6)	0.000000	0.3376713E-04
Q(G4, A7)	0.000000	0.3449081E-04
Q(G4, A8)	0.000000	0.3441415E-04
Q(G4, A9)	0.000000	0.3499251E-04
Q(G4, A10)	0.000000	0.3413469E-04
Q(G4, A11)	0.000000	0.3936628E-04
Q(G4, A12)	0.000000	0.4472214E-04
Q(G4, A13)	0.000000	0.4748850E-04
Q(G4, A14)	0.000000	0.5435393E-04
Q(G5, A1)	0.000000	0.7035400E-04
Q(G5, A2)	0.000000	0.7029404E-04
Q(G5, A3)	0.000000	0.7051354E-04
Q(G5, A4)	0.000000	0.3183728E-04
Q(G5, A5)	0.000000	0.000000
Q(G5, A6)	0.000000	0.3390942E-04
Q(G5, A7)	0.000000	0.3465835E-04
Q(G5, A8)	0.000000	0.3470793E-04
Q(G5, A9)	0.000000	0.3516083E-04
Q(G5, A10)	0.000000	0.3429381E-04
Q(G5, A11)	0.000000	0.3883959E-04
Q(G5, A12)	0.000000	0.4423136E-04
Q(G5, A13)	0.000000	0.4691750E-04
Q(G5, A14)	0.000000	0.5379582E-04
Q(G6, A1)	0.000000	0.7349044E-04
Q(G6, A2)	0.000000	0.7336932E-04
Q(G6, A3)	0.000000	0.7365693E-04

Gambar A.17 Hasil Output FMOLP di Lingo

Q(G6, A4)	0.000000	0.3354909E-04
Q(G6, A5)	0.000000	0.3390942E-04
Q(G6, A6)	0.000000	0.000000
Q(G6, A7)	0.000000	0.3152836E-04
Q(G6, A8)	0.000000	0.3151061E-04
Q(G6, A9)	0.000000	0.3218183E-04
Q(G6, A10)	0.000000	0.3128100E-04
Q(G6, A11)	0.000000	0.4194973E-04
Q(G6, A12)	0.000000	0.4731177E-04
Q(G6, A13)	0.000000	0.5012099E-04
Q(G6, A14)	0.000000	0.5687623E-04
Q(G7, A1)	0.000000	0.7425515E-04
Q(G7, A2)	0.000000	0.7410023E-04
Q(G7, A3)	0.000000	0.7439547E-04
Q(G7, A4)	0.000000	0.3427922E-04
Q(G7, A5)	0.000000	0.3463113E-04
Q(G7, A6)	0.000000	0.3157163E-04
Q(G7, A7)	0.000000	0.000000
Q(G7, A8)	0.000000	0.000000
Q(G7, A9)	0.000000	0.3161069E-04
Q(G7, A10)	0.000000	0.3161714E-04
Q(G7, A11)	0.000000	0.4241394E-04
Q(G7, A12)	0.000000	0.4806925E-04
Q(G7, A13)	0.000000	0.5092055E-04
Q(G7, A14)	0.000000	0.5760005E-04
Q(G8, A1)	0.000000	0.7422976E-04
Q(G8, A2)	0.000000	0.7433812E-04
Q(G8, A3)	0.000000	0.7471948E-04
Q(G8, A4)	0.000000	0.3434037E-04
Q(G8, A5)	0.000000	0.3469306E-04
Q(G8, A6)	0.000000	0.3154546E-04
Q(G8, A7)	0.000000	0.000000
Q(G8, A8)	0.000000	0.000000
Q(G8, A9)	0.000000	0.3153179E-04
Q(G8, A10)	0.000000	0.3158320E-04
Q(G8, A11)	0.000000	0.4264382E-04
Q(G8, A12)	0.000000	0.4753191E-04
Q(G8, A13)	0.000000	0.5001291E-04

Gambar A.18 Hasil Output FMOLP di Lingo

Q(G8, A14)	0.000000	0.5675132E-04
Q(G9, A1)	0.000000	0.7497763E-04
Q(G9, A2)	0.000000	0.7485560E-04
Q(G9, A3)	0.000000	0.7512560E-04
Q(G9, A4)	0.000000	0.3500935E-04
Q(G9, A5)	0.000000	0.3537887E-04
Q(G9, A6)	0.000000	0.3239222E-04
Q(G9, A7)	0.000000	0.3156637E-04
Q(G9, A8)	0.000000	0.3153179E-04
Q(G9, A9)	0.000000	0.000000
Q(G9, A10)	0.000000	0.3235646E-04
Q(G9, A11)	0.000000	0.4341813E-04
Q(G9, A12)	0.000000	0.4885197E-04
Q(G9, A13)	0.000000	0.5159780E-04
Q(G9, A14)	0.000000	0.5826047E-04
Q(G10, A1)	0.000000	0.7367587E-04
Q(G10, A2)	0.000000	0.7359683E-04
Q(G10, A3)	0.000000	0.7388443E-04
Q(G10, A4)	0.000000	0.3372610E-04
Q(G10, A5)	0.000000	0.3407801E-04
Q(G10, A6)	0.000000	0.3111570E-04
Q(G10, A7)	0.000000	0.3165922E-04
Q(G10, A8)	0.000000	0.3163383E-04
Q(G10, A9)	0.000000	0.3246403E-04
Q(G10, A10)	0.000000	0.000000
Q(G10, A11)	0.000000	0.4221195E-04
Q(G10, A12)	0.000000	0.4749825E-04
Q(G10, A13)	0.000000	0.5034113E-04
Q(G10, A14)	0.000000	0.5705429E-04
Q(G11, A1)	0.000000	0.7357853E-04
Q(G11, A2)	0.000000	0.7366612E-04
Q(G11, A3)	0.000000	0.7270996E-04
Q(G11, A4)	0.000000	0.4247678E-04
Q(G11, A5)	0.000000	0.4151494E-04
Q(G11, A6)	0.000000	0.4466057E-04
Q(G11, A7)	0.000000	0.4530338E-04
Q(G11, A8)	0.000000	0.4529497E-04
Q(G11, A9)	0.000000	0.4580784E-04

Gambar A.19 Hasil Output FMOLP di Lingo

Q(G11, A10)	0.000000	0.4490596E-04
Q(G11, A11)	0.000000	0.000000
Q(G11, A12)	0.000000	0.3822125E-04
Q(G11, A13)	0.000000	0.4077681E-04
Q(G11, A14)	0.000000	0.4782976E-04
Q(G12, A1)	0.000000	0.7872189E-04
Q(G12, A2)	0.000000	0.7897885E-04
Q(G12, A3)	0.000000	0.7842757E-04
Q(G12, A4)	0.000000	0.4773389E-04
Q(G12, A5)	0.000000	0.4637308E-04
Q(G12, A6)	0.000000	0.4977855E-04
Q(G12, A7)	0.000000	0.5051078E-04
Q(G12, A8)	0.000000	0.5046870E-04
Q(G12, A9)	0.000000	0.5105653E-04
Q(G12, A10)	0.000000	0.5015466E-04
Q(G12, A11)	0.000000	0.3822112E-04
Q(G12, A12)	0.000000	0.000000
Q(G12, A13)	0.000000	0.3322060E-04
Q(G12, A14)	0.000000	0.4029669E-04
Q(G13, A1)	0.000000	0.8115162E-04
Q(G13, A2)	0.000000	0.8124104E-04
Q(G13, A3)	0.000000	0.8094251E-04
Q(G13, A4)	0.000000	0.5072301E-04
Q(G13, A5)	0.000000	0.4969489E-04
Q(G13, A6)	0.000000	0.5289838E-04
Q(G13, A7)	0.000000	0.5364745E-04
Q(G13, A8)	0.000000	0.5295734E-04
Q(G13, A9)	0.000000	0.5418556E-04
Q(G13, A10)	0.000000	0.5327527E-04
Q(G13, A11)	0.000000	0.4068332E-04
Q(G13, A12)	0.000000	0.3334697E-04
Q(G13, A13)	0.000000	0.000000
Q(G13, A14)	0.000000	0.3790616E-04
Q(G14, A1)	0.000000	0.8796129E-04
Q(G14, A2)	0.000000	0.8851807E-04
Q(G14, A3)	0.000000	0.8795941E-04
Q(G14, A4)	0.000000	0.5723496E-04
Q(G14, A5)	0.000000	0.5622368E-04

Gambar A.20 Hasil Output FMOLP di Lingo

Q(G14, A6)	0.000000	0.59376667E-04
Q(G14, A7)	0.000000	0.6010890E-04
Q(G14, A8)	0.000000	0.5970494E-04
Q(G14, A9)	0.000000	0.6065466E-04
Q(G14, A10)	0.000000	0.5975278E-04
Q(G14, A11)	0.000000	0.4763935E-04
Q(G14, A12)	0.000000	0.4038085E-04
Q(G14, A13)	0.000000	0.3793891E-04
Q(G14, A14)	0.000000	0.000000

Gambar A.21 Hasil Output FMOLP di Lingo