

**APLIKASI PENDEKATAN FUZZY GOAL PROGRAMMING
PADA PERENCANAAN PRODUKSI AGGREGATE**

SKRIPSI

Oleh:

NOVA SESIANA

0710943031-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2011

**APLIKASI PENDEKATAN FUZZY GOAL PROGRAMMING
PADA PERENCANAAN PRODUKSI AGGREGATE**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Matematika

Oleh:
NOVA SESIANA
0710943031-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2011

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**APLIKASI PENDEKATAN FUZZY GOAL
PROGRAMMING PADA PERENCANAAN PRODUKSI
AGGREGATE**

Oleh:
NOVA SESIANA
0710943031-94

Setelah dipertahankan di depan majelis penguji
pada tanggal 16 Agustus 2011
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Sobri Abusini, M.T
NIP. 196012071988021001

Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes
NIP. 195305231983031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc
NIP. 196709071992031001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nova Sesiana
NIM : 0710943031-94
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi berjudul : *Aplikasi Pendekatan Fuzzy Goal Programming pada Perencanaan Produksi Aggregate*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi,
2. apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 16 Agustus 2011
Yang menyatakan,

(Nova Sesiana)
NIM. 0710943031-94

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



APLIKASI PENDEKATAN *FUZZY GOAL PROGRAMMING* PADA PERENCANAAN PRODUKSI AGGREGATE

ABSTRAK

Ketersediaan produk dan pemenuhan permintaan dari pelanggan merupakan hal yang sangat penting dalam mengoptimalkan kinerja suatu perusahaan, sehingga diperlukan suatu perencanaan produksi. Perencanaan yang dibahas dalam skripsi ini adalah perencanaan produksi *aggregate*. Perencanaan produksi *aggregate* merupakan perencanaan yang bertujuan untuk menentukan kombinasi optimal dari tingkat produksi, tingkat tenaga kerja, dan persediaan, selama jangka waktu menengah 3 sampai 18 bulan. Metode yang digunakan dalam perencanaan produksi *aggregate* adalah pendekatan *fuzzy goal programming* dengan konsep fungsi keanggotaan. Metode tersebut diterapkan pada UD. Bagus Agrista Mandiri untuk meminimumkan biaya total produksi dan tenaga kerja, biaya penyimpanan persediaan, dan tingkat pergantian tenaga kerja. Pendekatan tersebut menghasilkan nilai yang optimal untuk biaya tersebut dibandingkan dengan data pada UD. Bagus Agrista Mandiri.

Kata Kunci : *fuzzy goal programming*, perencanaan produksi *aggregate*, fungsi keanggotaan, biaya total produksi, tenaga kerja, dan persediaan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



APPLICATION OF FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH TO AGGREGATE PRODUCTION PLANNING

ABSTRACT

Product inventory and fulfillment of customer demand are very important to optimize the performance of a company. Hence, a good production plan is needed. This thesis discusses the aggregate production planning. Aggregate production planning is aimed to determine the optimal combination of production and work force levels as well as product supply in the middle term approximately 3 to 18 months. The method used in this planning is a fuzzy goal programming approach that uses the concept of membership function. The method is applied to UD. Bagus Agrista Mandiri to minimize the total cost of production and work force, inventory carrying costs, and the rates of change in work force. Such approach gives optimum values for these costs, if compare to UD. Bagus Agrista Mandiri performance.

Keywords : fuzzy goal programming, aggregate production planning, membership function, total cost of production, work force, and inventory.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tucurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi penulis.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sobri Abusini, M.T selaku pembimbing I atas segala bimbingan, nasihat, motivasi serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes selaku pembimbing II atas segala bimbingan, nasihat, motivasi serta kesabaran yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
3. Dr. Wuryansari Muharini K., M.Si, Drs. Imam Nurhadi P., M.T dan Kwardiniya A., S.Si, M.Si selaku dosen penguji atas segala saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Seluruh bapak/ibu dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
5. Ayah, Ibunda, kakak, dan sahabat terdekatku atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan nasihat yang telah diberikan.
6. Teman-teman Matematika Angkatan 2007 atas kebersamaan dan kekompakan selama ini.
7. Keluarga dan teman-teman kos TC 45 atas kebersamaan, kekompakan dan bantuan yang telah diberikan.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran melalui email penulis nova_sesiana@yahoo.com. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 16 Agustus 2011

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI.....	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 3
2.1 Pemrograman Linier	3
2.2 Model Umum Masalah Pemrograman Linier Multi Objektif	3
2.3 <i>Goal Programming</i>	4
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	4
2.5 Himpunan <i>Fuzzy</i>	5
2.6 Fungsi Keanggotaan	5
2.7 Linguistik <i>Fuzzy</i> untuk Menentukan Derajat Pencapaian	8
2.8 Nilai Total Integral Bilangan <i>Fuzzy</i>	9
2.9 Nilai Integral Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga	10
2.10 <i>Fuzzy Goal Programming</i>	11
2.11 Rencana Produksi <i>Aggregate (APP)</i>	13
 BAB III METODE PENELITIAN	 15
3.1 Tempat Penelitian	15
3.2 Deskripsi Tempat Penelitian.....	15
3.3 Sumber Data.....	15
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	16

3.5 Pengolahan Data	17
BAB IV PEMBAHASAN	21
4.1 Model <i>Multi-Objective Linear Programming (MOLP)</i> pada Rencana Produksi <i>Aggregate</i>	21
4.1.1 Fungsi Tujuan	21
4.1.2 Kendala	21
4.1.3 Koefisien Fungsi Tujuan Bernilai <i>Fuzzy</i>	22
4.2 Fungsi Keanggotaan Z_1 , Z_2 , dan Z_3	23
4.3 Kepentingan (<i>importance</i>) tiap Fungsi Tujuan	23
4.4 Formulasi <i>Fuzzy Goal Programming</i> pada Perencanaan Produksi <i>Aggregate</i>	24
4.5 Penerapan Pendekatan <i>Fuzzy Goal Programming</i> pada Perencanaan Produksi <i>Aggregate</i> di UD. Bagus Agrista Mandiri	27
BAB V KESIMPULAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva representasi linier naik.....	6
Gambar 2.2 Kurva representasi linier turun	7
Gambar 2.3 Kurva segitiga.....	7
Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan nilai linguistik dari kepentingan objektif	9
Gambar 3.1 Diagram alir pengolahan data.....	18
Gambar 4.1 Kurva representasi linier turun dari Z_1	36
Gambar 4.2 Kurva representasi linier turun dari Z_2	37
Gambar 4.3 Kurva representasi linier turun dari Z_3	38



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Biaya produksi (rupiah) untuk setiap produk	28
Tabel 4.2 Jumlah permintaan (pak) untuk setiap produk	28
Tabel 4.3 Biaya tenaga kerja yang berhenti (rupiah)	29
Tabel 4.4 Biaya tenaga kerja reguler (rupiah)	29
Tabel 4.5 Biaya penyimpanan (rupiah)	30
Tabel 4.6 Jumlah produk (pak) yang diproduksi setiap pekerja...	31
Tabel 4.7 Hasil perhitungan untuk pengambil keputusan yang bersifat pesimis	40
Tabel 4.8 Hasil perhitungan untuk pengambil keputusan yang bersifat tidak pesimis dan optimis	41
Tabel 4.9 Hasil perhitungan untuk pengambil keputusan yang bersifat optimis	42



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil Perhitungan untuk Batas Bawah Z_1 dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	28
Lampiran 2 Hasil Perhitungan untuk Batas Atas Z_1 dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	29
Lampiran 3 Hasil Perhitungan untuk Batas Bawah Z_2 dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	28
Lampiran 4 Hasil Perhitungan untuk Batas Atas Z_2 dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	29
Lampiran 5 Penyelesaian Pendekatan <i>Fuzzy Goal Programming</i> untuk $\alpha = 0$ dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	28
Lampiran 6 Penyelesaian Pendekatan <i>Fuzzy Goal Programming</i> untuk $\alpha = 0.5$ dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO.....	28
Lampiran 7 Penyelesaian Pendekatan <i>Fuzzy Goal Programming</i> untuk $\alpha = 1$ dengan Menggunakan <i>Software</i> LINGO	69
Lampiran 8 Biaya Produksi Dodol	73
Lampiran 9 Biaya Penyimpanan	74
Lampiran 10 Jumlah Tenaga Kerja dan Biaya Tenaga Kerja.....	75
Lampiran 11 Surat Keterangan Pengambilan Data Skripsi	76
Lampiran 12 Surat Keterangan dari Universitas Brawijaya.....	77

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR NOTASI

v_{it}	: biaya produksi produk ke- i pada periode ke- t tanpa biaya tenaga kerja pada periode t
c_{it}	: biaya penyimpanan persediaan produk ke- i pada periode antara ke- t dan $t + 1$
r_t	: biaya tenaga kerja dengan waktu regular per-periode pada periode ke- t
d_{it}	: perkiraan permintaan produk ke- i pada periode ke- t
h_t	: biaya tenaga kerja tambahan pada periode ke- t
f_t	: biaya tenaga kerja yang berhenti pada periode ke- t
K_{it}	: kuantitas produksi per tenaga kerja produk ke- i pada periode ke- t
I_{oi}	: tingkat awal persediaan produk ke- i (unit)
T	: periode perencanaan
N	: jumlah produk
P_{it}	: kuantitas produk ke- i pada periode ke- t
I_{it}	: tingkat persediaan produk ke- i pada periode ke- t (unit)
H_t	: tenaga kerja sewa atau tambahan pada periode ke- t (orang)
F_t	: tenaga kerja yang berhenti pada periode ke- t (orang)
$I_{it.Min}$	: tingkat persediaan minimum produk ke- i yang tersedia pada periode ke- t (unit)
W_t	: jumlah tenaga kerja pada periode ke- t (orang)
W_{Min}	: tingkat minimum tenaga kerja (orang) yang tersedia pada setiap periode
W_{Max}	: tingkat maksimum tenaga kerja (orang) yang tersedia pada setiap periode
Z_1	: fungsi tujuan ke-1
Z_2	: fungsi tujuan ke-2
Z_3	: fungsi tujuan ke-3
μ_1	: derajat keanggotaan fungsi tujuan ke-1
μ_2	: derajat keanggotaan fungsi tujuan ke-2
μ_3	: derajat keanggotaan fungsi tujuan ke-3
μ_{Z_1}	: fungsi keanggotaan tujuan ke-1
μ_{Z_2}	: fungsi keanggotaan tujuan ke-2
μ_{Z_3}	: fungsi keanggotaan tujuan ke-3

v_{it}^-	: batas bawah biaya produksi
v_{it}^+	: batas atas biaya produksi
r_t^-	: batas bawah biaya tenaga kerja reguler
r_t^+	: batas atas biaya tenaga kerja reguler
h_t^-	: batas bawah biaya tenaga kerja tambahan
h_t^+	: batas atas biaya tenaga kerja tambahan
f_t^-	: batas bawah biaya tenaga kerja yang berhenti
f_t^+	: batas atas biaya tenaga kerja yang berhenti
c_{it}^-	: batas bawah biaya penyimpanan persediaan
c_{it}^+	: batas atas biaya penyimpanan persediaan



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan produk dan pemenuhan permintaan dari pelanggan merupakan hal yang sangat penting bagi setiap perusahaan. Perencanaan yang matang dan pengambilan keputusan yang tepat dalam menyelesaikan masalah persediaan sangat diperlukan dalam mengoptimalkan kinerja suatu perusahaan. Persediaan menjamin adanya kepastian bahwa produk tersedia pada saat dibutuhkan. Salah satu masalah dalam persediaan adalah kesulitan dalam menentukan besarnya jumlah persediaan untuk memenuhi jumlah permintaan.

Dalam menyelesaikan masalah persediaan diperlukan suatu perencanaan produksi. Salah satu perencanaan produksi adalah perencanaan produksi *aggregate* yang berkaitan dengan kesesuaian antara persediaan dan permintaan pelanggan yang berubah-ubah selama jangka waktu menengah sekitar 3 sampai 18 bulan ke depan (Belmokadem dkk., 2009). Menurut Chase dkk (2001), tujuan utama rencana *aggregate* adalah untuk menentukan kombinasi optimal antara tingkat produksi, tingkat tenaga kerja, dan persediaan.

Namun, pada perencanaan produksi *aggregate* sering ditemukan data yang tidak tepat atau bersifat *fuzzy*, seperti data permintaan, sumber daya dan biayanya. Hal ini dikarenakan oleh beberapa informasi yang tidak lengkap atau sulit untuk diperoleh. Selain itu, fungsi tujuan yang ingin dicapai juga dapat bersifat *fuzzy*. Teori himpunan *fuzzy* memberikan kerangka penyelesaian untuk masalah ketidakpastian ini. Salah satu teknik penyelesaian untuk kasus tersebut adalah pendekatan *fuzzy goal programming*. Formulasi *fuzzy goal programming* menggunakan konsep fungsi keanggotaan.

Pada skripsi ini dibahas aplikasi pendekatan *fuzzy goal programming* pada UD. Bagus Agrista Mandiri untuk menyelesaikan masalah rencana produksi *aggregate*. Penyelesaian ini bertujuan untuk meminimumkan total biaya produksi dan tenaga kerja, biaya persediaan, dan meminimumkan tingkat pergantian tenaga kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka pokok permasalahan yang dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membentuk model permasalahan *fuzzy goal programming* pada perencanaan produksi *aggregate*?
2. Bagaimana penyelesaian masalah perencanaan produksi *aggregate* dengan pendekatan *fuzzy goal programming* pada UD. Bagus Agrista Mandiri?

1.3 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini hanya dibahas perencanaan produksi *aggregate* yang dilakukan selama 6 periode.

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Membentuk model permasalahan *fuzzy goal programming* pada perencanaan produksi *aggregate*
2. Menyelesaikan masalah perencanaan produksi *aggregate* dengan pendekatan *fuzzy goal programming* pada UD. Bagus Agrista Mandiri

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemrograman Linier

Permasalahan *linear programming* (LP) ialah suatu permasalahan untuk menentukan besarnya masing-masing nilai variabel sedemikian rupa sehingga nilai fungsi tujuan (*objective function*) yang linier menjadi optimum (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan kendala-kendala mengenai masukannya. Kendala-kendala inipun harus dinyatakan dalam pertidaksamaan linier (Supranto, 1983).

Secara khusus, model pemrograman linier adalah mengenai penentuan nilai-nilai untuk $x_1, x_2, \dots, x_n$ (variabel-variabel keputusan) sebagai berikut.

Maksimum atau minimum $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ dengan kendala-kendala

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq, \geq, = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq, \geq, = b_2$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq, \geq, = b_m$$

dan

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

Fungsi yang dimaksimumkan atau diminimumkan, $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ dinamakan fungsi tujuan. m kendala pertama dinamakan kendala-kendala fungsional. $x_n \geq 0$ dinamakan kendala-kendala tidak negatif (Hiller dan Lieberman, 1990).

2.2 Model Umum Masalah Pemrograman Linier Multi Objektif

Pada permasalahan multi objektif, fungsi tujuan yang akan dioptimalkan lebih dari satu. Oleh karena itu, masalah dengan keputusan multi objektif linier secara umum dapat dimodelkan sebagai berikut.

Maksimum atau minimum k fungsi objektif

$$Z_p = \sum_{j=1}^n c_{pj}x_j, \quad p = 1, \dots, k$$

dengan kendala

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

dengan $x = (x_1, \dots, x_n)^T$

$$b = (b_1, \dots, b_m)^T$$

dan $A = [a_{ij}]$ adalah matriks $m \times n$ (Sakawa, 1993).

2.3 Goal Programming (GP)

Model *goal programming* merupakan perluasan model pemrograman linier yang memiliki lebih dari satu tujuan yang hendak dicapai. Perbedaan terletak pada variabel deviasional yang muncul pada fungsi tujuan dan kendala. Variabel deviasional berfungsi untuk menampung penyimpangan atau deviasi yang terjadi pada nilai ruas kiri suatu persamaan kendala terhadap nilai ruas kanannya. Pada pemrograman linier, fungsi kendala menjadi pembatas bagi usaha pemaksimalan atau meminimuman fungsi tujuan. Sedangkan pada *goal programming*, fungsi kendala merupakan sarana untuk mewujudkan sasaran yang hendak dicapai. Sasaran-sasaran dinyatakan sebagai nilai konstan pada ruas kanan kendala. Kendala-kendala dalam model *goal programming* selalu berupa persamaan yang disebut kendala sasaran (Siswanto, 2007).

2.4 Logika Fuzzy

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk menentukan ruang input ke dalam suatu ruang output.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu himpunan yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, tua, dan sebagainya.
2. Numeris, yaitu suatu angka yang menunjukkan ukuran suatu variabel, seperti: 25, 40, 50, dan sebagainya.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*, merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, seperti: umur, temperatur, permintaan, dan sebagainya.

2. Himpunan *fuzzy*, merupakan suatu himpunan yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
3. Semesta pembicaraan, merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

2.5 Himpunan Fuzzy

Menurut Sakawa (1993), misalkan X adalah himpunan semesta, maka himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$ dari X didefinisikan oleh fungsi keanggotaannya

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

$$x \mapsto \mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$$

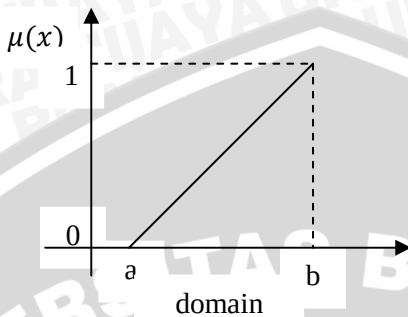
Nilai $\mu_{\tilde{A}}(x)$ menunjukkan derajat keanggotaan x dalam $\tilde{A}$.

2.6 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaannya yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan.

1. Representasi linier

Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini adalah bentuk yang paling sederhana. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linier. Pertama, representasi linier naik yaitu kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi seperti terlihat pada Gambar 2.1.

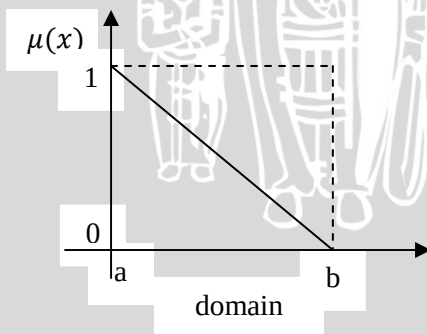


Gambar 2.1 Representasi Linier Naik

Fungsi keanggotaan untuk representasi linier naik didefinisikan sebagai

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x > b. \end{cases}$$

Berikut ini adalah representasi linier turun yang merupakan kebalikan dari representasi sebelumnya. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah seperti terlihat pada Gambar 2.2.



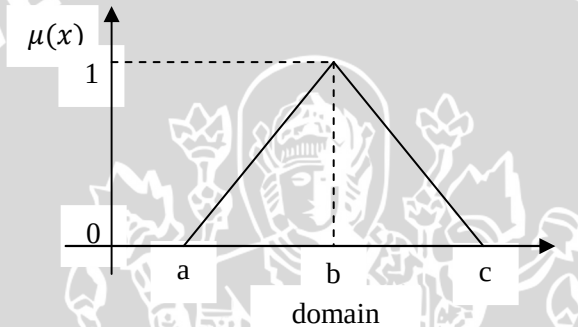
Gambar 2.2 Representasi Linier Turun

Fungsi keanggotaan untuk representasi linier turun didefinisikan sebagai

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x > b. \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua representasi-representasi linier seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan untuk kurva segitiga didefinisikan sebagai

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

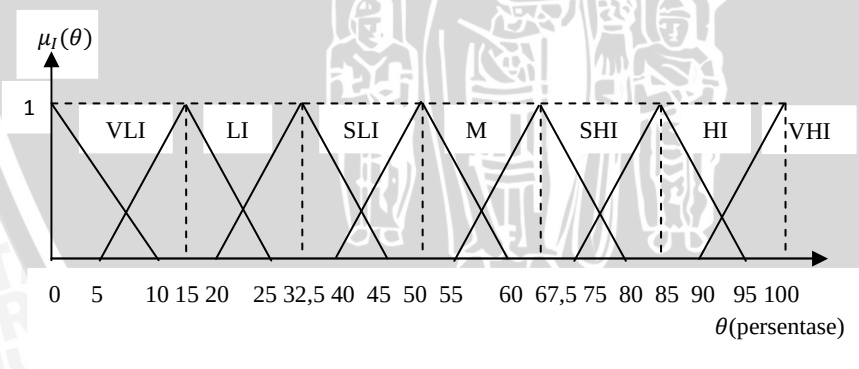
(Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

2.7 Linguistik *Fuzzy* untuk menentukan derajat pencapaian

Penentuan derajat pencapaian yang layak untuk sebuah tujuan dapat menjadi hal yang sulit untuk pembuat keputusan dalam

lingkungan *fuzzy*. Untuk menetapkan derajat pencapaian, metode yang berguna adalah dengan menggunakan linguistik seperti, “*Low Important*”, “*Somewhat High Important*”, “*Very High Important*”, dan lainnya untuk menggambarkan secara verbal kepentingan tiap tujuan *fuzzy*, sehingga didefinisikan fungsi keanggotaan yang terkait. Dapat didefinisikan $\mu_I(\theta)$ untuk mewakili fungsi keanggotaan dari tiap nilai linguistik untuk kepentingan yang berbeda, dimana $\mu_I(\theta) \in [0,1]$, dan θ merupakan variabel dari derajat pencapaian dalam interval $[\theta_{min}, \theta_{max}]$, $0 \leq \theta_{min} \leq \theta_{max} \leq 1$, sehingga metode *fuzzy numbers ranking* dapat digunakan untuk memetakan fungsi keanggotaan yang mewakili kepentingan *fuzzy goal* (tujuan *fuzzy*) ke bilangan riil antara $[0,1]$. Bilangan riil yang diperoleh dapat dianggap sebagai tingkat pencapaian yang diinginkan untuk tujuan *fuzzy*.

Didefinisikan $I = \{\text{Very Low Important} = \text{VLI}, \text{Low Important} = \text{LI}, \text{Somewhat Low Important} = \text{SLI}, \text{Medium} = \text{M}, \text{Somewhat High Important} = \text{SHI}, \text{High Important} = \text{HI}, \text{Very High Important} = \text{VHI}\}$ sebagai himpunan nilai linguistik yang merepresentasikan pentingnya tujuan yang berbeda. Ditunjukkan $\mu_I(\theta)$ pada Gambar 2.4 untuk nilai linguistik. Bilangan *fuzzy* segitiga yang sesuai untuk nilai-nilai linguistik adalah: VLI = (0,0,10%), LI = (5%,15%,25%), SLI = (20%, 32.5%, 45%), M = (40%, 50%, 60%), SHI = (55%, 67.5%, 80%), HI = (75%, 85%, 95%), VHI = (90%, 100%, 0%).



Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan untuk nilai linguistik dari kepentingan objektif

Ranking fuzzy number digunakan untuk mengatur bilangan fuzzy dengan tujuan untuk menentukan dengan tepat derajat pencapaian dari tujuan yang berbeda dan dinyatakan sebagai $\mu_k \geq \theta_k$, θ_k menunjukkan derajat pencapaian tujuan fuzzy ke- k (Belmokadem dkk, 2009)

2.8 Nilai Total Integral untuk Bilangan Fuzzy

A adalah bilangan fuzzy dengan fungsi keanggotaan kiri dari fungsi keanggotaan segitiga μ_A^L dan fungsi keanggotaan kanan dari fungsi keanggotaan segitiga μ_A^R . Bilangan fuzzy segitiga A dapat dinotasikan dengan $(a, b, c; 1)$. Dengan $\mu_A^L(x) = (x - a)/(b - a)$ dan $\mu_A^R(x) = (x - c)/(b - c)$. Diketahui bahwa g_A^L adalah fungsi invers dari μ_A^L dan g_A^R adalah fungsi invers dari μ_A^R . Nilai integral kiri dari A didefinisikan sebagai

$$I_L(A) = \int_0^1 g_A^L(y) dy$$

Nilai integral kanan dari A didefinisikan sebagai

$$I_R(A) = \int_0^1 g_A^R(y) dy$$

Jika A adalah bilangan fuzzy dengan fungsi keanggotaan $\mu(x)$, maka nilai total integral dengan indeks keoptimisan α didefinisikan sebagai berikut

$$I_T^\alpha(A) = \alpha I_R(A) + (1 - \alpha) I_L(A) \quad (2.1)$$

dengan $I_R(A)$ dan $I_L(A)$ adalah nilai integral kanan dan kiri dari A dan $\alpha \in [0, 1]$.

Indeks keoptimisan (α) merupakan perwakilan derajat keoptimisan pembuat keputusan. Semakin besar α mengindikasikan semakin tinggi derajat keoptimisan. Secara spesifik, ketika $\alpha = 0$, nilai total integral $I_T^0(A)$ yang mewakili pembuat keputusan yang pesimis sebanding dengan nilai integral kiri dari A ($I_L(A)$). Sebaliknya, untuk pembuat keputusan yang optimis, $\alpha = 1$, nilai total integral $I_T^1(A)$ sebanding dengan nilai integral kanan ($I_R(A)$). Untuk pembuat keputusan yang tidak optimis dan pesimis (*moderate*), dengan $\alpha = 0.5$, nilai total integral menjadi

$$I_T^{0.5}(A) = \frac{1}{2} [I_R(A) + I_L(A)]$$

(Liou dan Wang, 1992)

2.9 Nilai Integral Bilangan Fuzzy Segitiga

Bilangan fuzzy A adalah bilangan fuzzy segitiga jika fungsi keanggotaan $\mu(x)$ diberikan sebagai berikut

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & , \quad a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b} & , \quad b \leq x \leq c \\ 0 & , \quad \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan a, b , dan c adalah bilangan riil.

Fungsi invers $\mu_A^L(x)$ dan $\mu_A^R(x)$ berturut-turut adalah sebagai berikut

$$g_A^L(y) = a + (b - a)y$$

$$g_A^R(y) = c + (b - c)y$$

dengan $y \in [0,1]$.

$$\begin{aligned} I_L(A) &= \int_0^1 g_A^L(y) dy \\ &= \int_0^1 [a + (b - a)y] dy \\ &= \frac{1}{2} (a + b) \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned}
 I_R(A) &= \int_0^1 g_A^R(y) dy \\
 &= \int_0^1 [c + (b - c)] dy \\
 &= \frac{1}{2}(b + c).
 \end{aligned}$$

Dari (2.1), diketahui $\alpha \in [0,1]$, nilai total integral dari bilangan fuzzy segitiga $A = (a, b, c; 1)$ adalah

$$\begin{aligned}
 I_T^\alpha(A) &= \frac{1}{2}\alpha(b + c) + \frac{1}{2}(1 - \alpha)(a + b) \\
 &= \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1 - \alpha)a]
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

(Liou dan Wang, 1992)

2.10 Fuzzy Goal Programming (FGP)

Pada *fuzzy goal programming*, tujuan (*goals*) dan kendala direpresentasikan ke dalam keputusan fuzzy D . Diketahui D sebagai himpunan bagian fuzzy. Keputusan optimal adalah setiap alternatif $x \in X$ yang memaksimumkan fungsi keanggotaan himpunan keputusan, $\mu_D(x)$.

Masalah *fuzzy goal programming* dinyatakan sebagai.

Keputusan optimal D

kendala $AX \cong b$

$X \geq 0$

dengan symbol “ $\sim$ ” adalah *fuzzifier* yang merepresentasikan masalah ketidakpastian pada tujuan yang telah dinyatakan. Didefinisikan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \mu_i(AX) &= 1, & \text{jika } (AX)_i &= b_i \\
 \mu_i(AX) &= f((AX)_i, b_i), & \text{jika } (AX)_i &\neq b_i \\
 0 &\leq \mu_i(AX) \leq 1
 \end{aligned}$$

dengan $(AX)_i$ merepresentasikan persamaan ke i dari AX dan b_i merupakan komponen ke i dari ruas kanan vektor b . Fungsi keanggotaan tujuan ke i bernilai 1 untuk tujuan ke i yang dinyatakan

secara pasti (misal $(AX)_i = b_i$), untuk fungsi keanggotaan selainnya diasumsikan bernilai antara 0 dan 1. Nilai ruas kanan b_i merupakan tingkat aspirasi (*aspiration level*) dari pembuat keputusan. Jika tujuan ke i tidak dinyatakan secara pasti, maka derajat untuk tujuan direpresentasikan sebagai nilai dari $\mu_i(AX)$.

Penggunaan definisi keputusan fuzzy untuk fungsi keanggotaan dari himpunan keputusan, $\mu_D(x)$ diberikan sebagai :

$$\begin{aligned}\mu_D(x) &= \mu_1(AX) \wedge \mu_2(AX) \dots \wedge \mu_m(AX) \\ &= \underset{i}{\text{Min}} \mu_i(AX)\end{aligned}$$

dan keputusan yang memaksimalkan diberikan sebagai berikut.

$$\underset{x}{\text{Max}} \mu_D(x) = \underset{x}{\text{Max}} \underset{i}{\text{Min}} \mu_i(AX) \quad (2.3)$$

Formulasi *fuzzy goal programming* yang dinyatakan pada persamaan (2.3) mungkin sangat sulit untuk diselesaikan secara umum. Jika fungsi keanggotaan adalah linier, maka masalah tersebut dapat dengan mudah diselesaikan dengan menggunakan metode pemrograman linier. Fungsi keanggotaan $\mu_i(AX)$ dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\mu_i(AX) = \begin{cases} 0 & , \quad (AX)_i \leq b_i' = b_i - \Delta_i \\ \frac{(AX)_i - b_i'}{\Delta_i} & , \quad b_i' < (AX)_i \leq b_i \\ \frac{b_i'' - (AX)_i}{\Delta_i} & , \quad b_i < (AX)_i < b_i'' = b_i + \Delta_i \\ 0 & , \quad (AX)_i \geq b_i'' = b_i + \Delta_i \end{cases} \quad (2.4)$$

dengan Δ_i merupakan konstanta yang dipilih untuk deviasi dari tingkat aspirasi b_i . Fungsi keanggotaan pada persamaan (2.4) dapat menyelesaikan permasalahan *fuzzy goal programming* (persamaan 2.3) yang ekuivalen dengan penyelesaian berikut :

$$\begin{aligned}\underset{x \geq 0}{\text{Max}} \underset{i}{\text{Min}} \frac{(AX)_i - b_i'}{\Delta_i} \\ b_i' \leq (AX)_i \leq b_i\end{aligned} \quad (2.5)$$

dan

$$\underset{x \geq 0}{\text{Max Min}} \frac{b_i'' - (AX)_i}{\Delta_i}$$

$$b_i \leq (AX)_i \leq b_i'' \quad (2.6).$$

Jika salah satunya memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi dalam himpunan keputusan, maka dipilih sebagai keputusan yang mengoptimalkan untuk masalah yang direpresentasikan pada persamaan (2.3). Hal ini merupakan tipe masalah “Max Min” yang direpresentasikan pada persamaan (2.4) yang dapat diselesaikan dengan metode pemrograman linier.

Sebagai contoh, persamaan (2.5) ekuivalen dengan formulasi pemrograman linier berikut :

$$\text{Max } \lambda \quad (2.6)$$

kendala :

$$\lambda \leq \frac{(AX)_i - b_i'}{\Delta_i}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$b_i' \leq (AX)_i \leq b_i'', \quad i = 1, \dots, m$$

$$x \geq 0$$

(Narasimhan, 1980).

2.11 Perencanaan Produksi *Aggregate* (PPA)

Perencanaan produksi *aggregate* merupakan perencanaan yang berhubungan dengan pengaturan tingkat produksi oleh produsen untuk jangka waktu menengah 3 sampai 18 bulan. Tujuan utama dari perencanaan *aggregate* adalah untuk menentukan kombinasi optimal dari tingkat produksi, tingkat tenaga kerja, dan persediaan (Chase dkk., 2001). Menurut Belmokadem dkk (2009), perencanaan produksi *aggregate* merupakan perencanaan yang berkaitan dengan kesesuaian antara persediaan dan permintaan dari jumlah pemesanan pelanggan yang berubah-ubah selama jangka waktu menengah sekitar 3 sampai 18 bulan ke depan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada UD. Bagus Agrista Mandiri, Batu. Penelitian berdasarkan data historis dari bulan Juli 2009 sampai dengan Desember 2010.

3.2 Deskripsi Tempat Penelitian

UD. Bagus Agrista Mandiri didirikan pada tanggal 31 Maret 2001. Didirikannya UD. Bagus Agrista Mandiri bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah dari buah apel yang merupakan produk khas daerah Batu. Selain itu, dapat memberikan manfaat untuk sosial, yaitu sebagai lahan pekerjaan bagi masyarakat Bumiaji dan para petani buah apel.

UD. Bagus Agrista Mandiri merupakan tempat industri yang bergerak di bidang pengolahan buah, khususnya buah apel. Buah diolah menjadi bahan makanan, seperti sari apel, jenang buah, dodol buah, dan kripik buah.

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari bagian produksi yang khusus menangani submasalah persediaan setiap produksi. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Nama produk
2. Jumlah produk (N)
3. Biaya produksi per produk per periode (v_{it})
4. Biaya penyimpanan persediaan per produk (c_{it})
5. Biaya tenaga kerja waktu regular per jam pada periode t (r_t)
6. Biaya tenaga kerja tambahan/kontrak pada periode t (h_t)
7. Biaya tenaga kerja yang berhenti pada periode t (f_t)
8. Kuantitas produk yang diproduksi satu pekerja (K_{it})
9. Jumlah pekerja minimum yang tersedia per periode (W_{min})
10. Jumlah pekerja maksimum yang tersedia per periode (W_{max})
11. Jumlah permintaan per periode (d_{it})
12. Jumlah persediaan awal produk i (I_{i0})
13. Kapasitas maksimum penyimpanan di pabrik

3.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data pendukung penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data melalui dua tahapan, yaitu :

1. Peneliti Langsung ke Lapangan atau Perusahaan (*field research*)

Metode ini bertujuan untuk memperoleh data-data pendukung penelitian yang langsung didapatkan di lapangan dan mencari permasalahan yang ada di perusahaan. Adapun untuk mendapatkannya dengan menggunakan cara-cara berikut:

a) Wawancara

Wawancara merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melakukan komunikasi atau wawancara mengenai hal-hal yang berhubungan dengan obyek penelitian, yang dalam hal ini dilakukan melalui kunjungan ke perusahaan dan bertemu pemilik perusahaan.

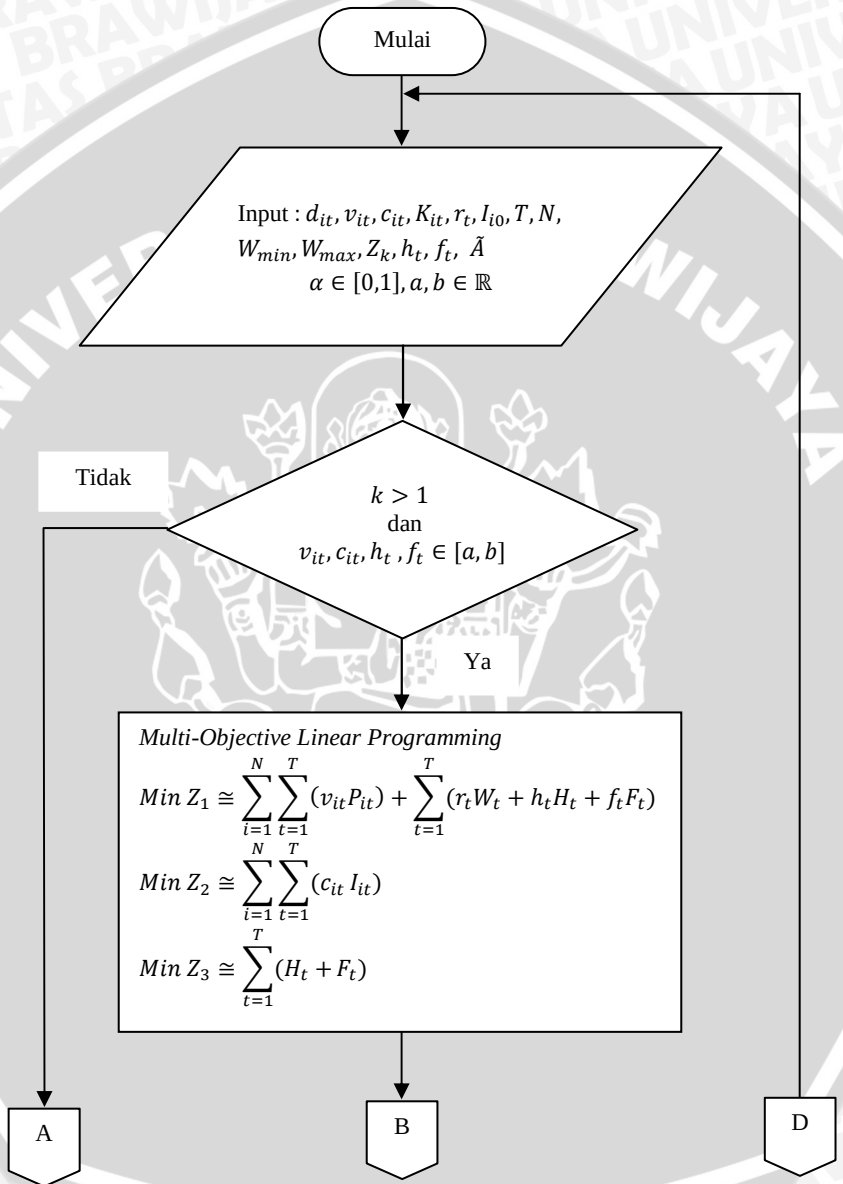
b) Dokumentasi

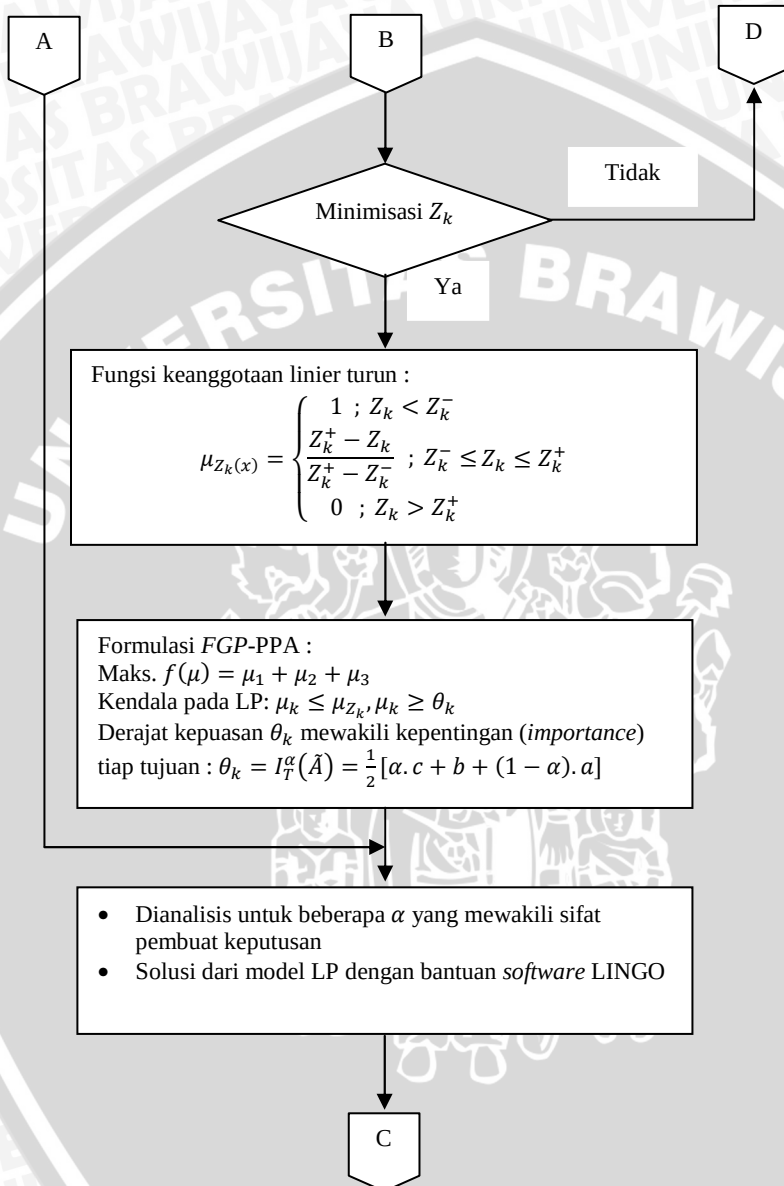
Dokumentasi merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melihat dan menggunakan data-data berupa arsip-arsip atau catatan yang berhubungan dengan obyek penelitian yang terdapat di perusahaan. Data-data ini merupakan data sekunder .

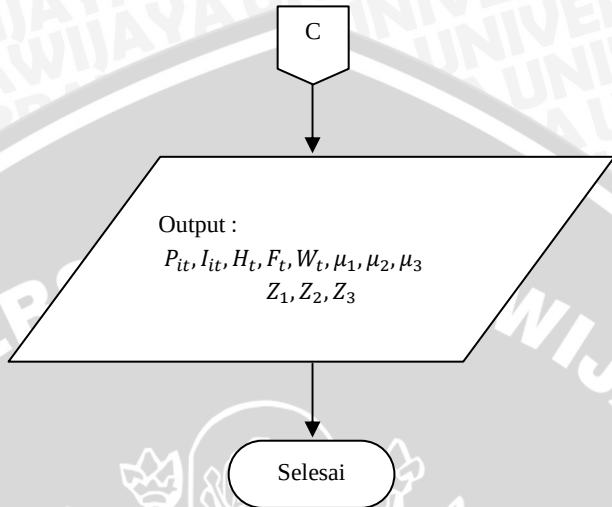
2. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan yang ada dengan menggunakan teori yang telah didapat diperkuliahan.

3.5 Pengolahan Data







Gambar 3.1 : Diagram Alir Pengolahan Data

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV PEMBAHASAN

Berdasarkan data dan tujuan penulisan skripsi, diperoleh hasil dan pembahasan yang diuraikan dalam bab ini.

4.1 Model *Multi-Objective Linear Programming* (MOLP) pada Perencanaan Produksi *Aggregate*

4.1.1 Fungsi Tujuan

Pada model keputusan perencanaan produksi *aggregate* (PPA) dengan banyak produk, terdapat tiga tujuan untuk model PPA yang diformulasikan sebagai berikut:

Minimisasi biaya total produksi:

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (v_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t) \quad (4.1)$$

Fungsi tujuan Z_1 dipengaruhi oleh biaya produksi (tanpa biaya tenaga kerja), biaya tenaga kerja reguler, biaya pekerja tambahan, dan biaya pekerja yang berhenti.

Minimisasi biaya penyimpanan:

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (c_{it} I_{it}) \quad (4.2)$$

Fungsi tujuan Z_2 dipengaruhi oleh biaya penyimpanan persediaan pada periode antara t dan $t+1$.

Minimisasi tingkat pergantian tenaga kerja:

$$\text{Min } Z_3 = \sum_{t=1}^T (H_t + F_t) \quad (4.3)$$

Fungsi tujuan Z_3 dipengaruhi oleh kuantitas dari pekerja tambahan dan pekerja yang berhenti.

4.1.2 Kendala

Kendala tingkat persediaan:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

Kendala tingkat tenaga kerja:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

Kendala kapasitas tenaga kerja pada waktu regular dan waktu lembur:

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

Kendala tak negatif pada variabel keputusan:

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

4.1.3 Koefisien Fungsi Tujuan Bernilai Fuzzy

Minimisasi biaya total produksi:

$$Min Z_1 \cong \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\tilde{v}_{it} P_{it}) + \sum_{t=1}^T (\tilde{r}_t W_t + \tilde{h}_t H_t + \tilde{f}_t F_t)$$

Minimisasi biaya penyimpanan:

$$Min Z_2 \cong \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\tilde{c}_{it} I_{it})$$

Minimisasi tingkat pergantian tenaga kerja:

$$Min Z_3 \cong \sum_{t=1}^T (H_t + F_t)$$

Kendala :

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

dengan,

$$\tilde{v}_{it} = [v_{it}^-, v_{it}^+]$$

$$\tilde{r}_t = [r_t^-, r_t^+]$$

$$\tilde{h}_t = [h_t^-, h_t^+]$$

$$\tilde{f}_t = [f_t^-, f_t^+]$$

$$\tilde{c}_{it} = [c_{it}^-, c_{it}^+]$$

4.2 Fungsi Keanggotaan Z_1, Z_2 , dan Z_3

Nilai dari setiap fungsi tujuan Z_k (dengan $k = 1, 2, 3$) didefinisikan dengan fungsi keanggotaan linier. Masalah program linear ini diselesaikan dengan program linear *fuzzy* yaitu dengan menentukan solusi individu dari setiap fungsi objektif Z_k . Z_k^+ adalah nilai maksimumnya dan Z_k^- adalah nilai minimumnya. Jadi, Z_k terletak dalam interval $[Z_k^-, Z_k^+]$.

Jika pada tujuan yang dimodelkan adalah memaksimalkan nilai Z_k , maka fungsi keanggotaan linier yang digunakan adalah representasi linier naik (2.1). Fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut :

$$\mu_{Z_k}(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad Z_k < Z_k^- \\ \frac{Z_k - Z_k^-}{Z_k^+ - Z_k^-} & ; \quad Z_k^- \leq Z_k \leq Z_k^+ \\ 1 & ; \quad Z_k > Z_k^+ \end{cases} \quad (4.4)$$

sedangkan jika tujuannya adalah meminimumkan nilai Z_k , maka fungsi keanggotaan linier yang digunakan adalah representasi linier turun (2.2). Fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut :

$$\mu_{Z_k}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad Z_k < Z_k^- \\ \frac{Z_k^+ - Z_k}{Z_k^+ - Z_k^-} & ; \quad Z_k^- \leq Z_k \leq Z_k^+ \\ 0 & ; \quad Z_k > Z_k^+ \end{cases} \quad (4.5)$$

atau

$$\mu_{Z_k}(x) = \begin{cases} \frac{Z_k^+ - Z_k}{Z_k^+ - Z_k^-} & ; \quad Z_k^- \leq Z_k \leq Z_k^+ \\ 0 & ; \quad Z_k > Z_k^+ \end{cases}$$

4.3 Kepentingan (*Importance*) tiap Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan Z_k memiliki kepentingan masing-masing yang diwakili oleh nilai linguistik. Didefinisikan $I = \{\text{Very Low Important} = \text{VLI}, \text{Low Important} = \text{LI}, \text{Somewhat Low Important} = \text{SLI},$

Medium = M, *Somewhat High Important* = SHI, *High Important* = HI, *Very High Important* = VHI} sebagai himpunan dari nilai linguistik yang merepresentasikan kepentingan dari tiap tujuan yang berbeda. Ditunjukkan $\mu_l(x)$ pada gambar (2.4) untuk nilai linguistik. Bilangan *fuzzy* segitiga yang sesuai untuk nilai-nilai linguistik adalah:

VLI = (0,0,10%), LI = (5%,15%,25%), SLI = (20%, 32.5%, 45%), M = (40%, 50%, 60%), SHI = (55%, 67.5%, 80%), HI = (75%, 85%, 95%), VHI = (90%, 100%, 0%).

Derajat pencapaian (θ_k) dari tiap tujuan ditentukan dengan menggunakan nilai total integral dari fungsi keanggotaan nilai linguistiknya. Formulasi nilai total integral dari bilangan *fuzzy* segitiga (θ) seperti pada persamaan (2.2) dengan indeks keoptimisan α . Kepentingan tiap fungsi tujuan yang berbeda ini berpengaruh pada seberapa besar tercapainya setiap fungsi tujuan. Kepentingan setiap tujuan direpresentasikan pada kendala yang terdapat dalam model pemrograman linier subbab 4.4, yaitu $\mu_k \geq \theta_k$ untuk k sebagai banyaknya fungsi tujuan.

4.4 Formulasi *Fuzzy Goal Programming* pada Perencanaan Produksi *Aggregate (FGP-PPA)*

Permasalahan dengan banyak fungsi tujuan dan memiliki prioritas yang berbeda untuk setiap tujuan merupakan permasalahan yang dapat digolongkan ke dalam permasalahan *goal programming*. Fungsi tujuan yang bersifat *fuzzy* menyebabkan permasalahan *goal programming* sulit untuk diselesaikan. Berdasarkan persamaan (2.6), model pemrograman linier dari permasalahan *FGP-APP* dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{Max } f(\mu) = \sum_{k=1}^3 \mu_k$$

Kendala:

$$\mu_1 \leq \mu_{z_1} \text{ (Minimisasi biaya total produksi)} \quad (4.6)$$

$$\mu_2 \leq \mu_{z_2} \text{ (Minimisasi biaya penyimpanan)} \quad (4.7)$$

$$\mu_3 \leq \mu_{z_3} \text{ (Minimisasi perubahan tingkat tenaga kerja)} \quad (4.8)$$

$$X_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$\mu_1 \geq \theta_1$$

$$\mu_2 \geq \theta_2$$

$$\mu_3 \geq \theta_3$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0,$$

dengan $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ adalah angka pencapaian untuk tujuan fuzzy ke- i .

Bentuk (4.6) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.4) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_1 \leq \mu_{z_1}$$

$$\mu_1 \leq \frac{Z_1^+ - Z_1^-}{Z_1^+ - Z_1^-}$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 \leq Z_1 - Z_1^-$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 - Z_1 \leq -Z_1^-$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 - \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T v_{it} P_{it} + \sum_{t=1}^T r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t \right) \leq -Z_1^-$$

Bentuk (4.6) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.5) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_1 \leq \mu_{z_1}$$

$$\mu_1 \leq \frac{Z_1^+ - Z_1^-}{Z_1^+ - Z_1^-}$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 \leq Z_1^+ - Z_1$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 + Z_1 \leq Z_1^+$$

$$(Z_1^+ - Z_1^-) \mu_1 + \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T v_{it} P_{it} + \sum_{t=1}^T r_t W_t + h_t H_t + f_t F_t \right) \leq Z_1^+$$

Bentuk (4.7) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.4) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_2 \leq \mu_{z_2}$$

$$\mu_2 \leq \frac{Z_2 - Z_2^-}{Z_2^+ - Z_2^-}$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 \leq Z_2 - Z_2^-$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 - Z_2 \leq -Z_2^-$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 - \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T c_{it} I_{it} \right) \leq -Z_2^-$$

Bentuk (4.7) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.5) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_2 \leq \mu_{z_2}$$

$$\mu_2 \leq \frac{Z_2^+ - Z_2}{Z_2^+ - Z_2^-}$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 \leq Z_2^+ - Z_2$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 + Z_2 \leq Z_2^+$$

$$(Z_2^+ - Z_2^-) \mu_2 + \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T c_{it} I_{it} \right) \leq Z_2^+$$

Bentuk (4.8) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.4) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_3 \leq \mu_{z_3}$$

$$\mu_3 \leq \frac{Z_3 - Z_3^-}{Z_3^+ - Z_3^-}$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 \leq Z_3 - Z_3^-$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 - Z_3 \leq -Z_3^-$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 - \left(\sum_{t=1}^N H_t + F_t \right) \leq -Z_3^-$$

Bentuk (4.8) dapat diuraikan dengan menggunakan persamaan (4.5) menjadi sebagai berikut :

$$\mu_3 \leq \mu_{z_3}$$

$$\mu_3 \leq \frac{Z_3^+ - Z_3}{Z_3^+ - Z_3^-}$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 \leq Z_3^+ - Z_3$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 + Z_3 \leq Z_3^+$$

$$(Z_3^+ - Z_3^-) \mu_3 + \left(\sum_{t=1}^N H_t + F_t \right) \leq Z_3^+$$

4.5 Penerapan Pendekatan *Fuzzy Goal Programming* pada Perencanaan Produksi *Aggregate* di UD. Bagus Agrista Mandiri

Kondisi untuk penerapan pendekatan *fuzzy goal programming* pada UD. Bagus Agrista Mandiri adalah sebagai berikut :

1. Terdapat 6 periode perencanaan dalam 18 bulan (1 periode = 3 bulan).
2. Tiga produk yang tersedia, yaitu dodol apel, dodol nanas, dan dodol sirsak.
3. Persediaan awal untuk periode 1, yaitu $I_{10} = 10.000$, $I_{30} = 1000$, $I_{40} = 0$.
4. Biaya tenaga kerja tambahan sama dengan biaya tenaga kerja regular per-periode.
5. Nilai linguistik untuk kepentingan dari setiap fungsi tujuan adalah *very high important*, *high important*, dan *medium*. Diasumsikan tingkat keoptimisan dari pembuat keputusan adalah optimis ($\alpha = 1$), sedang ($\alpha = 0,5$), dan pesimis ($\alpha = 0$).
6. Tenaga kerja minimum dan maksimum yang tersedia setiap periode adalah $15 \leq W_t \leq 20$.
7. Tingkat tenaga kerja awal adalah $W_0 = 15$.
8. Kapasitas penyimpanan maksimum untuk 3 produk adalah 39000 pak. (1 pak dengan berat 20 gram dan isi 16 buah)

Tabel 4.1. Biaya produksi (rupiah) untuk setiap produk

Produk	Periode	$\tilde{v}_{it}$
Dodol Apel	1	[3.357 , 3.913]
	2	[3.082 , 3.787]
	3	[3.087 , 3.412]
	4	[3.087 , 3.412]
	5	[3.087 , 3.412]
	6	[3.087 , 3.412]
Dodol Nanas	1	[3.087 , 3.412]
	2	[3.087 , 3.412]
	3	0
	4	0
	5	[3.087 , 3.412]
	6	[3.087 , 3.412]
Dodol Sirsak	1	0
	2	0
	3	0
	4	[3.087 , 3.412]
	5	0
	6	[3.087 , 3.412]

Sumber : Hasil perhitungan data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Tabel 4.2. Jumlah permintaan (pak) untuk setiap produk

Produk	Periode	d_{it}
Dodol Apel	1	32.960
	2	22.990
	3	23.360
	4	36.530
	5	38.800
	6	40.370

Produk	Periode	d_{it}
Dodol Nanas	1	3.630
	2	1.212
	3	0
	4	0
	5	1.978
	6	2.320
Dodol Sirsak	1	0
	2	0
	3	0
	4	583
	5	450
	6	700

Sumber : Hasil perhitungan data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Tabel 4.3. Biaya tenaga kerja yang berhenti (rupiah)

Produk	Periode	$\tilde{f}_t$
Dodol Apel, Nangka, Nanas, Sirsak	1	[200.000 , 400.000]
	2	[200.000 , 400.000]
	3	[200.000 , 400.000]
	4	[200.000 , 400.000]
	5	[200.000 , 400.000]
	6	[200.000 , 400.000]

Sumber : Data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Tabel 4.4. Biaya tenaga kerja regular (rupiah)

Produk	Periode	$\tilde{r}_t$
Dodol Apel, Nanas, Sirsak	1	[1.350.000 , 1.500.000]
	2	[1.350.000 , 1.500.000]
	3	[1.350.000 , 1.500.000]
	4	[1.350.000 , 1.500.000]
	5	[1.350.000 , 1.500.000]
	6	[1.350.000 , 1.500.000]

Sumber : Hasil perhitungan data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Tabel 4.5. Biaya penyimpanan (rupiah) per-pak

Produk	Periode	$\tilde{c}_{it}$
Dodol Apel	1	[13 , 15]
	2	[16 , 20]
	3	[16 , 40]
	4	[13 , 18]
	5	[12 , 18]
	6	[15 , 25]
Dodol Nanas	1	[59 , 100]
	2	[97 , 107]
	3	0
	4	0
	5	[73 , 165]
	6	[42 , 47]
Dodol Sirsak	1	0
	2	0
	3	0
	4	[45 , 50]
	5	0
	6	[75 , 83]

Sumber : Hasil perhitungan data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Tabel 4.6. Jumlah produk (pak) yang diproduksi setiap pekerja

Produk	Periode	K_{it}
Dodol Apel	1	2.354
	2	1.642
	3	1.359
	4	2.029
	5	2.282
	6	2.691

Produk	Periode	K_{it}
Dodol Nanas	1	1.815
	2	606
	3	0
	4	0
	5	989
	6	1160
Dodol Sirsak	1	0
	2	0
	3	0
	4	291
	5	225
	6	350

Sumber : Hasil perhitungan data dari UD. Bagus Agrista Mandiri

Dari data-data dan kondisi pada UD. Bagus Agrista Mandiri, langkah-langkah penyelesaian dari pendekatan *fuzzy goal programming* sebagai berikut :

1. Menentukan fungsi tujuan dengan koefisien fungsi tujuan bernilai *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_1 \cong & [3.357, 3.913]P_{11} + [3.082, 3.7873]P_{12} + [3.087, 3.412]P_{13} + \\ & [3.087, 3.412]P_{14} + [3.087, 3.412]P_{15} + [3.087, 3.412]P_{16} + \\ & [3.087, 3.412]P_{31} + [3.087, 3.412]P_{32} + 0P_{33} + 0P_{34} + [3.087, 3.412]P_{35} + \\ & [3.087, 3.412]P_{36} + 0P_{41} + 0P_{42} + 0P_{43} + [3.087, 3.412]P_{44} + 0P_{45} + \\ & [3.087, 3.412]P_{46} + [1.350.000, 1.500.000]W_1 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]H_1 + [200.000, 400.000]F_1 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]W_2 + [1.350.000, 1.500.000]H_2 + \\ & [200.000, 400.000]F_2 + [1.350.000, 1.500.000]W_3 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]H_3 + [200.000, 400.000]F_3 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]W_4 + [1.350.000, 1.500.000]H_4 + \\ & [200.000, 400.000]F_4 + [1.350.000, 1.500.000]W_5 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]H_5 + [200.000, 400.000]F_5 + \\ & [1.350.000, 1.500.000]W_6 + [1.350.000, 1.500.000]H_6 + \\ & [200.000, 400.000]F_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_2 \cong & [13, 15]I_{11} + [16, 20]I_{12} + [16, 40]I_{13} + [13, 18]I_{14} + [12, 18]I_{15} + \\ & [15, 25]I_{16} + [59, 100]I_{31} + [97, 107]I_{32} + 0I_{33} + 0I_{34} + [73, 165]I_{35} + \\ & [42, 47]I_{36} + 0I_{41} + 0I_{42} + 0I_{43} + [45, 50]I_{44} + 0I_{45} + [75, 83]I_{46} \end{aligned}$$

$$\text{Min } Z_3 \cong H_1 + F_1 + H_2 + F_2 + H_3 + F_3 + H_4 + F_4 + H_5 + F_5 + H_6 + F_6$$

Kendala:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$P_{11} + I_{10} - I_{11} = 32.960; P_{12} + I_{11} - I_{12} = 22.990$$

$$P_{13} + I_{12} - I_{13} = 23.360; P_{14} + I_{13} - I_{14} = 36.530$$

$$P_{15} + I_{14} - I_{15} = 38.800; P_{16} + I_{15} - I_{16} = 40.370$$

$$P_{31} + I_{30} - I_{31} = 3.630; P_{32} + I_{31} - I_{32} = 1.212$$

$$P_{33} + I_{32} - I_{33} = 0; P_{34} + I_{33} - I_{34} = 0$$

$$P_{35} + I_{34} - I_{35} = 1.978; P_{36} + I_{35} - I_{36} = 2.320$$

$$P_{41} + I_{40} - I_{41} = 0; P_{42} + I_{41} - I_{42} = 0$$

$$P_{43} + I_{42} - I_{43} = 0; P_{44} + I_{43} - I_{44} = 583$$

$$P_{45} + I_{44} - I_{45} = 450; P_{46} + I_{45} - I_{46} = 700$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

$$I_{11} \geq 5.000; I_{12} \geq 5.000; I_{13} \geq 5.000$$

$$I_{14} \geq 5.000; I_{15} \geq 5.000; I_{16} \geq 5.000$$

$$I_{31} \geq 500; I_{32} \geq 500; I_{33} \geq 0$$

$$I_{34} \geq 0; I_{35} \geq 500; I_{36} \geq 500$$

$$I_{41} \geq 0; I_{42} \geq 0; I_{43} \geq 0$$

$$I_{44} \geq 600; I_{45} \geq 0; I_{46} \geq 600$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_1 - W_0 - H_1 + F_1 = 0$$

$$W_2 - W_1 - H_2 + F_2 = 0$$

$$W_3 - W_2 - H_3 + F_3 = 0$$

$$W_4 - W_3 - H_4 + F_4 = 0$$

$$W_5 - W_4 - H_5 + F_5 = 0$$

$$W_6 - W_5 - H_6 + F_6 = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$W_1 \geq 15; W_2 \geq 15; W_3 \geq 15$$

$$W_4 \geq 15; W_5 \geq 15; W_6 \geq 15$$

$$W_1 \leq 20; W_2 \leq 20; W_3 \leq 20$$

$$W_4 \leq 20; W_5 \leq 20; W_6 \leq 20$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$P_{11} - 2.354W_1 \leq 0; P_{12} - 1.642W_2 \leq 0$$

$$P_{13} - 1.359W_3 \leq 0; P_{14} - 2.029W_4 \leq 0$$

$$P_{15} - 2.282W_5 \leq 0; P_{16} - 2.691W_6 \leq 0$$

$$P_{31} - 1.815W_1 \leq 0; P_{32} - 606W_2 \leq 0$$

$$P_{33} - 0W_3 \leq 0; P_{34} - 0W_4 \leq 0$$

$$P_{35} - 989W_5 \leq 0; P_{36} - 1.160W_6 \leq 0$$

$$P_{41} - 0W_1 \leq 0; P_{42} - 0W_2 \leq 0$$

$$P_{43} - 0W_3 \leq 0; P_{44} - 291W_4 \leq 0$$

$$P_{45} - 225W_5 \leq 0; P_{46} - 350W_6 \leq 0$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

$$P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{31}, P_{32}, P_{33}, P_{34}, P_{35}, P_{36},$$

$$P_{41}, P_{42}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, I_{15}, I_{16},$$

$$I_{31}, I_{32}, I_{33}, I_{34}, I_{35}, I_{36}, I_{41}, I_{42}, I_{43}, I_{44}, I_{45}, I_{46},$$

$$W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6,$$

$$F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6 \geq 0$$

2. Menentukan fungsi keanggotaan tiap fungsi tujuan

Fungsi tujuan pada poin 1 merupakan model untuk meminimumkan Z_k . Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan dengan representasi linier turun.

Untuk menentukan Z_k^+ (nilai maksimumnya) dan Z_k^- (nilai minimumnya), digunakan *software* LINGO dalam menyelesaikan bentuk *LP* dari tiap fungsi tujuan dan kendalanya.

Bentuk *LP* untuk menentukan Z_1^- :

$$\text{Min } Z_1 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^6 (v_{it}^- P_{it}) + \sum_{t=1}^6 (r_t^- W_t + h_t^- H_t + f_t^- F_t)$$

Kendala:

$$\begin{aligned} P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} &= d_{it} \\ I_{it} &\geq I_{it.Min} \\ W_t - W_{t-1} - H_t + F_t &= 0 \\ W_{Min} &\leq W_t \leq W_{Max} \\ P_{it} - K_{it} * W_t &\leq 0 \\ P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t &\geq 0 \end{aligned}$$

Bentuk *LP* untuk menentukan Z_1^+ :

$$\text{Min } Z_1 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^6 (v_{it}^+ P_{it}) + \sum_{t=1}^6 (r_t^+ W_t + h_t^+ H_t + f_t^+ F_t)$$

Kendala:

$$\begin{aligned} P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} &= d_{it} \\ I_{it} &\geq I_{it.Min} \\ W_t - W_{t-1} - H_t + F_t &= 0 \\ W_{Min} &\leq W_t \leq W_{Max} \\ P_{it} - K_{it} * W_t &\leq 0 \\ P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t &\geq 0 \end{aligned}$$

Bentuk *LP* untuk menentukan Z_2^- :

$$\text{Min } Z_2 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^6 (c_{it}^- I_{it})$$

Kendala:

$$\begin{aligned} P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} &= d_{it} \\ I_{it} &\geq I_{it.Min} \\ W_t - W_{t-1} - H_t + F_t &= 0 \\ W_{Min} &\leq W_t \leq W_{Max} \\ P_{it} - K_{it} * W_t &\leq 0 \\ P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t &\geq 0 \end{aligned}$$

Bentuk LP untuk menentukan Z_2^+ :

$$\text{Min } Z_2 \cong \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^6 (c_{it}^+ I_{it})$$

Kendala:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

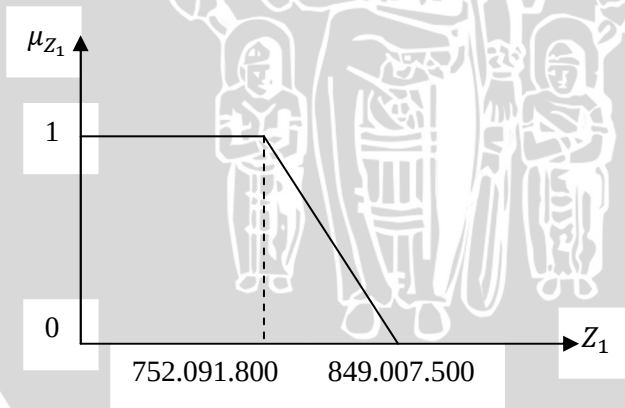
Untuk menentukan Z_3^- dan Z_3^+ , caranya berbeda dengan Z_1^-, Z_1^+, Z_2^- , dan Z_2^+ . Fungsi tujuan ketiga ini dapat dilihat dari selisih jumlah tenaga kerja maksimum dan minimumnya saja.

$$Z_3^+ = W_{max} - W_{min}$$

$$Z_3^- = 0$$

Masalah LP diatas diselesaikan dengan bantuan *software* LINGO dengan fungsi keanggotaan setiap tujuan sebagai berikut :

Fungsi keanggotaan Z_1 (meminimumkan biaya total produksi) :



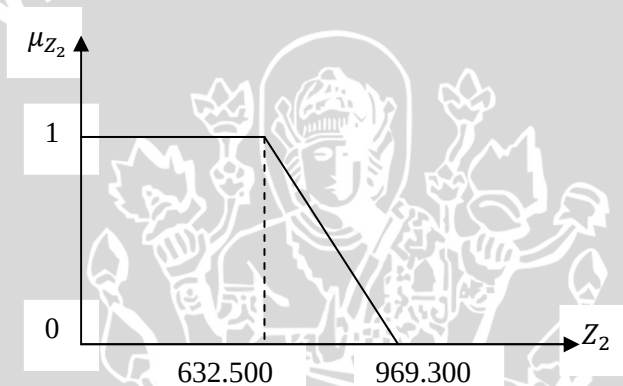
Gambar 4.1 : Representasi Linier Turun Z_1

Bentuk fungsi keanggotaan Z_1 menunjukkan bahwa $Z_1^- = 752.091.800$ dan $Z_1^+ = 849.007.500$. Interpretasi dari representasi

linier turun Z_1 adalah jika semakin kecil nilai Z_1 maka semakin besar derajat keanggotaan. Hal ini berarti bahwa tujuan dari Z_1 tercapai, yaitu meminimumkan biaya total produksi.

$$\mu_{z_1}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad Z_1 < 752.091.800 \\ \frac{849.007.500 - Z_1}{849.007.500 - 752.091.800} & ; \quad 752.091.800 \leq Z_1 \leq 849.007.500 \\ 0 & ; \quad Z_1 > 849.007.500 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan dari Z_2 (meminimumkan biaya penyimpanan) :

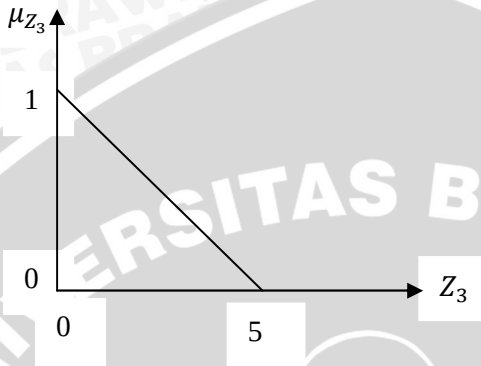


Gambar 4.2 : Representasi Linier Turun dari Z_2

Bentuk fungsi keanggotaan Z_2 menunjukkan bahwa $Z_2^- = 632.500$ dan $Z_2^+ = 969.300$. Interpretasi dari representasi linier turun Z_2 adalah jika semakin kecil nilai Z_2 maka semakin besar derajat keanggotaan. Ini berarti bahwa tujuan dari Z_1 tercapai, yaitu meminimumkan biaya penyimpanan.

$$\mu_{z_2}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad Z_2 < 632.500 \\ \frac{969.300 - Z_2}{969.300 - 632.500} & ; \quad 632.500 \leq Z_2 \leq 969.300 \\ 0 & ; \quad Z_2 > 969.300 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan dari Z_3 (meminimumkan pergantian tenaga kerja) :



Gambar 4.3 : Representasi Linier Turun dari Z_3

Bentuk fungsi keanggotaan Z_3 menunjukkan bahwa $Z_3^- = 0$ dan $Z_3^+ = 5$. Interpretasi dari representasi linier turun Z_3 adalah jika semakin kecil nilai Z_3 maka semakin besar derajat keanggotaan. Ini berarti bahwa tujuan dari Z_3 tercapai, yaitu meminimumkan pergantian tenaga kerja.

$$\mu_{Z_3}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad Z_3 \leq 0 \\ \frac{5 - Z_3}{5 - 0} & ; \quad 0 < Z_3 \leq 5 \\ 0 & ; \quad Z_3 > 5 \end{cases}$$

- Menentukan tingkat kepentingan dari tiap tujuan dengan nilai total integral

Fungsi Tujuan	Nilai Linguistik
Z_1	<i>Very High Important</i>
Z_2	<i>High Important</i>
Z_3	<i>Medium</i>

Dari fungsi keanggotaan pada gambar (2.4), dapat dilihat bilangan *fuzzy* untuk setiap tingkat kepentingan fungsi tujuan.

Bilangan *fuzzy* untuk nilai linguistik fungsi tujuan Z_1 adalah $A_1 = (a, b, c) = (90\%, 100\%, 0\%)$. Nilai total integral dari fungsi keanggotaan segitiga untuk fungsi tujuan Z_1 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(A_1) &= \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1 - \alpha)a] \\ &= \frac{1}{2}[\alpha(0) + 1 + (1 - \alpha)(0,9)] \\ &= -0,45\alpha + 0,95 \end{aligned}$$

Bilangan *fuzzy* untuk nilai linguistik fungsi tujuan Z_2 adalah $A_2 = (a, b, c) = (75\%, 85\%, 95\%)$. Nilai total integral dari fungsi keanggotaan segitiga untuk fungsi tujuan Z_2 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(A_2) &= \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1 - \alpha)a] \\ &= \frac{1}{2}[\alpha(0,95) + 0,85 + (1 - \alpha)(0,75)] \\ &= 0,1\alpha + 0,8 \end{aligned}$$

Bilangan *fuzzy* untuk nilai linguistik fungsi tujuan Z_3 adalah $A_3 = (a, b, c) = (40\%, 50\%, 60\%)$. Nilai total integral dari fungsi keanggotaan segitiga untuk fungsi tujuan Z_3 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(A_3) &= \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1 - \alpha)a] \\ &= \frac{1}{2}[\alpha(0,6) + 0,5 + (1 - \alpha)(0,4)] \\ &= 0,1\alpha + 0,45 \end{aligned}$$

Sifat dari pengambil keputusan dinotasikan sebagai α , dimana α merupakan bilangan riil pada interval tertutup 0 dan 1. $\alpha = 0$, mengindikasikan bahwa pembuat keputusan bersifat pesimis, sedangkan $\alpha = 1$, mengindikasikan bahwa pembuat keputusan bersifat optimis. Dibawah ini adalah nilai total integral untuk beberapa nilai α .

α	$I_T^\alpha(A_1)$	$I_T^\alpha(A_2)$	$I_T^\alpha(A_3)$
0	0,95	0,8	0,45
0,5	0,725	0,85	0,5
1	0,5	0,9	0,55

Setelah menentukan nilai integral dari setiap nilai linguistik yang mewakili kepentingan setiap tujuan, maka dapat diperoleh nilai θ_k pada kendala bentuk pemrograman linier dalam subbab 4.4. Pengambil keputusan yang bersifat pesimis ($\alpha = 0$) diperoleh nilai θ_k adalah $\theta_1 = 0,95$, $\theta_2 = 0,8$, dan $\theta_3 = 0,45$. Pengambil keputusan yang bersifat tidak pesimis dan optimis ($\alpha = 0,5$) diperoleh nilai θ_k adalah $\theta_1 = 0,725$, $\theta_2 = 0,85$, dan $\theta_3 = 0,5$. Pengambil keputusan yang bersifat optimis ($\alpha = 1$) diperoleh nilai θ_k adalah $\theta_1 = 0,5$, $\theta_2 = 0,9$, dan $\theta_3 = 0,55$.

4. Penyelesaian pendekatan *fuzzy goal programming* dari permasalahan perencanaan produksi *aggregate*

Hasil perencanaan produksi *aggregate* dapat diperoleh dengan menyelesaikan betuk pemrograman linier dari pendekatan *fuzzy goal programming* pada subbab 4.4.

Tabel 4.7. Hasil perhitungan untuk pembuat keputusan yang bersifat pesimis ($\alpha = 0$)

t	i	P_{it}	I_{it}	W_t	H_t	F_t
0	1	-	10.000	15	-	-
	2	-	1.000			
	3	-	0			
1	1	47.080	24.120	20	5	-
	2	3.130	500			
	3	0	0			
2	1	3.870	5.000	20	-	-
	2	1.212	500			
	3	0	0			

t	i	P_{it}	I_{it}	W_t	H_t	F_t
3	1	23.360	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	0	0			
4	1	36.530	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	1.183	600			
5	1	38.800	5.000	17	-	3
	2	1.978	500			
	3	0	150			
6	1	40.370	5.000	15	-	2
	2	2.320	500			
	3	1.150	600			

Sumber : Hasil perhitungan menggunakan LINGO pada Lampiran 5.

Tabel 4.8. Hasil perhitungan untuk pembuat keputusan yang bersifat tidak pesimis dan optimis ($\alpha = 0,5$)

t	i	P_{it}	I_{it}	W_t	H_t	F_t
0	1	-	10.000	15	-	-
	2	-	1.000			
	3	-	0			
1	1	47.080	24.120	20	5	-
	2	3.130	500			
	3	0	0			
2	1	3.870	5.000	20	-	-
	2	1.212	500			
	3	0	0			
3	1	23.360	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	0	0			
4	1	36.530	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	1.183	600			
5	1	38.800	5.000	17	-	3
	2	1.978	500			
	3	0	150			

t	i	P_{it}	I_{it}	W_t	H_t	F_t
6	1	40.370	5.000	15	-	2
	2	2.320	500			
	3	1.150	600			

Sumber : Hasil perhitungan menggunakan LINGO pada Lampiran 6.

Tabel 4.9. Hasil perhitungan untuk pembuat keputusan yang bersifat optimis ($\alpha = 1$)

t	i	P_{it}	I_{it}	W_t	H_t	F_t
0	1	-	10.000	15	-	-
	2	-	1.000			
	3	-	0			
1	1	47.080	24.120	20	5	-
	2	3.130	500			
	3	0	0			
2	1	3.870	5.000	20	-	-
	2	1.212	500			
	3	0	0			
3	1	23.360	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	0	0			
4	1	36.530	5.000	20	-	-
	2	0	500			
	3	1.183	600			
5	1	38.800	5.000	17	-	3
	2	1.978	500			
	3	0	150			
6	1	40.370	5.000	15	-	2
	2	2.320	500			
	3	1.150	600			

Sumber : Hasil perhitungan menggunakan LINGO pada Lampiran 7.

Tiga tabel diatas merupakan hasil perencanaan untuk 6 periode produksi dengan tiga sifat pembuat keputusan. Untuk $i=1,2,3$ merupakan produk yang dihasilkan berturut-turut adalah dodol apel, dodol nanas, dan dodol sirsak. Dari ketiga kemungkinan kepentingan dari setiap tujuan dan tiga sifat pembuat keputusan, diperoleh hasil

perencanaan yang sama, yaitu biaya total produksi adalah Rp. 832.836.500, biaya penyimpanan adalah Rp. 1.071.380, dan pergantian tenaga kerja adalah 10 orang. Derajat keanggotaan untuk setiap fungsi tujuan yang dihasilkan berturut-turut adalah 1,1, dan 1. Hasil derajat keanggotaan tersebut berarti bahwa setiap tujuan yang ingin dicapai dapat sepenuhnya tercapai. Sedangkan biaya total produksi, biaya penyimpanan, dan tingkat pergantian tenaga kerja pada UD. Bagus Agrista Mandiri berdasarkan perhitungan data-data pada lampiran 8, 9, dan 10 berturut-turut adalah Rp.872.835.402, Rp.4.100.000, dan 11 orang. Dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode pendekatan *fuzzy goal programming* untuk perencanaan produksi *aggregate* dihasilkan hasil yang lebih kecil.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab IV dapat disimpulkan bahwa :

1. Model permasalahan *fuzzy goal programming* dibentuk dengan menggunakan model *multi-objective linear programming* dengan fungsi tujuan yang bersifat *fuzzy* dan memiliki prioritas kepentingan yang berbeda. Setiap fungsi tujuan direpresentasikan ke dalam fungsi keanggotaan. Solusi model permasalahan *fuzzy goal programming* tersebut diperoleh dengan memaksimalkan derajat keanggotaan dari tujuan yang hendak dicapai.
2. Hasil yang diperoleh dari pendekatan *fuzzy goal programming* pada perencanaan produksi *aggregate* untuk biaya total produksi, biaya penyimpanan, dan tingkat pergantian tenaga kerja lebih kecil dibandingkan dengan UD. Bagus Agrista Mandiri.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan pendekatan *fuzzy goal programming* dengan kendala yang bersifat *fuzzy* dan membandingkan dengan metode *fuzzy multi-objective linear programming*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Belmokadem, M., M. Mekidiche, dan A. Sahed. 2009. *Application of a Fuzzy Goal Programming Approach with Different Importance and Priorities to Aggregate Production Planning*. Journal of Applied Quantitative Methods. Vol.4. No.3. hlm.317-331.
- Chase, R. B., F. R. Jacobs, dan N. J. Aquilano. 2001. *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw Hill. New York.
- Hiller, F. S. dan G. J. Lieberman. 1990. *Pengantar Riset Operasi edisi kelima Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Kusumadewi, S. dan H. Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Liou T.S dan M. J. J. Wang. 1992. *Ranking Fuzzy Number with Integral Value*. Fuzzy Sets and Systems 50. hlm.247-255.
- Narasimhan, R.1980. *Goal Programming in a Fuzzy Environment*. Decision Sciences. Vol.11. hlm. 325-336.
- Sakawa, M. 1993. *Fuzzy Sets and Interactive Multi objective Optimization*. Plenum Press. New York.
- Siswanto. 2007. *Operations Research Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Supranto, J. 1983. *Linear Programming*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

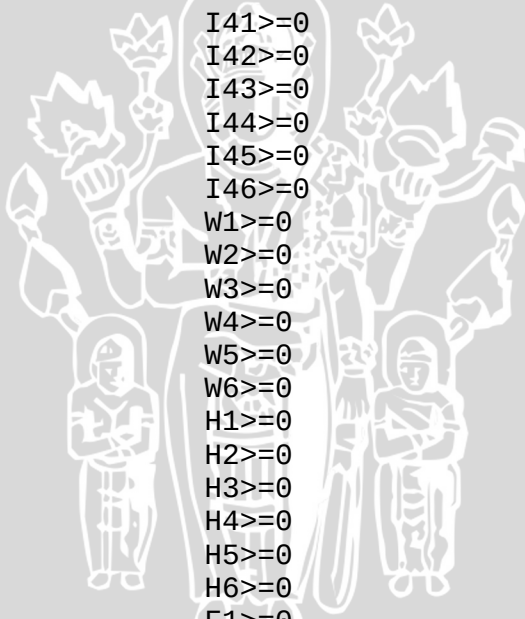
Lampiran 1. Hasil perhitungan untuk batas bawah Z_1 dengan menggunakan *software* LINGO

Min3357P11+3082P12+3087P13+3087P14+
3087P15+3087P16+3087P31+3087P32+0P33+
0P34+3087P35+3087P36+0P41+0P42+0P43+
3087P44+0P45+3087P46+1350000W1+1350000H1+20000
0F1+1350000W2+1350000H2+200000F2+
1350000W3+1350000H3+200000F3+1350000W4+
1350000H4+200000F4+1350000W5+1350000H5+
200000F5+1350000W6+1350000H6+200000F6

subject to

P11+I10-I11=32960	I16>=5000
P12+I11-I12=22990	I31>=500
P13+I12-I13=23360	I32>=500
P14+I13-I14=36530	I33>=0
P15+I14-I15=38800	I34>=0
P16+I15-I16=40370	I35>=500
P31+I30-I31=3630	I36>=500
P32+I31-I32=1212	I41>=0
P33+I32-I33=0	I42>=0
P34+I33-I34=0	I43>=0
P35+I34-I35=1978	I44>=600
P36+I35-I36=2320	I45>=0
P41+I40-I41=0	I46>=600
P42+I41-I42=0	W1-W0-H1+F1=0
P43+I42-I43=0	W2-W1-H2+F2=0
P44+I43-I44=583	W3-W2-H3+F3=0
P45+I44-I45=450	W4-W3-H4+F4=0
P46+I45-I46=700	W5-W4-H5+F5=0
I10=10000	W6-W5-H6+F6=0
I30=1000	W0=15
I40=0	W1>=15
I11>=5000	W2>=15
I12>=5000	W3>=15
I13>=5000	W4>=15
I14>=5000	W5>=15
I15>=5000	W6>=15

W1<=20	P45>=0
W2<=20	P46>=0
W3<=20	I11>=0
W4<=20	I12>=0
W5<=20	I13>=0
W6<=20	I14>=0
P11-2354W1<=0	I15>=0
P12-1642W2<=0	I16>=0
P13-1359W3<=0	I31>=0
P14-2029W4<=0	I32>=0
P15-2282W5<=0	I33>=0
P16-2691W6<=0	I34>=0
P31-1815W1<=0	I35>=0
P32-606W2<=0	I36>=0
P33-0W3<=0	I41>=0
P34-0W4<=0	I42>=0
P35-989W5<=0	I43>=0
P36-1160W6<=0	I44>=0
P41-0W1<=0	I45>=0
P42-0W2<=0	I46>=0
P43-0W3<=0	W1>=0
P44-291W4<=0	W2>=0
P45-225W5<=0	W3>=0
P46-350W6<=0	W4>=0
P11>=0	W5>=0
P12>=0	W6>=0
P13>=0	H1>=0
P14>=0	H2>=0
P15>=0	H3>=0
P16>=0	H4>=0
P31>=0	H5>=0
P32>=0	H6>=0
P33>=0	F1>=0
P34>=0	F2>=0
P35>=0	F3>=0
P36>=0	F4>=0
P41>=0	F5>=0
P42>=0	F6>=0
P43>=0	end
P44>=0	



Global optimal solution found.

Objective value:

0.7520918E+09

Infeasibilities:

0.0000000

Total solver iterations:

26

Model Class:

LP

Total variables:

54

Nonlinear variables:

0

Integer variables:

0

Total constraints:

127

Nonlinear constraints:

0

Total nonzeros:

219

Nonlinear nonzeros:

0



Lampiran 2. Hasil perhitungan untuk batas atas Z_1 dengan menggunakan *software* LINGO

Min3913P11+3787P12+3412P13+3412P14+
 3412P15+3412P16+3412P31+3412P32+0P33+
 0P34+3412P35+3412P36+0P41+0P42+0P43+
 3412P44+0P45+3412P46+1500000W1+1500000H1+40000
 0F1+1500000W2+1500000H2+400000F2+
 1500000W3+1500000H3+400000F3+1500000W4+
 1500000H4+400000F4+1500000W5+1500000H5+
 400000F5+1500000W6+1500000H6+400000F6

subject to

P11+I10-I11=32960

P12+I11-I12=22990

P13+I12-I13=23360

P14+I13-I14=36530

P15+I14-I15=38800

P16+I15-I16=40370

P31+I30-I31=3630

P32+I31-I32=1212

P33+I32-I33=0

P34+I33-I34=0

P35+I34-I35=1978

P36+I35-I36=2320

P41+I40-I41=0

P42+I41-I42=0

P43+I42-I43=0

P44+I43-I44=583

P45+I44-I45=450

P46+I45-I46=700

I10=10000

I30=1000

I40=0

I11>=5000

I12>=5000

I13>=5000

I14>=5000

I15>=5000

I16>=5000

I31>=500

I32>=500

I33>=0

I34>=0

I35>=500

I36>=500

I41>=0

I42>=0

I43>=0

I44>=600

I45>=0

I46>=600

W1-W0-H1+F1=0

W2-W1-H2+F2=0

W3-W2-H3+F3=0

W4-W3-H4+F4=0

W5-W4-H5+F5=0

W6-W5-H6+F6=0

W0=15

W1>=15

W2>=15

W3>=15

W4>=15

W5>=15

W6>=15

W1<=20

W2<=20

W3<=20	I11>=0
W4<=20	I12>=0
W5<=20	I13>=0
W6<=20	I14>=0
P11-2354W1<=0	I15>=0
P12-1642W2<=0	I16>=0
P13-1359W3<=0	I31>=0
P14-2029W4<=0	I32>=0
P15-2282W5<=0	I33>=0
P16-2691W6<=0	I34>=0
P31-1815W1<=0	I35>=0
P32-606W2<=0	I36>=0
P33-0W3<=0	I41>=0
P34-0W4<=0	I42>=0
P35-989W5<=0	I43>=0
P36-1160W6<=0	I44>=0
P41-0W1<=0	I45>=0
P42-0W2<=0	I46>=0
P43-0W3<=0	W1>=0
P44-291W4<=0	W2>=0
P45-225W5<=0	W3>=0
P46-350W6<=0	W4>=0
P11>=0	W5>=0
P12>=0	W6>=0
P13>=0	H1>=0
P14>=0	H2>=0
P15>=0	H3>=0
P16>=0	H4>=0
P31>=0	H5>=0
P32>=0	H6>=0
P33>=0	F1>=0
P34>=0	F2>=0
P35>=0	F3>=0
P36>=0	F4>=0
P41>=0	F5>=0
P42>=0	F6>=0
P43>=0	end
P44>=0	
P45>=0	
P46>=0	

Global optimal solution found.

Objective value:

0.8490075E+09

Infeasibilities:

0.000000

Total solver iterations:

24

Model Class:

LP

Total variables:

54

Nonlinear variables:

0

Integer variables:

0

Total constraints:

127

Nonlinear constraints:

0

Total nonzeros:

219

Nonlinear nonzeros:

0



Lampiran 3. Hasil perhitungan untuk batas bawah Z_2 dengan menggunakan *software* LINGO

min13I11+16I12+16I13+13I14+12I15+15I16+
59I31+97I32+0I33+0I34+73I35+42I36+0I41+
0I42+0I43+45I44+0I45+75I46

subject to

P11+I10-I11=32960	I36>=500
P12+I11-I12=22990	I41>=0
P13+I12-I13=23360	I42>=0
P14+I13-I14=36530	I43>=0
P15+I14-I15=38800	I44>=600
P16+I15-I16=40370	I45>=0
P31+I30-I31=3630	I46>=600
P32+I31-I32=1212	W1-W0-H1+F1=0
P33+I32-I33=0	W2-W1-H2+F2=0
P34+I33-I34=0	W3-W2-H3+F3=0
P35+I34-I35=1978	W4-W3-H4+F4=0
P36+I35-I36=2320	W5-W4-H5+F5=0
P41+I40-I41=0	W6-W5-H6+F6=0
P42+I41-I42=0	W0=15
P43+I42-I43=0	W1>=15
P44+I43-I44=583	W2>=15
P45+I44-I45=450	W3>=15
P46+I45-I46=700	W4>=15
I10=30000	W5>=15
I30=3000	W6>=15
I40=0	W1<=20
I11>=5000	W2<=20
I12>=5000	W3<=20
I13>=5000	W4<=20
I14>=5000	W5<=20
I15>=5000	W6<=20
I16>=5000	P11-2354W1<=0
I31>=500	P12-1642W2<=0
I32>=500	P13-1359W3<=0
I33>=0	P14-2029W4<=0
I34>=0	P15-2282W5<=0
I35>=500	P16-2691W6<=0

P31-1815W1<=0

P32-606W2<=0

P33-0W3<=0

P34-0W4<=0

P35-989W5<=0

P36-1160W6<=0

P41-0W1<=0

P42-0W2<=0

P43-0W3<=0

P44-291W4<=0

P45-225W5<=0

P46-350W6<=0

P11>=0

P12>=0

P13>=0

P14>=0

P15>=0

P16>=0

P31>=0

P32>=0

P33>=0

P34>=0

P35>=0

P36>=0

P41>=0

P42>=0

P43>=0

P44>=0

P45>=0

P46>=0

I11>=0

I12>=0

I13>=0

I14>=0

I15>=0

I16>=0

I31>=0

I32>=0

I33>=0

I34>=0

I35>=0

I36>=0

I41>=0

I42>=0

I43>=0

I44>=0

I45>=0

I46>=0

W1>=0

W2>=0

W3>=0

W4>=0

W5>=0

W6>=0

H1>=0

H2>=0

H3>=0

H4>=0

H5>=0

H6>=0

F1>=0

F2>=0

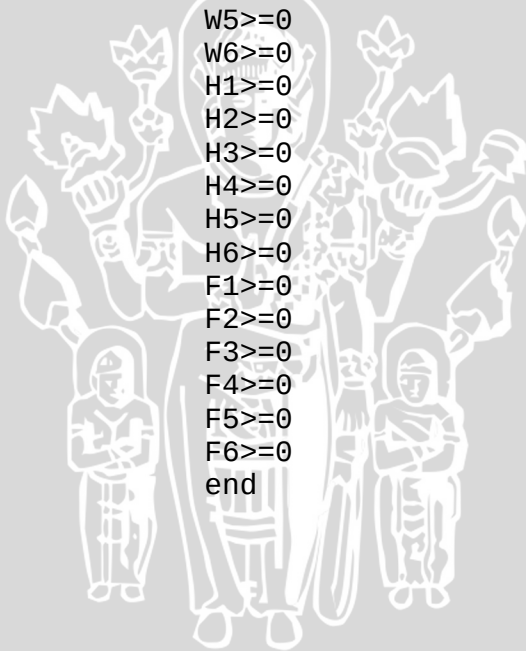
F3>=0

F4>=0

F5>=0

F6>=0

end



Global optimal solution found.

Objective value:

632500.0

Infeasibilities:

0.000000

Total solver iterations:

9

Model Class:

LP

Total variables:

54

Nonlinear variables:

0

Integer variables:

0

Total constraints:

127

Nonlinear constraints:

0

Total nonzeros:

201

Nonlinear nonzeros:

0



Lampiran 4. Hasil perhitungan untuk batas atas Z_2 dengan menggunakan *software* LINGO

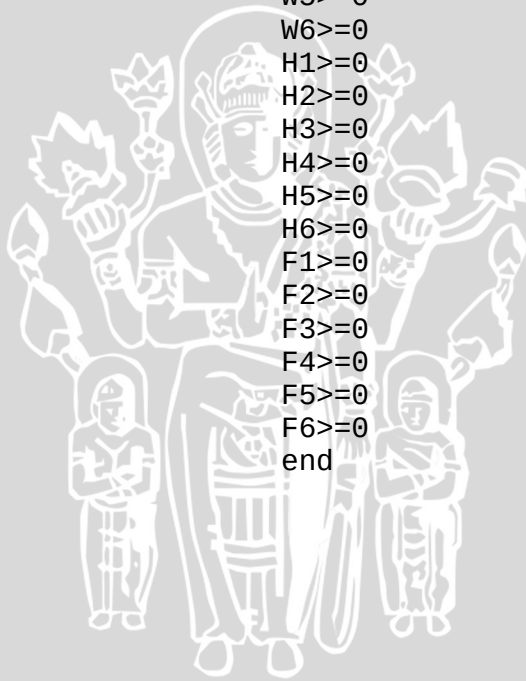
min 15I11+20I12+40I13+18I14+18I15+25I16+
100I31+107I32+0I33+0I34+165I35+47I36+
0I41+0I42+0I43+50I44+0I45+83I46

subject to

P11+I10-I11=32960	I36>=500
P12+I11-I12=22990	I41>=0
P13+I12-I13=23360	I42>=0
P14+I13-I14=36530	I43>=0
P15+I14-I15=38800	I44>=600
P16+I15-I16=40370	I45>=0
P31+I30-I31=3630	I46>=600
P32+I31-I32=1212	W1-W0-H1+F1=0
P33+I32-I33=0	W2-W1-H2+F2=0
P34+I33-I34=0	W3-W2-H3+F3=0
P35+I34-I35=1978	W4-W3-H4+F4=0
P36+I35-I36=2320	W5-W4-H5+F5=0
P41+I40-I41=0	W6-W5-H6+F6=0
P42+I41-I42=0	W0=15
P43+I42-I43=0	W1>=15
P44+I43-I44=583	W2>=15
P45+I44-I45=450	W3>=15
P46+I45-I46=700	W4>=15
I10=30000	W5>=15
I30=3000	W6>=15
I40=0	W1<=20
I11>=5000	W2<=20
I12>=5000	W3<=20
I13>=5000	W4<=20
I14>=5000	W5<=20
I15>=5000	W6<=20
I16>=5000	P11-2354W1<=0
I31>=500	P12-1642W2<=0
I32>=500	P13-1359W3<=0
I33>=0	P14-2029W4<=0
I34>=0	P15-2282W5<=0
I35>=500	P16-2691W6<=0

P31-1815W1<=0
P32-606W2<=0
P33-0W3<=0
P34-0W4<=0
P35-989W5<=0
P36-1160W6<=0
P41-0W1<=0
P42-0W2<=0
P43-0W3<=0
P44-291W4<=0
P45-225W5<=0
P46-350W6<=0
P11>=0
P12>=0
P13>=0
P14>=0
P15>=0
P16>=0
P31>=0
P32>=0
P33>=0
P34>=0
P35>=0
P36>=0
P41>=0
P42>=0
P43>=0
P44>=0
P45>=0
P46>=0
I11>=0
I12>=0
I13>=0
I14>=0
I15>=0
I16>=0
I31>=0
I32>=0
I33>=0
I34>=0

I35>=0
I36>=0
I41>=0
I42>=0
I43>=0
I44>=0
I45>=0
I46>=0
W1>=0
W2>=0
W3>=0
W4>=0
W5>=0
W6>=0
H1>=0
H2>=0
H3>=0
H4>=0
H5>=0
H6>=0
F1>=0
F2>=0
F3>=0
F4>=0
F5>=0
F6>=0
end



Global optimal solution found.

Objective value:

969300.0

Infeasibilities:

0.000000

Total solver iterations:

9

Model Class:

LP

Total variables:

54

Nonlinear variables:

0

Integer variables:

0

Total constraints:

127

Nonlinear constraints:

0

Total nonzeros:

201

Nonlinear nonzeros:

0



Lampiran 5. Penyelesaian Pendekatan Fuzzy Goal Programming untuk $\alpha = 0$ dengan Menggunakan Software LINGO

max m1+m2+m3

subject to

96915700m1-3635P11-3435P12-3250P13-3250P14-3250P15-
3250P16-3250P31-3250P32-0P33-0P34-3250P35-3250P36-
0P41-0P42-0P43-3250P44-0P45-3250P46-

1425000W1-1425000H1-300000F1-1425000W2-1425000H2-
300000F2-1425000W3-1425000H3-300000F3-1425000W4-
1425000H4-300000F4-1425000W5-1425000H5-300000F5-
1425000W6-1425000H6-300000F6<=-752091800

336800m2-14I11-18I12-28I13-16I14-15I15-20I16-80I31-
102I32-0I33-0I34-119I35-44I36-0I41-0I42-0I43-48I44-
0I45-79I46<=-632500

10m3-H1-F1-H2-F2-H3-F3-H4-F4-H5-F5-H6-F6<=0

P11+I10-I11=32960 I31>=500

P12+I11-I12=22990 I32>=500

P13+I12-I13=23360 I33>=0

P14+I13-I14=36530 I34>=0

P15+I14-I15=38800 I35>=500

P16+I15-I16=40370 I36>=500

P31+I30-I31=3630 I41>=0

P32+I31-I32=1212 I42>=0

P33+I32-I33=0 I43>=0

P34+I33-I34=0 I44>=600

P35+I34-I35=1978 I45>=0

P36+I35-I36=2320 I46>=600

P41+I40-I41=0 I11+I31+I41<=39000

P42+I41-I42=0 I12+I32+I42<=39000

P43+I42-I43=0 I13+I33+I43<=39000

P44+I43-I44=583 I14+I34+I44<=39000

P45+I44-I45=450 I15+I35+I45<=39000

P46+I45-I46=700 I16+I36+I46<=39000

I10=10000 W1-W0-H1+F1=0

I30=1000 W2-W1-H2+F2=0

I40=0 W3-W2-H3+F3=0

I11>=5000 W4-W3-H4+F4=0

I12>=5000 W5-W4-H5+F5=0

I13>=5000 W6-W5-H6+F6=0

I14>=5000 W0=15

I15>=5000 W1>=15

I16>=5000 W2>=15

W3>=15
W4>=15
W5>=15
W6>=15
W1<=20
W2<=20
W3<=20
W4<=20
W5<=20
W6<=20
P11-2354W1<=0
P12-1642W2<=0
P13-1359W3<=0
P14-2029W4<=0
P15-2282W5<=0
P16-2691W6<=0
P31-1815W1<=0
P32-606W2<=0
P33-0W3<=0
P34-0W4<=0
P35-989W5<=0
P36-1160W6<=0
P41-0W1<=0
P42-0W2<=0
P43-0W3<=0
P44-291W4<=0
P45-225W5<=0
P46-350W6<=0
m1>=0.95
m2>=0.8
m3>=0.45
P11>=0
P12>=0
P13>=0
P14>=0
P15>=0
P16>=0
P31>=0
P32>=0
P33>=0
P34>=0
P35>=0
P36>=0
m2>=0
m3>=0

P41>=0
P42>=0
P43>=0
P44>=0
P45>=0
P46>=0
I11>=0
I12>=0
I13>=0
I14>=0
I15>=0
I16>=0
I31>=0
I32>=0
I33>=0
I34>=0
I35>=0
I36>=0
I41>=0
I42>=0
I43>=0
I44>=0
I45>=0
I46>=0
W1>=0
W2>=0
W3>=0
W4>=0
W5>=0
W6>=0
H1>=0
H2>=0
H3>=0
H4>=0
H5>=0
H6>=0
F1>=0
F2>=0
F3>=0
F4>=0
F5>=0
F6>=0
m1>=0

```

m1<=1
m2<=1
m3<=1
end

```

Global optimal solution found.

Objective value: 3.000000

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 19

Model Class: LP

Total variables: 57

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

Total constraints: 145

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 276

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
M1	1.000000	0.000000
M2	1.000000	0.000000
M3	1.000000	0.000000
P11	47080.00	0.000000
P12	3870.000	0.000000
P13	23360.00	0.000000
P14	36530.00	0.000000
P15	38800.00	0.000000
P16	40370.00	0.000000
P31	3130.000	0.000000
P32	1212.000	0.000000
P35	1978.000	0.000000
P36	2320.000	0.000000
P44	1183.000	0.000000
P46	1150.000	0.000000
W1	20.00000	0.000000
H1	5.000000	0.000000
F1	0.000000	0.000000
W2	20.00000	0.000000
H2	5.066761	0.000000

F2	5.066761	0.000000
W3	20.00000	0.000000
H3	0.000000	0.000000
F3	0.000000	0.000000
W4	20.00000	0.000000
H4	0.000000	0.000000
F4	0.000000	0.000000
W5	17.00263	0.000000
H5	0.000000	0.000000
F5	2.997371	0.000000
W6	15.00186	0.000000
H6	0.000000	0.000000
F6	2.000771	0.000000
I11	24120.00	0.000000
I12	5000.000	0.000000
I13	5000.000	0.000000
I14	5000.000	0.000000
I15	5000.000	0.000000
I16	5000.000	0.000000
I31	500.0000	0.000000
I32	500.0000	0.000000
I35	500.0000	0.000000
I36	500.0000	0.000000
I44	600.0000	0.000000
I46	600.0000	0.000000
I10	10000.00	0.000000
I30	1000.000	0.000000
P33	0.000000	0.000000
I33	500.0000	0.000000
P34	0.000000	0.000000
I34	500.0000	0.000000
P41	0.000000	0.000000
I40	0.000000	0.000000
I41	0.000000	0.000000
P42	0.000000	0.000000
I42	0.000000	0.000000
P43	0.000000	0.000000
I43	0.000000	0.000000
P45	0.000000	0.000000
I45	150.0000	0.000000
W0	15.00000	0.000000

Lampiran 6. Penyelesaian Pendekatan *Fuzzy Goal Programming* untuk $\alpha = 0.5$ dengan menggunakan *software LINGO*

max m1+m2+m3

subject to

96915700m1-3635P11-3435P12-3250P13-3250P14-3250P15-
3250P16-3250P31-3250P32-0P33-0P34-3250P35-3250P36-
0P41-0P42-0P43-3250P44-0P45-3250P46-

1425000W1-1425000H1-300000F1-1425000W2-1425000H2-
300000F2-1425000W3-1425000H3-300000F3-1425000W4-
1425000H4-300000F4-1425000W5-1425000H5-300000F5-
1425000W6-1425000H6-300000F6<=-752091800

336800m2-14I11-18I12-28I13-16I14-15I15-20I16-80I31-
102I32-0I33-0I34-119I35-44I36-0I41-0I42-0I43-48I44-
0I45-79I46<=-632500

10m3-H1-F1-H2-F2-H3-F3-H4-F4-H5-F5-H6-F6<=0

P11+I10-I11=32960 I31>=500

P12+I11-I12=22990 I32>=500

P13+I12-I13=23360 I33>=0

P14+I13-I14=36530 I34>=0

P15+I14-I15=38800 I35>=500

P16+I15-I16=40370 I36>=500

P31+I30-I31=3630 I41>=0

P32+I31-I32=1212 I42>=0

P33+I32-I33=0 I43>=0

P34+I33-I34=0 I44>=600

P35+I34-I35=1978 I45>=0

P36+I35-I36=2320 I46>=600

P41+I40-I41=0 I11+I31+I41<=39000

P42+I41-I42=0 I12+I32+I42<=39000

P43+I42-I43=0 I13+I33+I43<=39000

P44+I43-I44=583 I14+I34+I44<=39000

P45+I44-I45=450 I15+I35+I45<=39000

P46+I45-I46=700 I16+I36+I46<=39000

I10=10000 W1-W0-H1+F1=0

I30=1000 W2-W1-H2+F2=0

I40=0 W3-W2-H3+F3=0

I11>=5000 W4-W3-H4+F4=0

I12>=5000 W5-W4-H5+F5=0

I13>=5000 W6-W5-H6+F6=0

I14>=5000 W0=15

I15>=5000 W1>=15

I16>=5000 W2>=15

W3>=15
W4>=15
W5>=15
W6>=15
W1<=20
W2<=20
W3<=20
W4<=20
W5<=20
W6<=20
P11-2354W1<=0
P12-1642W2<=0
P13-1359W3<=0
P14-2029W4<=0
P15-2282W5<=0
P16-2691W6<=0
P31-1815W1<=0
P32-606W2<=0
P33-0W3<=0
P34-0W4<=0
P35-989W5<=0
P36-1160W6<=0
P41-0W1<=0
P42-0W2<=0
P43-0W3<=0
P44-291W4<=0
P45-225W5<=0
P46-350W6<=0
m1>=0.725
m2>=0.85
m3>=0.5
P11>=0
P12>=0
P13>=0
P14>=0
P15>=0
P16>=0
P31>=0
P32>=0
P33>=0
P34>=0
P35>=0
P36>=0
P41>=0
P42>=0

P43>=0
P44>=0
P45>=0
P46>=0
I11>=0
I12>=0
I13>=0
I14>=0
I15>=0
I16>=0
I31>=0
I32>=0
I33>=0
I34>=0
I35>=0
I36>=0
I41>=0
I42>=0
I43>=0
I44>=0
I45>=0
I46>=0
W1>=0
W2>=0
W3>=0
W4>=0
W5>=0
W6>=0
H1>=0
H2>=0
H3>=0
H4>=0
H5>=0
H6>=0
F1>=0
F2>=0
F3>=0
F4>=0
F5>=0
F6>=0
m1>=0
m2>=0
m3>=0
m1<=1
m2<=1

m3<=1
end

Global optimal solution found.

Objective value: 3.000000

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 19

Model Class: LP

Total variables: 57

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

Total constraints: 145

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 276

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
M1	1.000000	0.000000
M2	1.000000	0.000000
M3	1.000000	0.000000
P11	47080.00	0.000000
P12	3870.000	0.000000
P13	23360.00	0.000000
P14	36530.00	0.000000
P15	38800.00	0.000000
P16	40370.00	0.000000
P31	3130.000	0.000000
P32	1212.000	0.000000
P35	1978.000	0.000000
P36	2320.000	0.000000
P44	1183.000	0.000000
P46	1150.000	0.000000
W1	20.00000	0.000000
H1	5.000000	0.000000
F1	0.000000	0.000000
W2	20.00000	0.000000
H2	5.066761	0.000000
F2	5.066761	0.000000
W3	20.00000	0.000000

H3	0.000000	0.000000
F3	0.000000	0.000000
W4	20.00000	0.000000
H4	0.000000	0.000000
F4	0.000000	0.000000
W5	17.00263	0.000000
H5	0.000000	0.000000
F5	2.997371	0.000000
W6	15.00186	0.000000
H6	0.000000	0.000000
F6	2.000771	0.000000
I11	24120.00	0.000000
I12	5000.000	0.000000
I13	5000.000	0.000000
I14	5000.000	0.000000
I15	5000.000	0.000000
I16	5000.000	0.000000
I31	500.0000	0.000000
I32	500.0000	0.000000
I35	500.0000	0.000000
I36	500.0000	0.000000
I44	600.0000	0.000000
I46	600.0000	0.000000
I10	10000.00	0.000000
I30	1000.000	0.000000
P33	0.000000	0.000000
I33	500.0000	0.000000
P34	0.000000	0.000000
I34	500.0000	0.000000
P41	0.000000	0.000000
I40	0.000000	0.000000
I41	0.000000	0.000000
P42	0.000000	0.000000
I42	0.000000	0.000000
P43	0.000000	0.000000
I43	0.000000	0.000000
P45	0.000000	0.000000
I45	150.0000	0.000000
W0	15.00000	0.000000

Lampiran 7. Penyelesaian Pendekatan *Fuzzy Goal Programming* untuk $\alpha = 1$ dengan menggunakan *software LINGO*

max m1+m2+m3

subject to

87492400m1-3635P11-3435P12-3250P13-3250P14-3250P15-
3250P16-3250P31-3250P32-0P33-0P34-3250P35-3250P36-
0P41-0P42-0P43-3250P44-0P45-3250P46-

1425000W1-1425000H1-300000F1-1425000W2-1425000H2-
300000F2-1425000W3-1425000H3-300000F3-1425000W4-
1425000H4-300000F4-1425000W5-1425000H5-300000F5-
1425000W6-1425000H6-300000F6<=-670291700

336800m2-14I11-18I12-28I13-16I14-15I15-20I16-80I31-
102I32-0I33-0I34-119I35-44I36-0I41-0I42-0I43-48I44-
0I45-79I46<=-632500

10m3-H1-F1-H2-F2-H3-F3-H4-F4-H5-F5-H6-F6<=0

P11+I10-I11=32960 I31>=500

P12+I11-I12=22990 I32>=500

P13+I12-I13=23360 I33>=0

P14+I13-I14=36530 I34>=0

P15+I14-I15=38800 I35>=500

P16+I15-I16=40370 I36>=500

P31+I30-I31=3630 I41>=0

P32+I31-I32=1212 I42>=0

P33+I32-I33=0 I43>=0

P34+I33-I34=0 I44>=600

P35+I34-I35=1978 I45>=0

P36+I35-I36=2320 I46>=600

P41+I40-I41=0 I11+I31+I41<=39000

P42+I41-I42=0 I12+I32+I42<=39000

P43+I42-I43=0 I13+I33+I43<=39000

P44+I43-I44=583 I14+I34+I44<=39000

P45+I44-I45=450 I15+I35+I45<=39000

P46+I45-I46=700 I16+I36+I46<=39000

I10=10000 W1-W0-H1+F1=0

I30=1000 W2-W1-H2+F2=0

I40=0 W3-W2-H3+F3=0

I11>=5000 W4-W3-H4+F4=0

I12>=5000 W5-W4-H5+F5=0

I13>=5000 W6-W5-H6+F6=0

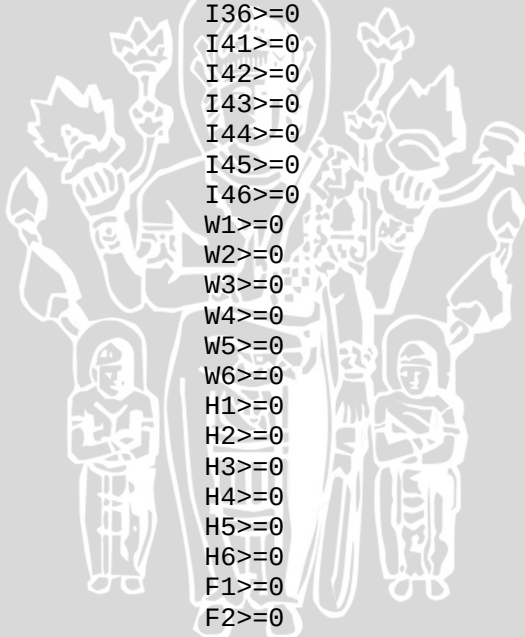
I14>=5000 W0=15

I15>=5000 W1>=15

I16>=5000 W2>=15

W3>=15
W4>=15
W5>=15
W6>=15
W1<=20
W2<=20
W3<=20
W4<=20
W5<=20
W6<=20
P11-2354W1<=0
P12-1642W2<=0
P13-1359W3<=0
P14-2029W4<=0
P15-2282W5<=0
P16-2691W6<=0
P31-1815W1<=0
P32-606W2<=0
P33-0W3<=0
P34-0W4<=0
P35-989W5<=0
P36-1160W6<=0
P41-0W1<=0
P42-0W2<=0
P43-0W3<=0
P44-291W4<=0
P45-225W5<=0
P46-350W6<=0
m1>=0.5
m2>=0.9
m3>=0.55
P11>=0
P12>=0
P13>=0
P14>=0
P15>=0
P16>=0
P31>=0
P32>=0
P33>=0
P34>=0
P35>=0
P36>=0
P41>=0
P42>=0

P43>=0
P44>=0
P45>=0
P46>=0
I11>=0
I12>=0
I13>=0
I14>=0
I15>=0
I16>=0
I31>=0
I32>=0
I33>=0
I34>=0
I35>=0
I36>=0
I41>=0
I42>=0
I43>=0
I44>=0
I45>=0
I46>=0
W1>=0
W2>=0
W3>=0
W4>=0
W5>=0
W6>=0
H1>=0
H2>=0
H3>=0
H4>=0
H5>=0
H6>=0
F1>=0
F2>=0
F3>=0
F4>=0
F5>=0
F6>=0
m1>=0



```

m2>=0
m3>=0
m1<=1
m2<=1
m3<=1
end

```

Global optimal solution found.

Objective value: 3.000000

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 19

Model Class:

LP

Total variables: 57

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

Total constraints: 145

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 276

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
M1	1.000000	0.000000
M2	1.000000	0.000000
M3	1.000000	0.000000
P11	47080.00	0.000000
P12	3870.000	0.000000
P13	23360.00	0.000000
P14	36530.00	0.000000
P15	38800.00	0.000000
P16	40370.00	0.000000
P31	3130.000	0.000000
P32	1212.000	0.000000
P35	1978.000	0.000000
P36	2320.000	0.000000
P44	1183.000	0.000000
P46	1150.000	0.000000
W1	20.00000	0.000000
H1	5.000000	0.000000
F1	0.000000	0.000000
W2	20.00000	0.000000

H2	5.066761	0.000000
F2	5.066761	0.000000
W3	20.00000	0.000000
H3	0.000000	0.000000
F3	0.000000	0.000000
W4	20.00000	0.000000
H4	0.000000	0.000000
F4	0.000000	0.000000
W5	17.00263	0.000000
H5	0.000000	0.000000
F5	2.997371	0.000000
W6	15.00186	0.000000
H6	0.000000	0.000000
F6	2.000771	0.000000
I11	24120.00	0.000000
I12	5000.000	0.000000
I13	5000.000	0.000000
I14	5000.000	0.000000
I15	5000.000	0.000000
I16	5000.000	0.000000
I31	500.0000	0.000000
I32	500.0000	0.000000
I35	500.0000	0.000000
I36	500.0000	0.000000
I44	600.0000	0.000000
I46	600.0000	0.000000
I10	10000.00	0.000000
I30	1000.000	0.000000
P33	0.000000	0.000000
I33	500.0000	0.000000
P34	0.000000	0.000000
I34	500.0000	0.000000
P41	0.000000	0.000000
I40	0.000000	0.000000
I41	0.000000	0.000000
P42	0.000000	0.000000
I42	0.000000	0.000000
P43	0.000000	0.000000
I43	0.000000	0.000000
P45	0.000000	0.000000
I45	150.0000	0.000000
W0	15.00000	0.000000

Lampiran 8. Biaya Produksi Dodol

Bulan	Tahun	Dodol		
		Apel	Nanas	Sirsak
Juli	2009	40.305.628	5.434.000	0
Agustus	2009	40.919.102	3.571.750	0
Septetember	2009	33.892.102	3.929.250	0
Oktober	2009	34.415.436	0	0
November	2009	22.766.734	3.185.000	0
Desember	2009	25.493.000	0	0
Januari	2010	38.990.250	0	0
Februari	2010	16.425.500	0	0
Maret	2010	31.934.500	0	0
April	2010	36.994.750	0	0
Mei	2010	35.532.250	0	3.325.000
Juni	2010	48.795.500	0	0
Juli	2010	50.449.750	0	0
Agustus	2010	42.750.500	4.416.750	0
September	2010	35.603.750	1.972.750	0
Oktober	2010	26.195.000	7.166.250	2.054.000
November	2010	40.709.500	0	0
Desember	2010	43.959.500	0	0

Sumber : UD. Bagus Agrista Mandiri

Lampiran 9. Biaya Penyimpanan

Bulan	Tahun	Dodol		
		Apel	Nanas	Sirsak
Juli	2009	150.000	100.000	0
Agustus	2009	150.000	100.000	0
Septetember	2009	150.000	100.000	0
Oktober	2009	150.000	0	0
November	2009	150.000	100.000	0
Desember	2009	150.000	0	0
Januari	2010	200.000	0	0
Februari	2010	200.000	0	0
Maret	2010	200.000	0	0
April	2010	200.000	0	0
Mei	2010	200.000	0	50.000
Juni	2010	200.000	0	0
Juli	2010	200.000	0	0
Agustus	2010	200.000	100.000	0
September	2010	200.000	100.000	0
Oktober	2010	200.000	100.000	50.000
November	2010	200.000	0	0
Desember	2010	200.000	0	0

Sumber : UD. Bagus Agrista Mandiri

Lampiran 10. Jumlah Tenaga Kerja dan Biaya Tenaga Kerja

Bulan	Tahun	Jumlah Tenaga Kerja	Biaya Tenaga Kerja	
			Reguler	Berhenti
Juli	2009	16	10.602.240	530.112
Agustus	2009	15	9.735.557	486.778
Septetember	2009	15	9.035.946	451.797
Oktober	2009	16	9.849.900	492.495
November	2009	15	9.468.420	0
Desember	2009	15	9.339.420	0
Januari	2010	18	12.248.663	612.433
Februari	2010	17	10.631.310	531.565
Maret	2010	16	9.346.350	467.317
April	2010	17	8.194.350	409.717
Mei	2010	18	10.099.440	504.972
Juni	2010	20	11.251.422	0
Juli	2010	20	11.549.010	0
Agustus	2010	19	11.517.875	0
September	2010	18	10.662.420	0
Oktober	2010	16	9.174.150	458.707
November	2010	19	12.238.050	0
Desember	2010	17	11.196.930	559.846

Sumber : UD. Bagus Agrista Mandiri

Lampiran 11. Surat Keterangan Pengambilan Data Skripsi

BAGUS AGRISETA MANDIRI
PUSAT OLEH-OLEH KHAS KOTA BATU
Jl. Kopral Kasdi No.2 Bumiaji Kota Batu
Telp. (0341) 599659 / 7349255

Surat Keterangan Pengambilan Data Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan benar bahwa :

Nama : Nova Sesiania
Nim : 0710943031-94
Fakultas : Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam
Jurusan : Matematika
Universitas : Universitas Brawijaya

Melakukan penelitian skripsi di **Bagus Agriseta Mandiri** pada bulan
Mey 2011 dengan judul
” Aplikasi Penddekatan Fuzzy Goal Proqraming Pada Perencanaan Produksi
Aggregate”.

Demikian surat keterangan ini di buat untuk di penggunaan sebagai mana mestinya

Batu, 08 Agustus 2011



Lampiran 12. Surat Keterangan dari Universitas Brawijaya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN MATEMATIKA

Jl. Mayjen Haryono 169, Malang 65145, Telp. (0341) 571142 Fax : (0341) 571142
Email : jumatub@brawijaya.ac.id Website : <http://matematika.brawijaya.ac.id>

Nomor : 215 /UN10.9.4./AK/2011
Lampiran :
Perihal : Ijin mengambil data

Kepada Yth.
Kepala UD. Bagus Agrista Mandiri
Malang

Sehubungan dengan Tugas Akhir mahasiswa kami :

Nama : Nova Sesiana
NIM : 0710943031
Program Studi : Matematika
Judul TA : Aplikasi Pendekatan *Fuzzy Goal Programming*
pada Perencanaan Produksi *Aggregate*

dengan ini kami sampaikan bahwa untuk keperluan Tugas Akhir tersebut, mohon yang bersangkutan dapat diijinkan untuk mengambil data Informasi mengenai biaya produksi, biaya persediaan, dan jumlah tenaga kerja.

Demikian surat ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Malang, 26 APR 2011



Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc
196709071992031001

Tembusan :
❖ PD I FMIPA UB
❖ Arsip

C:\Tumat\AK\Ijin ambil data
Program Studi Matematika
Program Studi Statistika
Program Studi Ilmu Komputer
Email : jumatub@brawijaya.ac.id

Program DIII Manajemen Informatika
Program DIII Teknik Komputer

Laboratorium Matematika
Laboratorium Statistika
Laboratorium Komputer