



APLIKASI FUZZY LINEAR PROGRAMMING DALAM OPTIMALISASI PRODUKSI

Agus Wayan Yulianto[✉], Hardi Suyitno, dan Mashuri

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2012
Disetujui Februari 2012
Dipublikasikan Mei 2012

Kata Kunci :
Fuzzy linear programming
produksi jamu
optimalisasi

Abstrak

PT Nyonya Meneer merupakan suatu badan usaha yang bergerak dalam bidang produksi yang memproduksi berbagai macam jenis jamu. Permasalahan dalam artikel ini adalah bagaimana aplikasi *fuzzy linear programming* dalam mengoptimalkan produksi jamu dan menentukan biaya optimum pada PT Nyonya Meneer Semarang. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa permasalahan pada PT Nyonya Meneer dapat dimodelkan dengan *fuzzy linear programming*. Banyak jamu yang harus diproduksi PT Nyonya Meneer dengan model *fuzzy linear programming* adalah jamu galian singset sebanyak 597,929 kg, jamu singkir angin sebanyak 745,63 kg, jamu ngeres linu sebanyak 3974,41 kg, dan jamu awet ayu sebanyak 1864,1 kg dengan total produksi sebanyak 7182,069 kg dengan nilai keanggotaan (α) = 0,50933. Biaya hasil perhitungan dengan model *fuzzy linear programming* sebesar Rp 221.543.733,45, model *upper* sebesar Rp 222.666.495,22, dan realisasi pada PT Nyonya Meneer sebesar Rp 222.666.751,30. Berdasarkan ketiga hasil perhitungan biaya tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya produksi model *fuzzy linear programming* kurang dari biaya produksi model *upper* dan realisasi biaya produksi PT Nyonya Meneer Semarang.

Abstract

PT Nyonya Meneer is an enterprise which is engaged in the production of which produces different types of herbs. Problems in this thesis is how the application of fuzzy linear programming in optimizing the production of herbal medicine and determine the optimum cost in the PT Nyonya Meneer Semarang. Based on the results of the study concluded that the PT Nyonya Meneer problems can be modeled by fuzzy linear programming. Many herbs are to be produced by PT Nyonya Meneer fuzzy linear programming models are for jamu galian singset 597.929 kg, jamu singkir angin 745.63 kg, jamu ngeres linu 3974,41 kg, and jamu awet ayu 1864,1 with total production 7182.069 kg with a membership value (α) = 0.50933. The cost of the calculation results with the fuzzy linear programming models of Rp 221,543,733.45, upper models of Rp 222,666,495.22, and the realization of the PT Nyonya Meneer Rp222.666.751, 30. The third is based on cost calculations can be concluded that the cost of production of fuzzy linear programming models is less than the cost of production and realization of the upper model of the production cost of PT Nyonya Meneer Semarang.

I. Pendahuluan

Saat ini setiap perusahaan dituntut untuk dapat bergerak dengan cepat, efektif, dan efisien. Penilaian keberhasilan suatu perusahaan dapat dilihat dari kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Oleh karena itu setiap perusahaan selalu memerlukan suatu pengoptimalan dalam menghasilkan produk yang baik untuk dapat dipasarkan, di mana dalam hal produksi tersebut harus memperhatikan sumber daya yang tersedia seperti ketersediaan bahan baku, kapasitas mesin dan waktu.

Fuzzy logic merupakan cabang ilmu matematika yang baru ditemukan beberapa tahun yang lalu dan memiliki konsep yang sederhana. Berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam produksi erat hubungannya dengan ketidakpastian. Atas dasar inilah Zadeh (1965) berusaha memodifikasi teori himpunan, di mana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bervariasi kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan inilah yang disebut sebagai himpunan *fuzzy (fuzzy set)* yang hubungannya dengan *fuzzy logic* telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang kompleks. *Fuzzy Linear programming* adalah program linear yang dinyatakan dengan fungsi objektif dan fungsi kendala yang memiliki parameter *fuzzy* dan ketidaksamaan *fuzzy*. Tujuan dari *Fuzzy Linear programming* adalah mencari solusi yang dapat diterima berdasarkan kriteria yang dinyatakan dalam fungsi objektif dan kendala. Menurut Bector & Chandra (1997:60), *fuzzy linear programming* diklasifikasikan menjadi empat, yaitu:

- (1) masalah program linear dengan pertidaksamaan *fuzzy* dan fungsi objektif tegas;
- (2) masalah program linear dengan pertidaksamaan tegas dan fungsi objektif *fuzzy*;
- (3) masalah program linear dengan pertidaksamaan *fuzzy* dan fungsi objektif *fuzzy*;
- (4) masalah program linear dengan sumber daya *fuzzy* dan koefisien *fuzzy*, juga yang dimasukkan sebagai masalah program linear dengan parameter *fuzzy*, yaitu unsur-unsur c , b , dan A adalah bilangan *fuzzy*.

PT. Nyonya Meneer adalah perusahaan yang memproduksi jamu tradisional jawa. Produk PT. Nyonya Meneer sebagian besar merupakan produk untuk kepentingan wanita (70%). Terdapat 254 merek meliputi bermacam-macam produk berbentuk pil, kapsul, serbuk,

dan cairan yang terbagi dalam tiga jenis, yaitu untuk perawatan tubuh, kecantikan, dan penyembuhan. Produk ini meliputi minuman kesehatan temulawak, awet ayu, jamu habis bersalin, *buste cream*, amurat, dan rheumener.

II. Metode

Pengumpulan data pada skripsi ini diperoleh dengan melakukan penelitian pada PT. Nyonya Meneer Semarang yang beralamat di jalan Raya Kaligawe Km. 4 Semarang. Data yang diambil antara lain data biaya produksi, komposisi jamu, persediaan bahan baku, pesanan, dan kapasitas produksi bulan Agustus 2011. Data yang sudah dikumpulkan selanjutnya dianalisis berdasarkan teori yang ada dan khususnya yang berkaitan dengan *fuzzy linear programming*. Langkah-langkah yang ditempuh adalah sebagai berikut.

(1) Pemodelan matematika

Langkah-langkah dalam pemodelan matematika adalah sebagai berikut.

- (a) menyusun tabel;
- (b) menentukan variabel keputusan;
- (c) menentukan fungsi kendala;
- dan (d) menentukan fungsi tujuan.

(2) Menentukan Solusi Model

Model yang *fuzzy linear programming* diselesaikan dengan menggunakan Pendekatan Werner. Langkah-langkah dalam penyelesaian ini adalah sebagai berikut.

- (a) Menentukan variabel-variabel sebagaimana yang telah dimodelkan;
- (b) Data yang telah dimasukkan kemudian diproses *fuzzyifikasi* dan perhitungannya menggunakan program Lindo;
- (c) Diperoleh hasil akhir, berupa data *fuzzy*;
- (d) Dilakukan proses *defuzzyifikasi* dan perhitungannya menggunakan program Lindo;
- (e) Menginterpretasi hasil akhir yang diperoleh.

(3) Program Lindo

Langkah-langkah dalam menentukan penyelesaian program linear dengan menggunakan program Lindo adalah sebagai berikut.

- (a) Membuka program Lindo;
- (b) Memasukkan data ke dalam lembar kerja Lindo yang bersesuaian dengan fungsi tujuan dan fungsi kendala;
- (c) Mencari penyelesaian dari persamaan yang telah dimasukkan;
- (d) Membaca terjemahan hasil solusi yang diperoleh dari *output* Lindo untuk menjawab

permasalahan yang ada.

III. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Fuzzy Logic

Berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam produksi erat hubungannya dengan ketidakpastian. Guna menggambarkan keadaan kehidupan sehari-hari yang tidak pasti maka muncul istilah *fuzzy*, yang pertama kali dikemukakan oleh Zadeh (1962). Atas dasar inilah Zadeh (1965) berusaha memodifikasi teori himpunan, di mana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Himpunan inilah yang disebut sebagai himpunan *fuzzy* (*fuzzy sets*).

Fuzzy sets adalah sebuah himpunan yang di dalamnya terdapat elemen yang mempunyai derajat keanggotaan yang berbeda-beda. Ide ini bertolak belakang dengan himpunan, karena keanggotaan dari himpunan tidak akan menjadi anggota kecuali jika keanggotaannya penuh pada himpunan ini. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010:3), pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam himpunan A , yang ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan sebagai berikut.

(1) Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan; atau

(2) Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

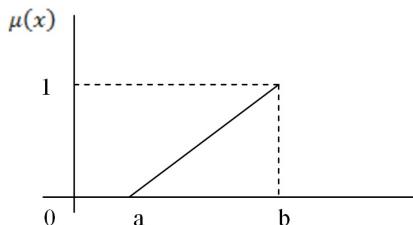
Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada interval 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*, berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . Keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas memiliki kemiripan. Kemiripan tersebut menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keserangan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai

keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010:8), ada beberapa fungsi yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan, yaitu:

(1) Representasi Linear

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.



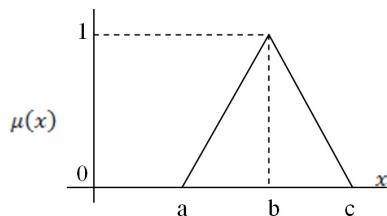
Gambar 1. Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$$

(2) Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga ditandai oleh adanya tiga parameter (a , b , c) yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut.



Gambar 2. Kurva Segitiga

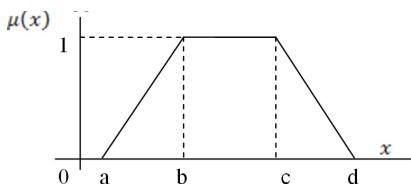
Fungsi Keanggotaan:

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

(3) Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium pada dasarnya seperti

bentuk segitiga, tetapi ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 3. Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases}$$

4.2. Fuzzy Linear programming

Fuzzy linear programming merupakan salah satu aplikasi dari *fuzzy sets theory* dalam pembuat keputusan yang pertama kali dikenalkan oleh Zimmermann (1978).

Definisi

Bentuk *fuzzy linear programming* secara umum didefinisikan

$$\text{Max } \tilde{z} = c\tilde{x}$$

dengan fungsi kendala

$$\begin{aligned} A\tilde{x} &= \tilde{b} \\ \tilde{x} &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

dengan

$$\tilde{b} \in (F(\mathbb{R}))^m, \tilde{x} \in (F(\mathbb{R}))^n, A \in \mathbb{R}^{m \times n}, c \in \mathbb{R}^n,$$

dan \tilde{x} adalah suatu derajat fungsi linear.

Pendekatan Werner

Model umum dari *a linear programming with fuzzy inequalities and crisp objective function* adalah (Bector & Chandra. 2005:62):

$$\begin{aligned} \text{Max } & cx \\ \text{h.m } & \\ A_i x &\lesssim b_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ \tilde{x} &\geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

dengan “ \lesssim ” merupakan bentuk *fuzzy* dari “ \leq ” yang menginterpretasikan “kurang dari atau sama dengan”.

Persamaan (2) adalah bentuk umum dari *fuzzy linear programming* dengan sumber

(nilai ruas kanan) yang bernilai *fuzzy*. Diberikan $p_i > 0$ suatu toleransi yang diperbolehkan untuk ditambahkan pada persamaan ke i dengan sumber b_i , kemudian *fuzzy inequality* $A_i x \lesssim b_i$ ditetapkan sebagai $A_i x \leq b_i + \theta p_i$, dimana $\theta \in [0,1]$. Dengan kata lain, *fuzzy constraint* $A_i x \lesssim b_i$ didefinisikan sebagai suatu *fuzzy sets* dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$\mu_i(A_i x) = \begin{cases} 1, & A_i x \leq b_i \\ 1 - \frac{A_i x - b_i}{p_i}, & b_i \leq A_i x \leq b_i + p_i \\ 0, & A_i x \geq b_i + p_i \end{cases} \quad (3)$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, m$.

Untuk $\alpha \in [0,1]$ dimisalkan, $X_\alpha = \{x \in \mathbb{R}^n, x \geq 0 \text{ dan } \mu_i(A_i x) \geq \alpha, (i = 1, 2, \dots, m)\}$

kemudian masalah (2) setara dengan

$$\text{Max } cx$$

$$\text{h.m } x \in X_\alpha \quad (4)$$

substitusikan fungsi keanggotaan $\mu_i(A_i x)$ dengan masalah (4), diperoleh (Bector dan Chandra, 2005:62):

$$\text{Max } cx$$

$$\text{h.m}$$

$$A_i x \leq b_i + (1 - \alpha)p_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

$$x \geq 0,$$

$$\alpha \in [0,1].$$

yang mana setara dengan masalah program linear yang standar dengan $\theta = (1 - \alpha)$.

Oleh sebab itu, masalah *fuzzy linear programming* bisa diselesaikan dengan cara yang digunakan dalam masalah pada *crisp linear programming*. Disini, mungkin perlu dicatat bahwa hasil yang diperoleh memiliki solusi optimal untuk setiap $\alpha \in [0,1]$.

4.3. Fuzzyifikasi

Proses *fuzzyifikasi* merupakan proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).

Werner (1987) mengusulkan metode berikut untuk menyelesaikan masalah ini, fungsi tujuan harus berbentuk bilangan *fuzzy* karena pertidaksamaan kendala bernilai *fuzzy*. Lebih lanjut, untuk membangun fungsi keanggotaan untuk fungsi tujuan, Werner (1987) menyarankan untuk memecahkan dua masalah program linear yaitu menghitung nilai *lower bound* (batas bawah) dan *upper bound* (batas atas) dari inisialisasi awal variabel keputusan dan batasan. Untuk menghitung nilai *lower bound* dan *upper bound* ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode simpleks.

Batas bawah dari nilai optimal dinotasikan dengan Z_L , didapat dari pemecahan program linear berikut.

$$\text{Max } Z_L = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{kendala } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n.$$

Batas atas dari nilai optimal dinotasikan dengan Z_U , didapat dari pemecahan program linear berikut (Sutapa, 2000:30-31).

$$\text{Max } Z_U = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{kendala } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i + p_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

dengan p_i adalah toleransi yang diberikan pada kendala ke- i ($i=1, 2, \dots, m$).

4.4. Defuzzyifikasi

Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi varibel numerik *non fuzzy* melalui proses *defuzzyifikasi*.

Setelah diperoleh nilai Z_L dan Z_U , dapat dibuat fungsi keanggotaan untuk fungsi obyektif.

$$\mu_0(cx) = \begin{cases} 1, & cx \leq Z_L \\ 1 - \frac{Z_U - cx}{Z_U - Z_L}, & Z_L \leq cx \leq Z_U \\ 0, & cx \geq Z_U \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi kendala dan fungsi objektif yang diwakili oleh fungsi keanggotaan pada (3) dan (5), maka dalam menyelesaikan masalah tujuan ganda dapat menggunakan metode min maks.

$$\text{Max } \alpha$$

$$\text{h.m } \mu_0(x) \geq \alpha$$

$$\mu_i(x) \geq \alpha, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\alpha \in [0,1], x \geq 0. \quad (6)$$

Substitusikan persamaan (3) dan (5) ke persamaan (6). Dan dapat disimpulkan bahwa masalah *fuzzy linear programming* pada persamaan (2) dapat diselesaikan dengan menyelesaikan masalah program linear standar berikut (Wang, 1997:385).

$$\begin{aligned} \text{Maksimumkan } & \alpha \\ \text{dengan batasan } & -\alpha(Z_U - Z_L) + cx \geq Z_L \\ & \alpha p_i + A_i x \leq b_i + p_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

$$\alpha \in [0,1], x \geq 0.$$

4.5. Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT Nyonya Meneer Semarang yang merupakan data pada bulan Agustus 2011 yang meliputi data biaya produksi, komposisi jamu, persediaan bahan baku, pesanan, dan kapasitas produksi. Data persediaan bahan baku dinyatakan dalam satuan kilogram. PT Nyonya Meneer masih bisa memungkinkan melakukan penambahan pada persediaan bahan baku. Hal tersebut terjadi karena melihat produksi periode-periode sebelumnya terjadi kerusakan packing jadi perusahaan memungkinkan penambahan bahan baku dan produksi guna memenuhi pesanan yang ada. Penambahan bahan baku tidak melebihi 1% dari data yang ada. Data pesanan jenis jamu dinyatakan dalam satuan kilogram. Produksi jamu pada PT Nyonya Meneer Semarang disesuaikan pada data pesanan yang ada. Tetapi dalam kenyataannya perusahaan selalu melakukan penambahan produksi sebesar 5% dari data pesanan untuk mengantisipasi kerusakan packing.

4.5.1. Fuzzyifikasi

Proses *fuzzyifikasi* ini dilakukan untuk mendapatkan nilai dari model *lower* dan model *upper* yang dibentuk. Model-model matematika tersebut diselesaikan dengan bantuan program Lindo.

a. Model lower

Model *lower* dari masalah tersebut adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan

$$\text{Max } Z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

Kendala Persediaan bahan baku

$$0.25x_2 + 0.25x_3 \leq 1174,25$$

$$0.29x_2 + 0.4x_3 + 0.2x_4 \leq 2168,18$$

$$0.05x_2 + 0.1x_3 \leq 432,6$$

$$0.2x_1 + 0.25x_4 \leq 582,75$$

$$0.05x_2 + 0.2x_4 \leq 408,1$$

$$0.2x_1 + 0.1x_3 \leq 514,5$$

$$0.25x_1 + 0.17x_2 \leq 274,89$$

Kendala Pesanan Jamu

$$\begin{aligned}
 x_1 &\geq 595,441 & -74,193\alpha + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &\geq 7144,281 \\
 x_2 &\geq 740,075 & 11,74\alpha + 0,25x_2 + 0,25x_3 &\leq 1185,99 \\
 x_3 &\geq 3955 & 21,68\alpha + 0,29x_2 + 0,4x_3 + 0,2x_4 &\leq 2189,86 \\
 x_4 &\geq 1850,1 & 4,33\alpha + 0,05x_2 + 0,1x_3 &\leq 436,93
 \end{aligned}$$

Kendala kapasitas produksi

$$\begin{aligned}
 x_1 &\leq 669,5 & 5,83\alpha + 0,2x_1 + 0,25x_4 &\leq 588,58 \\
 x_2 &\leq 771,5 & 4,08\alpha + 0,05x_2 + 0,2x_4 &\leq 412,18 \\
 x_3 &\leq 4155 & 5,15\alpha + 0,2x_1 + 0,1x_3 &\leq 519,65 \\
 x_4 &\leq 1950,3 & 2,75\alpha + 0,25x_1 + 0,17x_2 &\leq 277,64
 \end{aligned}$$

Kendala non-negatif

$$\begin{aligned}
 x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0. & x_2 &\geq 740,75 \\
 & & x_3 &\geq 3955 \\
 & & x_4 &\geq 1850,1 \\
 & & x_1 &\leq 669,5 \\
 & & x_2 &\leq 771,5 \\
 & & x_3 &\leq 4155 \\
 & & x_4 &\leq 1950,3 \\
 & & x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0, \alpha \in [0,1].
 \end{aligned}$$

b. Model upper

Model *upper* dari masalah tersebut adalah sebagai berikut.

Fungsi Tujuan

$$\text{Max } Z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

Kendala Persediaan bahan baku

$$0,25x_2 + 0,25x_3 \leq 1185,99$$

$$0,29x_2 + 0,4x_3 + 0,2x_4 \leq 2189,86$$

$$0,05x_2 + 0,1x_3 \leq 432,93$$

$$0,2x_1 + 0,25x_4 \leq 588,58$$

$$0,05x_2 + 0,2x_4 \leq 412,18$$

$$0,2x_1 + 0,1x_3 \leq 519,65$$

$$0,25x_1 + 0,17x_2 \leq 277,64$$

Kendala Pesanan Jamu

$$x_1 \geq 595,441$$

$$x_2 \geq 740,75$$

$$x_3 \geq 3955$$

$$x_4 \geq 1850,1$$

Kendala kapasitas produksi

$$x_1 \leq 669,5$$

$$x_2 \leq 771,5$$

$$x_3 \leq 4155$$

$$x_4 \leq 1950,3$$

Kendala non-negatif

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

4.5.2. Defuzzifikasi

Setelah diperoleh nilai *fuzzy* dari fungsi tujuan, selanjutnya dibentuk model *fuzzy linear programming* sebagai berikut.

Maksimumkan : α

h.m.

IV. Simpulan

Berdasarkan perhitungan model *fuzzy linear programming* dengan menggunakan program Lindo diperoleh hasil sebagai berikut.

- Banyaknya produksi jamu galian singset adalah 597,929 kg;
- Banyaknya produksi jamu singkir angin adalah 745,63 kg;
- Banyaknya produksi jamu ngeres linu adalah 3974,41 kg;
- Banyaknya produksi jamu awet ayu adalah 1864,1 kg.

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai $\alpha = 0,5093$ yaitu derajat keanggotaan dari fungsi tujuan yang mengandung arti penambahan produksi cukup dilakukan sebanyak $\alpha x (Z_U - Z_L) = 0,50933 \times 74,193 = 37,789$ kg.

Biaya hasil perhitungan dengan model *fuzzy linear programming* adalah sebesar Rp 221.543.733,45, model *upper* sebesar Rp 222.666.495,22, dan realisasi biaya produksi pada PT Nyonya Meneer sebesar Rp 222.666.751,30. Berdasarkan ketiga hasil perhitungan biaya tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya produksi model *fuzzy linear programming* kurang dari biaya produksi model *upper* kurang dari realisasi biaya produksi PT Nyonya Meneer Semarang.

Penambahan bahan baku yang sebaiknya dilakukan maksimal hanya 0,5% dari bahan baku yang tersedia karena dengan

penambahan bahan sebanyak itu sudah dapat memenuhi pesanan. Adapun rinciannya sebagai berikut.

- Penambahan bahan baku jahe sebanyak 5,76 kg.
- Penambahan bahan baku temulawak sebanyak 10,64 kg.
- Penambahan bahan baku lengkuas sebanyak 2,12 kg.
- Penambahan bahan baku kunir sebanyak 2,86 kg.
- Penambahan bahan baku kencur sebanyak 2 kg.
- Penambahan bahan baku temu hitam sebanyak 2,53 kg.
- Penambahan bahan baku pulosari sebanyak 1,35 kg.

Daftar Pustaka

- Bector, R.C. & Chandra S. 2005. *Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kusumadewi, S. & Hari P. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutapa, Nyoman. 2000. Jurnal Teknik Industri. *Masalah Program Linear Fuzzy Dengan Fungsi Keanggotaan Linear*. Universitas Kristen Petra. Vol. 2, NO. 1. Halaman 28-33.
- Wang, L. X. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. United State: Prentice-Hall, Inc.
- Werner, B. 1987. *Fuzzy Sets and Systems. An Interactive Fuzzy Programming System*. Vol. 23. Page: 131-147.
- Zadeh, L. A. 1965. *Information and Control. Fuzzy Sets*. Vol. 8. Page: 338-353.
- Zadeh, L. A. 1962. *Proceedings of the IRE. From Circuit Theory to System Theory*. Vol. 8. No. 5. Page: 856-865.
- Zimmermann, H. J. 1978. *Fuzzy Sets and Systems. Fuzzy Programming and Linear Programming with Several Objective Function*. Vol. 1. Page: 45-55