 ISBN : **978-979-16353-8-7**

T-11

PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA PROGRAM LINEAR

RIVELSON PURBA[1]

[1]FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS MUSAMUS

MERAUKE

etong_extreme@yahoo.com

ABSTRAK

Purba, Rivelson. 2012. **Penerapan Logika Fuzzy Pada Program Linear**. Makalah Jurusan Matematika FKIP Universitas Musamus Merauke.

Program linear merupakan model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber yang terbatas secara optimum. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas untuk memperoleh tingkat keuntungan maksimal atau biaya yang minimal. Program linear saat ini masih menjadi pilihan utama dalam meyelesaikan masalah tersebut. Logika fuzzy dapat digabungkan untuk pada program linear ini bertujuan untuk memasukan asumsi-asumsi yang belum dimuat dalam program linear. Hasil dari keduanya adalah program linear fuzzy yang mempunyai penyelesaian yang lebih optium dibandingkan dengan program linear biasa

Kata kunci: Optimum, Logika Fuzzy, Program Linear

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Optimasi adalah sarana untuk mengekspresikan model matematika yang bertujuan memecahkan masalah dengan cara terbaik. Model optimasi telah digunakan selama berabad-abad. Untuk tujuan bisnis, hal ini berarti memaksimalkan keuntungan dan efisiensi serta meminimalkan kerugian, biaya atau resiko.

Program linear merupakan model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas untuk memperoleh tingkat keuntungan maksimal atau biaya yang minimal. Pada masa ini pun, program linear masih menjadi pilihan utama dalam meyelesaikan masalah tersebut.

Apabila suatu masalah program linear hanya mengandung dua kegiatan (variabel keputusan) saja, maka dapat diselesaikan dengan metode grafik. Bila terdapat lebih dari dua variabel maka metode grafik tidak dapat digunakan lagi, sehingga diperlukan metode simpleks. Metode ini lazim dipakai untuk menentukan kombinasi dari tiga variabel atau lebih. Kedua metode ini sampai sekarang masih sangat popular dan masih mengalami perkembangan di antara salah satunya menggunakan logika fuzzy.

Semua masalah dalam dunia nyata erat hubungannya dengan masalah manusia, yang mengandung ketidakpastian. Dari kebutuhan untuk menggambarkan keadaan dunia nyata yang tidak pasti ini muncul istilah fuzzy, yang pertama kali diperkenalkan oleh Profesor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada tahun 1965. Teori ini dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam masalah dunia nyata. Teori ini memperkenalkan yang keanggotaannya dinyatakan dengan derajat keanggotaan tertentu dalam selang tertutup antara 0 dan 1.

Program linear fuzzy adalah program linear yang dinyatakan dengan fungsi objektif dan fungsi kendala yang memiliki parameter fuzzy dan ketidaksamaan fuzzy. Tujuan dari program linear fuzzy adalah mencari solusi yang dapat diterima berdasarkan kriteria yang dinyatakan dalam fungsi objektif dan kendala. Solusi tersebut berbentuk himpunan fuzzy yang memiliki derajat kebenaran tertentu pada selang [0,1]. Berdasarkan hal tersebut penulis berminat menjadikan program linear fuzzy sebagai judul makalah yang akan dibahas oleh penulis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu;

1. Bagaimana peranan logika fuzzy dalam menyelesaikan masalah program linear dalam kasus memaksimalkan?
2. Apa kelebihan program linear secara fuzzy dibanding program linear biasa dalam mencari solusi yang optimal dalam kasus memaksimalkan?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini makalah adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peranan teori fuzzy dalam menyelesaikan masalah program linear fuzzy.
2. Mengetahui kelebihan program linear fuzzy dibandingkan program linear biasa dalam mencari solusi yang optimal.

1.4 Manfaat Penulisan

Hasil penulisan ini diharapkan dapat berguna untuk menambah pemahaman bagi pihak-pihak yang tertarik untuk mempelajari materi mengenai program linear fuzzy.

BAB II
PENERAPAN LOGIKA FUZZY DALAM MENYELESAIKAN PROGRAM LINEAR FUZZY

2.1 Model Matematika

Model matematika merupakan ungkapan suatu masalah dalam bahasa matematika. Suatu model matematika menggambarkan masalah dengan cara yang lebih singkat dengan menerjemahkan tiap masalah yang kita hadapi ke dalam simbol-simbol yang menunjang proses analisis untuk memudahkan menghadapi masalah secara keseluruhan dan mempertimbangkan semua hubungan yang saling terkait secara simultan. Model matematika merupakan jembatan bagi pemakaian teknik-teknik matematika dan komputer yang canggih dalam menganalisa masalah.

Tahapan dalam penyusunan model matematika suatu program linear adalah:

1. Menentukan tipe dari masalah.
   a. Masalah maksimum atau minimum,
   b. Jika masalahnya menyangkut informasi tentang keuntungan, biasanya masalah memaksimumkan,
   c. Jika masalahnya berkaitan dengan biaya, biasanya masalah meminimumkan.

2. Mendefinisikan variabel keputusan.
3. Merumuskan fungsi tujuan.

4. Merumuskan kendala.
   Ada dua pendekatan dasar, yaitu:
   a. Pendekatan ruas kanan
      Nilai ruas kanan (bi) dalam daftar informasi merupakan besar maksimum atau minimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah maksimum atau minimum. Arah tanda ketidaksamaan didasarkan pada nilai bi maksimum atau minimum sumber daya.
   b. Pendekatan ruas kiri
      Dengan meletakkan semua nilai sebagai koefisien teknis dan daftarnya dalam baris dan kolom. Baris-baris akan merupakan koefisien teknis dari satu variabel keputusan.

5. Persyaratan nonnegative.
   Pada setiap variabel diberikan nilai nonnegatif, sebab variabel keputusan biasanya mewakili banyaknya unit dari beberapa produksi atau sesuatu untuk diproduksi atau suatu pelayanan tertentu.

2.2 Persoalan Optimasi dan Program Linear

Masalah optimasi adalah masalah memaksimumkan atau meminimumkan sebuah besaran tertentu yang disebut tujuan objektif (*objektive*) yang bergantung pada sejumlah berhingga variabel masukan (*input variables*). Variabel-variabel ini dapat tidak saling bergantung, atau saling bergantung melalui satu atau lebih kendala (*constrains*). Persoalan optimasi merupakan persoalan mencari nilai numerik terbesar (maksimasi) atau nilai numerik terkecil (minimasi) yang mungkin dari sebuah fungsi dari sejumlah variabel tertentu.

Dalam sebuah persoalan optimasi, kita mencari nilai untuk variabel-variabel yang tidak melanggar (bertentangan) dengan kendala-kendala yang menyangkut variabel-variabel tersebut dan yang memberikan nilai optimum (maksimum atau minimum) pada fungsi yang hendak dioptimumkan itu. Biasanya kendala-kendala tersebut meliputi tenaga kerja, uang/modal, material yang merupakan *input* serta waktu dan ruang.

Persoalan *Program Linear* atau *Linear Program* ialah suatu persoalan untuk menentukan besarnya masing-masing nilai variabel sedemikian rupa sehingga nilai fungsi tujuan (*objektive function*) yang linear menjadi optimum (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada yaitu pembatasan mengenai inputnya ke dalam model matematik persamaan linear. Pembatasan-pembatasan inipun harus dinyatakan dalam ketidaksamaan yang linear (*linear inequalities*).

Agar suatu masalah optimasi dapat diselesaikan dengan program linear, ada beberapa syarat atau karakteristik yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Masalah tersebut harus dapat diubah menjadi permasalahan matematis. Ini berarti bahwa masalah tersebut harus bisa dituangkan ke dalam bentuk model matematik, dalam hal ini model linear, baik berupa persamaan maupun pertidaksamaan.
2. Adanya sasaran. Sasaran dalam model matematika masalah program linear berupa fungsi tujuan (fungsi objektif) yang akan dicari nilai optimalnya (maksimum/ minimum).
3. Ada tindakan alternatif, artinya nilai fungsi tujuan dapat diperoleh dengan berbagai cara dan diantaranya alternatif itu memberikan nilai optimal.
4. sumber-sumber tersedia dalam jumlah yang terbatas (bahan mentah terbatas, modal terbatas, waktu terbatas, dll). Pembatasan-pembatasan harus dinyatakan di dalam ketidaksamaan yang linear (*linear inequalities*).
5. Keseluruhan sistem permasalahan harus dapat dipilah-pilah menjadi satuan-satuan aktivitas; sebagai misal: $a_{11} X_1 + a_{12} X_2 \leq k_1$, dimana X_1 dan X_2 adalah aktivitas.
6. Masing-masing aktivitas harus dapat ditentukan dengan tepat baik jenis maupun letaknya dalam model programasi.
7. Setiap aktivitas harus dapat dikuintifikasikan sehingga masing-masing nilainya dapat dihitung dan dibandingkan.
8. Koefisien model diketahui dengan pasti.
9. Bilangan yang digunakan dapat bernilai bulat/pecahan.
10. Semua variabel keputusan harus bernilai non negatif.

Program linear merupakan matematika terapan dari aljabar linear dimana dalam memecahkan persoalan dunia nyata melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Menentukan aktivitas.
2. Menentukan sumber-sumber (masukan).
3. Memahami masalah di bidang yang bersangkutan.
4. Menghitung jumlah masukan dan keluaran untuk setiap satuan aktivitas.
5. Menentukan kendala-kendala aktivitas.
6. Menyusun/merumuskan model matematika, yakni membentuk fungsi tujuan dan fungsi kendalanya.

7. Menyelesaikan model matematika (mencari jawaban model).
8. Menafsirkan jawaban model menjadi jawaban atas masalah yang nyata.

Model umum program linear dapat dirumuskan ke dalam model matematik sebagai berikut:

Fungsi tujuan: $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + ... + C_nX_n = \sum_{j=1}^{n} C_jX_j$

(memaksimalkan/meminimumkan)

Fungsi batasan: $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + ... + a_{1n}X_n \leq atau \geq b_1$

(fungsi kendala) $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + ... + a_{2n}X_n \leq atau \geq b_2$

$$a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + ... + a_{3n}X_n \leq atau \geq b_3$$

$$\vdots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + ... + a_{mn}X_n \leq atau \geq b_m$$

$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}X_j \leq atau \geq b_j$ untuk i = 1, 2, ..., m

$X_1, X_2, \ldots, X_n \geq 0$

syarat variabel $X_j \geq 0$ untuk j = 1, 2, ..., n.

Jika fungsi tujuan memaksimalkan Z, maka tandanya ≤,
Jika fungsi tujuan meminimumkan Z, maka tandanya ≥

Keterangan: c_j = koefisien harga variabel pengambilan keputusan dalam fungsi tujuan, atau parameter yang dijadikan kriteria optimasi.
x_j = variabel pengambilan keputusan yang harus dicari atau variabel aktivitas (keluaran atau output).
a_{ij}= konstanta variabel aktivitas ke-j dalam pembatasan ke-i
b_i = sumber daya yang terbatas atau konstanta (nilai sebelah kanan) dari pembatas ke-i, yang membatasi aktivitas berkaitan dengan usaha mengoptimalkan fungsi tujuan, bi juga disebut sebagai masukan (input).
Z= nilai skalar yang berkaitan dengan kriteria pengambilan keputusan fungsi tujuan.

2.2. Program Linear Fuzzy

Penyelesaian dengan *Fuzzy Linear Progamming* (FLP), adalah pencarian suatu nilai Z yang merupakan fungsi obyektif yang akan dioptimasikan sedemikian rupa sehingga tunduk pada batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan fuzzy. Dalam penjelasan selanjutnya hanya akan dibahas untuk persoalan maksimisasi. Model matematika untuk persoalan maksimisasi adalah sebagai berikut:

Tentukan x sedemikian hingga :

$$c^T x \;\underset{\sim}{\geq}\; Z$$

$$Ax \;\underset{\sim}{\leq}\; b$$

$$X \geq 0 \qquad (1)$$

Dengan tanda ' $\underset{\sim}{\leq}$ ' merupakan bentuk fuzzy dari '≤' yang menginterpretasikan pada dasarnya kurang dari atau sama dengan.

Demikian pula, tanda ' $\underset{\sim}{\geq}$ ' merupakan bentuk fuzzy dari '≥' yang menginterpretasikan pada dasarnya lebih dari atau sama dengan.

Untuk kasus minimasi pada Fuzzy Linear Programming

Tentukan x sedemikian hingga:

$$c^T x \underset{\sim}{\leq} Z$$
$$Ax \underset{\sim}{\geq} b$$
$$X \geq 0 \qquad (2)$$

Bentuk persamaan (1) dan (2) dapat dibawa ke dalam bentuk persamaan yaitu:

$$Bx \underset{\sim}{\leq} d$$
$$x \geq 0 \qquad (3)$$

Dengan :

$$B = \begin{pmatrix} -c \\ A \end{pmatrix} \text{; Dan } d = \begin{pmatrix} -Z \\ b \end{pmatrix} \text{; Untuk kasus maksimasi, atau,}$$

$$B = \begin{pmatrix} c \\ -A \end{pmatrix} \text{; Dan } d = \begin{pmatrix} Z \\ -b \end{pmatrix} \text{; Untuk kasus minimasi.}$$

Tiap-tiap baris atau batasan (0, 1, 2, …, m) akan direpresentasikan dengan sebuah himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan pada himpunan ke-i adalah $\mu_i[B_i x]$.

Fungsi keanggotaan untuk model keputusan himpunan fuzzy dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_D[Bx] = \min\{\mu_i[B_i x]\} \qquad (4)$$

Tentu saja diharapkan akan mendapatkan solusi terbaik, yaitu suatu solusi dengan nilai keanggotaan yang paling besar, dengan demikian solusi yang sebenarnya adalah:

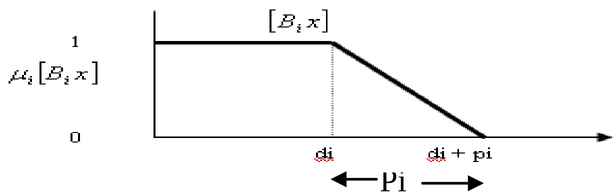
$$\max_{x \geq 0} \mu_D[Bx] = \max_{x \geq 0} \min_i \{\mu_i[B_i x]\} \qquad (5)$$

dari sini terlihat bahwa $\mu_i[B_i x]$ = 0 jika batasan ke-i benar-benar dilanggar. Sebaliknya, $\mu_i[B_i x]$ = 1 jika batasan ke-i benar-benar dipatuhi. Nilai $\mu_i[B_i x]$ akan naik secara monoton pada selang [0,1], yaitu:

$$\mu_i[B_i x] = \begin{cases} 1\,; & jika\ B_i x \leq d_i \\ \in [0,1]; & jika\ d_i < B_i x \leq d_i + Pi \\ 0\,; & jika\ B_i x > d_i + Pi \end{cases} \qquad (6)$$

i = 1, 2, . . ., m

Gambar 2.6 menunjukan fungsi keanggotaan tersebut



Gambar 2.6 Fungsi keanggotaan

Fungsi Keanggotaan

$$\mu_i[B_i x] = \begin{cases} 1; & jika\ B_i x \le d_i \\ 1 - \dfrac{B_i x - d_i}{Pi}; & jika\ d_i < B_i x \le d_i + Pi \\ 0; & jika\ B_i x > d_i + Pi \end{cases} \qquad (7)$$

dengan pi adalah toleransi interval yang diperbolehkan untuk melakukan pelanggaran baik pada fungsi obyektif maupun batasan. Dengan mensubstitusikan persamaan (7) ke (5) akan diperoleh:

$$\max_{x\ge 0} \mu_D[Bx] = \max_{x\ge 0} \min_i \left\{1 - \frac{B_i x - d_i}{Pi}\right\} \qquad (8)$$

Dari Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa, semakin besar nilai domain, akan memiliki nilai keanggotaan yang cenderung semakin kecil. Sehingga untuk mencari nilai λ -cut dapat dihitung sebagai , dengan: λ = 1 – *t*, dengan:

$d_i + p_i =$ *ruas kanan batasan ke-I* (9)

Dengan demikian akan diperoleh bentuk linear programming baru sebagai berikut:

Maksimumkan: λ

Dengan batasan: $\lambda p_i + B_i x \le d_i + p_i$, i = 0, 1, …, m

x≥0 (10)

Untuk menggambarkan beberapa konsep yang telah diberikan terlihat berkaitan, maka berikut ini akan dibahas beberapa contoh dari masalah program linear fuzzy dengan metode yang ada

Contoh Kasus.

Suatu perusahaan Roti memproduksi roti jenis I dan roti jenis II dengan bahan-bahan mentah mentega, tepung, dan gula. Kebutuhan bahan per jenis roti dan batas persediaan bahan baku untuk satu masa produksi dan besar laba dari penjualan per unitnya tertera dalam tabel berikut. Namun demikian pihak perusahaan masih memungkinkan adanya penambahan tiap bahan baku sampai dengan 10% dari tiap bahan baku yang ada, asalkan dengan penambahan yang sedikit saja, keuntungan yang diperoleh perusahaan akan bertambah.

Bahan	Satuan unit		Kebutuhan produksi		Satuan
	Roti jenis I	Roti jenis II	Jumlah bahan baku	Toleransi(p_i)	
Mentega	1	2	40	10%*40=4 (p_1)	Ons
Tepung	5	4	90	10%*90=9,0 (p_2)	Kilogram
Gula	3	1	45	10%*45=4,5 (p_3)	Ons
Laba	40	50			Ribu rupiah

Tabel 2.1 Soal kasus 1

Penyelesaian:

Variabel keputusan:

- x_1 : jumlah roti jenis I yang diproduksi
- x_2 : jumlah roti jenis II yang diproduksi

Kasus tersebut dapat dimodelkan dalam model matematika sebagai:

Memaksimumkan : $z = 40x_1 + 50x_2$

Dengan Batasan:

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\leq 40 + 4t \\ 5x_1 + 4x_2 &\leq 90 + 9t \\ 3x_1 + x_2 &\leq 45 + 4{,}5t \\ x_1, \quad x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Menyelesaikan persoalan program linear fuzzy sedikit berbeda dengan persoalan program linear klasik. Dengan adanya perkalian antara nilai toleransi (p) dengan variabel t yang mempunyai nilai berada pada interval 0 dan 1. Oleh sebab itu penyelesaiannya pun dilakukan kasus demi kasus sebagai berikut:

a. Untuk kasus $t = 0\,(\lambda = 1)$, maka bentuk diatas setelah distandarisasikan modelnya berubah menjadi:

Persoalan di atas dapat diubah menjadi permasalahan program linear klasik, jika kita menganggap bahwa ketiga batasan tidak memiliki toleransi interval (nilai t = 0) $p_1 = p_2 = p_3 = 0$. Dengan demikian maka penyelesaian persoalan diatas dapat diselesaikan dengan metode simpleks seperti berikut ini:

Jika $p_1 = p_2 = p_3 = 0$, maka bentuk standar program linear diartas adalah:

Memaksimumkan : $z - 40x_1 - 50x_2 = 0$

Dengan batasan :

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 + S_1 \quad &= 40 \\ 5x_1 + 4x_2 \quad + S_2 \quad &= 90 \\ 3x_1 + x_2 \quad + S_3 &= 45 \end{aligned}$$

Tabel Simpleks untuk solusi awal adalah :

Basic	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	Solusi	
Z	1	-40	-50	0	0	0	0	
S_1	0	1	2	1	0	0	40	20
S_2	0	5	4	0	1	0	90	22.5
S_3	0	3	1	0	0	1	45	45

Keterangan

Variabel masuk: X_2

Variabel keluar: S_1

Tabel Simpleks untuk solusi akhir adalah :

Basic	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	0	0	15	5	0	1050
X_2	0	0	1	0.8333	0.1666	0	18,334
X_1	0	1	0	-0.667	0.333	0	3,333
S_3	0	0	0	1.16667	-0.833	1	16,667

Karena semua nilai pada baris z pada tabel solusi akhir sudah positif atau nol maka tabel solusi akhir merupakan tabel optimal.

Dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil akhirnya sebagai berikut:

$z = 1050$, $X_1 = 3{,}333$, $X_2 = 18{,}334$

b. Untuk kasus $t = 1(\lambda = 0)$, maka bentuk diatas setelah distandarisasikan modelnya berubah menjadi:

Memaksimumkan : $z - 40x_1 - 50x_2 = 0$

Dengan batasan :

$$x_1 + 2x_2 + S_1 = 44$$
$$5x_1 + 4x_2 + S_2 = 99$$
$$3x_1 + x_2 + S_3 = 49{,}5$$

Tabel Simpleks untuk solusi awal adalah :

Basic	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	Solusi	
Z	1	-40	-50	0	0	0	0	
S_1	0	1	2	1	0	0	44	22
S_2	0	5	4	0	1	0	99	24.75
S_3	0	3	1	0	0	1	49,5	49,5

Keterangan

Variabel masuk: X_2

Variabel keluar: S_1

Tabel Simpleks untuk solusi akhir adalah :

Basic	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	0	0	15	5	0	1155
X_2	0	0	1	0.8333	0.1666	0	20,166
X_1	0	1	0	-0.667	0.333	0	3,667
S_3	0	0	0	1.16667	-0.833	1	18,3334

Karena semua nilai pada baris z pada tabel simpleks terakhir sudah positif atau nol maka tabel simpleks untuk solusi akhir merupakan tabel optimal.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika $t = 1(\lambda = 0)$bahwa hasil akhirnya sebagai berikut:

$z = 1155$, $X_1 = 3{,}66667$, $X_2 = 20{,}166666$

Dari kedua hasil ($t = 1$ *dan* $t = 0$), kita dapat menentukan nilai p_0, yaitu hasil pengurangan dari z pada saat $t = 1$ dengan z pada saat $t = 0$ ($p_0 = 1155 - 1050 = 105$).

 ISBN : 978-979-16353-8-7

Untuk menghitung nilai $\lambda - \boldsymbol{cut}$, gunakan persamaan (10) yakni dengan mengambil nilai $\lambda = 1 - t$, akhirnya dapat dibentuk model Fuzzy Linear Programming sebagai berikut:

Maksimumkan: λ

dengan batasan:

$$\begin{array}{lll} 105\lambda - (40x_1 + 50x_2) & \leq 105 - 1155 & = -1050 \\ 4\lambda + x_1 + 2x_2 & \leq 4 + 40 & = 44 \\ 9\lambda + 5x_1 + 4x_2 & \leq 9 + 90 & = 99 \\ 4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 & \leq 4{,}5 + 45 & = 49{,}5 \\ \lambda, x_1, x_2 & \geq 0 & \end{array}$$

Sehingga bentuk linear programingnya menjadi:

Maksimumkan: λ

dengan batasan:

$$\begin{array}{ll} -105\lambda + 40x_1 + 50x_2 & \geq 1050 \\ 4\lambda + x_1 + 2x_2 & \leq 44 \\ 9\lambda + 5x_1 + 4x_2 & \leq 99 \\ 4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 & \leq 49{,}5 \\ \lambda, x_1, x_2 & \geq 0 \end{array}$$

Selanjutnya dilakukan proses defuzzyfikasi. Standarisasikan Modelnya dengan menambahkan variabel *slack*

Maksimumkan: $z = \lambda$

dengan batasan:

$$\begin{array}{lll} -105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - S_1 \qquad + R_1 & = & 1050 \\ 3{,}5\lambda + x_1 + 2x_2 \qquad + S_2 & = & 38{,}5 \\ 9\lambda + 5x_1 + 4x_2 \qquad + S_3 & = & 99 \\ 4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 \qquad + S_4 & = & 49{,}5 \\ \lambda, x_1, x_2, S_1, S_2, S_3, S_4 & \geq & 0 \end{array}$$

Program linear ini harus diselesaikan dengan teknik 2 fase

Tahap 1.

Menyelesaikan program linear:

Min : $\boldsymbol{r = R_1}$

Dengan batasan :

$$\begin{array}{lll} -105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - S_1 \qquad + R_1 & = & 1050 \\ 4\lambda + x_1 + 2x_2 \qquad + S_2 & = & 44 \\ 9\lambda + 5x_1 + 4x_2 \qquad + S_3 & = & 99 \\ 4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 \qquad + S_4 & = & 49{,}5 \\ \lambda, x_1, x_2, S_1, S_2, S_3, S_4 + R_1 & \geq & 0 \end{array}$$

Diperoleh variabel basic: R_1, S_2, S_3, dan S_4. Karena R_1 muncul di persamaan r, maka harus disubtitusikan dengan batasan pertama.

$$R_1 = 1050 + 105\lambda - 40x_1 - 50x_2 + S_1$$

Dengan mensubtitusikan R_1 ke persamaan r, maka program linear yangharus diselesaikan adalah:

Min : $r = 1050 + 105\lambda - 40x_1 - 50x_2 + S_1$

Dengan batasan :

$$
\begin{aligned}
-105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - S_1 \quad\quad + R_1 &= 1050 \\
4\lambda + x_1 + 2x_2 \quad + S_2 &= 44 \\
9\lambda + 5x_1 + 4x_2 \quad + S_3 &= 99 \\
4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 \quad + S_4 &= 49{,}5 \\
\lambda, x_1, x_2, S_1, S_2, S_3, S_4 + R_1 &\geq 0
\end{aligned}
$$

Tabel simpleks awal

Basic	r	λ	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	s_4	R_1	Solusi	
r	1	-105	40	50	-1	0	0	0	0	1050	
R_1	0	-105	40	50	-1	0	0	0	1	1050	21
S_2	0	4	1	2	0	1	0	0	0	44	22
S_3	0	9	5	4	0	0	1	0	0	99	24,75
S_4	0	4,5	3	1	0	0	0	1	0	49,5	49,5

Variabel masuk: X_2

Variabel keluar: R_1

Tabel simpleks untuk solusi yang baru

Basic	r	λ	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	s_4	R_1	Solusi
r	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
x_2	0	-2,1	0,8	1	-0,02	0	0	0	0,02	21
S_2	0	8,2	-0.6	0	0.04	1	0	0	-0,04	2
S_3	0	17,4	1,8	0	0,08	0	1	0	-0,08	15
S_4	0	6,6	2,2	0	0,02	0	0	1	-0,02	28,5

Tahap 2.

Menyelesaikan program linear:

Maks : $z = \lambda$

Tabel simpleks untuk solusi yang baru

Basic	r	λ	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	s_4	Solusi	
z	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
x_2	0	-2,1	0,8	1	-0,02	0	0	0	21	
S_2	0	8,2	-0.6	0	0.04	1	0	0	2	0,244
S_3	0	17,4	1,8	0	0,08	0	1	0	15	0,862
S_4	0	6,6	2,2	0	0,02	0	0	1	28,5	4,318

Variabel masuk : λ

Variabel keluar : S_2

Tabel Simpleks untuk solusi akhir adalah

Basic	r	λ	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	s_4	Solusi
z	1	0	0	0	0,005	0,072	0,238	0	0,500
x_2	0	0	0	1	-0,009	0,703	-0,211	0	19,246
λ	0	1	0	0	0,005	0,072	0,024	0	0.500
x_1	0	0	1	0	-0.002	-0,691	0.326	0	3,503
S_4	0	0	0	0	-0,008	1,048	-0,874	1	17,494

Hasil akhir diperoleh:
Maka solusi yang diperoleh :

$\lambda = 0{,}500$

$x_1 = 3{,}503$

$x_2 = 19{,}246$

Tabel Solusi *non-fuzzy vs fuzzy*

Solusi Standar	Solusi Standar
$x_1 = 3{,}3333$ $x_2 = 18.3334$ $z = 1050$	$x_1 = 3{,}503$ $x_2 = 19{,}246$ $z = 1102.42$
Nilai Batasan	Nilai Batasan
1. 40 2. 90 3. 28.333	1. 42 2.94,500 3. 29,755
	Nilai keanggotaan Batasan
	1. 0.500 $\dashrightarrow$ (44-42)/4 2. 0.500 $\dashrightarrow$ (99-94.5)/9 3.1 $\dashrightarrow$ 29.755>28.333
	$\lambda - cut = 0.500$

Dengan menggunakan hasil penyelesaian diatas maka dapat ditarik kesimpulan :

1. menggunakan program linear klasik ($t = 0$), keuntungan maksimum yang dapat diterima oleh suatu perusahaan roti sebesar Rp 1.050.000,- dengan harus memproduksi roti jenis I sebanyak 3 buah dan roti jenis II sebanyak 18 buah.
2. mengunakan program linear fuzzy $(\lambda = 0{,}5)$, keuntungan maksimum yang dapat diterima oleh perusahaan roti adalah sebesar Rp 1.102.420,- (Rp 52.420,- lebih banyak dibanding dengan hasil program linear biasa/ klasik) dengan harus memproduksi roti jenis I sebanyak 3 buah dan roti jenis II sebanyak 19 buah.

 ISBN : **978-979-16353-8-7**

BAB III
PENUTUP

Dari pembahasan pada bab II, berikut ini akan diberikan beberapa kesimpulan dan saran.

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab III, dapat disimpulkan beberapa hal yang berhubungan dengan Penerapan Logika Fuzzy Pada Program Linear Fuzzy.

1. Penyelesaian proram linear secara klasik dianggap kurang tepat lagi, hal ini disebabkan penyelesaian program linear secara klasik tidak melibatkan asumsi-asumsi yang ada padahal model yang terbentuk dalam dunia nyata selalu terbentuk dengan asumsi-asumsi yang ada.

2. Penyelesaian program linear secara logika fuzzy akan memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan penyelesaian program linear secara klasik

DAFTAR PUSTAKA

Anton, H. 1991. *Aljabar Linear Elementer (edisi kelima)*. Jakarta: Erlangga. Terjemahan oleh Pantur Silaban, Ph.D dan Drs. I Nyoman Susila, M.Sc.

Dumairy. 2003. *Matematika Terapan Untuk Bisnis Dan Ekonomi*. Yogyakakta. Penerbit BPFE.

Kusumadewi, Sri. dan Hari Punomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.

Rahmat, Basuki. 2005. *Aplikasi Fuzzy Linear Programming (FLP) untuk Optimasi Hasil Perencanaan Produksi.* Makalah disampaikan pada Seminar Nasional. Surabaya.

Supiyanto. 2007. *Penyelesaian Masalah Fuzzy Linear Programing Dengan Menggunakan Logika Fuzzy*. Laporan Penelitian. Fakultas MIPA Universitas Cenderawasih. Jayapura.

Supranto, J. 1980. *Linear Programing*. Jakarta. FE Universitas Indonesia,

Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi*. Jakarta. Binarupa Aksara

From blog Indra EHM. *Artificial Intelligence Fuzzy Linear Programing* http://ai.indra-ehm.net. Diakses tanggal 4 Oktober 2009 pukul 21.00 WIT