KAJIAN PENERAPAN PROGRAM LINEAR MULTI OBJEKTIF FUZZY INTERAKTIF PADA KEPUTUSAN PERENCANAAN TRANSPORTASI

Suroso[1)], Widodo[2)]

[1)] *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*
Jln. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275 Telepon 02476480569
Email : jwahana_tspolines@Yahoo.com
[2)] *Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada*
Jl. Kaliurang km. 4,5 Sekip Yogyakarta

Abstract
In this paper, we discusses the problem that involving the conflict fuzzy multi-objective in transportation planning which is one of special case in multi-objective linear programming. To find the simultaneously optimal solution of the problem, we use the Interactive Fuzzy Multi-Objective Linear Programming (IFMOLP) method. This method can reduce the fuzzy multi-objective linear programming problem into deterministic single objective linear programming which can be solved using simplex method. Beside that , with IFMOLP method, decision maker (DM) can establish interactively the goal from the objective function Z_k *i.e* Z_k^1 *dan* Z_k^0 *to produce the pareto optimal solution so that* $Z_k^1 \leq Z_k\,(x^*) \leq Z_k^0$.

Kata kunci: m*ulti objective transportation, IFMOLP method, Pareto optimal solution*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri untuk membuat keputusan tentang perencanaan transportasi multi objektif fuzzy sesuai dengan kondisi atau kebutuhan perusahaan tidaklah mudah.Hal ini disebabkan adanya kendala-kendala dan parameter yang berkaitan dengan masalah tranportasi tersebut tidak diketahui dengan pasti atau dalam keadaan fuzzy. Solusi yang diberikan juga harus disesuaikan dengan kondisi atau kebutuhan perusahaan, misalnya sumber daya yang ada, barang yang diproduksi atau yang akan didistribusikan. Barang yang tahan lama dan yang cepat rusak tentu membutuhkan solusi yang berbeda-beda. Disamping itu dengan fungsi-fungsi tujuan yang saling konflik menyebabkan DM mengalami kesulitan dalam membuat keputusan perencanaan transportasi yang meminimalkan secara simultan fungsi-fungsi tujuan yang saling konflik tersebut.

Untuk menjawab atau membuat keputusan tentang masalah perencanaan transportasi tersebut, tidak bisa diselesaikan dengan metode PL yang biasa karena permasalahannya multi objektif dan solusi atau penyelesaiannya juga harus disesuaikan dengan kondisi atau kebutuhan perusahaan. Berkaitan dengan hal tersebut, masalah yang akan dibahas dalam paper ini adalah menentukan solusi kompromi atau solusi optimal Pareto dari masalah transportasi tersebut sesuai dengan kebutuhan perusahaan atau keinginan pembuat keputusan (DM) dengan menggunakan metode Program Linear Multi Objektif Fuzzy Interaktif atau PLMOFI.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tesis ini adalah studi literatur. Langkah awal dari penelitian ini adalah membentuk formula atau model dari masalah transportasi multi objektif *fuzzy* dengan kendala-kendala yang ada ke dalam formula matematik dan tabel-tabel transportasi, kemudian menghitung nilai optimal dari masing-masing fungsi objektif. Selanjutnya membentuk *fuzzy* goal dan *fuzzy* kendala, kemudian membuat fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif. Langkah selanjutnya adalah membuat keputusan *fuzzy* dan maksimum keputusan *fuzzy*. Langkah terakhir adalah mentransformasikan fungsi-fungsi objektif yang sudah *difuzzykan* dari bentuk maksimum keputusan fuzzy menjadi masalah program linear *single* objektif deterministik sehingga dapat diselesaikan dengan metode yang sudah ada atau dengan bantuan software komputer. Penelitian dalam paper ini mengkaji kembali jurnal yang ditulis oleh Tien-Fu Liang (2006). Kontribusi penulis adalah melengkapi algoritma agar solusi optimal Pareto yang diperoleh sesuai dengan kondisi perusahaan atau keinginan DM. Dalam rangka menjelaskan algoritma, penulis membuat contoh-contoh dan menambahkan teorema.

Untuk mencari solusi optimal Pareto dari masalah program linear multi objektif, dibutuhkan teori-teori yang mendasarinya. Teori-teori tersebut meliputi himpunan *fuzzy*, keputusan *fuzzy*, dan maksimum keputusan fuzzy. Himpunan *fuzzy* yang dikemukakan oleh Zadeh dalam Sakawa (1993) didefinisikan sebagai berikut:

Definisi 1. Diberikan X himpunan semesta. Himpunan bagian fuzzy A dari X adalah himpunan bagian dari X yang keanggotaannya didefinisikan melalui fungsi keanggotaan (membership function) berikut :

$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$.

yang menghubungkan setiap $x \in X$ *kebilangan real* $\mu_A(x)$ *didalam interval [0,1] dengan nilai* $\mu_A(x)$ *menunjukkan derajat keanggotaan* x *dalam A.*

Dalam Sakawa (1993) dan Zimmermann (1992), Bellman dan Zadeh memperkenalkan tiga konsep dasar dalam proses pengambilan keputusan pada masalah *fuzzy*, yaitu *fuzzy* goal, kendala *fuzzy* dan *fuzzy decision* atau keputusan *fuzzy* yang didefinisikan sebagai berikut :

Definisi 2. Misalkan X adalah himpunan yang memuat alternatif solusi dari pengambil keputusan. Fuzzy goal G adalah himpunan fuzzy pada X yang didefinisikan melalui fungsi keanggotaan $\mu_G : X \rightarrow [0,1]$.

Fuzzy Contraint C adalah himpunan fuzzy pada X yang didefinisikan *melalui fungsi keanggotaan $\mu_C : X \rightarrow [0,1]$.*

Definisi 3. Diberikan X himpunan solusi yang mungkin dari suatu masalah pengambilan keputusan. Diberikan fuzzy goal G dan kendala fuzzy C.Keputusan fuzzy D adalah himpunan fuzzy D yang didefinisikan sebagai $D = G \cap C$ dengan fungsi keanggotaan $\mu_D(x) = \min\{\mu_G(x), \mu_C(x)\}$.

Untuk mendapatkan keputusan yang sama seperti keputusan pada lingkungan *non-fuzzy*, Zimmermann (1992) mengusulkan untuk memilih $x \in X$ yang memiliki derajat keanggotaan terbesar dalam himpunan keputusan *fuzzy* D. Dari sini digunakan keputusan maksimum yang didefinisikan dengan maks $\mu_D(x)$ = maks min $\{\mu_G(x), \mu_C(x)\}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a.Transportasi dengan multi objektif fuzzy saling konflik

Pandang masalah transportasi yang mendistribusikan suatu komoditi dari m sumber ke n tujuan dengan multi objektif fuzzy dengan formula model matematika sebagai berikut :

Mencari $x_{ij} \geq 0$, i = 1,2,...,m, j = 1,2,...,n yang meminimalkan fungsi objektif

$Z_k \cong \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{kij}\, x_{ij}$,

k = 1, 2, ….., p (1)

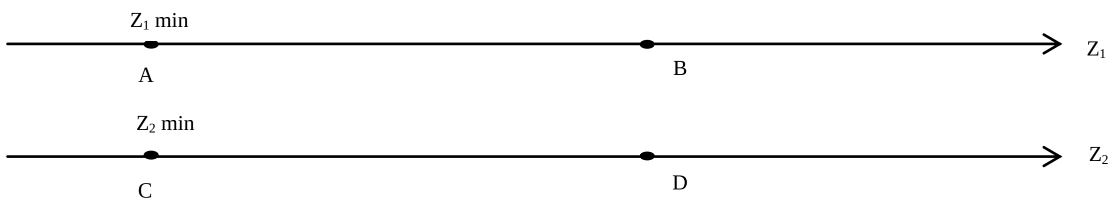
dengan kendala-kendala :

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = b_i$, i = 1, 2, ….., m

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = a_j$, j = 1, 2, ….., n

Tanda "≅" menunjukkan Z_k dalam keadaan fuzzy.

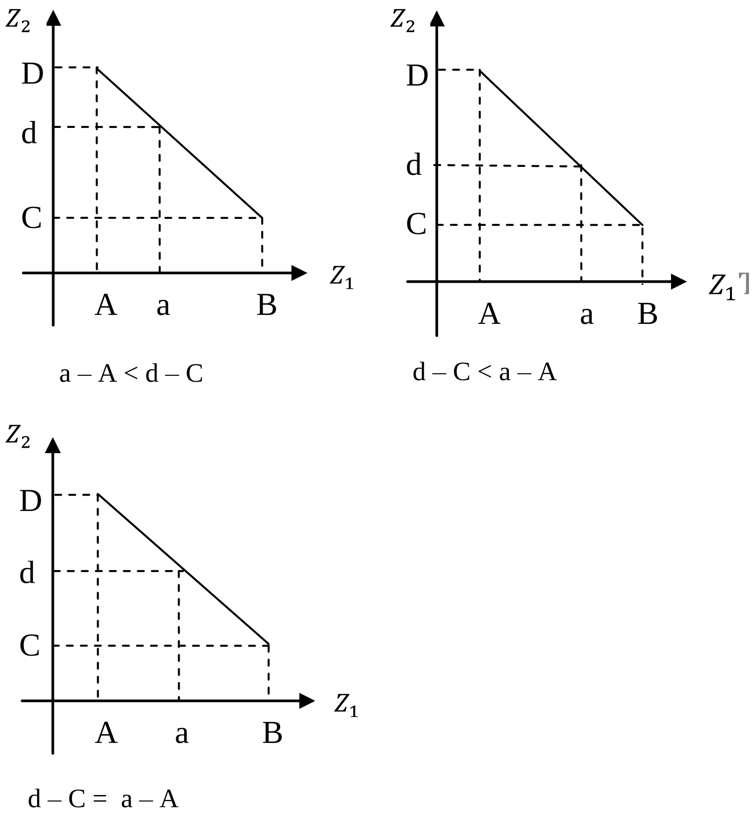
Pada umumnya solusi yang secara simultan meminimalkan semua fungsi objektif Z_k, k=1, 2, 3,…., p (solusi optimal lengkap) tidak selalu dapat ditemukan, terutama bila fungsi-fungsi objektifnya saling konflik. Fungsi-fungsi objektif dikatakan saling konflik apabila solusi optimal masing-masing fungsi objektif yang diperoleh secara individu ternyata bukan solusi optimal untuk fungsi objektif yang lainnya. Pembahasan yang dilakukan di sini adalah masalah transportasi keadaan setimbang dengan fungsi objektif saling konflik antara Z_1 dan Z_2. Z_1 adalah biaya transportasi total dan Z_2 adalah waktu total pengiriman barang dari sumber (pabrik) ke tujuan (gudang). Perhatikan Gambar 1. Hubungan antara Z_1 dan Z_2 berikut ini.



Gambar 1. Hubungan antara Z_1 dan Z_2

$A = Z_1\,(x^*) = Z_{1min}$, $B = Z_1\,(x^{**})$
$C = Z_2\,(x^{**}) = Z_{2min}$, $D = Z_2\,(x^*)$
dengan x^* dan x^{**} adalah variabel keputusan atau variabel pola pendistribusian komoditi dari sumber ke tujuan.

Dari gambar 1 terlihat bahwa ketika pola pendistribusian x^* menghasilkan beaya minimun yaitu Z_1 min, ternyata membutuhkan total waktu pengiriman yang lama D (D = tidak minimum). Sebaliknya pola pendistribusian x^{**} yang menghasilkan Z_2 minimum ternyata memerlukan biaya yang besar B (B = tidak minimum). Karena saling konflik maka jika A bergerak menuju B maka D bergerak menuju C dan sebaliknya jika C bergerak menuju D maka B bergerak menuju A. Permasalahan disini adalah bagaimana jika DM atau perusahaan menginginkan total beaya transportasi tertentu sebesar a, A< a < B dan total waktu pengiriman tertentu sebesar d, C < d < D dengan syarat a – A < d – C atau d – C < a – A, atau a – A = d – C seperti gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hubungan antara a dan d.

Atau dengan kata lain bagaimana DM mendapatkan solusi kompromi minimal secara simultan atau yang dikenal dengan solusi optimal Pareto dengan syarat seperti di atas?

b. Metode PLMOFI

Adapun langkah-langkah metode PLMOFI adalah sebagai berikut :

Langkah 1 :

Dibentuk Fuzzy Goal G, Fuzzy Constraint C dan Fuzzy Decision D dari fungsi objektif dengan D = G∩C. Z_1 sebagai Fuzzy Goal G dan Z_2 sebagai Fuzzy constraint C atau sebaliknya, tergantung keinginan DM.

Langkah 2 :

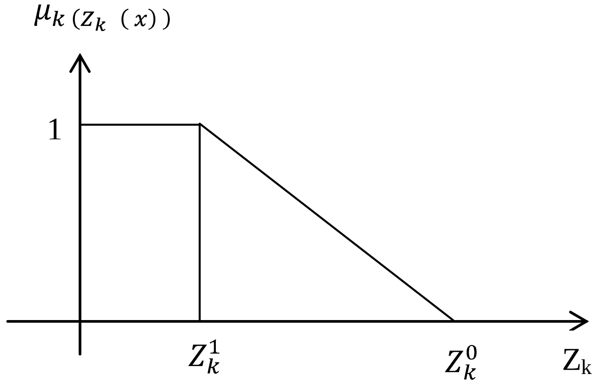
Mengitung nilai optimal (maksimum dan minimum) dari masing-masing fungsi objektif masalah transportasi dengan metode yang sudah dikenal seperti metode sudut Barat Laut, Metode Steping Stone, Metode Ongkos terkecil atau dengan Software komputer seperti POM for WINDOWS, WINQS dan lainnya.

Langkah 3 :

Merumuskan fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif.

$$\mu_{k\,(Z_k\ (x))} = \begin{cases} 0 & ,\ Z_k^{(x)} \geq Z_k^0 \\ \dfrac{Z_k^0 - Z_k}{Z_k^0 - Z_k^1} & ,\ Z_k^1 \leq Z_k^{(x)} \leq Z_k^0 \\ 1 & ,\ Z_k^{(x)} \leq Z_k^1 \end{cases}$$

Dengan Z_k^0 dan Z_k^1 masing-masing menyatakan nilai dari fungsi objektif Z_k(x) sedemikian sehingga derajat keanggotaan 0 dan 1. Gambar 3 berikut mengilustrasikan bentuk dari fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan linear untuk Z_k(x)

Langkah 4 :

Dengan menggunakan fungsi keanggotaan linear $\mu_k^L\ (Z_k\ (x))$, k = 1, 2,…,p,dan keputusan *fuzzy* dari Bellman dan Zadeh (1970), masalah program linear multi objektif asli dapat diformulasikan sebagai:

Maksimize min $\{\mu_k\ (Z_k(x))\}$, k = 1, 2,…,p (2)

dengan kendala-kendala :

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = b_i$, i = 1, 2, …., m

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = a_j$, j = 1, 2, …., n

Dengan variabel bantu λ, masalah di atas dapat direduksi menjadi masalah program linear konvensional sebagai berikut:

Maksimize λ (3)

dengan kendala-kendala :

$\lambda \leq \mu_k(Z_k(x))$,k= 1, 2,…,p.

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = b_i$, i = 1, 2, …., m

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = a_j$, j = 1, 2, …., n

$x_{ij} \geq 0$

Langkah 5 :

Menyelesaikan masalah LP pada langkah 4 untuk memperoleh solusi kompromi awal. Dengan menggunakan software komputer akan diperoleh solusi optimal Pareto.

Langkah 6 :

Jika pengambil keputusan atau DM merasa puas dengan solusi kompromi awal yang diperoleh, proses berhenti. Jika tidak, kembali ke langkah 3.

Tidak selamanya dari langkah 3 akan menghasilkan solusi optimal Pareto (x^*) sesuai dengan goal yang diinginkan DM dari masing-masing fungsi objektif. Ada 3 kemungkinan solusi optimal Pareto (x^*) yang dihasilkan dari langkah 3 ini.

1) $Z_k(x^*)$ berada di dalam interval Z_k^1(x)$\leq Z_k$(x) $\leq Z_k^0$ yaitu Z_k^1(x)$\leq$ $Z_k(x^*) \leq Z_k^0$ (x) , k=1,2,…,p. Atau dengan kata lain solusi optimal pareto sesuai dengan goal yang diinginkan DM.
2) $Z_k(x^*)$ sebagian berada didalam interval Z_k^1(x)$\leq Z_k$(x) $\leq Z_k^0$ (x) dan sebagian yang lain berada diluar interval Z_k^1(x)$\leq Z_k$(x) $\leq Z_k^0$ (x) , k=1,2,…,p.
3) $Z_k(x^*)$ semua berada diluar interval Z_k^1(x)$\leq Z_k$(x) $\leq Z_k^0$, k=1,2.

Jika yang terjadi seperti kemungkinan 2) dan 3) maka solusi optimal pareto yang diperoleh tidak sesuai dengan goal yang diinginkan DM. Supaya diperoleh solusi optimal Pareto sesuai dengan goal yang diinginkan DM harus memenuhi teorema berikut:

Teorema 1. Jika terdapat x^* *sehingga* $\mu_k(Z_k(x^*)) = \mu_l(Z_l(x^*))$, $k \neq l$, *k,l =1,2…,p,*

dan $0 \leq \mu_k(Z_k(x^*)) \leq 1$ *untuk semua k.* maka x^* *adalah solusi optimal pareto sesuai dengan goal yang diinginkan DM dari masalah program linear multi objektif (1).*

Selanjutnya akan diberikan contoh dalam membuat goal atau interval dalam menyusun fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif pada masalah transportasi seperti yang dibahas dalam paper ini agar solusi optimal Pareto yang diperoleh sesuai dengan goal yang diinginkan DM. Perhatikan kembali Gambar 1. Untuk mendapatkan solusi kompromi pada kasus a-A < d-C, dibuat interval sebagai berikut:

A$\leq Z_1 \leq$E

F-n$\leq Z_2 \leq$G-n

A=Z_1^1 , E=Z_1^0

F=D-1 , Z_2^1=F-n , Z_2^0=G-n

E-A=G-F , E-A=100 atau yang lainnya dengan Z_1min$\leq Z_1 \leq Z_1$maks, Z_2min$\leq Z_2 \leq Z_2$maks. Kemudian diiterasikan mulai *n*=1,2,3,…,[F-C], dengan [F-C] bilangan bulat yang diperoleh dengan membulatkan kebawah untuk F dan C bilangan real sebarang, akan diperoleh solusi kompromi a-A < d-C sesuai dengan goal yang diinginkan DM. Pengambilan besarnya nilai n disesuaikan dengan kondisi perusahaan atau keinginan DM.

Untuk kasus d-C < a-A , intervalnya sebagai berikut:

H-n$\leq Z_1 \leq$P-n

C$\leq Z_2 \leq$Q

H=B-1 , Z_1^1 = H-n , Z_1^0 = P-n , Z_2^1 = C , Z_2^0 =Q, P-H = Q-C , P-H = 100 atau yang lainnya dengan Z_1min$\leq Z_1 \leq Z_1$maks, Z_2min$\leq Z_2 \leq Z_2$maks. Kemudian diiterasikan mulai *n*=1,2,3,…,[H-A], dengan [H-A] bilangan bulat yang diperoleh dengan membulatkan kebawah untuk H dan A bilangan real sebarang, akan diperoleh solusi kompromi *d*-C < *a*-A sesuai dengan goal yang diinginkan DM. Pengambilan besarnya nilai *n* disesuaikan dengan kondisi perusahaan atau keinginan DM.

Untuk kasus d-C = a-A , intervalnya sebagai berikut :

A$\leq Z_1 \leq$R

C$\leq Z_2 \leq$S

Z_1^1 = A , Z_1^0 =R , Z_2^1 = C , Z_2^0 = S

R-A = S-C , R-A = 100 atau yang lainnya dengan Z_1min$\leq Z_1 \leq Z_1$maks, Z_2min$\leq Z_2 \leq Z_2$maks. Kemudian diiterasikan akan diperoleh solusi kompromi *d*-C = *a*-A sesuai dengan goal yang diinginkan DM.

Untuk menunjukkan bahwa langkah 4 memberi jaminan akan menghasilkan solusi optimal pareto dari masalah program linear multi objektif (1) ,diberikan teorema (2) dan teorema (3) berikut :

Teorema 2. x^* *adalah solusi optimal tunggal dari masalah maksimize (2) jika dan hanya jika* x^* *adalah solusi optimal pareto masalah program linear multi objektif (1)* .

Teorema 3. x^* *adalah solusi optimal tunggal masalah (3) jika dan hanya jika* x^* *adalah solusi optimal pareto dari masalah program linear multi objektif (1).*

Implementasi Metode PLMOFI

Untuk membahas masalah transportasi dengan multiobjektif Fuzzy di atas, diberikan contoh kasus dalam suatu industri sebagai berikut : perusahaan Makmur Jaya memproduksi sejumlah barang. Perusahaan tersebut mempunyai 3 pabrik dan mempunyai 5 pusat distribusi. Tabel 1. merangkum data pokok dari permasalahan perusahaan tersebut. Tiap sel menunjukkan biaya transportasi dan waktu pengiriman persatu unit melalui rute tertentu. Biaya produksi per unit adalah \$15 di pabrik pertama, \$ 10 di pabrik kedua dan di pabrik ketiga \$ 8. Masalah TPD untuk kasus industri yang ditunjukkan disini adalah berkonsentrasi pada penyusunan metode PLMOFI untuk mengoptimalkan rencana transportasi dalam keadaan Fuzzy. Tujuan yang diharapkan dari penyelesaian masalah TPD tersebut adalah untuk meminimalkan secara simultan biaya produksi dan transportasi total serta waktu pengiriman total.

Tabel 1. Data pokok masalah transportasi perusahaan Makmur Jaya

SUMBER	TUJUAN					Supply (dalam ribuan unit)
	Pusat distribusi 1	Pusat distribusi 2	Pusat distribusi 3	Pusat distribusi 4	Pusat distribusi 5	
Pabrik pertama	\$ 10 / 6 jam	\$ 12 / 8 jam	\$ 16 / 12 jam	\$ 20 / 16 jam	\$ 30 / 40 jam	18
Pabrik kedua	\$ 12 / 10 jam	\$ 7 / 10 jam	\$ 13 / 15 jam	\$ 24 / 22 jam	\$ 36 / 32 jam	24
Pabrik ketiga	\$ 14 / 12 jam	\$ 16 / 16 jam	\$ 20 / 18 jam	\$ 10 / 10 jam	\$ 32 / 30 jam	10
Demand (dalam ribuan unit)	10	8	12	16	6	52

Berdasarkan permasalahan perusahaan Makmur Jaya diatas, maka formulasi model matematika masalah transportasi adalah sebagai berikut :

Mencari $x_{ij} \geq 0$, i = 1, 2,3, j = 1, 2, 3, 4, 5

Yang meminimalkan :

Ongkos produksi dan transportasi total

$Z_1 \cong \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{5} (p_{ij} + c_{ij})\, x_{ij}$

Waktu pengiriman total

$Z_2 \cong \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{5} t_{ij}\, x_{ij}$

Dengan kendala-kendala :

$\sum_{j=1}^{5} x_{ij} = b_i$, i = 1, 2, 3

$\sum_{i=1}^{3} x_{ij} = a_j$, j = 1, 2, 3, 4, 5

Dimana :

Z_1=biaya produski dan transportasi total (\$)

Z_2=waktu pengiriman total (jam)

x_{ij}=unit barang yang dikirim dari sumber i ke tujuan j (unit)

p_{ij}=biaya produksi per unit dari sumber i ke tujuan j (\$/unit)

c_{ij}=biaya transportasi per unit dari sumber i ke tujuan j (\$/unit)

t_{ij}=waktu transportasi per unit dari sumber i ke tujuan j (jam / unit)

Dari masalah transportasi di atas kedua fungsi objektif tersebut saling berlawanan atau saling konflik. Perhatikan kembali Gb 1., untuk kasus ini diperoleh :

A = \$ 1310 , B = \$ 1.344

C = 702 jam . D = 772 jam

Sesuai permasalahan yang sudah disebutkan dimuka (lihat Gambar.2), DM harus mencari solusi kompromi yang meliputi : mencari a, 1310 < a < 1344 dan mencari d, 702 < d < 772, dengan syarat :

1) a – 1310 < d – 702
2) d – 702 < a – 1310
3) d – 702 = a – 1310

Contoh 1. Mencari solusi kompromi untuk a – 1310 < d – 702 dilakukan sebagai berikut :

Langkah 3 :

Merumuskan fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif

Diambil :

$A \leq Z_1 \leq E$, A = Z_1^1 = 1310 , E = Z_1^0 = 1410
$F – n \leq Z_2 \leq G – n$
F = D – 1 = 772 – 1 = 771 , G = 871
Dipilih n = 63 ,sehingga didapat:
Z_2^1= 771 – 63 = 708 , Z_2^0 = 871 – 63 = 808
Setelah diselesaikan diperoleh solusi optimal pareto :
x_{11} = 10 x_{14} = 6 x_{15} = 2 x_{22} = 8
x_{23} = 12 x_{25} = 4 x_{34} = 10
a = Z_1 = \$ 1.326 , d = Z_2 = 724 jam
Hasil ini sesuai dengan kasus 1, yaitu :
a – A < d – C atau 1326 – 1310 < 724 – 702
16 < 22

Contoh 2. Mencari solusi kompromi untuk d - 702 < a – 1310 dilakukan sebagai berikut :
Langkah 3 :
Merumuskan fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif
Diambil :
$H – n \leq Z_1 \leq P – n$, H = B – 1 = 1344 – 1 = 1343 , P = 1543
Dipilih n = 19 , sehingga didapat:
Z_1^1= 1343 – 19 = 1324 , Z_1^0 = 1543 – 19 = 1524
$C \leq Z_2 \leq Q$, C = Z_2^1 = 702 , Q = Z_2^0 = 902
Setelah diselesaikan diperoleh solusi optimal pareto :
x_{11} = 10 x_{13} = 1 x_{14} = 6 x_{15} = 1 x_{22} = 8 x_{23} = 11 x_{25} = 5 x_{34} = 10
a = Z_1 = \$ 1.335 , d = Z_2 = 713 jam
Hasil ini sesuai dengan kasus 2, yaitu :
d – C < a – A atau 713 – 702 < 1335 – 1310
11 < 25

Contoh 3. Mencari solusi kompromi untuk d – 702 = a – 1310 dilakukan sebagai berikut:
Langkah 3 :
Merumuskan fungsi keanggotaan linear dari masing-masing fungsi objektif.
Diambil :
$A \leq Z_1 \leq R$, A = Z_1^1 = 1310 , R = Z_1^0 = 1460
$C \leq Z_2 \leq S$, C = Z_2^1 =702 , S = Z_2^0 = 852
Setelah diselesaikan diperoleh solusi optimal pareto :
x_{11} = 10 x_{13} = 0,3 x_{14} = 6 x_{15} = 1,7
x_{22} = 8x_{23} = 11,7 x_{25} = 4,3 x_{34} = 10
a = Z_1 = \$ 1328,7 , d = Z_2 = 720,7
Hasil ini sesuai dengan kasus 3) yaitu :
a – A = d – C atau 1328,7 – 1310 = 720,7 – 702
18,7 = 18,7

SIMPULAN

Metode PLMOFI dapat dipakai sebagai alat untuk mencari solusi optimal pareto pada masalah transportasi multi objektif fuzzy yang saling konflik. Tidak selamanya solusi optimal pareto ($\square^*$) yang dihasilkan dari metode PLMOFI sesuai dengan goal yang diinginkan DM dari masing-masing fungsi objektif. Ada 3 kemungkinan solusi optimal pereto (x^*) yang dihasilkan yaitu:

1) $Z_k(x^*)$ berada di dalam interval Z_k^1(x)$\leq Z_k$(x) $\leq Z_k^0$ (x) yaitu Z_k^1(x)$\leq Z_k(x^*) \leq Z_k^0$, k=1,2,3,…,p. Atau dengan kata lain solusi optimal pareto sesuai dengan goal yang diinginkan DM.

2) $Z_k(x^*)$ sebagian berada didalam interval Z_k^1(x)≤ Z_k(x) ≤ Z_k^0 dan sebagian yang lain berada diluar interval Z_k^1(x)≤ Z_k(x) ≤ Z_k^0 , k=1,2,…,p.
3) $Z_k(x^*)$ semua berada diluar interval Z_k^1(x)≤ Z_k(x) ≤ Z_k^0 , k=1,2,…,p.

Solusi optimal pareto yang dihasilkan dari metode PLMOFI sesuai dengan goal yang diinginkan DM bila derajat keanggotaannya dari masing-masing fungsi objektif adalah sama yaitu $\mu_k(Z_k(x^*))= \mu_l(Z_l(x^*))$, $k\neq l$, $k,l =1,2,\ldots,p$ *dan* $0\leq \mu_i(Z_i(x^*)) \leq 1$ untuk semua k. Supaya solusi optimal pareto sesuai dengan goal yang diinginkan DM , sangat ditentukan oleh pemilihan Z_k^1(x) dan Z_k^0 (x) dari masing-masing fungsi objektif, k=1,2,…,p.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini disarikan dari sebagian laporan tesis penulis di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (Suroso, 2012). Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bp. Prof. Dr. Widodo, M.S yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

DAFTAR PUSTAKA

D. Chanas, 1989, Fuzzy programming in multiobjctive linear programming a parametric approach, *Fuzzy Sets and Systems* 29 ,303-313.

G.M. Appa, 1973, The transportation problems with its variants, *Operation Research Quarterly* 24 ,79-99.

M.Oheigeartaigh,1982, a fuzzy transportation algorithm, *Fuzzy Sets and Systems 8* , 235-243.

M.Sakawa, and H.Yano,1985, Interactive decision making for multi-objective linear frational programming problems with fuzzy parameters, *Cybernetics Systems* 16 ,377-394.

R.E.Bellman and L.A. Zadeh,1970, Decision making in a fuzzy environment, *Management Science* 17 ,B141-B164.

R.N.Gasimov and K.Yenilmez,2002, Solving fuzzy linear programming with linear membership fungtions, *Turk J Math* 26 ,375-396.

S.K.Das,A.Goswami, and S.S.Alam,1999, Multiobjective transportation problem with interval; cost, source and destination parameters, *European Journal of Operation Research* 117,100-112.

Sakawa, Masatoshi, 1993, *Fuzzy sets and interactive multiobjective optimization*, Plenum Press, New York.

Tien-Fu Liang, 2006, Applying interactive fuzzy multi-objective linear programming to transportation planning decision, *Journal of Information & Optimization Sciences*, 27,107-126.

Winston, W. L, 1994, *Operations Research Applications and* *algorithms*,edisi ketiga, International Thomson Publishing, California.

Zimmermenn, H.J.,1978, Fuzzy programming and linear programming with several objective functions, *Fuzzy Sets And Systems* 1 ,45-55.