

Optimasi *Saving Cost* dari *Fuel Tankering* dengan pendekatan *Fuzzy Goal Programming* Studi Kasus PT. X

Nur Dina Mustifa, Mohammad Isa irawan, dan Suhud Wahyudi.
Jurusan Matematika, FMIPA, Institut teknologi Sepuluh Nopembr (ITS)
Jl. Arief Rajman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail :mii@its.ac.id

Abstrak- Komponen pengeluaran yang cukup besar dalam operasional bisnis penerbangan adalah pemakaian bahan bakar. Salah satu strategi yang digunakan dalam penghematan biaya pengeluaran bahan bakar pesawat oleh PT. X adalah *fuel tankering*. Dalam penelitian ini dikonstruksikan model *fuzzy goal programming* untuk mengetahui banyaknya avtur yang bisa dibawa pada pelaksanaan *tankering* dengan studi kasus PT.X, dan untuk mengetahui biaya minimal yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar dan mengetahui *saving* yang bisa diperoleh dari satu rute penerbangan. Dari hasil simulasi model, diketahui nilai tujuan lebih besar dari nilai sisi kanan dan nilai keanggotaannya nol, sehingga dikatakan pelaksanaan *tankering* pada *actualnya* sudah optimal. Dari hasil perhitungan yang dilakukan untuk rute Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar dengan pesawat ATR, diperoleh hasil bahwa rute tersebut mampu membawa *extra* sebanyak 1240,407 kg. Sehingga rute tersebut mampu mengoptimalkan *extra* yang pada *actualnya* 951 kg.

Kata Kunci : *Fuel Tankering, Fuzzy Goal Programming, Saving, Econ Tank List.*

I. PENDAHULUAN

A danya perubahan harga avtur yang tidak menentu, membuat perusahaan penerbangan harus membuat inisiatif untuk bisa meningkatkan profit bagi perusahaan. Salah satu strategi yang direkomendasikan dalam upaya penghematan biaya bahan bakar pesawat adalah startegi *fuel tankering*. *Fuel Tankering* sendiri merupakan prosedur membawa *fuel* tambahan yang bertujuan mendapatkan penghematan biaya dengan memanfaatkan perbedaan harga antara bandara keberangkatan dan bandarakedatangan [1].

PT. X merupakan salah satu perusahaan penerbangan yang melaksanakan startegi *fuel tankering*. Pada PT. X *fuel tankering* lebih umum dikenal dengan istilah *econ tank* dan pelaksanaannya disesuaikan dengan *econ tank list (ETL)*. *ETL* adalah daftar yang berisi rute penerbanganyang berpotensi untuk dilaksanakannya *tankering*. Daftar ini selanjutnya digunakan oleh *dispatcher* untuk memberikan rekomendasi kepada *cockpit crew* untuk melakukan penerbangan *econ*.

Penelitian ini membahas tentang pelaksanaan strategi *fuel tankering* dengan studi kasus PT. X, dengan menggunakan pendekatan *fuzzy goal programming* yang bertujuan untuk mendapatkan nilai *extra* optimal yang bisa dibawa oleh pesawat, meminimumkan biaya

peengeluaran untuk pembelian avtur dan *saving* yang optimal dari pelaksanaan *tankering*.

Fuzzy goal programming merupakan metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dengan beberapa tujuan dan nilai yang ada didalamnya masih bersifat samar, sehingga dapat memberi fleksibilitas untuk menampung ketidak pastian akibat samarnya informasi yang dimiliki [2].

II. URAIAN PENELITIAN

A. *Goal Programming*

Dalam persamaan linier hanya ada satu fungsi tujuan, sementara terdapat situasi dimana terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, maka program linier tidak dapat membantu untuk memberikan pertimbangan yang rasional. Untuk itu *goal programming* merupakan analisis yang tepat untuk mencari solusi dari beberapa tujuan yang sifatnya saling bertentangan, selain itu *goal programming* bertujuan untuk meminimumkan deviasi berbagai tujuan, sasaran atau target yang telah ditetapkan.

Ada beberapa istilah yang digunakan dalam goal programming, antara lain sebagai berikut [3] :

1. Variabel keputusan (*decision variabels*) yaitu seperangkat variabel yang tidak diketahui dan yang akan dicari.
2. Nilai sisi kanan (*Right Hand Side* atau RHS) yaitu nilai-nilai yang biasanya menunjukkan ketersediaan sumber daya yang akan ditentukan kekurangannya.
3. Fungsi tujuan yaitu keinginan untuk meminimumkan angka penyimpangan dari suatu nilai RHS pada suatu goal constraint tertentu.
4. Fungsi kendala merupakan batasan yang akan digunakan untuk pengoptimalisasian kegiatan untuk dijadikan acuan sebagai penentuan keputusan masalah yang dihadapi.
5. *Preemptive priority factor* yaitu suatu *system* urutan yang menunjukkan banyaknya tujuan dalam model yang memungkinkan tujuan-tujuan disusun secara ordinal dalam linier goal programming.
6. Variabel simpangan (*deviational variabels*) yaitu variabel-variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif atau positif dari suatu nilai RHS kendala tujuan.
7. Bobot (*differential weight*) yaitu bobot yang diekspresikan dengan angka cardinal dan digunakan untuk membedakan variable simpangan didalam suatu tingkat prioritas.

Model *goal programming* merupakan perluasan dari model *pemrograman linier*, sehingga seluruh asumsi, notasi, formulasi model matematis, prosedur perumusan model dan penyelesaiannya tidak berbeda. Perbedaan

hanya terletak pada kehadiran sepasang variabel deviasional yang akan muncul difungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala. Dalam *goal programming* terdapat tiga fungsi tujuan yaitu [3]:

1. Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^n (d_i^- + d_i^+), \quad i = 1,2,3 \dots m \quad (1)$$

Fungsi tujuan ini digunakan jika variabel simpangan dalam suatu masalah tidak dibedakan menurut prioritas atau bobot.

2. Minimumkan

$$Z = \sum_{k=1}^n P_k (d_i^- + d_i^+), \quad k = 1,2,3, \dots K \quad (2)$$

Fungsi tujuan ini digunakan dalam suatu masalah dengan urutan tujuan diperlukan tetapi variabel simpangan didalam setiap tingkat prioritas memiliki kepentingan yang sama.

3. Minimumkan

$$Z = \sum_{k=1}^n w_k P_k (d_i^- + d_i^+), \quad k = 1,2,3 \dots K \quad (3)$$

Fungsi tujuan ini, tujuan-tujuan diurutkan dan variabel simpangan pada setiap tingkat prioritas dibedakan dengan menggunakan bobot yang berlainan w_k .

dengan :

d_i^- = deviasi negatif menunjukkan penambahan diatas yang ditargetkan

d_i^+ = deviasi positif menunjukkan penambahan dibawah yang ditargetkan.

P_k = prioritas dari setiap tujuan yang diberikan.

w_k = bobot dari setiap tujuan yang diberikan.

Selain fungsi tujuan, ada 6 jenis kendala tujuan yang berlainan, maksudnya setiap jenis kendala itu ditentukan oleh hubungannya dengan fungsi tujuan [5], yang diberikan pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Jenis kendala tujuan

Kendala Tujuan	Variabel simpangan	Kemungkinan simpangan	Nilai RHS yang diinginkan
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- = b_i$	d_i^-	Negatif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$	d_i^+	Positif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-	Negatif dan positif	b_i atau lebih
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^-	Negatif dan positif	b_i atau kurang
$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$	d_i^- dan d_i^+	Negatif dan positif	$= b_i$
$a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$	d_i^+	Tidak ada	Pas $= b_i$

Selain itu dalam menyelesaikan *goal programming*, digunakan dua metode yaitu dengan pembobotan dan perangkingan, yaitu [4] :

1. Metode Pembobotan

Pada metode ini setiap koefisien diberikan bobot yang berbeda sesuai dengan kepentingannya. Misalkan dalam *goal programming* diberikan n tujuan dan pada tujuan ke- i diberikan fungsi sebagai berikut :

$$\text{Minimum } G_i, i = 1,2,3 \dots, n$$

Kombinasi fungsi tujuan dengan metode pembobotan adalah :

$$\text{Minimum } z = w_1G_1 + w_2G_2 + \dots + w_nG_n$$

Parameter $w_i, i = 1,2,3, \dots, n$ merupakan bobot positif yang mencerminkan preferensi dari pembuat keputusan terhadap kepentingan relative dari masing-masing tujuan. Tujuan yang paling penting mempunyai bobot yang paling besar.

2. Metode Preemptive

Pada metode preemptive pembuat keputusan harus memprioritaskan (ranking) terhadap tujuan yang ingin dicapai. Diberikan n tujuan , dengan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\text{Minimum } G_i, i = 1,2,3 \dots, n$$

Selanjutnya fungsi tujuan dari permasalahan ditulis sebagai berikut :

$$\text{Minimum } G_1 = p_1 (\text{prioritas tertinggi})$$

$$\text{Minimum } G_n = p_n (\text{prioritas terendah})$$

Parameter $p_i, i = 1,2, \dots, n$ merupakan variabel yang akan diminimalkan nilainya.

B. Fuzzy Goal Programming

Setelah membentuk model dari *goal programming* selanjutnya model tersebut dirubah kebentuk *fuzzy goal programming*. Pada dasarnya teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik (*crisp*). Pada teori himpunan klasik, keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota atau tidak menjadi anggota (Chak, 1998). Pada tahun 1965, Lotfi A. Zadeh memperkenalkan teori himpunan *fuzzy* yang merupakan perluasan dari himpunan *crisp* dimana konsep *fuzzy* dapat menggambarkan situasi yang sebenarnya. Himpunan *crisp* mempunyai batas keanggotaan yang jelas, sementara batas keanggotaan pada himpunan *fuzzy* samar [5].

Fuzzy goal programming digunakan dalam menentukan optimasi karena dapat memberi fleksibilitas untuk melihat ketidak pastian akibat samarnya data yang dimiliki. Program linier yang dikemukakan Zimmerman mampu mengatasi kelemahan program linier yaitu mengambil keputusan

yang optimal dari permasalahan. Secara umum untuk kasus minimum *program linier fuzzy* dirumuskan sebagai berikut [6]:

$$\text{minimumkan } cx \lesssim z_0 \quad (4)$$

dengan batasan

$$Ax \lesssim b$$

$$x \geq 0$$

Tanda \lesssim bentuk *fuzzy* dari \leq menginterpretasikan “kurang dari sama dengan”. Pertidaksamaan *fuzzy* pada persamaan (4) mewakili *goal fuzzy* dan batasan *fuzzy* pengambil keputusan yang berarti bahwa nilai cx pada fungsi objektif lebih kecil atau sama dengan nilai z_0 dan nilai Ax pada batasan *fuzzy* lebih kecil atau sama dengan nilai b .

Dikarenakan $cx \lesssim z_0$ dan batasan *fuzzy* $Ax \lesssim b$ merupakan dua hal yang sama pentingnya seperti pada keputusan *fuzzy* Bellman dan Zadeh, maka persamaan (4) disubstitusi dan ditulis dalam bentuk :

$$Bx \lesssim b', x \geq 0 \text{ dimana } B = \begin{bmatrix} c \\ A \end{bmatrix}, b' = \begin{bmatrix} z_0 \\ b \end{bmatrix}$$

dan $Bx \geq 0$ sehingga untuk memenuhi pertidaksamaan *fuzzy* ke- i $(Bx)_i \lesssim b'_i$ untuk $i=1, \dots, m$ dari pertidaksamaan *fuzzy* $Bx \lesssim b'$, Zimmermann mengenalkan fungsi keanggotaan linier yang didefinisikan dengan :

$$\mu((Bx)_i) = \begin{cases} 1 & ; & (Bx)_i \leq b'_i \\ 1 - \frac{(Bx)_i - b'_i}{p_i} & ; & b'_i \leq (Bx)_i \leq b'_i + p_i \\ 0 & ; & (Bx)_i \geq b'_i + p_i \end{cases}$$

Merujuk pada metode Zimmermann dalam menyelesaikan masalah *fuzzy multi objective decision making* maka persamaan *fuzzy goal programming* menjadi :

maksimumkan λ

dengan kendala

$$\lambda \leq 1 - \frac{(Bx)_i - b'_i}{p_i}$$

$$Ax \lesssim b, \quad \text{untuk } i = 1, \dots, k$$

dengan :

z_0 = fungsi objective.

c = koefisien fungsi tujuan.

A = fungsi kendala.

b = nilai *Right hand side* atau nilai sisi kanan.

x = variabel keputusan.

$\mu(Bx)_i$ = fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy.

p_i = selisih antara nilai sisi kanan.

8. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Data Observasi

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah, data penerbangan regular pada bulan Maret 2015 dari tanggal 12 Maret sampai dengan 30 Maret 2015. Dari data tersebut diambil data penerbangan yang melaksanakan *fuel tankering* yang kemudian dikonstruksikan kedalam model *goal programming*.

Diberikan salah satu data rute penerbangan disajikan dalam tabel 3.1 sebagai berikut .

Table 3.1 Data Rute Penerbangan Tanggal 15 Maret 2015

A/C Type	Dep	Arr	Next	Tanggal	Bulan	Tahun
330	CGK	DPS	CGK	15	3	2015
ATR	DPS	LBJ	DPS	15	3	2015

Setiap tipe pesawat memiliki batasan yang berbeda-beda, mulai dari batas berat beban pesawat untuk *take off*, *landing*, kapasitas tanki, dan berat pesawat, semuanya diperhitungkan dalam pelaksanaan *tankering*. adapun spesifikasi untuk pesawat tipe 330 dan ATR diberikan dalam tabel 3.2 sampai dengan tabel 3.7 sebagai berikut

Tabel 3.2 Beban pesawat dan *fuel* (kg).

Rute	AZFW	Block fuel 1	Extra fuel	Trip fuel
330CGKDPSCGK	145272	25861	9000	9368
ATRDPSLBJDPS	16268	2434	951	1012

Tabel 3.3 Data *fuel* (kg)

Rute	Block fuel 1 sisa	Remain	Block fuel 2
330CGKDPSCGK	15891,25	9969,75	20048,1
ATRDPSLBJDPS	1550	884	1981

Tabel 3.4 Biaya pembelian avtur avtur

Rute	Extra (USD)	Harga <i>fuel</i> Block 1 (USD)
330CGKDPSCGK	6403,75	18400,82
ATRDPSLBJDPS	729,12	1866,12

Table 3.5 Total biaya pembelian avtur

Rute	Total Station1 (USD)	Total Station1 dan 2 (USD)
330CGKDPSCGK	32665,60	33771,45
ATRDPSLBJDPS	3384,93	3564,79

Tabel 3.6 Kapasitas pesawat minimum (kg)

Rute	ETW	ELW	Min Tanki
330CGKDPSCGK	176619	167627	45909,1
ATRDPSLBJDPS	17325	16446	4415

Tabel 3.7 Kapasitas maksimum pesawat (kg).

Rute	MTW	MLW	Max Tanki
330CGKDPSCGK	217000	179000	81623,64
ATRDPSLBJDPS	23000	22350	5350,8

B. Konstruksi Data Pada Model *Goal Programming*

Pada tahap ini dilakukan penginputan data kedalam model *goal programming* dengan merujuk pada model dari Fregnani Muler [7].

1. Fungsi Tujuan

• Memaksimalkan *extra fuel* yang dibawa.

Untuk menambahkan *fuel* yang dibawa, perlu mempertimbangkan beban pesawat lainnya. Sehingga perlu diketahui banyak *extra fuel* optimal yang seharusnya dibawa. Formulasinya adalah

$$\max Yx_3 + d_1^- - d_1^+ = B_{BC}$$

• **Meminimalkan Biaya Pengeluaran**

Melihat selisih harga antar *station*, penambahan *extra fuel* pada *station* keberangkatan bisa mengurangi pengeluaran, karena bisa saja pada *station* selanjutnya pesawat tidak akan mengisi *fuel* lagi, ataupun saat mengisi tidak terlalu banyak. Untuk mengetahui penghematan yang bisa diperoleh diberikan model sebagai berikut.

$$PB_{AB}x_2 + PYx_3 + d_2^- - d_2^+ = T$$

Keterangan :

- Y = banyak *extra* yang ditambahkan (kg).
- B_{BC} = *block fuel* dari *station* tujuan ke *station* selanjutnya (kg).
- P = harga *Fuel* pada *station* 1
- x_3 = besar *extra fuel*
- d_1^- = deviasi negative menunjukkan penambahan *extra* diatas yang ditargetkan.
- d_1^+ = deviasi positif menunjukkan penambahan *extra* dibawah yang ditargetkan.
- d_2^- = deviasi negative menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran biaya diatas target yang telah ditargetkan.
- d_2^+ = deviasi positif menunjukkan tingkat pencapaian pengeluaran dibawah biaya yang telah ditargetkan.

2. Fungsi Kendala

• **Kendala Take Off Weight**

Dalam melakukan *fuel tankering* perlu diperhatikan penambahan *extra* yang dibawa, karena semakin banyak membawa *extra* maka beban pesawat juga semakin besar, dan beban tersebut mempengaruhi beban untuk *take off*.

$$ZFWx_1 + B_{AB}x_2 + Yx_3 \leq TOW$$

• **Kendala Landing Weight**

Selain mempertimbangkan berat pesawat untuk *take off*, penambahan *extra* juga harus mempertimbangkan berat pesawat saat *landing*.

$$ZFWx_1 + B_{AB}x_2 + Yx_3 - Tx_4 \leq LW$$

• **Kendala Kapasitas Tanki Pesawat**

Kendala ini merupakan fungsi pembatas yang menunjukkan kapasitas tanki, sehingga bisa mengatur banyak sedikitnya avtur yang diisikan.

$$B_{AB}x_1 + Yx_2 + Rx_5 \leq C$$

Keterangan:

- ZFW = Berat beban pesawat atau *zero flight weight*.
- B_{AB} = *Block Fuel* dari *station awal* ke *station* tujuan (kg).
- TOW = berat pesawat saat melakukan *take off*.
- T = berat *trip fuel* (kg).
- LW = berat pesawat saat *landing* (kg).
- R = *remain fuel* atau avtur sisa (kg).
- C = kapasitas tanki pesawat (kg).
- x_1 = besar *zero flight weight*.
- x_2 = besar *block fuel* dari *station awal* ke *station* tujuan.

x_3 = besar *block fuel* dari *station* tujuan ke *station* selanjutnya.

x_4 = besar *trip fuel* yang terbakar (kg).

x_5 = besar avtur yang tersisa.

C. *Substitusi Data Pada Model Goal Programming*

❖ Rute Cengkareng-Denpasar-Cengkareng dengan pesawat A330

1. Menghitung nilai objektif batas bawah.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 0$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 32665,60$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 176619$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 167627$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 45909,1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh Z_l *extra* = 0 dan Z_l biaya = \$ 32557.97

2. Menghitung nilai objektif batas atas.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 20048,1$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 33771,45$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 217000$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 179000$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 81623,64$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh Z_u *extra* = 19947,99 kg dan Z_u biaya = \$33671,33

3. Menghitung *fuzzy goal programming*

Tujuan

max λ

Kendala

$$\lambda = \frac{19947,99 - (9000x_3 + d_1^- - d_1^+)}{19947,99 - 0}$$

λ

$$= \frac{33671,33 - (18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+)}{33671,33 - 32557,97}$$

$$9000x_3 + d_1^- - d_1^+ = 20048,1$$

$$18400,82x_2 + 6403,75x_3 + d_2^- - d_2^+ = 33771,45$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 \leq 217000$$

$$149272x_1 + 25861x_2 + 9000x_3 - 9368x_4 \leq 179000$$

$$15891,25x_2 + 9000x_3 + 9969,75x_5 \leq 81623,64$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Dari perhitungan menggunakan *fuzzy goal programming* diketahui bahwa hasil dari *extra* sebesar 20121,74kg. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai objektif lebih besar dari nilai sisi kanan atau $Bx_i \geq p_i^+ + d_i$ maka $\lambda = 0$. Sehingga pelaksanaan *actual fuel tankering* pada pesawat 330 rute Cengkareng-Denpasar-Cengkareng telah optimal, dengan *extra* sebesar 9000kg.

❖ Rute Denpasar - Labuan Bajo - Denpasar dengan pesawat ATR.

1. Menghitung nilai objektif batas bawah.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 0$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3384,93$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 17325$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 16446$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 4415$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_l \text{extra} = 0$ dan $Z_l \text{biaya} = \$ 3243,34$

2. Menghitung nilai objektif batas atas.

Tujuan

Minimumkan

$$d_1^+ + d_2^+$$

Kendala

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 1981$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3564,79$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 23000$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 22350$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 5350,8$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Diperoleh $Z_u \text{extra} = 1879,20$ kg dan $Z_u \text{biaya} = \$ 3463,60$

3. Menghitung fuzzy goal programming

Tujuan

max λ

Kendala

$$\lambda = \frac{1879,20 - (951x_3 + d_1^- - d_1^+)}{1879,20 - 0}$$

$$\lambda = \frac{3463,60 - (1618x_2 + 455x_3 + d_2^- - d_2^+)}{3463,60 - 3243,34}$$

$$951x_3 + d_1^- - d_1^+ = 1981$$

$$1866,2x_2 + 729,12x_3 + d_2^- - d_2^+ = 3564,79$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 \leq 23000$$

$$16268x_1 + 2434x_2 + 951x_3 - 1012x_4 \leq 22350$$

$$1550x_2 + 951x_3 + 884x_5 \leq 5350,8$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Dari perhitungan menggunakan fuzzy goal programming diketahui bahwa hasil dari extra sebesar 1240,407 kg dan $\lambda = 0$. Dengan melihat kebutuhan block fuel 2 sebesar 1981kg dan 0 merupakan keanggotaan dari fuzzy, maka nilai tersebut termasuk didalam keanggotaan fuzzy. Sehingga untuk pesawat ATR rute Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar pada tanggal 15 Maret 2015 bisa melakukan extra yang optimal sebanyak 1240,407kg, dan biaya pembelian yang dikeluarkan sebesar \$3244,72.

Terdapat rute-rute yang pelaksanaan actualnya bisa lebih dioptimalkan, yaitu pada tabel 3.8 berikut :

Tabel 3.8 Hasil untuk extra yang optimal dan biaya minimal

Rute	Extra actual	λ	Extra	Biaya
03ATRDPSLBJE NE	644	2.88E-09	1253.054	2669.073
03ATRDPSLBJD PS	951	6.34E-05	1240.407	3244.72
03330CGKDPSC GK	9000	1.77E-06	20132.1	34013.42
03330PERDPSC GK	8000	1.17E-06	19929.6	39012.83
03ATRBPNBEJ BPN	1300	5.54E-06	1706.433	3945.732
03333CGKDPSC GK	9000	1.81E-06	19404	33442.46
03ATRBPNBEJ BPN	1300	3.43E-09	1953.71	3822.864
03ATRDPSLLOP DPS	613	2.74E-05	1573.815	2531.252
03ATRDPSLBJD PS	1108	2.88E-09	1296.137	994.6249
03ATRDPSLBJE NE	1000	0.00025	1254.435	963.5786

❖ Menghitung saving dari pelaksanaan fuel tankering

Setelah mengetahui banyak sedikitnya extra yang ditambahkan pada pelaksanaan tankering, maka bisa diketahui saving yang bisa diperoleh, yaitu :

$$Saving = Y \times S$$

Keterangan :

Y = extra yang ditambahkan

S = saving setiap rute (USD/ton)

Sehingga untuk pelaksanaan tankering pada tanggal 15 Maret 2015 adalah:

1. 330 Denpasar – Cengkareng – Denpasar

$$9000 \text{ kg} \times 30 \frac{\text{USD}}{\text{Ton}} = 270 \text{ USD}$$

2. ATR Denpasar – Labuan Bajo – Denpasar

$$1240,407 \text{ kg} \times 87 \frac{\text{USD}}{\text{Ton}} = 107,92 \text{ USD}$$

diperoleh total saving sebesar \$ 377,92.

9. KESIMPULAN

1. Hasil simulasi pelaksanaan fuel tankering dengan metode fuzzy goal programming pada pesawat ATR, 330 dan 333 menunjukkan bahwa pelaksanaan tankering secara actual sudah optimal. Hanya ada beberapa rute yang bisa dioptimalkan lagi extranya, yaitu :

ATRDPSLBJENE, ATRDPSLBJDPS, 330CGKDPSCGK, 330PERDPSCGK, ATRBPNBEJBPN, 333CGKDPSCGK, ATRBPNBEJBPN, ATRDPSLOPDPS, ATRDPSLBJDPS, dan ATRDPSLBJENE.

2. Dari penyelesaian model fuzzy goal programming diketahui bahwa nilai tujuan lebih besar dari pada nilai sisi kanan atau $Bx_i \geq p'_i + d_i$, sehingga nilai keanggotaannya nol atau $\lambda = 0$, menunjukkan bahwa pelaksanaan tankering sudah optimal sesuai dengan pelaksanaan actual. Sementara, apabila nilai tujuan kurang dari sama dengan nilai sisi kanan atau $Bx_i \leq p'_i + d_i$ dan nilai keanggotaannya nol, maka merupakan keanggotaan fuzzy. Sehingga diketahui nilai extra yang optimal, biaya pengeluaran, dan saving yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, D.W. 2014. "Economical Tanking". Jakarta: PT. X
- [2] Sari, N.E. 2011. "Optimasi Penggunaan Bahan Bakar Unit PLTGU Dengan Menggunakan Model Fuzzy Goal Programming". Surabaya. Institut teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Suwandi, Arief. 2009. "Penggunaan nonlinier pada Inventori". 2009. Universitas Indonesia.
- [4] Taha, Hamdy A. 2007. "Operation Reserch an Introduction 8 edition". University of Kansas.
- [5] Kusumadewi. "*Fuzzy Multi Atribute Decision Making*". 2011
- [6] Fareidouni, Sepideh. 2011. "Solving Traveling Salesman Problem By Using a Fuzzy Multi-Objective Linier programming". Iran. University of Yazd.
- [7] Fregnani, J.A, Muler, Carlos dan Correia, A.R. "A fuel tankering model applied to a domestic airline network". 2011. Brazil. Instituto Tecnologico de Aeronautica.