

# Optimasi Kebutuhan Kendaraan Pengangkut Sampah Menggunakan Model *Fuzzy Goal Programming*

**Eka Susanti**

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya  
Email: [ekasusantimath01@gmail.com](mailto:ekasusantimath01@gmail.com)

**Oki Dwipurwani**

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya  
Email: [okidwip@yahoo.com](mailto:okidwip@yahoo.com)

**Evi Yuliza**

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sriwijaya  
Email: [evibc3@yahoo.com](mailto:evibc3@yahoo.com)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah menggunakan model *goal programming* (GP) dengan pendekatan *fuzzy*. Jumlah minimum sisa sampah yang tidak terangkut dan muatan kosong kendaraan sebagai *goal*. Jumlah sampah yang harus diangkut, jumlah ketersediaan kendaraan pengangkut, dan jumlah area layanan dinyatakan dalam bentuk *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dan merupakan kendala pada model *fuzzy goal programming* (FGP). Model FGP diubah ke bentuk deterministik menggunakan teknik program *fuzzy*. Dipertimbangkan dua jenis kendaraan yaitu *dumb truck* dan *armroll*. Diberikan contoh perhitungan untuk kecamatan Kalidoni kota Palembang. TFN jumlah sampah adalah (58100, 58150, 58300), TFN jumlah *dump truck* (190,190,193), TFN jumlah *armroll* (21,21,22), TFN jumlah minimal wilayah layanan (4,5,5). Diperoleh solusi optimal dengan derajat keanggotaan 0,8 untuk mengangkut sampah sebanyak 58150 kg diperlukan kendaraan jenis *dump truck* sebanyak 1 kendaraan dan jenis *armroll* sebanyak 18 kendaraan. Terdapat sisa sampah yang tidak terangkut sebanyak 140 kg.

**Kata Kunci:** *Triangular Fuzzy Number*, Model *Goal Programming Fuzzy*, Teknik Program *Fuzzy*

## 1. Pendahuluan

Penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah merupakan bagian dari analisis sistem pengangkutan. (Eka Susanti, Cahyono, & Dwipurwani, 2016) menganalisis optimalitas kendaraan pengangkut sampah di kecamatan Kertapati menggunakan pemrograman bilangan bulat biner 0 dan 1. Permasalahan pengangkutan sampah dapat dimodelkan dengan model *goal programming*. Permasalahan *goal programming* merupakan kasus khusus dari program linier. Dalam *goal programming* terdapat tiga unsur utama yaitu fungsi tujuan, kendala tujuan, dan kendala non negatif. Koefisien fungsi tujuan, koefisien kendala tujuan nilainya sering tidak diketahui dengan pasti. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan pendekatan *fuzzy*. (Pal & Kumar, 2013) menggunakan model *goal programming* dengan pendekatan *fuzzy* pada masalah optimasi tenaga pembangkit dan distribusi. (Belmokaddem, Mekidiche, & Sahed, 2009) mengaplikasikan model *fuzzy goal programming* pada perencanaan produksi. Terdapat beberapa bentuk bilangan *fuzzy* diantaranya bilangan *fuzzy* segitiga (*Triangular Fuzzy Number/TFN*). (Gani, Nagoor & Assarudeen, Mohamed, 2012) menerapkan TFN pada penyelesaian program linier. Pada makalah ini diberikan prosedur penyelesaian untuk menyelesaikan model FGP dengan koefisien ruas kanan dinyatakan dengan TFN.

## 2. Metode Penyelesaian

Berikut ini diberikan model FGP untuk penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah dengan jumlah minimum sampah dan muatan kosong kendaraan sebagai *goal*.

$$\text{Min } (DB + DA)$$

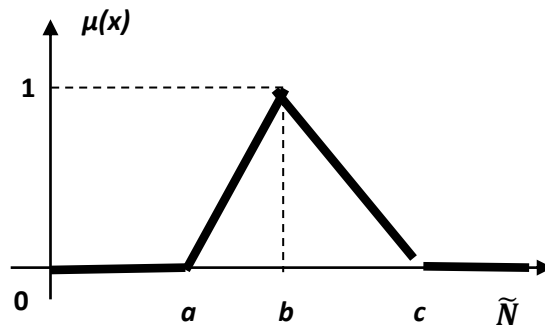
Kendala

$$\begin{aligned} n_1x_1 + n_2x_2 + DB - DA &= \tilde{N} \quad (C_1) \\ x_1 &\leq \tilde{S}_1 \quad (C_2) \\ x_2 &\leq \tilde{S}_2 \quad (C_3) \\ x_1 + x_2 &\geq \tilde{T} \quad (C_4) \\ DB, DA &\geq 0, x_1, x_2 \text{ integer.} \end{aligned} \quad (3)$$

Keterangan

$x_1$  : Kendaraan jenis *dump truck*;  $x_2$  : Kendaraan jenis *armroll*;  $n_1$  : Kapasitas maksimal *dump truck*;  $n_2$  : Kapasitas maksimal *armroll*;  $\tilde{N}$  : TFN jumlah timbulan sampah yang harus diangkut ( $a, b, c$ );  $\tilde{S}_1$  : TFN jumlah ketersediaan *dump truck* ( $d, d, e$ );  $\tilde{S}_2$  : TFN jumlah ketersediaan *armroll* ( $f, f, g$ );  $\tilde{T}$  : TFN jumlah area layanan ( $h, i, i$ );  $DB$  : sisa sampah yang tidak terangkut;  $DA$  : muatan kosong kendaraan

Definisi TFN yang dijelaskan oleh Belman dan zadeh dalam (Susanti & Hartati, 2016) untuk kendala sama dengan ( $=$ ) diberikan pada gambar berikut ini.

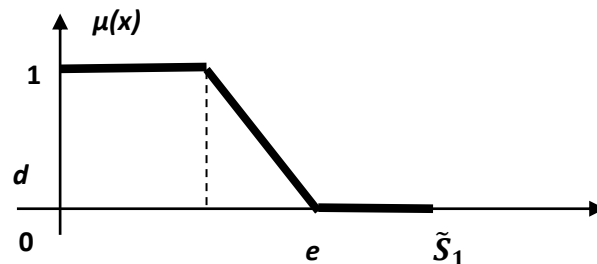


Gambar 1. TFN ( $a, b, c$ )

Nilai fungsi keanggotaan untuk TFN pada Gambar 1 adalah

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

Definisi TFN untuk kendala kurang dari atau kurang dari sama dengan ( $<$  atau  $\leq$ ) diberikan pada Gambar 2.

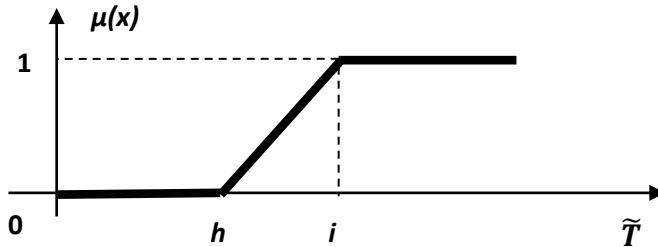


Gambar 2. TFN ( $d, d, e$ )

Nilai fungsi keanggotaan untuk TFN pada Gambar 2 adalah

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

Berikut diberikan definisi TFN dan nilai fungsi keanggotaan untuk kendala lebih dari atau lebih dari sama dengan ( $>$  atau  $\geq$ ).



Gambar 3. TFN  $(h, i, i)$

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

Penyelesaian Permasalahan FGP (3) menggunakan teknik program *fuzzy*. Berikut diberikan prosedur penyelesaian.

1. Ditentukan penyelesaian individu masing-masing kendala sesuai dengan TFN yang diberikan.
2. Ditentukan nilai maksimum ( $U$ ) dan minimum ( $L$ ) dari solusi individu yang diperoleh pada langkah 1.
3. Nilai keanggotaan dari masing-masing kendala adalah sebagai berikut.

$$\mu(g_1) = \begin{cases} 1, & DB + DA \leq L \\ \frac{U-(DB+DA)}{U-L}, & L \leq DB + DA \leq U \\ 0, & DB + DA \geq e. \end{cases}$$

$$\mu(C_1) = \begin{cases} \frac{c_1-a}{b-a}, & a \leq C_1 \leq b \\ \frac{c-C_1}{c-b}, & b \leq C_1 \leq c \\ 0, & \text{untuk yang lainnya.} \end{cases}$$

$$\mu(C_2) = \begin{cases} 1, & C_2 \leq d \\ \frac{e-C_2}{e-d}, & d \leq C_2 \leq e \\ 0, & C_2 \geq e. \end{cases}$$

$$\mu(C_3) = \begin{cases} 1, & C_3 \leq f \\ \frac{g-C_3}{g-f}, & f \leq C_3 \leq g \\ 0, & C_3 \geq g. \end{cases}$$

$$\mu(C_4) = \begin{cases} 0, & C_4 \leq h \\ \frac{C_4-h}{i-h}, & h \leq C_4 \leq i \\ 1, & C_4 \geq i. \end{cases}$$

4. Diperoleh bentuk deterministik Permasalahan 3 berikut.

Maks  $\lambda$   
 Kendala

$$\begin{aligned}
 DB + DA + (U - L)\lambda &\leq U \\
 C_1 - (b - a)\lambda &\geq a \\
 C_1 + (c - b)\lambda &\leq c \\
 C_2 + (e - d)\lambda &\leq e \\
 C_3 + (g - f)\lambda &\leq g \\
 C_4 - (i - h)\lambda &\geq h \\
 0 \leq \lambda &\leq 1, DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}
 \end{aligned} \quad (4)$$

5. Penyelesaian Permasalahan (4) menggunakan software WINQSB

### 3. Hasil dan Pembahasan

Sebagai contoh perhitungan diberikan permasalahan penentuan jumlah kendaraan optimal di kecamatan Kalidoni kota Palembang Sumatera Selatan. TFN jumlah sampah adalah (58100, 58150, 58300), TFN jumlah *dump truck* (190,190,193), TFN jumlah *armroll* (21,21,22), TFN jumlah minimal wilayah layanan (4,5,5).

Model FGP untuk permasalahan tersebut adalah

$$Z = \text{Min } (DB + DA)$$

Kendala

$$\begin{aligned}
 4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA &= 58150 \\
 x_1 &\leq 190 \\
 x_2 &\leq 21 \\
 x_1 + x_2 &\geq 5
 \end{aligned} \quad (5)$$

$DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}$ .

Langkah penyelesaian Permasalahan (5) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan solusi individu

$$Z_1 = \text{Min } (DB + DA)$$

Kendala

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA = 58100$$

$$x_1 \leq 190 \quad (5.a)$$

$$x_2 \leq 21$$

$$x_1 + x_2 \geq 4$$

$DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}$ .

Diperoleh solusi  $x_1 = 1, x_2 = 18, DB = 100, DA = 0, Z_1 = 100$

$$Z_2 = \text{Min } (DB + DA)$$

Kendala

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA = 58150$$

$$x_1 \leq 190 \quad (5.b)$$

$$x_2 \leq 21$$

$$x_1 + x_2 \geq 5$$

$DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}$ .

Diperoleh solusi  $x_1 = 1, x_2 = 18, DB = 150, DA = 0, Z_1 = 150$

$$Z_3 = \text{Min } (DB + DA)$$

Kendala

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA = 58300$$

$$x_1 \leq 193 \quad (5.c)$$

$$x_2 \leq 22$$

$$x_1 + x_2 \geq 5$$

$DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}$ .

Diperoleh solusi  $x_1 = 1, x_2 = 18, DB = 300, DA = 0, Z_1 = 300$

2. Nilai maksimum  $U = 300$  adalah dan nilai minimum adalah  $L = 100$

3. Bentuk deterministik Permasalahan (5) adalah

Maks  $\lambda$

Kendala

$$DB + DA + 200\lambda \leq 300$$

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA - 50\lambda \geq 58100$$

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA + 150\lambda \leq 58300 \quad (5.c) \quad x_1 + 3\lambda \leq 193$$

$$x_2 + \lambda \leq 22$$

$$x_1 + x_2 - \lambda \geq 4$$

$$0 \leq \lambda \leq 1, DB, DA \geq 0, x_1, x_2 \text{ integer}$$

Solusi Permasalahan (5.c) adalah  $x_1 = 1, x_2 = 18, DB = 140, DA = 0, \lambda = 0,8$ .

Dengan derajat keanggotaan 0,8, mengambil nilai maksimum solusi individu 300 serta nilai minimum solusi individu 100, untuk mengangkut sampah sebanyak 58150 kg diperlukan kendaraan jenis *dump truck* sebanyak 1 dan *armroll* sebanyak 18 kendaraan. Nilai  $DB = 140$  berarti bahwa terdapat sisa sampah yang tidak terangkut ke TPA sebanyak 140 kg. Nilai  $DA = 0$  berarti pada pengangkutan terakhir tidak terdapat muatan kosong kendaraan. *Goal* untuk mengangkut semua sampah tidak tercapai, *goal* untuk memaksimalkan muatan kendaraan tercapai.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Diperlukan kendaraan jenis *dump truck* sebanyak 1 kendaraan dan *armroll* sebanyak 18 kendaraan untuk mengangkut sampah sebanyak 58150 kg. Dengan derajat keanggotaan 0,8, nilai *goal* fungsi tujuan adalah (200,200,300). Pada permasalahan ini *goal* untuk minimum sisa sampah tidak tercapai tetapi *goal* untuk memaksimalkan muatan kendaraan tercapai.

Pada penelitian ini hanya ruas kanan kendala yang dinyatakan dengan bilangan *fuzzy*. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk nilai koefisien kendala dan ruas kanan kendala yang dinyatakan dengan bilangan *fuzzy*.

#### Daftar Pustaka

- Belmokaddem, M., Mekidiche, M., & Sahed, A. (2009). Quantitative Methods Inquires APPLICATION OF A FUZZY GOAL PROGRAMMING APPROACH WITH DIFFERENT IMPORTANCE AND PRIORITIES TO. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 4 No 3(Dm), 317–331.
- Gani, Nagoor, A., & Assarudeen, Mohamed, S. . (2012). A new operation on triangular fuzzy number for solving fuzzy linear programming problem A New Operation on Triangular Fuzzy Number for Solving Fuzzy Linear Programming Problem. *Applied Mathematical Sciences*, , 6 no. 11(September 2014), 525 – 532 A.
- Pal, B. B., & Kumar, M. (2013). A linear Fuzzy Goal Programming Method for Solving Optimal Power Generation and Dispatch Problem. *International Journal of Advanced Computer Research*, Volume-3 N(Issue-8 March-2013), 2249–7277.
- Susanti, E., Cahyono, S., & Dwipurwani, O. (2016). Optimasi Kendaraan Pengangkut Sampah di Kecamatan Kertapati Menggunakan Pemrograman Bilangan Bulat Biner 0 dan 1. *Jurnal Matematika*, 6(2), 79–85.
- Susanti, E., & Hartati. (2016). Implementasi Bilangan Fuzzy Segitiga Untuk Menyelesaikan Masalah Goal Programming. In *Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA 2016; BKS-PTN Barat, Palembang 22-24 Mei 2016* (pp. 677–679).