

APLIKASI *FUZZY INTEGER TRANSPORTATION* DALAM OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI SEPEDA MOTOR PADA PT. NUSANTARA SURYA SAKTI

Risnawati Ibtnasⁱ, Hijaz K. Musgamiⁱⁱ

ⁱ Prodi Matematika FST UINAM-risnawati.ibnas@uin.alauddin.a.id

ⁱⁱ Mahasiswa Prodi Matematika FST-UINAM

ABSTRAK, Penelitian ini membahas tentang penerapan metode *Fuzzy Integer Transportation* dalam proses pendistribusian sepeda motor pada PT. Nusantara Surya Sakti Bawakaraeng yang bergerak di industri otomotif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biaya transportasi optimal pada perusahaan yang memiliki kebijakan tertentu, sehingga data yang diperoleh terbatas. Sehingga metode *Fuzzy Integer Transportation* dapat menjadi solusi yang tepat. Adapun hasil penelitian menyatakan bahwa biaya optimal transportasi sebesar Rp. 35.490.000 dengan alokasi terbesar 377 unit motor dari gudang Makassar ke daerah pemasaran Makassar dengan nilai $\mu_C[x]=0.45$ dan nilai $\mu_G[x]=0.451$.

Kata Kunci: *Fuzzy Integer Transportation, pengoptimalan biaya distribusi*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dunia usaha saat ini mengalami perkembangan pesat, baik usaha perdagangan, industry, jasa maupun media massa. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk mampu bersaing dengan perusahaan lain yang sejenis, dengan sumber daya ekonomi yang dimiliki. Pendistribusian suatu barang dari sumber ke tujuan merupakan salah satu langkah suatu perusahaan dalam memasarkan produk. Salah satu produk yang beberapa periode terakhir ini penggunaannya terus meningkat adalah kendaraan bermotor.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik mengenai perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenis berturut-turut adalah pada tahun 2010 sampai 2014 adalah 61.078.188, 68.839.341, 76.381.183, 84.732.652, dan 92.976.240. Dari data tersebut terlihat penggunaan sepeda motor di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya. Salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak di industry otomotif adalah PT. Nusantara Surya Sakti Honda,

perusahaan berusaha untuk menjangkau pasar yang lebih luas dengan cara mendirikan *Main Dealer* di beberapa kota besar yang ada di Indonesia. Hal ini dilakukan agar dapat mempermudah distribusi produk ke konsumen.

Dalam proses pendistribusian produk, PT. NSS tentunya mengeluarkan dana yang cukup besar. Dalam hal ini PT. NSS menyediakan anggaran sebesar Rp.30.000.000,- sampai Rp.40.000.000, . Untuk meminimumkan biaya distribusi ini maka perlu dilakukan perencanaan dalam pendistribusian produk sehingga biaya distribusi yang dikeluarkan adalah optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya distribusi adalah dengan metode transportasi.

Dalam matematika terdapat konsep himpunan dengan dasar-dasar teorinya yang berkembang terus. Himpunan dapat mewakili sekelompok sifat-sifat tertentu. Himpunan beserta operasi-operasinya dapat membantu menggambarkan bermacam-macam situasi dalam kehidupan sehari-hari. Lotfi A. Zadeh adalah penggagas dari logika kabur (*Fuzzy Logic*) yang kemudian berkembang dengan cepat dari segi teori sampai ke algoritma penerapannya. Seperti dari firman Allah swt. QS. Faathir / 35:32 di dalam Al-Qur'an, pengelompokan manusia didasarkan pada perbuatannya. Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt. tidak hanya mengklasifikasikan manusia pada golongan baik yang lebih dahulu berbuat kebaikan dan golongan buruk yang menganiaya diri mereka sendiri, namun terdapat golongan pertengahan yang berada di antaranya.

Begitupun dengan logika fuzzy yang dapat disusun himpunan kabur di mana syarat keanggotaannya bukan hanya *ya* (memenuhi) atau *tidak*. melainkan diberi toleransi dengan

menciptakan nilai antara, yaitu setengah memenuhi, seperempat memenuhi dan sebagainya. Sehingga logika fuzzy dapat menjadi salah satu solusi untuk menetapkan biaya optimal dari distribusi terhadap perusahaan yang memiliki kebijakan tertentu sebagaimana dalam penelitian Nurul Islamiyah mengenai Fuzzy Integer Transportation yang menyatakan bahwa kebanyakan nilai dari parameter-parameter transportasi pada sebuah perusahaan, seperti biaya (profit), nilai permintaan dan supply (produksi dan kapasitas penyimpanan), tidak dapat diketahui dengan pasti dikarenakan adanya kebijakan tertentu. Pada artikel ini kami akan membahas suatu permasalahan yang berkaitan dengan seberapa besar biaya transportasi optimal pendistribusian sepeda motor PT. NSS Bawakaraeng dengan metode *Fuzzy Integer Transportation*? Dengan tujuan untuk mengetahui besar biaya transportasi optimal pendistribusian sepeda motor PT. NSS Bawakaraeng dengan metode *Fuzzy Integer Transportation*

2. TINJAUAN PUSTAKA

Riset Operasi

Model-model *Operations Research* adalah teknik-teknik optimasi, yaitu suatu teknik penyelesaian terhadap sebuah persoalan matematis yang akan menghasilkan sebuah jawaban optimal. Istilah optimal di sini bersifat teoritis, artinya paling tidak secara matematis bisa dibuktikan. Oleh karena itu, setiap penyelesaian optimal dari sebuah kasus adalah sebuah penyelesaian optimal terhadap sebuah soal matematis yang digunakan oleh model *Operations Research*

Program Linier

Pemrograman linier merupakan suatu pemrograman matematik yang bertujuan menganalisis alokasi sumber daya agar tercapai keuntungan maksimum atau biaya minimum.

Metode Transportasi

Metode Transportasi merupakan metode yang dapat digunakan untuk menentukan pola pengiriman yang paling baik dari beberapa

sumber ke beberapa tujuan sehingga meminimalkan total biaya transportasi

Masalah Transportasi Seimbang

Suatu model transportasi dikatakan seimbang (*balance transportation model*) apabila jumlah barang yang dikirimkan dari tempat asal sama dengan jumlah barang yang diminta oleh tempat tujuan.

Masalah Transportasi Takseimbang

Dalam dunia nyata (*real world*) sering terjadi ketidaksamaan antara jumlah kapasitas daerah sumber (asal) dengan daya tampung daerah tujuan. Kondisi ini disebut model transportasi takseimbang.

Dapat saja $K_A \geq D_t$ atau $K_A \leq D_t$ dimana:

K_A = Kapasitas daerah asal (a)

D_t = Daya tampung tempat tujuan (t)

Bila hal itu terjadi, maka kapasitas dan daya tampung harus disamakan terlebih dahulu. Caranya dengan menambahkan *dummy* (kepada salah satu yang lebih kecil).¹

Rumusan Umum Masalah Transportasi

rumusan pemrograman linier masalah ini menjadi

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij},$$

Dengan kendala

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n$$

Dan

$$X_{ij} \geq 0, \text{ (untuk semua } i \text{ dan } j)$$

Keterangan :

C_{ij} = Biaya transportasi per unit barang dari sumber i ke tujuan j

- X_{ij} = Jumlah barang yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j
- S_i = Jumlah barang yang ditawarkan atau kapasitas dari sumber i
- d_j = Jumlah barang yang diminta atau dipesan oleh tujuan j
- m = Banyaknya sumber atau lokasi penawaran (persediaan)
- n = Banyaknya tempat tujuan atau lokasi permintaan

Tabel Transportasi

| Asal \ Tujuan | T ₁ | T ₂ | ... | T _j | ... | T _n | S _i |
|----------------|----------------------|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--------------------------|
| A ₁ | C_{11} X_{11} | C_{12} X_{12} | ... | C_{1j} x_{1j} | ... | C_{1n} x_{1n} | S ₁ |
| A ₂ | C_{21} X_{21} | C_{22} X_{22} | ... | C_{2j} X_{2j} | ... | C_{2n} X_{2n} | S ₂ |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . |
| A _m | C_{m1} X_{m1} | C_{m2} X_{m2} | ... | C_{mj} X_{mj} | ... | C_{mn} X_{mn} | S _m |
| d_j | d_1 | d_2 | ... | d_j | ... | d_n | $\sum S_i$ $\sum d_j$ |

Keterangan:

- A_m= Sumber atau lokasi penawaran
- T_n = Tujuan atau lokasi permintaan
- d_j = Jumlah barang yang diminta atau dipesan oleh tujuan j
- S_i = Jumlah barang yang ditawarkan atau kapasitas dari sumber i
- C_{mn} = Biaya transportasi per unit baranf dari sumber m ke tujuan n
- X_{mn} = Jumla barang yang didistribusikan dari sumber m ke tujuan n

Pengertian Logika Fuzzy

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat,cepat,

dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah.³

Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item *x* dalam suatu himpunan *A*, yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu: Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau

Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan suatu himpunan fuzzy dapat ditentukan dengan fungsi segitiga (*triangel*), trapesium (*trapezoidal*), atau Fungsi Gauss (*Gaussian*).

1. Fungsi keanggotaan segitiga

Persamaan fungsi keanggotaan segitiga adalah

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & \text{jika } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}; & \text{jika } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & \text{jika } b < x \leq c \\ 0; & \text{jika } x > c \end{cases}$$

Dimana:

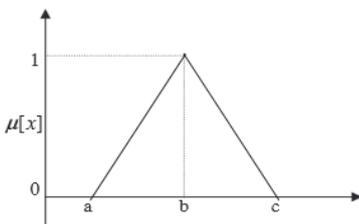
$\mu(x)$ = Derajat keanggotaan x

a dan c= Nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0)

b = Nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1)

x = Nilai domain yang belum memiliki derajat keanggotaan

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Grafik fungsi keanggotaan segitiga

2. Fungsi keanggotaan trapesium

Persamaan fungsi keanggotaan segitiga adalah

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

Dimana:

$\mu(x)$ = Derajat keanggotaan x

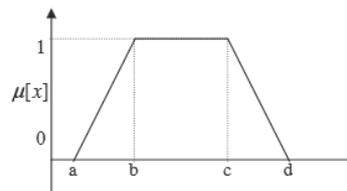
a dan d= Nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0)

b= Batas bawah nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1)

c= Batas atas nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1)

x= Nilai domain yang belum memiliki derajat keanggotaan

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Grafik fungsi keanggotaan trapesium

3. Fungsi keanggotaan Gaussian

Persamaan fungsi keanggotaan Gaussian adalah

$$\mu(x; c, \sigma) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$

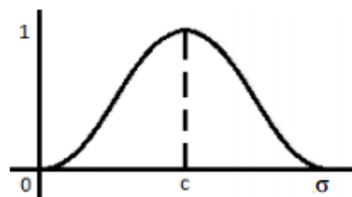
Dimana:

$\mu(x; c, \sigma)$ = Derajat keanggotaan x terhadap domain x, σ , dan c

c= Nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1)

σ = lebar kurva

x=Nilai domain yang belum memiliki derajat keanggotaan⁴



Grafik fungsi keanggotaan gaussianNol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan

Transformasi: Interval transportation ke classical transportation

Misalkan ada suatu permasalahan transportasi dengan nilai permintaan dan supply berbentuk interval sebagai berikut:

$$\text{Min: } c(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \in [a_i^1, a_i^2]; i = 1, 2, \dots, m. \tag{2.8}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \in [b_j^1, b_j^2]; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ integer.}$$

Masalah (2.8) dapat ditransformasikan ke bentuk *classical transportation* dengan menambahkan beberapa nilai dummy pada sumber dan tujuan. Akan diperoleh $(2m+1)$ sumber dengan nilai supply $a_i, i=1, 2, \dots, 2m+1$, sebagai berikut:

$$a_i = a_1^i; \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$a_i = a_2^{i-m} - a_1^{i-m}; \quad i = m + 1, m + 2, \dots, 2m.$$

$$a_{2m+1} = \sum_{j=1}^n (b_2^j - b_1^j)$$

Juga akan diperoleh $(2n+1)$ tujuan dengan nilai permintaan (demand) $b_j, j=1, 2, \dots, 2n+1$, sebagai berikut:

$$b_j = b_1^j; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$b_j = b_2^{j-n} - b_1^{j-n}; j = n + 1, n + 2, \dots, 2n.$$

$$b_{2n+1} = \sum_{i=1}^m a_i^2 - \sum_{j=1}^n b_j^1$$

Koefisien biaya d_{ij} adalah:

$$d_{ij} = c_{ij}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$d_{ij} = c_{i-m,j}; i = m + 1, m + 2, \dots, 2m; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$d_{ij} = c_{i,j-n}; i = 1, 2, \dots, m; j = n + 1, n + 2, \dots, 2n.$$

$$d_{ij} = c_{i-m,j-n}; i = m + 1, m + 2, \dots, 2m; j = n + 1, n + 2, \dots, 2n.$$

$$d_{i,2n+1} = M; M = \text{bilangan yang sangat besar, } i = 1, 2, \dots, m.$$

$$d_{i,2n+1} = 0; i = m + 1, m + 2, \dots, 2m.$$

$$d_{2m+1,j} = M; M = \text{bilangan yang sangat besar, } j = 1, 2, \dots, n.$$

$$d_{2m+1,j} = 0; j = n + 1, n + 2, \dots, 2n.$$

Solusi dapat diambil:

```
For i=1 to m do
    For j=1 to 2n do
        xij = xij + xm-i,j;
    For i=1 to m do
        For j=1 to n do
            xij = xij + xi,n+j;
```

Definisi Operasional Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas terdiri dari kapasitas gudang (A_i), permintaan lokasi pemasaran (B_j) dan biaya transportasi (C_{ji}) (gaji supir, uang makan, dan bensin/sewa mobil). Variabel terikat terdiri dari alokasi produk dari supply ke daerah tujuan (X_{ji}) dan total biaya distribusi barang ($C(x)$)

3. HASIL

Data yang diperoleh dari PT. NSS Bawakaraeng adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Kapasitas penyimpanan gudang perusahaan PT. NSS

| Gudang | Kapasitas | | | Lokasi |
|--------|-----------|--------|------|-----------|
| | Min | rerata | Max | |
| 1 | 600 | 800 | 1000 | Makassar |
| 2 | 200 | 300 | 500 | Bone |
| 3 | 150 | 250 | 500 | Pare-pare |
| 4 | 300 | 450 | 700 | Palopo |

| | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|
| 5 | 200 | 300 | 500 | Mamuju |
|---|-----|-----|-----|--------|

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai min, max, dan rata-rata ketersediaan motor perbulan pada gudang dalam setahun terakhir PT. NSS Bawakaraeng. Dimana nilai min dan nilai max merupakan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0), sedangkan nilai rata-rata merupakan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1) sehingga akan membentuk grafik fungsi keanggotaan segitiga. Adapun PT. NSS Bawakaraeng tidak menerapkan sistem *zero stock* dalam sistem penyaluran barangnya, sehingga masing-masing gudang memiliki fungsi tujuannya sendiri yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi keanggotaan gudang Makassar

$$\mu_{A_1}(x) = \begin{cases} \frac{x-600}{800-600}; & \text{jika } 600 \leq x \leq 800 \\ \frac{1000-x}{1000-800}; & \text{jika } 800 < x \leq 1000 \\ 0; & \text{jika } x > 1000 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan gudang Bone

$$\mu_{A_2}(x) = \begin{cases} \frac{x-200}{300-200}; & \text{jika } 200 \leq x \leq 300 \\ \frac{500-x}{500-300}; & \text{jika } 300 < x \leq 500 \\ 0; & \text{jika } x > 500 \end{cases}$$

3. Fungsi keanggotaan gudang Pare-pare

$$\mu_{A_3}(x) = \begin{cases} \frac{x-150}{250-150}; & \text{jika } 150 \leq x \leq 250 \\ \frac{500-x}{500-250}; & \text{jika } 250 < x \leq 500 \\ 0; & \text{jika } x > 500 \end{cases}$$

4. Fungsi keanggotaan gudang Palopo

$$\mu_{A_4}(x) = \begin{cases} \frac{x-300}{450-300}; & \text{jika } 300 \leq x \leq 450 \\ \frac{700-x}{700-450}; & \text{jika } 450 < x \leq 700 \\ 0; & \text{jika } x > 700 \end{cases}$$

5. Fungsi keanggotaan gudang Mamuju

$$\mu_{A_5}(x) = \begin{cases} \frac{x-200}{300-200}; & \text{jika } 200 \leq x \leq 300 \\ \frac{500-x}{500-300}; & \text{jika } 300 < x \leq 500 \\ 0; & \text{jika } x > 500 \end{cases}$$

Tabel 4.2. Permintaan daerah tujuan pemasaran perusahaan PT. NSS

| Tujuan Pemasaran | Permintaan | | | Variabel |
|------------------|------------|--------|-----|----------|
| | Min | rerata | Max | |
| Makassar | 300 | 350 | 400 | A |
| Antang | 30 | 35 | 40 | B |
| Takalar | 20 | 23 | 25 | C |
| Maros | 50 | 55 | 60 | D |
| Pangkep | 20 | 23 | 25 | E |
| Bone | 100 | 150 | 200 | F |
| Sinjai | 40 | 45 | 50 | G |
| Bulukumba | 20 | 25 | 30 | H |
| Pare-Pare | 80 | 100 | 150 | I |
| Pinrang | 20 | 25 | 30 | J |
| Enrekang | 30 | 35 | 40 | K |
| Sidrap | 25 | 28 | 30 | L |
| Palopo | 200 | 225 | 250 | M |
| Toraja | 60 | 65 | 70 | N |
| Belopa | 30 | 35 | 40 | O |
| Makale | 40 | 45 | 50 | P |
| Mamuju | 200 | 250 | 300 | Q |
| P. Kayu | 100 | 110 | 120 | R |
| Topoyo | 30 | 35 | 40 | S |
| Sarudu | 20 | 25 | 30 | T |

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai min, max, dan rata-rata permintaan motor perbulan dalam setahun terakhir daerah pemasaran perusahaan PT. NSS Bawakaraeng. Dimana nilai min dan nilai max merupakan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0), sedangkan nilai rata-rata merupakan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1) sehingga akan membentuk grafik fungsi keanggotaan segitiga.

Tabel 4.3. Biaya distribusi sepeda motor (per unit) perusahaan PT. NSS

| Gudang \ Tujuan | 1 A | 2 F | 3 I | 4 M | 5 Q |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| (A) | 0 | 60.000 | 60.000 | 90.000 | 75.000 |
| (B) | 50.000 | 60.000 | 60.000 | 90.000 | 75.000 |
| (C) | 120.000 | 60.000 | 60.000 | 90.000 | 75.000 |
| (D) | 100.000 | 60.000 | 60.000 | 90.000 | 75.000 |
| (E) | 150.000 | 60.000 | 60.000 | 90.000 | 75.000 |
| (F) | 70.000 | 0 | 65.000 | 80.000 | 50.000 |
| (G) | 70.000 | 50.000 | 65.000 | 80.000 | 50.000 |
| (H) | 50.000 | 50.000 | 65.000 | 80.000 | 50.000 |
| (I) | 100.000 | 65.000 | 0 | 80.000 | 50.000 |
| (J) | 100.000 | 65.000 | 40.000 | 80.000 | 50.000 |
| (K) | 140.000 | 75.000 | 70.000 | 80.000 | 50.000 |
| (L) | 140.000 | 80.000 | 40.000 | 80.000 | 50.000 |
| (M) | 90.000 | 80.000 | 80.000 | 0 | 75.000 |
| (N) | 90.000 | 80.000 | 80.000 | 55.000 | 75.000 |
| (O) | 140.000 | 80.000 | 80.000 | 50.000 | 75.000 |
| (P) | 70.000 | 80.000 | 80.000 | 50.000 | 75.000 |
| (Q) | 75.000 | 50.000 | 50.000 | 75.000 | 0 |
| (R) | 75.000 | 50.000 | 50.000 | 75.000 | 94.000 |
| (S) | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 75.000 | 52.000 |
| (T) | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 75.000 | 80.000 |

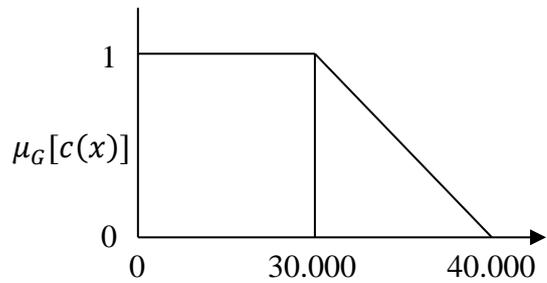
(PT. NSS Bawakaraeng 2016)

Tabel 4.3 menunjukkan biaya distribusi sepeda motor (per unit) pada PT. NSS Bawakaraeng daerah Makassar, Bone, Pare-pare, Palopo, dan Mamuju menuju ke tempat tujuan diantaranya Makassar, Antang, Takalar, Maros, Pangkep, Bone, Sinjai, Bulukumba, Pare-Pare, Pinrang, Enrekang, Sidrap, Palopo, Toraja, Belopa, Makale, Mamuju, Pasang Kayu, Topoyo, Sarudu.

Anggaran yang disediakan perusahaan untuk pendistribusian motor adalah Rp.30.000.000,-. Namun perusahaan masih bisa mengusahakan hingga Rp.40.000.000 dengan fungsi keanggotaan (dalam ribuan),

$$\mu_G[C(x)] = \begin{cases} 0; & \text{jika } x < 0 \\ 1; & \text{jika } 0 \leq x \leq 30.000 \\ \frac{40.000 - x}{40.000 - 30.000}; & \text{jika } 30.000 < x \leq 40.000 \\ 0; & \text{jika } x > 40.000 \end{cases}$$

Persamaan tersebut direpresentasikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Grafik fungsi keanggotaan anggaran yang disediakan PT. NSS

Adapun masalah transportasi yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Minimumkan : $C(x) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{ji} X_{ji} \quad (1)$

$$\begin{aligned} &= 60X_{12} + 60X_{13} + 90X_{14} + 75X_{15} + \\ &50X_{21} + 60X_{22} + 60X_{23} + 90X_{24} + \\ &75X_{25} + 120X_{31} + 60X_{32} + 60X_{33} + \\ &90X_{34} + 75X_{35} + 100X_{41} + 60X_{42} + \\ &60X_{43} + 90X_{44} + 75X_{45} + 150X_{51} + \\ &60X_{52} + 60X_{53} + 90X_{54} + 75X_{55} + \\ &70X_{61} + 65X_{63} + 80X_{64} + 50X_{65} + \\ &70X_{71} + 50X_{72} + 65X_{73} + 80X_{74} + \\ &50X_{75} + 50X_{81} + 50X_{82} + 65X_{83} + \\ &80X_{84} + 50X_{85} + 100X_{91} + 65X_{92} + \\ &80X_{94} + 50X_{95} + 100X_{10,1} + 65X_{10,2} + \\ &40X_{10,3} + 80X_{10,4} + 50X_{10,5} + 140X_{11,1} + \\ &75X_{11,2} + 70X_{11,3} + 80X_{11,4} + 50X_{11,5} + \\ &140X_{12,1} + 80X_{12,2} + 40X_{12,3} + 80X_{12,4} + \\ &50X_{12,5} + 90X_{13,1} + 80X_{13,2} + 80X_{13,3} + \\ &75X_{13,5} + 90X_{14,1} + 80X_{14,2} + 80X_{14,3} + \\ &55X_{14,4} + 75X_{14,5} + 140X_{15,1} + 80X_{15,2} + \\ &80X_{15,3} + 50X_{15,4} + 75X_{15,5} + 70X_{16,1} + \\ &80X_{16,2} + 80X_{16,3} + 50X_{16,4} + 75X_{16,5} + \\ &75X_{17,1} + 50X_{17,2} + 50X_{17,3} + 75X_{17,4} + \\ &75X_{18,1} + 50X_{18,2} + 50X_{18,3} + 75X_{18,4} + \\ &94X_{18,5} + 50X_{19,1} + 50X_{19,2} + 50X_{19,3} + \\ &75X_{19,4} + 52X_{19,5} + 50X_{20,1} + 50X_{20,2} + \\ &50X_{20,3} + 75X_{20,4} + 80X_{20,5} \end{aligned}$$

(Dalam satuan Ribuan)

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n X_{ji} \cong A_i = (\underline{a}, \bar{a}, \alpha_A, \beta_A)_{L-R}; \quad i=1,2,\dots,m. \quad (2)$$

Karena fungsi keanggotaan gudang berbentuk segitiga, maka nilai $\underline{a} = \bar{a}$,

$$\sum_{j=1}^{20} X_{j1} \cong (800, 800, 200, 200)_{L-R}$$

$$\sum_{j=1}^{20} X_{j2} \cong (300, 300, 100, 200)_{L-R}$$

$$\sum_{j=1}^{20} X_{j3} \cong (250, 250, 100, 250)_{L-R}$$

$$\sum_{j=1}^{20} X_{j4} \cong (450, 450, 150, 250)_{L-R}$$

$$\sum_{j=1}^{20} X_{j5} \cong (300, 300, 100, 200)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ji} \cong B_j = (\underline{b}, \bar{b}, \alpha_B, \beta_B)_{L-R}; \quad j=1,2,\dots,n. \quad (3)$$

Karena fungsi keanggotaan daerah tujuan pemasaran berbentuk segitiga, maka nilai $\underline{b} = \bar{b}$,

$$\sum_{i=1}^5 X_{1i} \cong (350, 350, 50, 50)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{2i} \cong (35, 35, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{3i} \cong (23, 23, 3, 2)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{4i} \cong (55, 55, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{5i} \cong (23, 23, 3, 2)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{6i} \cong (150, 150, 50, 50)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{7i} \cong (45, 45, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{8i} \cong (25, 25, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{9i} \cong (100, 100, 20, 50)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{10i} \cong (25, 25, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{11i} \cong (35, 35, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{12i} \cong (28, 28, 3, 2)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{13i} \cong (225, 225, 25, 25)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{14i} \cong (65, 65, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{15i} \cong (35, 35, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{16i} \cong (45, 45, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{17i} \cong (250, 250, 50, 50)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{18i} \cong (110, 110, 10, 10)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{19i} \cong (35, 35, 5, 5)_{L-R}$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{20i} \cong (25, 25, 5, 5)_{L-R}$$

$\{X_{ji}; 1 \leq i \leq 5 \text{ dan } 1 \leq j \leq 20\} \geq 0$ dan integer

Fuzzy tujuannya ditentukan sebagai berikut :

$$G = (0, C, 0, \beta_G)_{L-R}$$

$$G = (0, 30.000, 0, 10.000)$$

λ - cut untuk nilai fuzzy supply dan demand, serta fuzzy goal sesuai dengan bentuk L-R adalah sebagai berikut:

$$A_i^\lambda = [\underline{a}_i - L_i(\lambda)\alpha_{Ai}, \bar{a}_i - L_i(\lambda)\beta_{Ai}]; \quad i=1,2,\dots,m.$$

$$A_1^\lambda = [800 - 200(1-\lambda), 800 + 200(1-\lambda)];$$

$$A_2^\lambda = [300 - 100(1-\lambda), 300 + 200(1-\lambda)];$$

$$A_3^\lambda = [250 - 100(1-\lambda), 250 + 250(1-\lambda)];$$

$$A_4^\lambda = [450 - 150(1-\lambda), 450 + 250(1-\lambda)];$$

$$A_5^\lambda = [300 - 100(1-\lambda), 300 + 200(1-\lambda)];$$

$$B_j^\lambda = [b_j - L_j(\lambda)\alpha_{Bj}, \bar{b}_j - L_j(\lambda)\beta_{Bj}]; \quad j=1,2,\dots,n.$$

$$B_1^\lambda = [350 - 50(1-\lambda), 350 + 50(1-\lambda)];$$

$$B_2^\lambda = [35 - 5(1-\lambda), 35 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_3^\lambda = [23 - 3(1-\lambda), 23 + 2(1-\lambda)];$$

$$B_4^\lambda = [55 - 5(1-\lambda), 55 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_5^\lambda = [23 - 3(1-\lambda), 23 + 2(1-\lambda)];$$

$$B_6^\lambda = [150 - 50(1-\lambda), 150 + 50(1-\lambda)];$$

$$B_7^\lambda = [45 - 5(1-\lambda), 45 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_8^\lambda = [25 - 5(1-\lambda), 25 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_9^\lambda = [100 - 20(1-\lambda), 100 + 50(1-\lambda)];$$

$$B_{10}^\lambda = [25 - 5(1-\lambda), 25 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_{11}^\lambda = [35 - 5(1-\lambda), 35 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_{12}^\lambda = [28 - 3(1-\lambda), 28 + 2(1-\lambda)];$$

$$B_{13}^\lambda = [225 - 25(1-\lambda), 225 + 25(1-\lambda)];$$

$$B_{14}^\lambda = [65 - 5(1-\lambda), 65 + 5(1-\lambda)];$$

$$B_{15}^\lambda = [35 - 5(1 - \lambda), 35 + 5(1 - \lambda)];$$

$$B_{16}^\lambda = [45 - 5(1 - \lambda), 45 + 5(1 - \lambda)];$$

$$B_{17}^\lambda = [250 - 50(1 - \lambda), 250 + 50(1 - \lambda)];$$

$$B_{18}^\lambda = [110 - 10(1 - \lambda), 110 + 10(1 - \lambda)];$$

$$B_{19}^\lambda = [35 - 5(1 - \lambda), 35 + 5(1 - \lambda)];$$

$$B_{20}^\lambda = [25 - 5(1 - \lambda), 25 + 5(1 - \lambda)]$$

Berdasarkan Algoritma (Chanas, 1998),

solusinya sebagai berikut:

Langkah 1: Tetapkanlah $\lambda(1)=0$ dan $\lambda(2)=1$

4. PEMBAHASAN

PT. NSS Bawakaraeng merupakan data kisaran perbulan berupa nilai minimal, nilai rata-rata, dan nilai maksimal selama setahun terakhir yang terdiri dari data kapasitas penyimpanan gudang, permintaan lokasi pemasaran, dan anggaran yang disediakan untuk proses distribusi motor. Selain itu, ada pula data biaya transportasi perunit dari masing-masing gudang ke beberapa lokasi pemasaran.

Data tersebut ditransformasi kedalam fungsi keanggotaan fuzzy dimana nilai rata-rata sebagai satu-satunya nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu (1) sedangkan nilai minimal dan nilai maksimal sebagai nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0). Sehingga grafik yang di bentuk adalah grafik fungsi keanggotaan segitiga.

Tujuan dari permasalahan transportasi ini adalah untuk menemukan biaya yang paling optimal dengan fungsi tujuan pada persamaan (1). Dengan batasan permasalahan dimodelkan kedalam bentuk L-R sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (2) dan (3). Adapun fuzzy tujuannya ditentukan sebagai berikut :

$$G = (0, C, 0, \beta_G)_{L-R}$$

$$G = (0, 30.000, 0, 10.000)$$

Selanjutnya permasalahan distribusi ini diselesaikan berdasarkan algoritma (Chanas, 1998) dimana akan menghasilkan beberapa biaya

total transportasi (Z) untuk setiap iterasinya. Adapun iterasinya adalah:

- Nilai Z pada $\lambda(1) = 0$ adalah $Z=29600$ (*feasible*)
- Nilai Z pada $\lambda(2) = 1$ adalah $Z=31255$ (*infeasible*)
- Karena nilai Z pada $\lambda(half) = 0.5$ adalah $Z=36875$ (*infeasible*)
Maka $\lambda(2) = \lambda(half) = 0.5$
- Nilai Z pada (*half*) = 0.25 adalah $Z=32380$ (*feasible*)
Dengan nilai $\mu_C(x) = 0.25 < \mu_G(x) = 0.762$, maka

$$\lambda(1) = \mu_C(x) = 0.25$$

- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.375$ adalah $Z=33790$ (*feasible*)
Dengan nilai $\mu_C(x) = 0.375 < \mu_G(x) = 0.621$, maka
 $\lambda(1) = \mu_C(x) = 0.375$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.4375$ adalah $Z=35210$ (*feasible*)
Dengan nilai $\mu_C(x) = 0.44 < \mu_G(x) = 0.479$, maka
 $\lambda(1) = \mu_C(x) = 0.44$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.47$ adalah $Z=35890$ (*infeasible*)
Maka $\lambda(2) = \lambda(half) = 0.47$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.455$ adalah $Z=35590$ (*infeasible*)
Maka $\lambda(2) = \lambda(half) = 0.455$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.4475$ adalah $Z=35490$ (*feasible*)
Dengan nilai $\mu_C(x) = 0.45 < \mu_G(x) = 0.451$, maka
 $\lambda(1) = \mu_C(x) = 0.45$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.4525$ adalah $Z=35560$ (*infeasible*)
Maka $\lambda(2) = \lambda(half) = 0.4525$
- Nilai Z pada $\lambda(half) = 0.45125$ adalah $Z=35560$ (*infeasible*)
Maka $\lambda(2) = \lambda(half) = 0.45125$

Dimana permasalahan transportasi untuk $\lambda(1) = 0.45$ merupakan minimal extension dari masalah transportasi untuk $\lambda(2) = 0.45125$. Hal ini berarti salah satu dari masalah transportasi tersebut merupakan solusi optimal. Namun dikarenakan masalah transportasi untuk $\lambda(2) = 0.45125$ *infeasible*, maka nilai Z pada

permasalahan transportasi untuk $\lambda(1) = 0.45$ adalah **solusi optimal**. Sementara nilai Z pada $\lambda(\text{half}) = 0.45$ adalah $Z=35490$ (*feasible*). Sehingga ditemukan solusi akhir biaya transportasi optimal adalah sebesar Rp. 35.490.000,- dengan alokasi pendistribusian unit motor seperti pada Tabel 4.33.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah biaya optimal transportasi sebesar Rp.35.490.000,- dengan alokasi terbesar 377 unit motor dari gudang Makassar ke daerah pemasaran Makassar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hariyono, Achmad. *Analisis Penerapan Model Transportasi Distribusi dengan Menggunakan NWCM dan SSM pada Harian Tribun Timur Makassar*. Makassar, 2012.
- Hiller, Frederick S. dan Gerald J. Lieberman. *Pengantar Riset Operasi Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga, 1990.
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Mohanaselvi, S. dan K. Ganesan. *Fuzzy Optimal Solution to Fuzzy Transportation Problem : A New Approach*. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE) Vol. 4 No. 03, 2012.
- Nasution, Helfi. *Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan*. Jurnal ELKHA Vol. 4 No. 2, 2012.
- Nurdin. *Pengantar Teori Fuzzy untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika S1 & S2 Edisi Revisi*. Makassar: Jurusan Matematika FMIPA UNM Makassar, 2008.
- Pranata, Wira Sakti dan Entin Martiana K. *Perbandingan Algoritma Kombinasi Northwest Corner-Stepping Stones dan Least Cost-Stepping Stones pada Pemecahan Persoalan Pendistribusian Barang*.
- Prawirosentono, Suyadi. *Riset Operasi dan Ekonofisika*. Jakarta: BumiAksara, 2005.
- Saelan, Athia. *Logika Fuzzy*. Makalah IF2091 Struktur Diskrit, 2009.
- Siswanto. *Operations Research Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007.
- Sudradjat. *Pendahuluan Penelitian Operasional*. Bandung, 2008
- Sundry, Beby. *Penerapan Program Linier dalam Optimasi Biaya Pakan Ikan dengan Metode Simpleks (Studi Kasus PT. Indojoya Agrinusa Medan)*. Informasi dan Teknologi Ilmiah, 2014.
- Tumpal J.R, Sitinjak. *Riset Operasi untuk Pengambilan Keputusan Manajerial dengan Aplikasi Excel*. Jakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Wirdasari, Dian. *Metode Simpleks dalam Program Linier*. Jurnal SAINTIKOM, 2009.