

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai masalah transportasi *fuzzy*, model optimisasi masalah transportasi *fuzzy*, dan metode penyelesaiannya menggunakan AAM.

#### **3.1 Deskripsi Masalah**

Penelitian ini meneliti masalah transportasi *fuzzy*, yaitu masalah pendistribusian barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan di mana biaya transportasi, banyaknya permintaan, dan penawarannya tidak diketahui dalam jumlah yang pasti. Bentuk biaya transportasi *fuzzy*, permintaan *fuzzy*, dan penawaran *fuzzy* masing-masing dapat dikategorikan. Tujuan penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* adalah untuk menentukan distribusi dari sumber ke tujuan yang meminimumkan total biaya *fuzzy* dengan tetap memenuhi jumlah permintaan dan persediaan *fuzzy* (Jayaraman dkk., 2013).

Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa biaya transportasi, banyaknya permintaan dan penawaran berupa bilangan *fuzzy* trapesium yang merupakan salah satu bentuk bilangan *fuzzy* yang merepresentasikan fungsi keanggotaan lebih banyak daripada bilangan *fuzzy* segitiga. Masalah transportasi *fuzzy* pada penelitian ini diselesaikan menggunakan AAM.

#### **3.2 Tahapan Penelitian**

Tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka mengenai masalah transportasi, teori *fuzzy* dan penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* menggunakan AAM dari buku-buku, artikel dan jurnal yang terkait baik nasional maupun internasional.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu data permintaan dari berbagai tujuan, penawaran dari berbagai sumber, dan biaya transportasi dari berbagai sumber ke berbagai tujuan selama periode tertentu.

3. Representasi Bilangan *Fuzzy*  
Data-data yang telah diketahui sebelumnya akan direpresentasikan dalam bentuk bilangan *fuzzy* trapesium.
4. Pembentukan Model Transportasi  
Pada tahap ini akan dibentuk model dari masalah transportasi *fuzzy* yang selanjutnya akan direpresentasikan dalam bentuk Tabel Transportasi
5. Penyelesaian Masalah Transportasi *Fuzzy*  
Pada tahapan ini, masalah transportasi *fuzzy* akan diselesaikan dengan menggunakan AAM.
6. Validasi  
Penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* dengan AAM akan divalidasi dengan cara membandingkan hasil dari AAM pada contoh kasus yang telah diketahui hasil penyelesaiannya pada penelitian sebelumnya. Jika hasilnya belum valid, maka tahapan akan diulang dari Langkah 6. Jika hasilnya valid, maka akan dilanjutkan menuju ke tahap implementasi.
7. Implementasi  
Teknik penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* yang telah valid akan diimplementasikan pada studi kasus untuk pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas* (LPG).
8. Penarikan Kesimpulan  
Pada tahapan ini akan ditarik kesimpulan berdasarkan hasil implementasi pada tahapan sebelumnya.

### 3.3 Asumsi

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy*, yaitu untuk meminimumkan total biaya *fuzzy* dengan tetap memenuhi jumlah permintaan dan persediaan *fuzzy* menggunakan bilangan *fuzzy* trapesium. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Biaya transportasi, permintaan, dan penawaran diketahui dalam bentuk biaya *fuzzy* trapesium.

2. Jumlah produk *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber menuju tujuan sama dengan jumlah penawaran *fuzzy* pada sumber.
3. Jumlah produk *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber menuju tujuan sama dengan jumlah permintaan *fuzzy* pada tujuan.

### 3.4 Model Optimisasi

Berikut adalah tahapan formulasi model optimisasi dari masalah transportasi *fuzzy*. Misalkan:

$\tilde{x}_{ij}$  : jumlah barang *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber  $i$  menuju tujuan  $j$

$\tilde{c}_{ij}$  : biaya pendistribusian *fuzzy* setiap barang dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$

$\tilde{S}_i$  : jumlah penawaran *fuzzy* barang pada sumber  $i$

$\tilde{D}_j$  : jumlah permintaan *fuzzy* barang pada tujuan  $j$

$\tilde{Z}$  : hasil akhir dari total biaya minimum *fuzzy*

Variabel keputusan dari model optimisasi didefinisikan untuk menentukan jumlah barang *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$  sebagai berikut:

$$\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^{(1)}, x_{ij}^{(2)}, x_{ij}^{(3)}, x_{ij}^{(4)})$$

$$\tilde{x}_{ij} \geq 0$$

$$i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

dengan  $m$  merupakan banyaknya sumber dan  $n$  merupakan banyaknya tujuan.

Tujuan dari penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* adalah untuk meminimumkan biaya transportasi *fuzzy*. Maka, fungsi tujuan model optimisasi dapat diformulasikan sebagai berikut:

#### Meminimumkan

$$\tilde{Z} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\tilde{c}_{ij} \otimes \tilde{x}_{ij}) \quad (3.1)$$

Kendala dari model optimisasi adalah sebagai berikut:

- a. Total barang *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber ke tujuan kurang dari atau sama dengan total penawaran *fuzzy* pada sumber.

$$\sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \leq \tilde{S}_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.2)$$

- b. Total barang *fuzzy* yang didistribusikan dari sumber ke tujuan lebih dari atau sama dengan total permintaan *fuzzy* pada tujuan.

$$\sum_{i=1}^m \tilde{x}_{ij} \geq \tilde{D}_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

Model optimisasi di atas termasuk dalam kategori model *fuzzy integer programming*.

### 3.5 Metode Penyelesaian

Pada penelitian ini, model dari masalah transportasi *fuzzy* diselesaikan menggunakan AAM yang dikembangkan oleh Samuel dan Raja (2017) dengan bilangan *fuzzy* trapesium. Tujuan penyelesaian model adalah untuk meminimumkan biaya transportasi *fuzzy* dengan tetap memenuhi jumlah permintaan dan penawaran *fuzzy*. AAM merupakan salah satu metode efektif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah transportasi *fuzzy* tidak seimbang tanpa perlu mengubah masalah tersebut menjadi seimbang untuk mencari solusi optimalnya. Biaya transportasi, permintaan, dan penawaran produk pada penelitian ini yang diwakili dengan bilangan *fuzzy* trapesium. Berikut adalah tahapan penyelesaian masalah transportasi *fuzzy* dengan menggunakan AAM:

1. Buat tabel transportasi *fuzzy*

Merujuk pada model transportasi pada Bab 2, maka bentuk tabel biaya *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Transportasi *Fuzzy*

Dari/Ke		Tujuan						Penawaran
		1	2	...	$j$	...	$n$	
Sumber	1	$\tilde{c}_{11}$ $\tilde{x}_{11}$	$\tilde{c}_{12}$ $\tilde{x}_{12}$	...	$\tilde{c}_{1j}$ $\tilde{x}_{1j}$	...	$\tilde{c}_{1n}$ $\tilde{x}_{1n}$	$\tilde{S}_1$
	2	$\tilde{c}_{21}$ $\tilde{x}_{21}$	$\tilde{c}_{22}$ $\tilde{x}_{22}$	...	$\tilde{c}_{2j}$ $\tilde{x}_{2j}$	...	$\tilde{c}_{2n}$ $\tilde{x}_{2n}$	$\tilde{S}_2$
	⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	
	$i$	$\tilde{c}_{i1}$ $\tilde{x}_{i1}$	$\tilde{c}_{i2}$ $\tilde{x}_{i2}$	...	$\tilde{c}_{ij}$ $\tilde{x}_{ij}$	...	$\tilde{c}_{in}$ $\tilde{x}_{in}$	$\tilde{S}_i$
	⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	
	$m$	$\tilde{c}_{m1}$ $\tilde{x}_{m1}$	$\tilde{c}_{m2}$ $\tilde{x}_{m2}$	...	$\tilde{c}_{mj}$ $\tilde{x}_{mj}$	...	$\tilde{c}_{mn}$ $\tilde{x}_{mn}$	$\tilde{S}_m$
Permintaan		$\tilde{D}_1$	$\tilde{D}_2$	...	$\tilde{D}_j$	...	$\tilde{D}_n$	

2. Cari elemen terkecil pada setiap baris dan kolom
  - a. Cari elemen terkecil pada setiap baris dari tabel biaya *fuzzy* dengan mengkonversi terlebih dahulu bilangan *fuzzy* pada setiap baris menjadi bilangan *crisp* menggunakan metode *Graded Mean Integration*. Nilai defuzzifikasi pada metode *Graded Mean Integration* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$R(\tilde{A})$  : hasil defuzzifikasi dari bilangan *fuzzy* trapesium

$\tilde{A}, \tilde{B}$  : himpunan bilangan *fuzzy* trapesium

$a_i, b_i$  : bilangan *fuzzy* trapesium,  $i = 1, 2, 3, 4$

$$R(\tilde{A}) = \frac{(a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4)}{6} \quad (3.4)$$

Kurangi setiap elemen pada baris tersebut dengan elemen terkecil pada baris tersebut menggunakan operasi pengurangan aritmetika pada bilangan *fuzzy* sebagai berikut:

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1) \quad (3.5)$$

- b. Cari elemen terkecil pada setiap kolom dari tabel biaya *fuzzy* kemudian kurangi setiap elemen pada kolom tersebut terhadap elemen terkecil pada kolom tersebut seperti pada Langkah 2(a).
  - c. Cari biaya terkecil *fuzzy* yang tidak sama dengan nol pada matriks tabel biaya *fuzzy* tersebut menggunakan metode *Graded Mean Integration* pada Persamaan (3.4) kemudian kurangi dengan dirinya sendiri menggunakan operasi pengurangan aritmetika pada bilangan *fuzzy* seperti pada Persamaan (3.5).
3. Verifikasi total permintaan dan penawaran

Verifikasi jika total permintaan melebihi total penawaran maka hitung penalti baris dan jika total permintaan tidak melebihi total penawaran maka hitung penalti kolom. Untuk menghitung total permintaan dan penawaran menggunakan metode *Graded Mean Integration* pada Persamaan (3.4).

4. Hitung penalti setiap baris atau kolom

Hitung penalti dari setiap baris atau kolom dengan cara menjumlahkan dua nilai terkecil dari biaya transportasi fuzzy pada baris atau kolom yang sama menggunakan operasi penjumlahan aritmetika *fuzzy* sebagai berikut:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \quad (3.6)$$

5. Pilih baris atau kolom dengan penalti terbesar

Pilih baris atau kolom dengan penalti terbesar menggunakan metode *Graded Mean Integration* pada persamaan (3.4). Kemudian alokasikan jumlah penawaran *fuzzy* atau permintaan *fuzzy* sebanyak-banyaknya pada sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom terpilih yang memenuhi kondisi. Jika terdapat nilai penalti yang sama maka dapat dipecah dengan biaya *fuzzy* ganjil terkecil dari tabel biaya *fuzzy* awal.

6. Perbarui jumlah permintaan *fuzzy* dan penawaran *fuzzy*

Perbarui jumlah permintaan *fuzzy* dan penawaran *fuzzy* kemudian tutup baris atau kolom pada permintaan *fuzzy* atau penawaran *fuzzy* yang sudah terpenuhi. Ulangi Langkah 4 sampai 6 hingga seluruh permintaan *fuzzy* dari berbagai tujuan dan seluruh penawaran *fuzzy* dari berbagai sumber terpenuhi.

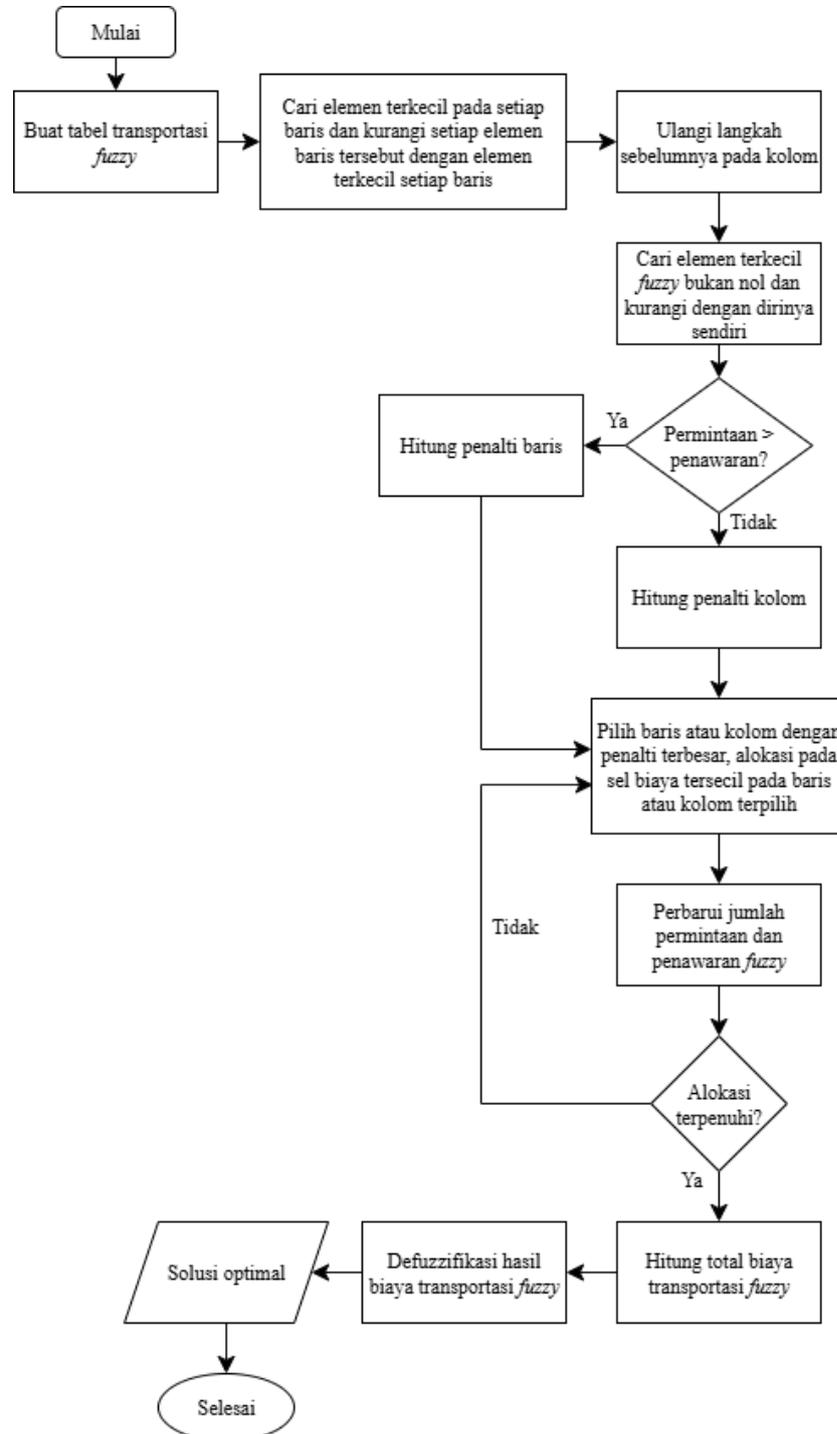
7. Hitung total biaya transportasi *fuzzy*

Hitung total biaya transportasi *fuzzy* untuk alokasi yang layak dari tabel biaya *fuzzy* menggunakan Persamaan (3.1)

8. Transformasikan hasil biaya transportasi *fuzzy* optimal menjadi bilangan *crisp*

Setelah mendapatkan hasil biaya transportasi *fuzzy* optimal, kemudian transformasikan bentuk total biaya transportasi *fuzzy* optimal menjadi bilangan real tegas dengan menggunakan *Graded Mean Integration* pada Persamaan (3.4).

Metode penyelesaian di atas dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* AAM