Metode Perbaikan ASM pada Masalah Transportasi Tak Seimbang

by Solikhin Solikhin

Metode Perbaikan ASM pada Masalah Transportasi Tak Seimbang

Solikhin
Departemen Matematika FSM Universitas Diponegoro
soli_erf@yahoo.com

***Abstrak*—**Masalah transportasi adalah masalah pendistribusian barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman. Salah satu metode langsung untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah metode ASM. Metode ini menitikberatkan pada sel biaya tereduksi yang bernilai 0 dengan indeks terkecil. Telah ditunjukkan bahwa metode ASM memberikan solusi optimal untuk masalah transportasi seimbang, akan tetapi untuk masalah transportasi tak seimbang tidak selalu memberikan solusi optimal. Oleh karena itu, perlu adanya perbaikan. Paper ini mengkaji perbaikan dari metode ASM untuk menyelesaikan masalah transportasi tak seimbang dan menunjukkan keoptimalan solusi yang dihasilkan. Diperoleh hasil bahwa solusi yang diperoleh dengan metode perbaikan ASM pada masalah transportasi tak seimbang merupakan solusi optimal.

Kata kunci: Transportasi Tak Seimbang, Metode Perbaikan ASM

I. PENDAHULUAN

Masalah transportasi merupakan masalah pendistribusian barang dari beberapa sumber (persediaan atau *supply*) ke beberapa tujuan (permintaan atau *demand*) dengan tujuan untuk meminimumkan biaya transportasi atau memaksimumkan keuntungan [1]. Tujuan utama transportasi adalah menentukan banyaknya barang yang optimal yang akan diangkut dari beberapa sumber ke beberapa tujuan sehingga meminimumkan total biaya transportasi.

Seiring perkembangan, metode untuk mencari solusi masalah transportasi menjadi beragam. Mulai dari metode mencari solusi fisibel awal, yaitu metode Pojok Barat Laut, metode Biaya Terkecil, dan metode VAM dengan dilanjutkan mencari solusi optimal akhir menggunakan metode *Stepping Stone* atau metode MODI [1,2] hingga metode langsung tanpa mencari solusi fisibel awal.

Beberapa metode langsung yang berhasil dikembangkan diantaranya Metode *Zero Neigbourning* [3], Metode *Zero Suffix* [4], Metode *Zero Point* [5], Metode *Exponential Approach* [6], Metode ASM [7] dan sebagainya. Karakteristik dari beberapa metode ini menitikberatkan pada biaya hasil reduksi yang bernilai nol. Pada metode *Zero Neigbourning* dan *Zero Suffix* dihitung nilai rata-rata sekitar angka 0 yang bukan bernilai 0, kemudian pengalokasian bergantung pada nilai rata-rata terbesar. Sedangkan pada metode *Zero Point* diperhatikan permintaan dan persediaan pada sel dengan biaya tereduksi 0 yang bersangkutan. Berbeda dengan metode *Exponential Approach*, metode ini menetapkan penalti eksponensial pada setiap sel biaya yang bernilai 0. Penalti eksponensial adalah banyaknya angka 0 pada baris ke-i dan kolom ke-j selain angka 0 yang terpilih. Pengalokasian pada sel dengan penalti eksponensial terkecil. Jika terdapat penalti ekponensial terkecil yang sama, maka pengalokasian bergantung pada rata-rata permintaan dan persediaan terkecil untuk sel yang bersesuaian. Hampir serupa dengan metode *Exponential Approach*, metode ASM yang diperkenalkan oleh Abdul Quddoos, Dr. Shakeel Javaid, dan Prof. Mohd Masood Khalid juga menetapkan indeks penalti e untuk setiap sel-ij yang bernilai 0, yang mana indeks penalti e adalah banyaknya angka 0 pada baris ke-i dan kolom ke-j dan tidak termasuk angka 0 yang terpilih pada sel-ij. Pengalokasian pada sel dengan indeks penalti terkecil. Jika terdapat indeks penalti terkecil yang sama, maka pengalokasian bergantung pada hasil penjumlahan dari biaya tereduksi pada baris ke-i dan kolom ke-j dari sel-ij yang bersangkutan dengan hasil penjumlahan terbesar. Jika masih terjadi kesamaan, maka memilih sel-ij (sel yang memiliki indek e terkecil yang sama) yang memiliki rata-rata persediaan dan permintaan terkecil.

Sebagian besar beberapa metode langsung tersebut telah berhasil memberikan solusi optimal pada masalah transportasi seimbang, sedangkan untuk masalah transportasi tak seimbang belum tentu menghasilkan solusi optimal. Untuk memperbaiki kelemahan ini telah dikembangkan metode perbaikannya seperti metode *improved Zero Neigbourning* [8], metode *improved zero point* [9], metode *improved zero suffix* [10], metode *improved exponential approach* [11]. Metode-metode ini mampu menyelesaikan masalah transportasi tak seimbang.

Pada [7] dibahas metode ASM untuk menyelesaikan masalah transportasi pada kasus meminimumkan biaya. Kemudian eksistensi keoptimalannya telah ditunjukkan untuk masalah transportasi seimbang dan algoritmanya diperluas untuk transportasi kasus maksimum [12]. Hal yang sama, metode ASM juga belum tentu memberikan solusi optimal untuk masalah transportasi tak seimbang. Oleh karena itu, perlu dikaji perbaikan dari metode ASM sedemikian hingga dapat memberikan solusi optimal untuk masalah transportasi tak seimbang. Diselidiki keoptimalan dari metode perbaikan ASM dan diterapkan pada contoh simulasi.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan masalah transportasi baik transportasi seimbang maupun transportasi tak seimbang. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah metode perbaikan ASM yang merupakan perbaikan atau modifikasi dari metode ASM [7]. Kemudian ditunjukkan bahwa metode perbaikan ASM memberikan solusi optimal untuk masalah transportasi tak seimbang. Metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi baik seimbang maupun tak seimbang baik untuk kasus meminimumkan biaya atau memaksimumkan keuntungan.

A. *Masalah Transportasi*

Misalkan terdapat m sumber dan n tujuan. Suatu barang x akan diangkut dari sumber $i = 1, 2, \ldots, m$ ke tujuan $j = 1, 2, \ldots, n$ dengan biaya angkut per unit sebesar c_{ij}, maka jumlah barang sebesar x_{ij} dikirimkan dari pusat sumber a_i ke pusat tujuan b_j. Model transportasi secara umum sebagai berikut:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}$$

dengan kendala

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i = 1, 2, \ldots, m\ ;\quad \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j = 1, 2, \ldots, n\ ;\quad x_{ij} \ge 0,\ i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n\ .$$

Masalah transportasi dikatakan seimbang (*balanced*) apabila jumlah persediaan sama dengan jumlah permintaan , yaitu $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$ dan jika tidak maka dikatakan tidak seimbang.

Pada transportasi tak seimbang dapat diseimbangkan dengan cara menambahkan dummy sebesar $\sum_{i=1}^{m} a_i - \sum_{j=1}^{n} b_j$ atau $\sum_{j=1}^{n} b_j - \sum_{i=1}^{m} a_i$.

Definisi 1. [13] Himpunan $x_{ij} \ge 0, i = 1, 2, ..., m; j = 1, 2, ..., n$ yang memenuhi kendala pada masalah transportasi disebut solusi fisibel.
Definisi 2. [13] Solusi fisibel dikatakan solusi optimal jika meminimumkan total biaya transportasi.

Untuk menjamin masalah transportasi mempunyai solusi fisibel maka transportasinya harus seimbang, seperti diberikan teorema berikut ini.

Teorema 3. (Eksistensi) [13] Masalah transportasi memiliki solusi fisibel jika dan hanya jika merupakan masalah transportasi seimbang, yaitu $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$.

Bukti: $(\Rightarrow)$ Diketahui masalah transportasi memiliki solusi fisibel. Misalkan $x = \{x_{ij} \ge 0 | i = 1, 2, \ldots, m; j = 1, 2, \ldots, n\}$ solusi fisibel dari masalah transportasi, maka memenuhi

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i=1,2,\ldots,m;\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j=1,2,\ldots,n;\ x_{ij} \geq 0,\ i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n.$$

Oleh karena itu diperoleh $\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \sum_{i=1}^{m} a_i$ dan $\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \sum_{j=1}^{n} b_j$.

Jadi, $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$.

$(\Leftarrow)$ Diketahui masalah transportasi seimbang, yaitu $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$ Misalkan $x_{ij} = \lambda_i b_j \geq 0$, dengan λ_i adalah faktor proporsional untuk sumber i dan *supply* harus didistribusikan semuanya. Karena $x_{ij} = \lambda_i b_j$ maka $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \lambda_i \sum_{j=1}^{n} b_j$, lebih lanjut $x_{ij} = \lambda_i b_j = \frac{a_i}{\sum_{j=1}^{n} b_j} b_j$.

Oleh karena itu, diperoleh

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \sum_{j=1}^{n}\left(\frac{a_i}{\sum_{j=1}^{n} b_j} b_j\right) = a_i,\ i=1,2,\ldots,m \text{ dan } \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \sum_{i=1}^{m}\left(\frac{a_i}{\sum_{j=1}^{n} b_j} b_j\right) = b_j,\ j=1,2,\ldots,n.$$

Jadi ada $x = \{x_{ij} \geq 0 \mid i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n\}$ merupakan solusi fisibel masalah transportasi.
Jadi masalah transportasi seimbang memiliki solusi fisibel. ■

(P) min $z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}$

dengan kendala

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j=1,2,\ldots,n$$

$$x_{ij} \geq 0,\ i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n$$

(P_1) min $z^* = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} (c_{ij} - u_i - v_j) x_{ij}$

dengan kendala

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j=1,2,\ldots,n$$

$$x_{ij} \geq 0,\ i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n$$

dimana u_i, v_j bilangan riil.

Untuk menjamin setiap masalah transportasi memiliki solusi optimal, diberikan teorema berikut ini.

Teorema 4. [14] Sebarang solusi optimal masalah transportasi (P_1) merupakan solusi optimal dari masalah transportasi (P).

Bukti: Diambil sebarang $x^* = \{x_{ij}^* \geq 0 \mid i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n\}$ solusi optimal dari (P_1) maka,

$$z^* = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} (c_{ij} - u_i - v_j) x_{ij}^* = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}^* - \sum_{i=1}^{m} u_i \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^* - \sum_{j=1}^{n} v_j \sum_{i=1}^{m} x_{ij}^* = z - \sum_{i=1}^{m} u_i a_i - \sum_{j=1}^{n} v_j b_j.$$

Karena $\sum_{i=1}^{m} u_i a_i$ dan $\sum_{j=1}^{n} v_j b_j$ tidak bergantung pada x^*, maka x^* juga solusi optimal untuk masalah transportasi (P). ■

Teorema 5. [14] Jika $\{x_{ij}^0 \geq 0 \mid i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n\}$ solusi fisibel dari masalah transportasi (P) dan $(c_{ij} - u_i - v_j) \geq 0$, untuk semua i dan j, dimana u_i dan v_j adalah bilangan riil sedemikian sehingga minimum dari masalah transportasi (P_1) bernilai 0, maka $\{x_{ij}^0 \geq 0 \mid i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n\}$ adalah solusi optimal dari masalah transportasi (P).

Bukti: Diambil sebarang $\{x_{ij}^0 \geq 0 \mid i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n\}$ solusi fisibel dari (P), maka

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^0 = a_i, i = 1,2,...,m \text{ dan } \sum_{i=1}^{m} x_{ij}^0 = b_j, j = 1,2,...,n.$$

Karena $(c_{ij} - u_i - v_j) \geq 0, \ \forall i, j$ dan $\min z^* = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(c_{ij} - u_i - v_j)x_{ij} = 0$, maka

$$\min \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(c_{ij} - u_i - v_j)x_{ij} = 0 \Leftrightarrow \min z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} = \sum_{i=1}^{m} a_i u_i + \sum_{j=1}^{n} b_j v_j$$

dan memenuhi

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i, i = 1,2,...,m \ ; \ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j, j = 1,2,...,n \ ; \ x_{ij} \geq 0, \ i = 1,2,...,m; \ j = 1,2,...,n.$$

Karena $z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}^0 = \sum_{i=1}^{m} a_i u_i + \sum_{j=1}^{n} b_j v_j$

dan memenuhi

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^0 = a_i, i = 1,2,...,m; \ \sum_{i=1}^{m} x_{ij}^0 = b_j, j = 1,2,...,n \ ; \ x_{ij} \geq 0, \ i = 1,2,...,m; \ j = 1,2,...,n,$$

maka ini berarti $\{x_{ij}^0 \geq 0 | i = 1,2,...,m; \ j = 1,2,...,n\}$ solusi optimal dari (P_1). Berdasarkan Teorema 4, maka $\{x_{ij}^0 \geq 0 | i = 1,2,...,m; \ j = 1,2,...,n\}$ solusi optimal dari (P). ■

B. Metode Perbaikan ASM

Metode Perbaikan ASM merupakan metode langsung yang merupakan perbaikan dari metode ASM. Kelebihan dari metode ini adalah dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi tak seimbang dan memberikan solusi optimal. Metode ini juga dapat digunakan baik untuk kasus minimum maupun kasus maksimum.

Lemma 6. Diberikan $z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$, $c_{ij} \geq 0, x_{ij} \geq 0, \forall i, j$, maka $-\text{maks } z = \min(-z)$.

Bukti: Misalkan $-\text{maks } z = a$.

$$-\text{maks } z = a \Leftrightarrow \text{maks } z = -a \Leftrightarrow -a \geq x, \forall x \in z \Leftrightarrow a \leq -x, \forall x \in z$$
$$\Leftrightarrow a \leq -x, \forall -x \in -z \Leftrightarrow a \leq y, \forall y \in -z \Leftrightarrow a = \min(-z).$$

Jadi, $-\text{maks } z = \min(-z)$. ■

Langkah-langkah atau algoritma metode Perbaikan ASM. Algoritma ini mengacu pada [7], [9], dan [11].

1. Membentuk Tabel Transportasi Seimbang
   Untuk masalah transportasi kasus minimum biaya c_{ij} tetap, sedangkan kasus maksimum diubah menjadi $-c_{ij}$. Membuat tabel transportasi seimbang dengan menambahkan dummy pada baris atau kolom dengan biaya awal 0.
2. Reduksi Tabel Transportasi dengan dummy
   Jika baris dummy yang ditambahkan, maka ke langkah ke-3. Kemudian mengganti biaya dummy dengan biaya terbesar dari hasil reduksi baris. Selanjutnya ke langkah ke-4 kemudian langkah ke-3. Jika kolom dummy yang ditambahkan, maka ke langkah ke-4. Kemudian mengganti dummy dengan biaya terbesar dari hasil reduksi kolom. Selanjutnya ke langkah ke-3 kemudian langkah ke-4.
3. Reduksi Baris
   Mengurangi setiap entri baris dengan masing-masing biaya terkecilnya, yaitu $c_{ij} - u_i$.
4. Reduksi Kolom
   Mengurangi setiap entri kolom dengan masing-masing biaya terkecilnya, yaitu $c_{ij} - u_i - v_j$.
5. Mengecek Baris Persediaan dan Kolom Permintaan
   Mengecek apakah setiap $b_j \leq \sum a_i$ pada kolom dan apakah setiap $a_i \leq \sum b_j$ pada baris yang biaya tereduksinya 0 ($c_{ij} - u_i - v_j = 0$). Jika kondisi terpenuhi ke langkah ke-8. Jika tidak ke langkah ke-6.

6. Membuat Garis Horisontal dan Vertikal
   Membuat garis horisontal dan vertikal seminimum mungkin pada baris dan kolom yang bernilai 0 sedemikian sehingga biaya yang tidak memenuhi pada langkah ke-5 tidak tertutup.
7. Revisi Angka Nol pada Garis Horisontal dan Vertikal
   Memilih biaya terkecil pada sel yang tidak terlewati garis. Mengurangi semua biaya pada sel yang tidak terlewati garis dengan biaya terpilih terkecil dan menambahkan dengan biaya terpilih terkecil pada setiap sel yang terlewati dua garis. Kembali ke langkah ke-5.
8. Penetapan indeks
   Menetapkan indeks e untuk setiap sel- ij yang bernilai 0, yang mana indeks e adalah banyaknya angka 0 pada baris ke- i dan kolom ke- j dan tidak termasuk angka 0 yang terpilih pada sel- ij .
9. Pengalokasian
   Memilih angka nol dengan indeks e terkecil dan mengalokasikan sel dengan jumlah terbesar yang mungkin dengan melihat persediaan dan permintaan sel yang yang bersangkutan. Jika terdapat indeks e terkecil yang sama (lebih dari satu), maka menghitung masing-masing jumlah $c_{ij}^{'} = c_{ij} - u_i - v_j$ pada baris ke- i dan kolom ke- j dari sel- ij yang bersangkutan (sel yang memiliki indek e terkecil yang sama) dan mengalokasikan sebesar mungkin pada sel dengan hasil penjumlahan terbesar. Jika masih terjadi kesamaan, maka memilih sel- ij (sel yang memiliki indek e terkecil yang sama) yang memiliki rata-rata persediaan dan permintaan terkecil.
10. Perbaikan Tabel Transportasi
    Membuat tabel transportasi baru untuk perhitungan selanjutnya dengan mengabaikan baris atau kolom yang permintaan atau persediaannya telah terpenuhi. Mengecek apakah tabel transportasi baru memiliki paling sedikit satu angka 0 pada setiap baris dan kolom.
    Jika tidak, kembali ke langkah ke-3 dan ke-4 kemudian ke langkah ke-5.
11. Mengulangi langkah ke-8 sampai langkah ke-10 sedemikian sehingga semua permintaan terpenuhi dan semua persediaan habis.

Diberikan masalah transportasi tak seimbang.

$$(P_2)\ \min z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$$

dengan kendala

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \geq a_i,\ i = 1,2,\ldots,m\ ;\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j = 1,2,\ldots,n\ ;\ \sum_{i=1}^{m} a_i \neq \sum_{j=1}^{n} b_j\ ;\ x_{ij} \geq 0,$$
$$i = 1,2,\ldots,m;\ \ j = 1,2,\ldots,n$$

Teorema 7. Solusi yang diperoleh dengan metode perbaikan ASM untuk sebarang masalah transportasi tak seimbang (P_2) merupakan solusi optimal.

Bukti: Diberikan sebarang masalah transportasi tak seimbang (P_2) (kasus minimum dengan $\sum_{i=1}^{m} a_i \leq \sum_{j=1}^{n} b_j$). Hal ini berarti penambahan baris dummy sebesar $\sum_{j=1}^{n} b_j - \sum_{i=1}^{m} a_i$, sehingga diperoleh masalah transportasi seimbang (P). Misalkan u_i nilai terkecil dari baris ke-i dan v_j nilai terkecil dari kolom ke- j (kecuali baris dummy). Reduksi baris-kolom diperoleh $c_{ij} - u_i - v_j \geq 0$, untuk semua i dan j . Menetapkan indeks pada setiap sel bernilai 0 dan mengalokasikan sebesar mungkin pada indeks terkecil. Diperoleh solusi $\{x_{ij} \geq 0 \mid i = 1,2,\ldots,m;\ j = 1,2,\ldots,n\}$ untuk masalah transportasi yang matriks biayanya, dengan $x_{ij} \geq 0$ untuk $c_{ij} - u_i - v_j = 0$ dan $x_{ij} = 0$ untuk $c_{ij} - u_i - v_j \geq 0$. Oleh karena $\min z^* = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(c_{ij} - u_i - v_j)x_{ij} = 0$ dan memenuhi kendala (P_1) maka menurut Teorema 5, $\{x_{ij} \geq 0 \mid i = 1,2,\ldots,m;\ j = 1,2,\ldots,n\}$ solusi optimal dari masalah transportasi (P). ■

ISBN. 978-602-73403-2-9 (Cetak) 978-602-73403-3-6 (On-line)

C. Simulasi Numerik

Diberikan contoh penggunaan metode perbaikan ASM pada transportasi tak seimbang dengan kasus *demand* lebih besar atau sama dengan *supply*.

Conto Masalah Transportasi Tak Seimbang

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	5 x_{11}	8 x_{12}	0 x_{13}	2 x_{14}	60
B	10 x_{21}	4 x_{22}	1 x_{23}	7 x_{24}	45
C	9 x_{31}	11 x_{32}	3 x_{33}	6 x_{34}	60
Demand	70	25	40	35	

Penambahan dummy pada baris

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	5	8	0	2	60
B	10	4	1	7	45
C	9	11	3	6	60
Dummy	0	0	0	0	5
Demand	70	25	40	35	170

Reduksi Baris

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	5	8	0	2	60
B	9	3	0	6	45
C	6	8	0	3	60
Dummy	0	0	0	0	5
Demand	70	25	40	35	170

Penggantian biaya dummy dengan biaya tereduksi baris terbesar.

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	5	8	0	2	60
B	9	3	0	6	45
C	6	8	0	3	60
Dummy	9	9	9	9	5
Demand	70	25	40	35	170

Reduksi kolom

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0	5	0	0	60
B	4	0	0	4	45
C	1	5	0	1	60
Dummy	4	6	9	7	5
Demand	70	25	40	35	170

Reduksi baris

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0	5	0	0	60
B	4	0	0	4	45
C	1	5	0	1	60
Dummy	0	2	5	3	5
Demand	70	25	40	35	170

Kolom pertama tidak memenuhi $b_j \leq \sum a_i$ dan baris ketiga juga tidak memenuhi $a_i \leq \sum b_j$. Sehingga membuat garis horizontal dan vertikal.

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0	5	0	0	60
B	4	0	0	4	45
C	1	5	0	1	60
Dummy	0	2	5	3	5
Demand	70	25	40	35	170

Revisi angka nol

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0	6	1	0	60
B	3	0	0	3	45
C	0	5	0	0	60
Dummy	0	3	6	3	5
Demand	70	25	40	35	170

Diperoleh $b_j \leq \sum a_i$ dan $a_i \leq \sum b_j$ memenuhi.

Penentuan indeks

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0_3	6	1	0_2	60
B	3	0_1	0_2	3	45
C	0_4	5	0_3	0_3	60
Dummy	0_2	3	6	3	5
Demand	70	25	40	35	170

Pengalokasian ke indeks terkecil dan penentuan indeks kembali.

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0_3		1	0_2	60
B	3	25	0_1	3	20
C	0_4		0_3	0_3	60
Dummy	0_2		6	3	5
Demand	70	0	40	35	170

Pengalokasian ke indeks terkecil dan penentuan indeks kembali.

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0_3		1	0_2	60
B		25	20		0
C	0_4		0_2	0_3	60
Dummy	0_2		6	3	5
Demand	70	0	20	35	170

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0_2		1	0_2	60
B		25	20		0
C	0_3		0_2	0_3	60
Dummy	5				0
Demand	65	0	20	35	170

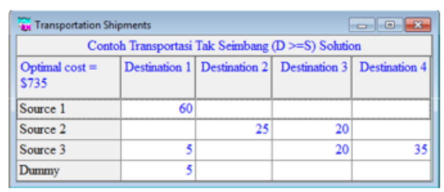
Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				Persediaan
	P	Q	R	S	
A	0_2			0_2	60
B		25	20		0
C	0_2		20	0_2	40
Dummy	5				0
Demand	65	0	0	35	170

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	0_1				60
B		25	20		0
C	0_1		20	35	5
Dummy	5				0
Demand	65	0	0	0	170

Pengalokasian ke indeks terkecil dan diperoleh solusi optimal.

Sumber	Tujuan (dalam ribuan rupiah)				*supply*
	P	Q	R	S	
A	60				0
B		25	20		0
C	5		20	35	0
Dummy	5				0
Demand	0	0	0	0	170

Diperoleh solusi optimal dengan biaya total $z = 735$. Jika diselesaikan dengan program POM for Windows.


Transportation Shipments

Contoh Transportasi Tak Seimbang (D >=S) Solution				
Optimal cost = $735	Destination 1	Destination 2	Destination 3	Destination 4
Source 1	60			
Source 2		25	20	
Source 3	5		20	35
Dummy	5			

III. SIMPULAN DAN SARAN

Metode perbaikan ASM merupakan perbaikan atau pengembangan dari metode ASM yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi tak seimbang baik pada kasus meminimumkan biaya maupun memaksimumkan keuntungan. Metode ini memberikan solusi optimal untuk masalah transportasi tak seimbang. Metode perbaikan ASM cukup sederhana dan mudah untuk diaplikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Siswanto, Operation Research. Jakarta: Erlangga, 2016.

[2] W. L. Winston, Operations Research Applications and Algoritms, 4th ed., New York : Duxbury, 2004.

[3] K. Thiagarajan, H. Saravanan, and P. Natarajan, "Finding on Optimal Solution for Transportation Problem- Zero Neighbouring Method," Ultra Scientis, vol. 25A, pp. 281–284, July 2013.

[4] M. R. Fegade, V. A. Jadhav, and A. A. Muley, "Solving Fuzzy Transportation Problem Using Zero Suffix and Robust Ranking Methodology," IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), vol. 2, pp. 36–39, July 2012.

[5] Gaurav Sharma, S. H. Abbas, and V. K. Gupta, "Optimum Solution of Transportation problem with the help of Zero Point Method," International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 1, pp. 1–6, July 2012.

[6] S. Ezhil Vannan and S. Rekha, "A New Method for Obtaining an Optimal Solution for Transportation Problem," International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), vol. 2, pp. 369–371, June 2013.

[7] A. Quddoos, S. Javaid, and M. M. Khalid, "A New Method for Finding an Optimal Solution for Transportation Problems," International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), vol. 4, pp. 1271–1274, July 2012.

[8] D. Nofita S., "Metode Improved Zero Neighbouring pada Masalah Transportasi," Skripsi, Semarang: Universitas Diponegoro, 2016.

[9] A. Edward Samuel, "Improved Zero Point Method (IZPM) for the Transportation Problems," Applied Mathematical Sciences, vol. 6, pp. 5421-5426, May 2012.

[10] P. Jayaraman and R. Jahirhussian, "Fuzzy Optimal Transportation Problems by Improved Zero Suffix Method via Robust Rank Techniques," International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems, vol. 3, pp. 303 - 311, July 2013.

[11] D. A. Hidayat, "Metode Improved Exponential Approach dalam Menentukan Solusi Optimum pada Masalah Transportasi," Skripsi, Semarang: Universitas Diponegoro, 2016.

[12] A. R. Septiana, "Metode ASM dalam Menentukan Solusi Optimal pada Masalah Transportasi," Skripsi, Semarang: Universitas Diponegoro, 2017.

[13] S. Mohanaselvi and K. Ganesan,"Fuzzy Optimal Solution to Fuzzy Transportation Problem: A New Approach," International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), vol. 4, pp. 367–375, March 2012.

[14] P. Pandian and G. Natarajan, "A New Algorithm for Finding a Fuzzy Optimal Solution for Fuzzy Transportation Problems, " Applied Mathematical Sciences, vol. 4, pp. 79–90, May 2010.

Metode Perbaikan ASM pada Masalah Transportasi Tak Seimbang

ORIGINALITY REPORT

18%	17%	15%	11%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ojs.unud.ac.id Internet Source	1%
2	doku.pub Internet Source	1%
3	window.edu.ru Internet Source	1%
4	repository.unri.ac.id Internet Source	1%
5	adoc.pub Internet Source	1%
6	moam.info Internet Source	1%
7	www.duikt.edu.ua Internet Source	1%
8	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	1%
9	patents.google.com Internet Source	1%

10	www.ekonometria.xmc.pl Internet Source	1%
11	Jinsong Hu. "A New Method Based on Goal Programming for Solving Transportation Problem with Fuzzy Cost", 2008 International Symposiums on Information Processing, 05/2008 Publication	1%
12	matematika.fmipa.um.ac.id Internet Source	1%
13	text-id.123dok.com Internet Source	1%
14	www.unn.ru Internet Source	1%
15	tailieu.vn Internet Source	1%
16	journal.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1%
17	tudr.thapar.edu:8080 Internet Source	<1%
18	optimum.uwb.edu.pl Internet Source	<1%
19	Submitted to Cardiff University Student Paper	<1%
	personales.unican.es	

20	Internet Source	<1%
21	Kybernetes, Volume 33, Issue 2 (2006-09-19) Publication	<1%
22	Submitted to Universiti Malaysia Perlis Student Paper	<1%
23	elib.sfu-kras.ru Internet Source	<1%
24	Lidwina Evi Purwanti, Mariatul Kiftiah, Fransiskus Fran. "PENERAPAN METODE ZERO SUFFIX DALAM MENYELESAIKAN MASALAH TRANSPORTASI FUZZY DAN LINIER Studi Kasus : Perum BULOG Divre Kalbar Pontianak", Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya, 2019 Publication	<1%
25	real-j.mtak.hu Internet Source	<1%
26	repository.tudelft.nl Internet Source	<1%
27	baadalsg.inflibnet.ac.in Internet Source	<1%
28	docplayer.info Internet Source	<1%
29	pt.scribd.com Internet Source	

		<1 %
30	repository.ipb.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
31	link.springer.com Internet Source	<1 %
32	www.atlantis-press.com Internet Source	<1 %
33	www.mathematik.uni-tuebingen.de Internet Source	<1 %
34	www.rairo-ro.org Internet Source	<1 %
35	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
36	"Transportation and Assignment Problem", Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, 1997 Publication	<1 %

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		

Metode Perbaikan ASM pada Masalah Transportasi Tak Seimbang

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/1000

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8