

Penerapan Metode *Modified Distribution* dengan Metode *Vogel's Approximation* Sebagai Solusi Awal pada Optimasi Biaya Transportasi pada UD Salim Abadi Lampung

Alfiana Cahyanti¹, Helma²

^{1,2}Prodi Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received : March 23th 2024

Revised : June, 9th 2024

Accepted : June 20th 2024

Keywords:

Transportation Cost Optimization
Transportation Method
Vogel's Approximation Method
Modified Distribution Method

ABSTRACT

Transportation problems are common issues faced by companies in the goods delivery process. UD Salim Abadi Lampung is a company engaged in marketing agricultural products. The company operates three central warehouses and seven branch warehouses, with annual transportation costs amounting to Rp. 357,184,000. The purpose of this research is to determine the optimal transportation cost, develop a transportation model, and ascertain the quantity of supplied goods. The method used is the Modified Distribution (MODI) method, with Vogel's Approximation Method (VAM) as the initial solution. Both methods are part of the transportation method used to solve transportation problems. In this research, using VAM as an initial solution resulted in a cost of Rp. 343,334,786.5, while the MODI method, used for the optimal solution, resulted in a cost of Rp. 327,066,161.4. Therefore, based on the optimal solution, UD Salim Abadi Lampung can save Rp. 30,117,838.60 in annual transportation costs for distributing goods.

ABSTRAK

Masalah transportasi merupakan kasus yang sering dihadapi oleh perusahaan dalam proses pengiriman barang. UD Salim Abadi Lampung adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pemasaran produk-produk pertanian. Perusahaan ini memiliki tiga gudang pusat dan tujuh gudang cabang dengan biaya transportasi sebesar Rp. 357.184.000 per tahun. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui biaya optimal transportasi, membentuk model transportasi dan menentukan jumlah pasokan barang. Metode yang digunakan adalah metode *Modified Distribution* (MODI) dengan metode *Vogel's Approximation* (VAM) sebagai solusi awal. Kedua Metode tersebut merupakan bagian dari metode transportasi yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah transportasi. Pada penelitian ini VAM sebagai solusi awal menghasilkan biaya sebesar Rp. 343.334.786,5 dan metode MODI sebagai solusi optimal menghasilkan biaya sebesar Rp. 327.066.161,4. Sehingga, berdasarkan solusi optimal UD Salim Abadi Lampung dapat menghemat biaya transportasi pendistribusian barang per tahun sebesar Rp. 330.117.838,60.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis pertama

(Alfiana Cahyanti)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171
Email: alfiana1213@gmail.com

Padang, Sumatera Barat

1. PENDAHULUAN



Pertanian dan perkebunan merupakan sebuah kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat dalam menghasilkan bahan pangan dan bahan baku industri. Kedua kegiatan tersebut biasa dipahami sebagai budidaya tanaman atau bercocok tanam. Salah satu toko pertanian di Provinsi Lampung adalah UD Salim Abadi Lampung yang berada di Kabupaten Lampung Tengah. UD Salim Abadi Lampung merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pemasaran produk-produk pertanian. UD Salim Abadi Lampung memiliki tiga gudang pusat dan tujuh gudang cabang yang berada di dalam maupun luar Kabupaten Lampung Tengah. Sehingga, biaya transportasi yang dikeluarkan oleh UD Salim Abadi Lampung cukup besar.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Wakil Kepala Gudang Pusat UD Salim Abadi Lampung, diperoleh bahwa biaya transportasi pendistribusian barang merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh UD Salim Abadi Lampung. UD Salim Abadi telah memiliki sarana transportasi yang digunakan untuk transportasi barang dari gudang pusat ke gudang cabang. Namun, dalam pendistribusian barang, perusahaan ini sangat mementingkan pemenuhan kebutuhan, meskipun dengan resiko waktu pengiriman barang cukup lama dan biaya yang lebih mahal.

Sehingga, pada permasalahan ini perlu dilakukannya optimasi biaya transportasi agar biaya yang dikeluarkan optimal. Biaya transportasi yang dikeluarkan dapat dikatakan optimal jika biaya transportasi yang dikeluarkan merupakan biaya minimum. Optimasi berkaitan dengan fungsi tujuan memaksimalkan atau meminimumkan [1]. Model transportasi merupakan pendekatan optimasi untuk meminimumkan biaya pengiriman barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan [2].

Berikut ciri-ciri penggunaan metode transportasi [3] :

- Terdapat sejumlah sumber dan tujuan tertentu
- Kuantitas komoditi/barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan besarnya tertentu
- Komoditi yang dikirim/diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber
- Ongkos pengangkutan komoditi dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya tertentu.

Formulasi model transportasi diberikan sebagai berikut:

Fungsi tujuan :

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

Fungsi batasan :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m x_{ij} &= S_i && \text{untuk } j = 1,2,3,\dots,n \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= D_j && \text{untuk } i = 1,2,3,\dots,m \\ x_{ij} &\geq 0 && \text{untuk semua } i \text{ dan } j \end{aligned}$$

Keterangan :

Z = Total biaya transportasi

x_{ij} = Jumlah barang yang harus diangkut dari sumber i ke tujuan j

c_{ij} = Biaya angkut per unit barang dari sumber i ke tujuan j

S_i = Banyaknya barang yang tersedia di tempat asal i

D_j = Banyaknya permintaan barang di tempat tujuan j

Pada permasalahan transportasi terdapat tiga kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu :

- $\sum S_i = \sum D_j$
- $\sum S_i \leq \sum D_j$
- $\sum S_i \geq \sum D_j$

Pada kondisi (a) merupakan model transportasi seimbang sedangkan kondisi (b) dan (c) merupakan model transportasi tak seimbang. Jika masalah transportasi tersebut tidak seimbang maka perlu diseimbangkan dengan memberikan kolom tambahan (*dummy*) pada tabel transportasi. Dalam menyelesaikan permasalahan transportasi terdapat dua langkah utama yaitu menentukan solusi layak awal dan solusi optimal. Solusi layak awal dapat ditentukan dengan beberapa metode, diantaranya



yaitu metode *North West Corner* [4,5], metode biaya sel minimum (*Least Cost Method*) [6,7], dan metode *Vogel's Approximation* [8]. Sedangkan, solusi optimal dapat ditentukan dengan beberapa metode diantaranya yaitu metode *Stepping Stone* [9,10] dan metode Distribusi yang dimodifikasi (MODI) [10-12].

Metode *Vogel's Approximation* merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan solusi awal pada masalah transportasi. Prinsip penyelesaian metode *Vogel's Approximation* dilakukan dengan cara menghitung selisih dua nilai terkecil pada setiap baris dan kolom. Kelebihan metode *Vogel's Approximation* yaitu penyelesaian yang diperoleh mendekati optimal. Sedangkan, kelemahan dari metode ini yaitu jika dikerjakan secara manual maka akan membutuhkan waktu penyelesaian yang cukup lama [13].

Metode *Modified Distribution* merupakan salah satu metode alternatif yang dapat digunakan untuk menentukan solusi optimal. Metode *Modified Distribution* merupakan sebuah metode yang dikembangkan dari metode *Stepping Stone*. Kelebihan metode ini yaitu penentuan sel kosong yang bisa menghemat biaya dapat dilakukan dengan prosedur yang lebih tepat. Metode MODI dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut [14,15]:

- a. Tentukan nilai u_i untuk setiap baris dan nilai v_j untuk setiap kolom dengan menggunakan hubungan $u_i + v_j = c_{ij}$, untuk semua variabel basis dan tetapkan nilai nol untuk u_i
- b. Hitung perubahan biaya C_{ij} , untuk setiap variabel non basis dengan menggunakan rumus $C_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$
- c. Jika terdapat nilai C_{ij} negatif, solusi belum optimal. Pilih variabel x_{ij} dengan nilai C_{ij} negative terbesar sebagai entering variabel
- d. Alokasikan barang ke entering variabel, x_{ij} nilai alokasi sesuai dengan minimum jalur tertutup. Kembali ke langkah 1.

Beberapa penelitian yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini antara lain

2. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan dan jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Sumber data diperoleh dari UD Salim Abadi Lampung. Data yang diambil adalah data distribusi barang pada tahun 2020. Data yang diperoleh yaitu, data jumlah penawaran (*supply*) barang dimasing-masing gudang pusat, data jumlah permintaan (*demand*) barang oleh gudang cabang, dan data besarnya biaya transportasi yang dikeluarkan dari setiap sumber menuju lokasi tujuan.

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menentukan beberapa asumsi untuk mempermudah pengolahan data, yaitu:
 - 1) Setiap gudang pusat yang dimiliki oleh UD Salim Abadi Lampung adalah sumber pengiriman barang
 - 2) Setiap gudang cabang yang dimiliki UD Salim Abadi Lampung adalah tujuan pengiriman barang
 - 3) Jumlah persediaan barang yang ada di gudang pusat adalah penawaran (*supply*)
 - 4) Jumlah barang yang dikirim dari gudang pusat ke gudang cabang adalah permintaan (*demand*)
 - 5) Setiap box, kardus, karung, dan roll yang didistribusikan dinyatakan sebagai item
- b. Membentuk tabel model transportasi pendistribusian barang dari setiap sumber ke daerah tujuan yang ada di UD Salim Abadi Lampung.
- c. Menentukan apakah masalah transportasi tersebut seimbang atau tidak seimbang, jika masalah transportasi tidak seimbang, maka perlu diseimbangkan dengan cara menambah kolom dummy.
- d. Mengolah data yang telah diperoleh dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation*.
- e. Pengujian optimalisasi dengan menggunakan metode *Modified Distribution*.
- f. Menentukan biaya transportasi minimum pada pendistribusian barang pada UD Salim Abadi Lampung berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan.
- g. Menarik kesimpulan dan saran terkait penelitian yang telah dilakukan.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penyelesaian masalah optimasi biaya transportasi UD Salim Abadi Lampung ini adalah data jumlah penawaran (*supply*) barang dimasing-masing gudang pusat UD Salim Abadi Lampung tahun 2020. Data jumlah permintaan (*demand*) barang oleh masing-masing gudang cabang UD Salim Abadi Lampung tahun 2020. Data biaya per item produk yang dikirimkan UD Salim Abadi Lampung dari gudang pusat ke gudang cabang tahun 2020. Berikut data-data yang digunakan:

Tabel 1. Jumlah Barang yang Didistribusikan UD Salim Abadi Lampung dari Gudang Pusat ke Gudang Cabang Tahun 2020

Gudang Cabang	Gudang Pusat			Supply
	GP	GR	GT	
OKU	11.704	7.012	3.461	22.177
DM	4.053	10.811	18.222	33.086
KR	5.569	4.970	13.596	24.135
SR	7.457	5.225	13.448	26.130
SA	7.910	12.830	3.933	24.673
SD	9.165	9.938	3.469	22.572
WJ	2.916	10.752	8.252	21.920
Demand	48.774	61.538	64.381	174.693

Keterangan :

GP = Gudang pusat di daerah Punggur

GR = Gudang pusat di daerah Rokal

GT = Gudang pusat di daerah Tirtakencana

OKU = Gudang cabang di daerah Ogan Komering Ulu

DM = Gudang cabang di daerah Daya Murni

KR = Gudang cabang di daerah Kali Rejo

SR = Gudang cabang di daerah Seputih Raman

SA = Gudang cabang di daerah Simpang Agung

SD = Gudang cabang di daerah Sukadamai

WJ = Gudang cabang di daerah Way Jepara

Tabel 2. Biaya Per Item Produk yang Dikirimkan UD Salim Abadi Lampung dari Gudang Pusat ke Gudang Cabang Tahun 2020

No.	Gudang Cabang	Gudang Pusat		
		Gudang Punggur	Gudang Rokal	Gudang Tirtakencana
1.	Ogan Komering Ulu	Rp. 5.180,71	Rp. 4.436,68	Rp. 5.848,02
2.	Daya Murni	Rp. 3.609,67	Rp. 3.721,21	Rp. 3.116,78
3.	Kali Rejo	Rp. 1.407,79	Rp. 1.605,63	Rp. 1.323,92
4.	Seputih Raman	Rp. 714,76	Rp. 749,28	Rp. 615,70
5.	Simpang Agung	Rp. 1.739,57	Rp. 1.595,87	Rp. 1.998,47
6.	Sukadamai	Rp. 709,22	Rp. 693,30	Rp. 740,85
7.	Way Jepara	Rp. 1.786,69	Rp. 1.015,16	Rp. 971,89

3.1 Pembentukan Tabel Model Transportasi

Dalam proses pembentukan tabel model transportasi perlu dilakukan proses pembentukan masalah transportasi UD Salim Abadi Lampung ke dalam bentuk persamaan matematika. Salah satu syarat penggunaan metode transportasi dalam menentukan biaya minimum yaitu adanya sejumlah



sumber dan tujuan. Berdasarkan data yang telah ada dan beberapa asumsi yang telah ditentukan, maka dapat dibentuk formulasi model transportasi UD Salim Abadi Lampung sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$Z_{min} = 5.180,71x_{11} + 3.609,67x_{12} + 1.407,79x_{13} + 714,76x_{14} + 1.739,67x_{15} + 709,22x_{16} + 1.786,69x_{17} + 4.436,68x_{21} + 3.721,21x_{22} + 1.605,63x_{23} + 749,28x_{24} + 1.595,87x_{25} + 693,30x_{26} + 1.015,16x_{27} + 5.848,02x_{31} + 3.116,78x_{32} + 1.223,92x_{33} + 615,70x_{34} + 1.998,47x_{35} + 740,85x_{36} + 971,89x_{37}$$

Fungsi kendala :

a. Kendala sumber :

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} = 48.774$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} = 61.538$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} = 64.381$$

b. Kendala tujuan :

$$x_{11} + x_{21} + x_{32} = 22.177$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 33.086$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 24.135$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 26.130$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} = 24.673$$

$$x_{16} + x_{26} + x_{26} = 22.572$$

$$x_{17} + x_{27} + x_{37} = 21.920$$

Berdasarkan formulasi model transportasi barang UD Salim Abadi Lampung dapat dibentuk suatu tabel model transportasi sebagai berikut :

Tabel 3. Model Transportasi UD Salim Abadi Lampung

Gudang Pusat	Gudang Cabang							Supply
	OKU	DM	KR	SR	SA	SD	WJ	
GP	5.180,71 x_{11}	3.609,67 x_{12}	1.407,79 x_{13}	714,76 x_{14}	1.739,57 x_{15}	709,22 x_{16}	1.786,69 x_{17}	48.774
GR	4.436,68 x_{21}	3.721,21 x_{22}	1.605,63 x_{23}	749,28 x_{24}	1.595,87 x_{25}	693,30 x_{26}	1.015,16 x_{27}	61.538
GT	5.848,02 x_{31}	3.116,78 x_{32}	1.223,92 x_{33}	615,70 x_{34}	1.998,47 x_{35}	740,85 x_{36}	971,89 x_{37}	64.381
Demand	2.2177	3.3086	2.4135	2.6130	2.4673	2.2572	2.1920	174.693

Pada Tabel 3, terlihat bahwa jumlah penawaran (*supply*) sama dengan jumlah permintaan (*demand*). Sehingga, dapat dinyatakan bahwa masalah transportasi UD Salim Abadi Lampung merupakan masalah transportasi seimbang. Oleh karena itu, dalam proses penyelesaiannya tidak memerlukan kolom dummy.

3.2 Penyelesaian Solusi Awal dengan Metode *Vogel's Approximation*

Prinsip dasar metode *Vogel's Approximation* yaitu menghitung selisih dua biaya terkecil pada baris dan kolom. Kemudian, hasil terbesar dari perhitungan tersebut dijadikan sebagai biaya pinalti. Untuk pengisian sel kosong yang telah ditentukan yaitu $x_{ij} = \text{minimum} [S_m, D_m]$. Pada iterasi pertama terdapat 10 biaya pinalti sebagai berikut :

$$\text{Baris pertama} \rightarrow 714,76 - 709,22 = 5,54$$

$$\text{Baris kedua} \rightarrow 749,28 - 693,30 = 56$$

$$\text{Baris ketiga} \rightarrow 740,85 - 615,70 = 125,14$$

$$\text{Kolom pertama} \rightarrow 5.180,71 - 4.436,68 = 744,03$$

$$\text{Kolom kedua} \rightarrow 3.609,67 - 3.116,78 = 492,89$$



Kolom ketiga $\rightarrow 1.407,79 - 1.223,92 = 183,87$

Kolom keempat $\rightarrow 714,76 - 615,70 = 99$

Kolom kelima $\rightarrow 1.739,57 - 1.595,87 = 143,70$

Kolom keenam $\rightarrow 709,22 - 693,30 = 16$

Kolom ketujuh $\rightarrow 1.015,16 - 971,89 = 43,27$

Berdasarkan biaya pinalti yang telah ditentukan diperoleh bahwa kolom pertama merupakan kolom dengan hasil terbesar. Sehingga, kolom pertama dijadikan sebagai patokan dalam mengisi sel kosong. pada sel kosong kolom pertama yang memiliki biaya terendah yaitu sel x_{21} dengan demikian :

$$x_{21} = \text{minimum} [S_2, D_1]$$

$$x_{21} = \text{minimum} [(61.538), (22.177)]$$

Jika $D_1 < S_2$ maka $x_{21} = D_1 = 22.177$

Jadi sel x_{21} diisi alokasi sebesar 22.177

Langkah tersebut dilakukan berulang sampai seluruh sel kosong terpenuhi. Berikut tabel solusi awal dengan metode *Vogel's Approximation* :

Tabel 4. Solusi Awal dengan Metode *Vogel's Approximation*

Gudang Pusat	Gudang Cabang							Supply
	OKU	DM	KR	SR	SA	SD	WJ	
GP	5.180,71	3.609,67	1.407,79	714,76	1.739,57	709,22	1.786,69	48.774
				18.970		7884	21.920	
GR	4.436,68	3.721,21	1.605,63	749,28	1.595,87	693,30	1.015,16	61.538
	22.177				24.673	14.688		
GT	5.848,02	3.116,78	1.223,92	615,70	1.998,47	740,85	971,89	64.381
		33.086	24.135	7.160				
Demand	2.2177	3.3086	2.4135	2.6130	2.4673	2.2572	2.1920	174.693

Berdasarkan tabel solusi awal dengan metode *Vogel's Approximation* tersebut dapat diperoleh :

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} = \text{Rp. } 343.334.786,5$$

3.3 Penyelesaian Solusi Optimal dengan Metode *Modified Distribution*

Berdasarkan tabel solusi awal dengan metode *Vogel's Approximation* akan ditentukan solusi optimalnya dengan menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI). Metode MODI merupakan salah satu metode alternatif dalam menentukan solusi optimal. Penyelesaian dengan menggunakan metode MODI ini terlebih dahulu harus mencari nilai indeks baris dan kolom dengan menggunakan rumus berikut :

$$c_{ij} = u_i + v_j$$

u_i untuk indeks baris dan v_j untuk indeks kolom. Setelah nilai indeks tersebut diperoleh maka selanjutnya dilakukan evaluasi sel kosong dengan menggunakan rumus berikut :

$$E = c_{ij} - u_i - v_j$$

Hasil evaluasi sel kosong yang diperoleh merupakan nilai yang akan dijadikan sebagai patokan apakah tabel solusi tersebut telah optimal. Tabel solusi dikatakan optimal apabila dalam hasil evaluasi sel kosong tidak terdapat nilai negatif. Jika tabel solusi belum optimal, maka harus dilakukan iterasi lebih lanjut dengan menggunakan langkah yang sama seperti iterasi sebelumnya. Berikut tabel solusi optimal dengan menggunakan metode MODI :



Tabel 5. Solusi Optimal dengan Metode MODI

	Gudang Pusat	Gudang Cabang							Supply
		$v_1 =$	$v_2 =$	$v_3 =$	$v_4 =$	$v_5 =$	$v_6 =$	$v_7 =$	
		4.577,28	3.300,66	1.407,79	714,76	1.736,47	709,22	1.155,76	
		OKU	DM	KR	SR	SA	SD	WJ	
$u_1 =$ 0	GP	5.180,71	3.609,67	1.407,79	714,76	1.739,57	709,22	1.786,69	48.774
$u_2 =$ -140,60	GR	4.436,68 22.177	3.721,21	1.605,63	749,28	1.595,87 24.673	693,30	1.015,16 14.688	61.538
$u_3 =$ -183,87	GT	5.848,02	3.116,78 33.086	1.223,92 24.063	615,70	1.998,47	740,85	971,89 7.232	64.381
	Demand	22.177	33.086	24.135	26.130	24.673	22.572	21.920	174.693

Berdasarkan tabel solusi optimal dengan menggunakan metode *Modified Distribution* diperoleh:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} = \text{Rp. } 327.066.161,4$$

4. KESIMPULAN

- Biaya optimal transportasi pengiriman barang UD Salim Abadi Lampung dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation* sebagai solusi awal menghasilkan biaya sebesar Rp.343.334.786,5. Sedangkan untuk uji optimalitas menggunakan metode *Modified Distribution* menghasilkan biaya sebesar Rp.327.066.161,4. Sehingga, berdasarkan biaya transportasi awal dan biaya transportasi optimum menggunakan metode *Modified Distribution* UD Salim Abadi Lampung dapat menghemat biaya transportasi pendistribusian barang per tahun sebesar Rp.30.117.838,60.
- Bentuk model transportasi pendistribusian barang UD Salim Abadi Lampung adalah sebagai berikut :

$$Z_{min} = 5.180,71x_{11} + 3.609,67x_{12} + 1.407,79x_{13} + 714,76x_{14} + 1.739,67x_{15} + 709,22x_{16} + 1.786,69x_{17} + 4.436,68x_{21} + 3.721,21x_{22} + 1.605,63x_{23} + 749,28x_{24} + 1.595,87x_{25} + 693,30x_{26} + 1.015,16x_{27} + 5.848,02x_{31} + 3.116,78x_{32} + 1.223,92x_{33} + 615,70x_{34} + 1.998,47x_{35} + 740,85x_{36} + 971,89x_{37}$$

- Pengaturan Jumlah pasokan barang dari setiap gudang pusat ke lokasi tujuan pada UD Salim Abadi Lampung, sebagai berikut :

1) Menggunakan metode *Modified Distribution*

$$\begin{array}{lll} x_{13} = 72 & \text{item} & x_{27} = 14.688 & \text{item} \\ x_{14} = 26.130 & \text{item} & x_{32} = 33.086 & \text{item} \\ x_{16} = 22.572 & \text{item} & x_{33} = 24.063 & \text{item} \\ x_{21} = 22.177 & \text{item} & x_{37} = 7.232 & \text{item} \\ x_{25} = 24.673 & \text{item} & & \end{array}$$

2) Menggunakan metode *Vogel's Approximation*

$$x_{14} = 18.970 \text{ item} \quad x_{26} = 14.688 \text{ item}$$



$x_{16} = 7.884$ item	$x_{32} = 33.086$ item
$x_{17} = 21.920$ item	$x_{33} = 24.135$ item
$x_{21} = 22.177$ item	$x_{34} = 7.160$ item
$x_{25} = 24.673$ item	

REFERENSI

- [1] Winch, J. K. (2003). Supply chain management: strategy, planning, and operation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(3), 398-400.
- [2] Taha, H. A. (2013). *Operations research: an introduction*. Pearson Education India.
- [3] Syaifuddin, Dedy Takdir. 2011. *Riset Operasi (Operasi Quantitative Analysis For Management)*. Malang : CV Citra Malang.
- [4] Pasaribu, M. (2019). Implementation of northwest corner transportation method for optimizing item shipping cost. *Login*, 13(1), 1-4.
- [5] Arofah, I., & Gesthantiara, N. N. (2021). Optimasi biaya distribusi barang dengan menggunakan model transportasi. *JMT (Jurnal Matematika dan Terapan)*, 3(1), 1-9.
- [6] Jhon, F. W., & Asyik, M. (2016). Model Transportasi Pengangkutan Batubara Ke Lokasi Dumping Dengan Metode Sudut Barat Laut Dan Metode Biaya Terendah Pada PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Pertambangan*, 1(1)
- [7] Lestari, R., Romadhon, T., & Fauzi, M. (2021). Implementasi Model Transportasi Distribusi Produk Vaksin Hepatitis B Menggunakan Metode Least Cost Dan Modified Distribution. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 2(2), 180-193.
- [8] Rahmawati, D. (2022). Implementasi Metode Vogel's Approximation Method (VAM) dalam Optimasi Biaya Transportasi. *JURNAL INDUSTRI KREATIF DAN INFORMATIKA SERIES (JIKIS)*, 2(2), 73-80.
- [9] Dimasuharto, N., Subagyo, A. M., & Fitriani, R. (2021). Optimalisasi Biaya Pendistribusian Produk Kaca Menggunakan Model Transportasi Dan Metode Stepping Stone. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 81-88.
- [10] Nugraha, S., & Fauzi, M. (2020). Pengaplikasian Metode Stepping Stone Pada Software Lingo Untuk Mencari Optimasi Biaya (Studi Kasus PT Asm Mobil). *Journal of Integrated System*, 3(1), 49-58.
- [11] Hernawati, T. (2018). PENDISTRIBUSIAN PRODUK DENGAN VOGEL 'S APPROXIMATION METHOD (VAM) DAN MODIFIED DISTRIBUTION METHOD (MODI).
- [12] Alfianti, W., Kurnia, R., Oktaviani, R., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Modified Distribution (MODI) Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(2), 166-179.
- [13] Trihudyatmanto, M. 2018. *Riset Operasional (Operations Research) & Penyelesaian Menggunakan Software WinQSB*. Pekalongan : PT. Nasya Expanding Management.
- [14] Siswanto. 2007. *Operations Research Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- [15] Meflinda, Astuti, dan Mahyarni. 2011. *Operations Research (Riset Operasi)*. Pekanbaru : UR PRESS.