



## **ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA TRANSSHIPMENT METODE VOGEL APPROXIMATION METHOD (VAM) DENGAN LINGO PADA DISTRIBUSI SEPEDA MOTOR DI PT. ABC**

Muhammad Rifky Zulfikar<sup>1</sup>, Andhika Putrana Isdy<sup>2</sup>, Febri Haryadi<sup>3</sup>, Muchammad Fauzi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

\*Email : [rifkyzmrz@gmail.com](mailto:rifkyzmrz@gmail.com), [andhikaputranaisdy@gmail.com](mailto:andhikaputranaisdy@gmail.com), [febribacun@gmail.com](mailto:febribacun@gmail.com), [muchammad.fauzi@widyatama.ac.id](mailto:muchammad.fauzi@widyatama.ac.id)

### **Abstract**

*Transshipment is the activity of moving a goods from the place of origin to the destination through a stopover point, so that consumers do not receive goods ordered directly from the factory but through distributors. The transshipment method aims to choose the most optimal delivery route to meet each request in a different location. This causes calculations and considerations needed to minimize costs incurred due to transshipment that has not been optimal. This research will focus on motorcycle seller companies that have 2 points of origin, 3 stopover points and 3 destination points so that they can find out which routes pose the most cost efficient. The data used is secondary data from previous research using the Vogel Approximation Method (VAM) method and will be completed using LINGO software. The results obtained from LINGO software will be compared to the results of previous research, with the hope that the results of this study can be an input for the company in minimizing the cost of shipping goods.*

**Keywords:** Transshipment, Vogel Approximation Method (VAM), LINGO, Cost

### **ABSTRAK**

*Transshipment adalah aktivitas pemindahan suatu barang dari tempat asal ke tujuan melalui titik persinggahan, sehingga konsumen tidak menerima barang yang dipesan secara langsung dari pabrik melainkan melalui distributor. Metode *transshipment* bertujuan untuk memilih rute pengiriman yang paling optimal untuk memenuhi setiap permintaan di lokasi yang berbeda. Hal itu menyebabkan perhitungan dan pertimbangan diperlukan guna meminimalisir biaya yang timbul akibat transshipment yang belum optimal. Penelitian ini akan berfokus pada perusahaan penjual motor yang memiliki 2 buah titik asal, 3 buah titik persinggahan dan 3 buah titik tujuan sehingga dapat dicari rute mana yang menimbulkan biaya paling efisien. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode *Vogel Approximation Method (VAM)* dan akan diselesaikan menggunakan *software* LINGO. Hasil yang didapat dari *software* LINGO akan dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, dengan harapan hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pihak perusahaan dalam meminimumkan cost dari pengiriman barang.*

**Kata kunci:** Transshipment, *Vogel Approximation Method (VAM)*, LINGO, Biaya

## PENDAHULUAN

Setiap perusahaan yang bergerak pada bidang distribusi akan selalu mengefektifkan lajur pendistribusiannya salah satunya dengan meminimalisir biaya transportasi pengiriman. *Transshipment* merupakan salah satu masalah dari model transportasi yaitu suatu masalah transportasi dimana sebagian atau seluruh barang yang diangkut dari tempat asal tidak langsung dikirim ke tempat tujuan tetapi harus melalui tempat-tempat tertentu terlebih dahulu (transit).

Tujuan dari model *transshipment* yaitu untuk menentukan jumlah barang yang akan dikirim ke tempat tujuan penerima baik secara langsung ataupun dengan transit ke beberapa lokasi untuk mengangkut barang yang pengirimannya satu tujuan, dengan menggunakan biaya yang minim dengan waktu yang tercepat. Model *transshipment* memiliki beberapa metode penyelesaian yaitu metode *least cost*, metode *north west corner*, metode *vogel's approximation method* serta menggunakan aplikasi LINGO. Proses *transshipment* tidak hanya memperpanjang jeda waktu pengiriman namun memiliki tujuan ataupun membagi produk menjadi beberapa bagian untuk meminimalisir biaya pengiriman. Kegiatan ini banyak dilakukan oleh perusahaan-perusahaan maupun pihak distribusi karena sistem meminimalisir biaya transportasi yang cukup ideal.

PT. ABC merupakan perusahaan pendistribusi sepeda motor di Kota A dimana perusahaan ini memiliki sepeda motor di Kota 1 dan Kota 2 yang akan didistribusikan ke tujuan yaitu Kota 6, Kota 7 dan Kota 8 namun dalam distribusinya harus melalui Kota penghubung yaitu kota 3, Kota 4 dan Kota 5. Sehingga perlu dicari jalur alternatif yang menjadi pilihan paling optimal untuk mengurangi biaya distribusi.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *transshipment* sebelumnya (syaripuddin,2012) adalah dengan menggunakan metode *Vogel Approximation Method* (VAM) dan menghasilkan biaya optimal sebesar 12.400 satuan. Hasil tersebut akan dibandingkan dengan menggunakan metode LINGO. Metode ini merupakan pengekspressian model yang mudah, pemilihan data yang tidak menyusahkan, *solver* yang baik dan model yang interaktif. Pada penelitian ini penulis akan memfokuskan bagaimana menyelesaikan masalah *transshipment* dengan menggunakan *software* LINGO. Hasil dari penyelesaian ini yang akan menjadi kesimpulan dari penelitian ini.

## STUDI KEPUSTAKAAN

Model-model *Operation Research* merupakan teknik penyelesaian terhadap sebuah persoalan matematis yang akan menghasilkan solusi optimal (Devani & Kartika, 2020). Kegunaan model *Operation Research* ini sering digunakan sebagai pemecahan masalah dibidang transportasi untuk menghasilkan biaya yang optimal. Masalah transportasi ini memiliki istilah khusus yang disebut juga dengan model *Transshipment*.

Model *transshipment* adalah model transportasi yang memungkinkan dilakukan pengiriman barang dengan cara tidak langsung, dimana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain sebelum mencapai tujuan akhirnya (Syaripuddin,

2012). Hal ini menjadikan model *transshipment* ini sebagai masalah yang harus diselesaikan. Rumus Program Linier dari metode *transshipment* adalah sebagai berikut:

$$B \geq \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Pada penelitian ini penulis akan membandingkan penelitian sebelumnya terkait masalah *transshipment* yang menggunakan metode *Vogel Approximation Method* (VAM) dengan metode *software* LINGO.

### ***Vogel Approximation Method* (VAM)**

Metode *Vogel Approximation Method* (VAM) digunakan untuk memberikan deskripsi mengenai jalur pendistribusian produk yang paling efektif, serta mengetahui kuota yang dialokasikan untuk mendapatkan biaya transportasi yang optimal bagi perusahaan (Yanuar, 2020).

Algoritma dari metode *Vogel Approximation Method* (VAM) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan biaya penalti untuk tiap baris dan kolom dengan cara mengurangi biaya sel terendah pada baris atau kolom terhadap biaya terendah berikutnya pada baris atau kolom.
2. Pilih baris atau kolom dengan biaya penalti tertinggi.
3. Alokasikan sebanyak mungkin ke sel fisibel dengan biaya transportasi terendah pada baris atau kolom dengan biaya penalti tertinggi.
4. Apabila jumlah penawaran dan permintaan belum terpenuhi semua, langkahi langkah 1 sampai 3 hingga semua kebutuhan terpenuhi.

Tetapi metode *Vogel Approximation Method* (VAM) ini tidak menjamin hasil akhirnya adalah biaya yang paling minimum sehingga masih ada kemungkinan nilai yang lebih optimal daripada hasil metode *Vogel Approximation Method* (VAM).

### **LINGO**

LINGO merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang bervariasi menjadi lebih mudah dan efisien (Muhammad, Fadilah, & Fauzi, 2020). LINGO memungkinkan melakukan pemecahan masalah dengan dasar *linear programming*. Permasalahan dibuat menjadi model matematis di dalam *software* kemudian *software* akan menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya, sehingga *output* dari *software* LINGO sudah optimal. Tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan menggunakan LINGO adalah sebagai berikut:

1. Mengubah permasalahan menjadi model matematis.
2. Membuat formulasi yang diinginkan pada *software* LINGO.

3. Membaca hasil report yang diberikan oleh *software* apabila ditemukan hasil optimal.

## **METODE PENELITIAN**

### **Identifikasi Masalah**

Masalah yang dihadapi perusahaan adalah untuk memastikan apakah biaya distribusi yang dilakukan sudah paling optimal atau belum dengan skenario rute yang ada.

### **Model Pemecahan Masalah**

Model yang digunakan dalam pemecahan masalah yang telah teridentifikasi adalah model Pemrograman Linier permasalahan minimasi dengan menggunakan *software* LINGO

### **Pengumpulan Data**

- a) Studi Lapangan
  - Data yang digunakan adalah data sekunder dari hasil penelitian sebelumnya di PT ABC dalam pendistribusian sepeda motor.
- b) Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas. Teori dasar yang digunakan adalah metode *Vogel Approximation Method* (VAM) dan fungsi-fungsi yang dapat digunakan dalam menggunakan *software* LINGO, kemudian dibandingkan apa yang menjadi perbedaan dari keduanya.

### **Pengolahan Data dan Analisis**

Pengolahan data dan analisis dilakukan dengan membuat model matematis pada *software* LINGO yang nantinya akan menghasilkan solusi optimal dari permasalahan ini.

### **Implementasi Model**

Tahap implementasi model adalah mempersiapkan model matematis Pemrograman Linier untuk permasalahan minimasi biaya. Pemodelan dilakukan dengan mengidentifikasi variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala.

### **Evaluasi Hasil**

Evaluasi hasil dilakukan dengan menganalisis hasil dari *software* LINGO kemudian dibandingkan dengan hasil metode *Vogel Approximation Method* (VAM) pada penelitian sebelumnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kota 1 sebagai sumber memiliki kapasitas produk 300 unit
2. Kota 2 sebagai sumber memiliki kapasitas produk 300 unit
3. Terdapat 3 Kota penghubung atau distributor yang terdapat di Kota 3, Kota 4 dan Kota 5 dengan kapasitas masing-masing sebesar 600 unit
4. Tujuan pengiriman berada di Kota 6 dengan jumlah permintaan 200 unit, Kota 7 dengan jumlah permintaan 100 unit dan Kota 8 dengan jumlah permintaan sebesar 300 unit.
5. Biaya Pengiriman kesetiap area dalam satuan per unit adalah sebagai berikut (untuk memudahkan perhitungan angka dikalikan  $10^{-4}$ ):
  - a. Kota 1 ke Kota 3 = 16
  - b. Kota 1 ke Kota 4 = 10
  - c. Kota 1 ke Kota 5 = 12
  - d. Kota 2 ke Kota 3 = 15
  - e. Kota 2 ke Kota 4 = 14
  - f. Kota 2 ke Kota 5 = 17
  - g. Kota 3 ke Kota 6 = 6
  - h. Kota 3 ke Kota 7 = 8
  - i. Kota 3 ke Kota 8 = 10
  - j. Kota 4 ke Kota 6 = 7
  - k. Kota 4 ke Kota 7 = 11
  - l. Kota 4 ke Kota 8 = 11
  - m. Kota 5 ke Kota 6 = 4
  - n. Kota 5 ke Kota 7 = 5
  - o. Kota 5 ke Kota 8 = 12

Data diatas menunjukkan permasalahan *transshipment* pada penelitian sebelumnya dimana terdapat 2 buah titik asal , 3 buah gudang dan 3 tujuan. Data tersebut kemudian dibentuk kedalam model matematis dengan fungsi tujuan minimasi. Penulisan Model matematis dapat dilihat pada gambar dibawah:

```

LINGO Model - Penyelesaian Transshipment menggunakan Software LINGO
sets:
Titikasal: produksi;
Distributor: kapasitas;
tujuan: permintaan;
pengiriman1 (titikasal, distributor): biaya1, hasil1;
pengiriman2 (distributor, tujuan): biaya2, hasil2;
endsets

data:
titikasal = kota1,kota2;
distributor = kota3,kota4,kota5;
tujuan = kota6,kota7, kota8;

produksi = 300, 300;
kapasitas = 600, 600, 600;
permintaan = 200, 100, 300;
biaya1 =      16 10 12
           15 14 17;
biaya2 =      6 8 10
           7 11 11
           4 5 12;
enddata

min = @sum (pengiriman1(i,j): (biaya1(i,j)*hasil1(i,j))) + @sum(pengiriman2(j,k): (biaya2(j,k)*hasil2(j,k)));
@for(tujuan(k) : @sum(distributor(j): hasil2(j,k)) = permintaan(k));
@for(titikasal(i) : @sum(distributor(j): hasil1(i,j)) <= produksi (i));
@for(distributor(j) : @sum(titikasal(i): hasil1(i,j)) = @sum (tujuan(k): hasil2(j,k)));
    
```

**Gambar 1:** Model Matematis Pada *Software* LINGO

Hasil dari pengolahan data yang dilakukan oleh solver LINGO terlihat pada gambar dibawah:

The screenshot shows the 'LINGO 11.0 Solver Status' dialog box. It contains several sections of data:

- Solver Status:** Model Class: LP, State: Global Opt, Objective: 12400, Infeasibility: 0, Iterations: 8.
- Variables:** Total: 15, Nonlinear: 0, Integers: 0.
- Constraints:** Total: 9, Nonlinear: 0.
- Nonzeros:** Total: 45, Nonlinear: 0.
- Generator Memory Used (K):** 24.
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:00.
- Extended Solver Status:** Solver Type, Best Obj, Obj Bound, Steps, Active (all shown as dots).
- Update Interval:** 2.
- Buttons: Interrupt Solver, Close.

**Gambar 2:** Hasil *Software* LINGO

Keterangan dan detail variabel tercantum pada gambar dibawah:

First returning solver: DUAL SIMPLEX  
 Global optimal solution found.  
 Objective value: 12400.00  
 Infeasibilities: 0.000000  
 Total solver iterations: 8

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUKSI ( KOTA1)	300.0000	0.000000
PRODUKSI ( KOTA2)	300.0000	0.000000
KAPASITAS ( KOTA3)	600.0000	0.000000
KAPASITAS ( KOTA4)	600.0000	0.000000
KAPASITAS ( KOTA5)	600.0000	0.000000
PERMINTAAN ( KOTA6)	200.0000	0.000000
PERMINTAAN ( KOTA7)	100.0000	0.000000
PERMINTAAN ( KOTA8)	300.0000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA1, KOTA3)	16.00000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA1, KOTA4)	10.00000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA1, KOTA5)	12.00000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA2, KOTA3)	15.00000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA2, KOTA4)	14.00000	0.000000
BIAYA1 ( KOTA2, KOTA5)	17.00000	0.000000
HASIL1 ( KOTA1, KOTA3)	0.000000	5.000000
HASIL1 ( KOTA1, KOTA4)	0.000000	0.000000
HASIL1 ( KOTA1, KOTA5)	300.0000	0.000000
HASIL1 ( KOTA2, KOTA3)	300.0000	0.000000
HASIL1 ( KOTA2, KOTA4)	0.000000	0.000000
HASIL1 ( KOTA2, KOTA5)	0.000000	1.000000
BIAYA2 ( KOTA3, KOTA6)	6.000000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA3, KOTA7)	8.000000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA3, KOTA8)	10.00000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA4, KOTA6)	7.000000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA4, KOTA7)	11.00000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA4, KOTA8)	11.00000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA5, KOTA6)	4.000000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA5, KOTA7)	5.000000	0.000000
BIAYA2 ( KOTA5, KOTA8)	12.00000	0.000000
HASIL2 ( KOTA3, KOTA6)	0.000000	1.000000
HASIL2 ( KOTA3, KOTA7)	0.000000	2.000000
HASIL2 ( KOTA3, KOTA8)	300.0000	0.000000
HASIL2 ( KOTA4, KOTA6)	0.000000	1.000000
HASIL2 ( KOTA4, KOTA7)	0.000000	4.000000
HASIL2 ( KOTA4, KOTA8)	0.000000	0.000000
HASIL2 ( KOTA5, KOTA6)	200.0000	0.000000
HASIL2 ( KOTA5, KOTA7)	100.0000	0.000000
HASIL2 ( KOTA5, KOTA8)	0.000000	3.000000

  

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	12400.00	-1.000000
2	0.000000	-20.00000
3	0.000000	-21.00000
4	0.000000	-25.00000
5	0.000000	4.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	-15.00000
8	0.000000	-14.00000
9	0.000000	-16.00000

**Gambar 3:** Variabel Hasil Software LINGO

Dari gambar 3 dapat dilihat alokasi pengiriman barang baik dari titik asal ke gudang dan juga dari gudang ke tujuan. Rincian barang yang akan dikirim adalah sebagai berikut:

1. Hasil1 (Kota1,Kota5) adalah pengiriman barang dari titik asal di Kota 1 ke gudang di Kota 5 dengan jumlah 300 unit.
2. Hasil1 (Kota2,Kota3) adalah pengiriman barang dari titik asal di Kota 2 ke gudang di Kota 3 dengan jumlah 300 unit.
3. Hasil2 (Kota3, Kota8) adalah pengiriman barang dari gudang di Kota 3 ke tujuan di Kota 8 dengan jumlah 300 unit.

4. Hasil2 (Kota5, Kota6) adalah pengiriman barang dari gudang di Kota 5 ke tujuan di Kota 6 dengan jumlah 200 unit.
5. Hasil2 (Kota5, Kota7) adalah pengiriman barang dari gudang di Kota 5 ke tujuan di Kota 7 dengan jumlah 100 unit.

Berikut adalah tabel alokasi pengiriman barang berdasarkan hasil pengolahan LINGO:

Ke	Kota Penghubung			Kota Tujuan			Kapasitas	
	Dari	3	4	5	6	7		8
Kota Titik Asal	1	16	10	12	M	M	M	300
	2	15	14	17	M	M	M	
Kota Penghubung	3	0	M	M	6	8	10	600
	4	M	0	M	7	11	11	
	5	M	M	0	4	5	12	
Permintaan		600	600	600	200	100	300	

**Tabel 1:** Hasil Alokasi LINGO

Tabel 1 menunjukkan hasil optimal dari permasalahan *transshipment* ini, merujuk pada tabel diatas gudang yang digunakan hanya gudang di Kota 3 dan Kota 5 untuk menampung kiriman barang dari titik asal di Kota 1 dan Kota 2 kemudian gudang di Kota 3 dan Kota 5 mengirimkan barang ke kota Tujuan yaitu Kota 6, Kota 7 dan Kota 8. Dengan alokasi tersebut maka didapatkan hasil optimal dari minimasi sebagai berikut:

$$Z = (300 \times 15) + (300 \times 12) + (300 \times 10) + (200 \times 4) + (100 \times 5) = 12.400$$

Hasil dari penelitian sebelumnya (A.Wahyudi dkk, 2020) dengan menggunakan metode *Vogel Approximation Method* (VAM) menghasilkan alokasi sebagai berikut:

	3	4	5	6	7	8	JML
1		0	300				300
2	300	0					300
3	300					300	600
4		600		0			600
5			300	200	100		600
JML	600	600	600	200	100	300	

**Tabel 2:** Hasil Alokasi Metode VAM

Dari tabel 1 dan tabel 2 dapat dilihat bahwa kedua metode menghasilkan hasil yang sama dari segi alokasi jumlah pengiriman dan juga total biaya yaitu sebesar 12.400, maka hasil yang didapat melalui metode VAM sudah optimal. Namun dalam pengaplikasian permasalahan yang lebih rumit, metode *Vogel Approximation Method* (VAM) akan menjadi kurang efisien karena dapat menimbulkan jumlah perhitungan dan iterasi yang cukup banyak sedangkan menggunakan LINGO hanya perlu menginput semua data yang diperlukan dan akan di selesaikan dengan sendirinya setelah menekan fungsi *solve*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* LINGO terhadap distribusi sepeda motor di PT ABC diperoleh hasil paling optimal sebagai berikut: pengiriman dari Kota 1 ke Kota 5 sebanyak 300 unit, pengiriman dari Kota 2 ke Kota 3 sebanyak 300 unit, pengiriman dari Kota 3 ke Kota 8 sebanyak 300 unit, pengiriman dari Kota 5 ke Kota 6 sebanyak 200 unit dan pengiriman dari Kota 5 ke Kota 7 sebanyak 100 unit dengan total biaya yaitu 12.400 satuan. Dikarenakan hasil antara metode VAM dan LINGO sama dapat disimpulkan bahwa hasil metode VAM pada penelitian sebelumnya sudah optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.Wahyudi, H. Hidori, & P. Wibowo,.(2020). *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*. Meminimumkan Biaya Distribusi Susu Bayi Dengan Model Transshipment Di PT Kamadjadja Logistics.
- B.Budiani, Siti A.D., & Namun M.S. (2020). *Airlangga Journal of Innovation Management*. *Transshipment Dengan Program LINGO Dalam Distribusi Produk Multivitamin*.
- Devani, V., & Kartika, P. (2020). Jurnal Ilmiah Teknik Industri. *Optimasi Produksi Crumb Rubber Dengan Menggunakan Linear Programming*, 8, 140-147.
- Muhammad, G. N., Fadilah, R., & Fauzi, M. (2020). Jurnal Teknik Industri. *Optimalisasi Biaya Distribusi Beras Subsidi Dengan Model Transshipment*, 6.
- Syaripuddin. (2012). Jurnal EKSPONENSIAL. *Penyelesaian Masalah Transshipment Menggunakan Vogels's Approximation Method (VAM)*, 3.
- Yanuar, R. R. (2020, 10 01). Skripsi. *Analisis Distribusi Dengan Menggunakan Metode Vogel Approximation Method (VAM) Pada CV. Trans Agro Nusantara*. Indonesia.