



Optimalisasi Efisiensi Biaya Transportasi dengan Metode *Vogel's Approximation Method (Vam)* dalam Linear Programming pada Cv Herba Sedunia

Ernis Riniawati ^{1*}, Lu'lu'il Azaliyyah ², Noka Syofiana ³, Tiwi Rahayu ⁴,
Titis Purwaningrum ⁵

¹⁻⁵ Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia

Alamat: Jl. Budi Utomo No.10, Ronowijayan, Kec. Ponorogo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur
Korespondensi penulis: ernisrinia5@gmail.com

Abstract. *This study aims to optimize transportation costs at CV Herba Sedunia by applying the Vogel's Approximation Method (VAM). The research data include shipping costs, supply, and demand from two warehouses to five distribution regions: East Java, Central Java, West Java, DIY & Banten, and Outside Java. VAM was employed to determine an efficient initial solution for distributing 1,250 product units, resulting in a total transportation cost of IDR 18,150,000. The shipping allocation was designed based on a combination of the lowest shipping costs and warehouse supply capacity, maximizing distribution efficiency. This study demonstrates that mathematical approaches like VAM can significantly reduce operational costs while providing strategic flexibility to adapt to changes in costs or demand.*

Keywords: *Transportation, VAM, Efficiency, Distribution*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya transportasi pada CV Herba Sedunia dengan menerapkan metode *Vogel's Approximation Method (VAM)*. Data penelitian mencakup biaya pengiriman, penawaran, dan permintaan dari dua gudang ke lima wilayah distribusi, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Banten, serta Luar Pulau. Metode VAM digunakan untuk menentukan solusi awal yang efisien dalam mendistribusikan 1.250 unit produk, dengan hasil menunjukkan total biaya transportasi sebesar Rp 18.700.000,00. Alokasi pengiriman dirancang berdasarkan kombinasi biaya pengiriman terendah dan kapasitas penawaran gudang, yang memaksimalkan efisiensi distribusi. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan matematis seperti VAM dapat mengurangi biaya operasional secara signifikan sekaligus memberikan fleksibilitas strategis dalam menghadapi perubahan biaya atau permintaan.

Kata Kunci: Transportasi, VAM, Efisiensi, Distribusi

1. LATAR BELAKANG

Perusahaan dalam menjalankan bisnisnya tidak terlepas dari pengeluaran yang diperlukan oleh perusahaan saat melaksanakan kegiatan operasional. Salah satu aspek yang dilakukan yaitu pengoptimalan biaya operasional. Biaya operasional merupakan biaya yang pasti ada di semua perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur maupun jasa dan menjadi indikator apakah perusahaan tersebut dapat menjalankan kegiatan dengan baik. Tingkat biaya operasional yang tinggi atau rendah akan sangat mempengaruhi penetapan harga produk, Sehingga produk yang dihasilkan mampu bersaing dengan kompetitor produk lainnya yang pada gilirannya berdampak pada pendapatan perusahaan. Dalam menghadapi tantangan ini, perusahaan harus mampu bertahan untuk menghadapi pesaing antar bisnis yang sama sehingga dapat memproduksi barang dengan biaya operasional yang seefisien mungkin. Salah satu biaya yang perlu diperhatikan dalam bisnis yaitu biaya transportasi. Pada sebuah perusahaan efisiensi biaya transportasi merupakan

salah satu faktor yang dapat meningkatkan efisiensi pengiriman produk dan keuntungan perusahaan. Pengiriman harus dilakukan secara efisien untuk menghemat biaya. Berdasarkan uraian diatas, peneliti mengambil objek penelitian pada perusahaan manufaktur seperti CV Herba Sedunia.

CV Herba Sedunia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi obat-obatan herbal. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2021 dan berlokasi di Ponorogo, Jawa Timur. Sejak awal pandemi COVID-19, CV Herba Sedunia telah menunjukkan komitmen dalam menyediakan solusi kesehatan alami melalui produk herbal seperti teh, minyak, dan salep. Dengan visi untuk menyediakan obat herbal berkhasiat terbaik dan misi menjangkau pasar yang luas, perusahaan ini terus berkembang dan beradaptasi dengan tantangan di sektor kesehatan dan manufaktur (Arimurti, dkk, 2022). Dalam operasionalnya, CV Herba Sedunia menggunakan strategi pemasaran yang mencakup metode *online* dan *offline*. Melalui pemasaran *online*, perusahaan fokus pada *branding* produk melalui media sosial seperti *Facebook* dan *website* resmi. Di sisi lain, pemasaran *offline* dilakukan melalui toko fisik dan keikutsertaan dalam berbagai *event*. Selain itu, perusahaan mengadopsi strategi kemitraan dan *reseller* yang memungkinkan produk herbalnya menjangkau pasar nasional. Namun, dalam mendukung ekspansi pemasaran ini, biaya transportasi menjadi salah satu elemen yang signifikan dalam struktur biaya operasional perusahaan (Rosihan, dkk, 2022).

Biaya transportasi memiliki peran penting dalam rantai pasok perusahaan, khususnya bagi CV Herba Sedunia yang memiliki jejaring distribusi luas. Sebagai perusahaan yang mengandalkan distribusi produk ke berbagai daerah, pengelolaan biaya transportasi yang efisien sangat diperlukan. Dalam konteks ini, metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* menjadi salah satu solusi yang potensial untuk mengoptimalkan biaya transportasi. *VAM* adalah metode matematis yang dirancang untuk menentukan solusi awal dalam masalah transportasi secara efisien (Rahmawati, 2022). Seiring dengan meningkatnya permintaan produk herbal CV Herba Sedunia, kapasitas produksi perusahaan juga meningkat. Produksi menggunakan mesin canggih seperti mesin dehidrator, penghancur, *packing*, dan *sealer* telah membantu perusahaan menjaga kualitas dan kuantitas produk. Namun, peningkatan kapasitas produksi ini juga berarti peningkatan kebutuhan logistik, termasuk pengangkutan bahan baku dan distribusi produk jadi (Kempa, 2022). Oleh karena itu, optimasi biaya transportasi menjadi kebutuhan mendesak untuk menjaga daya saing perusahaan.

CV Herba Sedunia memiliki jaringan yang luas dalam pendistribusian produk ke berbagai daerah perusahaan menghadapi tantangan dalam mengatur rute pengiriman yang efisien (Ambarista, 2024). Penggunaan metode *VAM* diharapkan dapat membantu perusahaan meminimalkan biaya transportasi dengan mengidentifikasi kombinasi rute dan metode pengiriman yang paling ekonomis. Sebagai bagian dari strategi bisnisnya, CV Herba Sedunia telah berkomitmen untuk memaksimalkan efisiensi operasional. Hal ini tercermin dalam penggunaan teknologi modern dan pelatihan SDM sesuai dengan SOP perusahaan. Dengan tenaga kerja sebanyak 15 orang, termasuk 10 tenaga produksi, perusahaan ini terus berupaya meningkatkan produktivitas (Dimasuharto, dkk, 2021). Meski demikian, aspek biaya transportasi masih menjadi tantangan yang membutuhkan pendekatan sistematis dan berbasis data.

Legalitas perusahaan yang lengkap, seperti NIB, NPWP, dan sertifikasi halal, serta kualitas produk yang telah terdaftar di BPOM, memberikan nilai tambah bagi CV Herba Sedunia. Dengan kepercayaan konsumen yang tinggi, perusahaan ini memiliki peluang besar untuk terus berkembang. Namun, untuk mempertahankan dan meningkatkan daya saing, pengelolaan biaya operasional, termasuk biaya transportasi, harus menjadi prioritas utama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan biaya transportasi pada CV Herba Sedunia menggunakan metode *VAM* (Sugianto & Susanti, 2021). Dengan pendekatan ini, diharapkan perusahaan dapat mengidentifikasi strategi distribusi yang lebih efisien, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan profitabilitas. Metode *VAM* tidak hanya memberikan solusi awal yang mendekati optimal, tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk mengevaluasi efektivitas distribusi secara berkelanjutan.

Optimalisasi biaya transportasi menjadi semakin relevan di era persaingan global saat ini. Dengan meningkatkan efisiensi logistik, CV Herba Sedunia dapat memperkuat posisinya di pasar nasional. Selain itu, efisiensi biaya transportasi juga mendukung misi perusahaan untuk menyediakan obat herbal berkualitas dengan harga yang terjangkau bagi konsumen. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengelolaan logistik CV Herba Sedunia. Hasil dari penelitian ini bisa menjadi referensi untuk perusahaan lain dalam menghadapi hambatan yang sama dalam pengelolaan biaya transportasi (Nugraha & Fauzi, 2020). Implementasi metode *VAM* yang berhasil akan menunjukkan bagaimana pendekatan matematis dapat diterapkan secara praktis untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dalam bisnis.

2. KAJIAN TEORITIS

Optimasi Biaya Transportasi

Optimasi biaya transportasi adalah proses strategis untuk meminimalkan pengeluaran yang terkait dengan pengiriman produk dari lokasi satu ke lainnya dengan memastikan bahwa permintaan dan penawaran tetap seimbang. Dalam konteks bisnis, biaya transportasi sering kali menjadi salah satu komponen terbesar dalam rantai pasok, sehingga pengelolaan yang efisien sangat penting untuk meningkatkan daya saing dan profitabilitas (Rosihan, dkk, 2022). Pendekatan matematis seperti metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* digunakan untuk membantu perusahaan menentukan distribusi yang paling hemat biaya berdasarkan data biaya pengiriman, kapasitas penawaran, dan kebutuhan permintaan. Metode seperti *VAM* sangat efektif dalam menyelesaikan masalah transportasi karena memungkinkan perusahaan untuk mengalokasikan sumber daya dengan mempertimbangkan perbedaan biaya antar jalur distribusi. Proses ini melibatkan penghitungan *penalty cost* untuk menemukan rute dengan biaya terendah, sehingga alokasi pengiriman dapat dioptimalkan. Dengan cara ini, perusahaan dapat mengurangi biaya total transportasi tanpa mengorbankan efisiensi atau keandalan distribusi. Contohnya, dalam penelitian pada CV Herba Sedunia, metode *VAM* berhasil menghemat biaya transportasi dengan mengalokasikan produk secara strategis dari dua gudang ke lima wilayah distribusi.

Optimasi biaya transportasi juga berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dalam pengambilan keputusan operasional. Perubahan biaya pengiriman atau permintaan konsumen dapat dianalisis menggunakan model yang sama, sehingga perusahaan dapat beradaptasi dengan cepat terhadap dinamika pasar. Misalnya, jika terjadi kenaikan biaya pada salah satu jalur distribusi, model optimasi dapat membantu perusahaan menemukan rute alternatif yang lebih efisien. Hal ini memungkinkan pengelolaan risiko operasional yang lebih baik, terutama dalam lingkungan bisnis yang kompetitif. Selain itu, optimasi biaya transportasi memiliki dampak langsung pada keberlanjutan perusahaan (Safari, dkk, 2020). Dengan mengurangi biaya operasional, perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya untuk aspek strategis lainnya, seperti pengembangan produk, pemasaran, atau investasi pada teknologi. Pendekatan ini juga dapat membantu perusahaan mendukung inisiatif ramah lingkungan, misalnya dengan mengurangi emisi karbon melalui perencanaan rute yang lebih efisien. Hal ini semakin relevan dalam era *modern* di mana keberlanjutan menjadi perhatian utama bagi konsumen dan pemangku kepentingan.

Dengan demikian, optimasi biaya transportasi adalah langkah penting untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi bisnis dalam jangka panjang (Dimasuharto, dkk, 2021). Dengan pendekatan yang terstruktur dan berbasis data, perusahaan dapat menciptakan solusi distribusi yang hemat biaya, fleksibel, dan responsif terhadap perubahan pasar. Dalam praktiknya, penggunaan metode seperti *VAM* memberikan keuntungan kompetitif yang signifikan dengan menghasilkan distribusi yang optimal dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Metode Vogel's Approximation

Metode Vogel's Approximation Method (VAM) adalah salah satu pendekatan heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi, terutama dalam menentukan solusi awal yang efisien untuk pengalokasian sumber daya. Metode ini membantu meminimalkan total biaya transportasi dengan memperhitungkan perbedaan biaya pengiriman antara rute yang tersedia. Dalam prosesnya, *VAM* mengidentifikasi *penalty cost*, yaitu selisih antara dua biaya pengiriman terendah di setiap baris dan kolom tabel transportasi. *Penalty cost* ini menjadi dasar untuk menentukan prioritas alokasi pengiriman, sehingga biaya transportasi total dapat ditekan sejak awal (Pratihar, dkk, 2021). Langkah awal dalam *VAM* adalah menghitung *penalty cost* untuk setiap baris dan kolom pada tabel transportasi. *Penalty cost* ini menggambarkan potensi kerugian jika rute dengan biaya terendah tidak dipilih. Dengan mengidentifikasi *penalty cost*, metode ini membantu menentukan rute yang paling hemat biaya untuk dialokasikan terlebih dahulu. Setelah rute prioritas ditentukan, alokasi pengiriman dilakukan berdasarkan kapasitas penawaran gudang dan kebutuhan permintaan wilayah, sambil memastikan bahwa distribusi tetap seimbang.

Keunggulan utama *VAM* terletak pada kemampuannya memberikan solusi awal yang mendekati optimal dalam waktu yang relatif cepat. Metode ini sangat cocok digunakan dalam masalah transportasi yang melibatkan banyak variabel, seperti biaya, kapasitas penawaran, dan permintaan. Selain itu, solusi awal yang dihasilkan oleh *VAM* sering kali berada sangat dekat dengan solusi optimal, sehingga meminimalkan kebutuhan untuk perhitungan lanjutan atau optimasi tambahan. Hal ini membuat *VAM* menjadi alat yang praktis untuk analisis operasional dalam bisnis. Namun, seperti metode heuristik lainnya, *VAM* memiliki keterbatasan (Hussein, dkk, 2020). Solusi yang dihasilkan oleh *VAM* tidak selalu merupakan solusi optimal absolut, terutama jika terdapat perubahan data yang signifikan, seperti fluktuasi biaya pengiriman atau perubahan dalam permintaan dan penawaran. Oleh karena itu, hasil dari *VAM* sering kali perlu dianalisis ulang atau

disempurnakan menggunakan metode optimasi lain, seperti metode *stepping stone* atau metode *MODI (Modified Distribution)*. Dengan demikian, *VAM* lebih efektif digunakan sebagai langkah awal daripada penyelesaian akhir.

Dapat disimpulkan, *VAM* adalah metode yang efisien, sederhana, dan praktis untuk menyelesaikan masalah transportasi. Dalam aplikasinya, metode ini membantu perusahaan mengoptimalkan biaya distribusi dan meningkatkan efisiensi operasional (Karagul & Sahin, 2020). Dengan mengidentifikasi dan mengalokasikan sumber daya berdasarkan rute dengan biaya terendah, *VAM* memberikan dasar yang kuat untuk perencanaan logistik yang hemat biaya dan responsif terhadap kebutuhan pasar. Hal ini menjadikannya salah satu metode yang banyak digunakan dalam manajemen rantai pasok dan distribusi.

3. METODE PENELITIAN

Model penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah model kuantitatif dengan pendekatan matematis. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* untuk mengoptimalkan biaya transportasi (Pratihar, dkk, 2021). Metode ini dipilih karena mampu memberikan solusi awal yang efisien dalam masalah transportasi dengan mempertimbangkan faktor permintaan, penawaran, dan biaya pengiriman. Studi kasus dilakukan pada CV Herba Sedunia untuk menganalisis pola distribusi dan pengiriman produk herbal ke berbagai wilayah (Hussein & Shiker, 2020).

Data Penelitian

Data Primer

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup jumlah produk terdistribusi, produk terjual, ekspedisi yang digunakan, serta biaya pengiriman ke berbagai wilayah. Data ini dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Data Jumlah Produk Terdistribusi

Wilayah	Biaya Kirim(Rp)	Ekspedisi	Produk Terkirim
Jawa Timur	7.000 – 14.000	J&T, JNE	500
Jawa Tengah	18.000 – 20.000	J&T, JNE	300
Jawa Barat	18.000 – 20.000	J&T, JNE	200
Banten	18.000 – 20.000	J&T, JNE	150
Luar Pulau	25.000 – 65.000	J&T, JNE	100

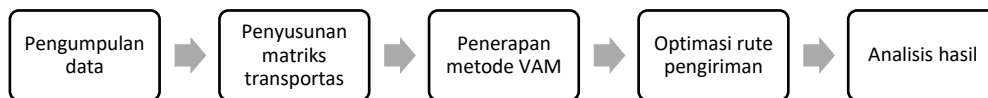
Secara total, sebanyak 1.250 produk didistribusikan dan terjual. Biaya kirim dihitung berdasarkan wilayah tujuan dan ekspedisi yang digunakan.

Data Sekunder

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data sekunder. Sumber data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari sumber literatur lainnya melalui situs resmi dari perusahaan J&T dan JNE.

Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *VAM* untuk menentukan solusi awal dalam optimalisasi biaya transportasi. Data biaya kirim, permintaan, dan penawaran disusun dalam matriks transportasi. Metode *VAM* akan digunakan untuk menghitung rute pengiriman yang paling efisien sehingga dapat meminimalkan biaya transportasi total (Adamu, dkk, 2020). Hasil perhitungan akan dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas distribusi yang diterapkan oleh CV Herba Sedunia. Selain itu, analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat dampak perubahan biaya pengiriman terhadap total biaya transportasi.



Gambar 1. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Matriks Transportasi

Matriks transportasi berikut dibuat berdasarkan data permintaan, penawaran, dan biaya pengiriman.

Tabel 2. Matriks Transportasi

Wilayah	Jawa Timur (Rp)	Jawa Tengah (Rp)	Jawa Barat (Rp)	Banten (Rp)	Luar Pulau (Rp)	Supply
Gudang Ponorogo	10.000	18.000	19.000	20.000	30.000	500
Gudang Karanganyar	11.000	15.000	17.000	18.500	25.000	750
Demand	500	300	200	150	100	1.250

Metode VAM

Berdasarkan pada data-data di atas maka berikut adalah hasil perhitungan dan analisis menggunakan metode *VAM*.

Tabel 3. Daya Tampung Gudang

Gudang	Kapasitas/ Daya Tampung
Gudang Ponorogo	800
Gudang Karanganyar	450

Tabel 4. Permintaan Kebutuhan Wilayah

Wilayah	Kebutuhan
Jatim	500
Jateng	300
Jabar	200
Banten	150
Luar Pulau	100

Tabel 5. Tahap 1

Dari	Jatim		Jateng		Jabar		Banten		Luar Pulau		Supply	Selisih
Ke												
Gudang Ponorogo	10,000	18,000	19,000	20,000	30,000	800	8,000					
	500											
Gudang Karanganyar	11,000	15,000	17,000	18,500	25,000	450	4,000					
	x											
Demand	500	300	200	150	100	1250						
Selisih	1,000	3,000	2,000	1,500	5,000							

Berdasarkan tabel diatas di peroleh selisih hasil terbesar pada baris gudang Ponorogo sebesar 8,000. Pada baris gudang Ponorogo yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Ponorogo ke Jatim sebanyak 500. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 6. Tahap 2

Dari	Jatim		Jateng		Jabar		Banten		Luar Pulau		Supply	Selisih
Ke												
Gudang Ponorogo	10,000	18,000	19,000	20,000	30,000	300	1,000					
	500				x							
Gudang Karanganyar	11,000	15,000	17,000	18,500	25,000	450	2,000					
	x				100							
Demand	0	300	200	150	100	1250						
Selisih	0	3,000	2,000	1,500	5,000							

Berdasarkan tabel diatas di peroleh selisih hasil terbesar pada baris gudang Karanganyar sebesar 5,000. Pada baris gudang Karanganyar yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Karanganyar ke Luar Pulau sebanyak 100. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 7. Tahap 3

Dari Ke	Jatim	Jateng	Jabar	Banten	Luar Pulau	Supply	Selisih
Gudang Ponorogo	10,000	18,000	19,000	20,000	30,000	300	1,000
	500	x			x		
Gudang Karanganyar	11,000	15,000	17,000	18,500	25,000	350	2,000
	x	300			100		
Demand	0	300	200	150	0	1250	
Selisih	0	3,000	2,000	1,500	0		

Berdasarkan tabel diatas di peroleh selisih hasil terbesar pada baris gudang Karanganyar sebesar 3,000. Pada baris gudang Karanganyar yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Karanganyar ke Jateng sebanyak 300. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 8. Tahap 4

Dari Ke	Jatim	Jateng	Jabar	Banten	Luar Pulau	Supply	Selisih
Gudang Ponorogo	10,000	18,000	19,000	20,000	30,000	300	1,000
	500	x			x		
Gudang Karanganyar	11,000	15,000	17,000	18,500	25,000	50	2,000
	x	300	50		100		
Demand	0	0	200	150	0	1250	
Selisih	0	0	2,000	1,500	0		

Berdasarkan tabel diatas di peroleh selisih hasil terbesar pada baris gudang Karanganyar sebesar 2,000. Pada baris gudang Karanganyar yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Karanganyar ke Jabar sebanyak 50. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 9. Tahap 5

Dari Ke	Jatim	Jateng	Jabar	Banten	Luar Pulau	Supply	Selisih
Gudang Ponorogo	10,000 500	18,000 x	19,000 150	20,000	30,000 x	300	1,000
Gudang Karanganyar	11,000 x	15,000 300	17,000 50	18,500 x	25,000 100	0	1,500
Demand	0	0	150	150	0	1250	
Selisih	0	0	0	0	0		

Berdasarkan tabel diatas di peroleh hasil pada baris gudang Ponorogo yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Ponorogo ke Jabar sebanyak 150. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 10. Tahap 6

Dari Ke	Jatim	Jateng	Jabar	Banten	Luar Pulau	Supply	Selisih
Gudang Ponorogo	10,000 500	18,000 x	19,000 150	20,000 150	30,000 x	150	0
Gudang Karanganyar	11,000 x	15,000 300	17,000 50	18,500 x	25,000 100	0	0
Demand	0	0	0	150	0	1250	
Selisih	0	0	0	0	0		

Berdasarkan tabel diatas di peroleh hasil pada baris gudang Ponorogo yang terdistribusi untuk memenuhi demand dari gudang Ponorogo ke Banten sebanyak 150. Dengan demikian kolom demand ke Jatim terpenuhi sehingga tidak perlu selisihnya tidak perlu dicari lagi.

Tabel 11. Tahap 7

Dari Ke	Jatim	Jateng	Jabar	Banten	Luar Pulau	Supply	Selisih
Gudang Ponorogo	10,000 500	18,000 x	19,000 150	20,000 150	30,000 x	0	0
Gudang Karanganyar	11,000 x	15,000 300	17,000 50	18,500 x	25,000 100	0	0
Demand	0	0	0	0	0	1250	
Selisih	0	0	0	0	0		

Total biaya transportasi

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas diperoleh biaya transportasi sebagai berikut:

Gudang Ponorogo – Jatim	: 500 x 10.000 = 5.000.000
Gudang Ponorogo – Jabar	: 150 x 19.000 = 2.850.000
Gudang Ponorogo – Banten	: 150 x 20.000 = 3.000.000
Gudang Karanganyar – Jateng	: 300 x 15.000 = 4.500.000
Gudang Karanganyar – Jabar	: 50 x 17.000 = 850.000
Gudang Karanganyar – Luar Pulau	: 100 x 25.000 = 2.500.000

Sehingga total biaya transportasi dengan metode *VAM* menghasilkan total biaya transportasi sebesar

Rp 18.700.000,00

5. PEMBAHASAN

Penelitian yang di lakukan ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya transportasi pada CV Herba Sedunia dengan menerapkan metode *Vogel's Approximation Method (VAM)*. Berdasarkan data penelitian yang mencakup penawaran, permintaan, dan biaya pengiriman, metode *VAM* berhasil mengoptimalkan secara efisien dalam mendistribusikan 1.250 unit produk ke lima wilayah tujuan, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Banten, dan Luar Pulau. Sehingga permintaan terpenuhi dengan total biaya transportasi sebesar Rp 18.700.000,00.

Keberhasilan metode *VAM* dalam penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan matematis dalam menyelesaikan masalah transportasi (Erza & Azizah, 2023). Dengan mempertimbangkan data biaya kirim dan distribusi penawaran-permintaan secara menyeluruh, *VAM* tidak hanya menghasilkan solusi awal yang optimal tetapi juga memberikan dasar untuk analisis sensitivitas terhadap perubahan biaya. Hal ini relevan bagi CV Herba Sedunia untuk menghadapi potensi fluktuasi biaya pengiriman di masa depan, sehingga strategi distribusi dapat diadaptasi sesuai kebutuhan (Ferdinandus, dkk, 2022). Dengan demikian, implementasi metode *VAM* pada CV Herba Sedunia memberikan panduan praktis untuk mengurangi biaya transportasi secara signifikan. Penghematan biaya ini dapat dialokasikan untuk investasi lain, seperti peningkatan kualitas produk atau pengembangan jaringan distribusi. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi efisiensi operasional perusahaan, tetapi juga mendorong pemanfaatan metode kuantitatif dalam pengambilan keputusan strategis.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulannya, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa metode Vogel's Approximation Method (VAM) merupakan alat yang efektif dalam mengoptimalkan biaya transportasi pada CV Herba Sedunia. Dengan menggunakan data penawaran, permintaan, dan biaya pengiriman, metode VAM menghasilkan solusi distribusi yang efisien, dengan total biaya transportasi sejumlah Rp 18.700.000,00. Alokasi pengiriman yang optimal dicapai melalui pemanfaatan kombinasi biaya pengiriman terendah dan kapasitas penawaran dari dua gudang, yaitu Gudang Ponorogo dan Gudang Karanganyar. Hasil ini membuktikan bahwa pendekatan matematis seperti VAM dapat meminimalkan biaya operasional dan juga memberikan efisiensi biaya sehingga mendukung efisiensi dan daya saing perusahaan secara keseluruhan.

DAFTAR REFERENSI

- Agaie, B. G., Adamu, M. M., Yakubu, M., Isah, S., & Ibrahim, A. (2020). An improvement on Vogel's method to feasible the solution of transportation problem. *Kasu Journal of Mathematical Sciences*, 1(2), 104–115.
- Ambarista, G. B. (2024). Sistem informasi distribusi beras raskin untuk optimasi biaya transportasi menggunakan metode Vogel's Approximation Method berbasis web (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
- Arimurti, W., Sari, R. P., Herwanto, D., & Falah, C. (2022). Optimasi biaya transportasi pengiriman produk mainan menggunakan Vogel's Approximation Method dan Stepping Stone Method (Studi kasus: Toko Sumber Mainan). *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 20(1), 365–374.
- 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.
- Erza, F., & Azizah, F. N. (2023). Perbandingan biaya distribusi produk cat menggunakan model transportasi metode Vogel's Approximation Method dan Least Cost. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, 4(1), 48–60.
- Ferdinandus, A. T., Buyang, C. G., & Kempa, M. (2022). Optimasi biaya distribusi alat berat konstruksi dengan metode Vogel Approximation (VAM) dan Stepping Stone pada proyek daerah kepulauan di Provinsi Maluku. *Jurnal Simetrik*, 12(1), 512–519.
- Hussein, H. A., & Shiker, M. A. K. (2020, July). A modification to Vogel's approximation method to solve transportation problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1591(1), 012029. IOP Publishing.
- Karagul, K., & Sahin, Y. (2020). A novel approximation method to obtain initial basic feasible solution of transportation problem. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 32(3), 211–218.

- Kempa, M. (2022). Implementasi metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Stepping Stone untuk optimalisasi biaya distribusi material besi beton pada daerah kepulauan di Provinsi Maluku. *Jurnal Simetrik*, 12(1), 504–511.
- 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.
- Perdana, V. A., Hunusalela, Z. F., Prasasty, A. T., Rahmi, M., & Rute Transportasi Distribusi Sirup untuk Meminimalkan Biaya, P. (2020). Penerapan metode Saving Matrix dan algoritma Nearest Neighbor dalam menentukan rute distribusi untuk meminimalkan biaya transportasi pada PT. XYZ. *Ind. Eng. J*, 4(1), 10–15. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.vol>
- Permata Sari, I. (2020). Meminimalkan biaya transportasi pada PT Millenia Tata Arya dengan menggunakan metode Vogel's Approximation Method.
- Pratihar, J., Kumar, R., Edalatpanah, S. A., & Dey, A. (2021). Modified Vogel's approximation method for transportation problem under uncertain environment. *Complex & Intelligent Systems*, 7(1), 29–40.
- Prayogi, S. Y., & Panjaitan, M. I. (2022). Penerapan metode Vogel's Approximation Method (VAM) dalam optimalisasi biaya transportasi pengiriman barang berbasis sistem informasi (Studi kasus: PT Coca Cola Amatil Indonesia (CCAI) Medan). *Journal of Information Technology and Accounting*, 5(1). <http://jurnal.uimedan.ac.id/index.php/JITA/>
- 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.
- Rifa, F. A. S., & Yuliawati, E. (2021). Optimalisasi pengiriman semen curah melalui jalur laut menggunakan algoritma transportasi dan penugasan. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2021.v2i1.1524>
- Rosihan, R. I., Ferdiansyah, M., Rizki, D., Paduloh, P., Saputra, Y., Kumalasari, R., & Sitorus, H. (2022). Optimasi biaya transportasi rantai roda tipe-428 dengan metode Stepping Stone dan Modified Distribution. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(2), 40–47.
- Safari, L. M., Ceffi, M. S., & Suprpto, M. (2020). Optimasi biaya pengiriman beras menggunakan model transportasi metode North West Corner (NWC) dan software Lingo. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 6(3), 184–189.
- Sugianto, W., & Susanti, E. (2021). Optimasi biaya transportasi pada UKM di Kota Batam. *Journal of Industrial & Quality Engineering*, 2303(2715).
- Yudhistira, I., & Murnawan, H. (2023). Analisis penentuan rute distribusi untuk meminimalkan biaya transportasi di Gudang Grahafamily B-12 Surabaya di PT Sumbertaman Keramika Industri. <https://journal.ubm.ac.id/index.php/jiems>