

Optimasi Biaya Distribusi dengan Menggunakan Metode Transportasi

Hani Maulida Hasibuan^{1*}, Panca Taufik kurahman², Elma Dwi Ariana Aprilia Zam³,
Fibri Rakhmawati⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email Corresponding Author : fibri_rakhmawati@uinsu.ac.id

Info Artikel

Article history:

Kirim: 27/02/2026
Perbaikan: 05/03/2026
Terima: 10/03/2026
Publikasi: 16/03/2026

Kata-kata kunci:

Optimasi biaya;
Metode transportasi;
North West Corner;
Vogel's Approximation
Method.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada identifikasi rute distribusi yang paling efisien dan biaya pengiriman yang terendah untuk mendistribusikan tahu ke empat pasar yang berada di lokasi berbeda. Penelitian dimulai dengan menganalisis strategi distribusi saat ini, yang melibatkan pengiriman tahu dari dua gudang penyimpanan ke berbagai tujuan, dengan biaya transportasi harian sebesar Rp 202.500. Proses optimasi dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, termasuk *North West Corner* (NWC), *Biaya Terendah* (*Least Cost*), dan *Vogel's Approximation Method* (VAM) untuk mencari solusi awal. Solusi awal tersebut kemudian diperbaiki dengan menggunakan metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution Method* (MODI) untuk mencapai alokasi biaya yang paling efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rencana distribusi yang optimal dapat secara signifikan mengurangi biaya transportasi, memberikan wawasan berharga untuk meningkatkan efisiensi logistik pada perusahaan skala kecil dan menengah. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengoptimalkan strategi distribusi, meminimalkan biaya, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan di industri serupa.

1. PENDAHULUAN

Biaya transportasi merupakan salah satu elemen biaya terbesar dalam proses distribusi barang, terutama bagi perusahaan yang memiliki banyak cabang atau pasar yang harus dijangkau (Aminudin, 2005). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tepat untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dan pengiriman barang agar biaya yang dikeluarkan dapat diminimalkan tanpa mengurangi kualitas layanan (Pratiwi et al., 2025). Dalam dunia industri, program linier merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah optimasi, termasuk dalam distribusi barang. Program linier membantu perusahaan dalam menentukan alokasi optimal dengan mempertimbangkan berbagai faktor pembatas, seperti kapasitas gudang, permintaan pasar, dan biaya transportasi yang bervariasi antara lokasi (Zaharuddin et al., 2024).

Metode transportasi, yang merupakan bagian dari program linier, sering digunakan untuk menangani masalah distribusi dari beberapa sumber ke berbagai tujuan dengan tujuan untuk meminimalkan biaya (Batubara & Widyasari, 2023). Beberapa metode yang digunakan

dalam penelitian ini untuk memperoleh solusi awal meliputi metode *North West Corner* (NWC), *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (VAM). Metode-metode ini memberikan gambaran awal mengenai distribusi yang dapat mengurangi biaya, meskipun masih memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk mencapai solusi optimal (Rahman, 2021). Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan solusi awal, metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution Method* (MODI) digunakan untuk meningkatkan efisiensi biaya secara keseluruhan (Lasmana, 2021).

Dengan menggunakan data kapasitas gudang, permintaan pasar, dan biaya transportasi antar lokasi, penelitian ini berfokus pada pencarian solusi terbaik untuk mengurangi biaya transportasi (Diwekar, 2008). Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi distribusi, serta memberikan referensi bagi industri lainnya yang menghadapi masalah distribusi serupa (Fath et al., 2024). Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi studi lebih lanjut tentang penerapan metode transportasi pada masalah distribusi di sektor industri skala kecil dan menengah (Gultom et al., 2022) (Ratnasari et al., 2020).

Melalui penelitian ini, diharapkan para pengusaha dan manajer operasional di sektor manufaktur dapat lebih memahami pentingnya perencanaan distribusi yang optimal dan dapat mengimplementasikan metode transportasi dalam meningkatkan kinerja bisnis mereka (Herman, 2016). Dengan demikian, biaya operasional yang tinggi dapat diminimalkan, dan perusahaan dapat beroperasi lebih efisien, sehingga mampu bersaing dengan lebih baik di pasar yang semakin kompetitif (I. L. & Rute, 2024).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari penelitian sebelumnya oleh Fath et al. (2024). Meskipun data, kasus, dan konfigurasi masalah berasal dari studi terdahulu, penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan membandingkan efektivitas beberapa metode solusi awal, termasuk metode *North West Corner* (NWC), *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (VAM) (Kanthi et al., 2020). Hasil perbandingan ini kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menemukan solusi optimal menggunakan metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution Method* (MODI). Penelitian ini juga memperkenalkan analisis sensitivitas biaya dalam konteks distribusi tahu yang dioptimalkan, yang dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang pengaruh variabel biaya terhadap solusi distribusi yang lebih efisien (Manurung et al., 2024).

Masalah distribusi dalam penelitian ini dimodelkan menggunakan program linier, yang merupakan salah satu metode dalam riset operasi untuk memecahkan masalah alokasi sumber daya secara optimal (Refnaldi & Triwansyah, 2024). Dalam penelitian ini, masalah distribusi barang dikaji dengan memperhitungkan kapasitas sumber daya (gudang), permintaan pasar, dan biaya transportasi yang bervariasi antara lokasi yang berbeda. Untuk memperoleh solusi awal, digunakan tiga metode transportasi, yaitu *North West Corner* (NWC), *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (VAM), yang sering diterapkan untuk mencari alokasi distribusi yang

efisien (Zaharuddin et al., 2024). Metode-metode ini dipilih karena dapat memberikan solusi awal yang baik dalam menentukan distribusi barang dari gudang ke pasar dengan memperhitungkan biaya transportasi (Purnomo et al., 2022).

Setelah memperoleh solusi awal, penelitian ini melanjutkan dengan menggunakan metode Stepping Stone dan *Modified Distribution Method* (MODI) untuk mengoptimalkan solusi tersebut dan memperbaiki alokasi distribusi agar mencapai biaya total yang lebih rendah (Lasmana, 2021). Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif untuk membandingkan hasil biaya distribusi dari masing-masing metode (Rachmatika, 2022). Hasil perhitungan dari setiap metode kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menentukan solusi distribusi yang paling efisien dan optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan

Data Pada Penelitian menggunakan metode transportasi linear untuk mengoptimalkan pendistribusian barang di Pabrik tahu Dompiong Wetan.

Hasil penelitiannya Biaya pengiriman tahu per ancak sebelum diterapkannya metode transportasi dari pabrik tahu 1 dan pabrik tahu 2 yang terletak di Dompiong Wetan kemudian dikirimkan ke 4 pasar yaitu, pasar Gebang, pasar Losari Jawa Barat, pasar Losari Jawa Tengah, dan pasar Limbangan perhari adalah Rp. 202.500,00. Berikut adalah data penelitian yang akan dihitung menggunakan metode transportasi:

a. Kapasitas Pabrik

Data ini berisi kapasitas produksi yang dapat dihasilkan pabrik tahu dalam 1 hari.

Tabel 1. Data Kapasitas Pabrik

Pabrik	Kapasitas/Hari/Ancak
Gudang Tahu 1	160
Gudang Tahu 2	148
Total	308

b. Data Pengiriman Tahu

Data ini berisi jumlah pengiriman per ancak tahu dari gudang 1 dan gudang 2 untuk di kirim ke beberapa pasar, yaitu Pasar Gebanng, Losari Jawa Barat, Losari Jawa Tengah, dan Limbangan.

Tabel 2. Data Pengiriman Tahu

Sumber	Lokasi Permintaan			
	Pasar Gebang	Pasar Losari Jawa Barat	Pasar Losari jawa Tengah	Pasar Limbangan
Gudang Tahu 1	30	100	25	5
Gudang Tahu 2	20	86	35	7

c. Biaya Transportasi

Data ini berisi biaya pengiriman setiap ancak tahu dari setiap gudang tahu ke setiap pasar yang dituju.

Tabel 3. Data Biaya Transportasi Tahu (Rupiah/Ancak)

Sumber	Lokasi Permintaan			
	Pasar Gebang	Pasar Losari Jawa Barat	Pasar Losari Jawa Tengah	Pasar Limbangan
Gudang Tahu 1	1.000	600	400	3.000
Gudang Tahu 2	1.000	500	300	2.000

Pembahasan

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan penentuan solusi awal menggunakan metode Biaya Terendah (*Least Cost Rule*) dan *Vogel's Approximation Method* (VAM). Selanjutnya, solusi tersebut dievaluasi dan disempurnakan untuk memperoleh solusi optimal dengan menggunakan metode MODI (*Modified Distribution*) dan *Stepping Stone Method*.

Perhitungan solusi akhir menggunakan metode MODI dan *Stepping Stone* dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan biaya, sehingga diperoleh keyakinan bahwa solusi yang dihasilkan merupakan nilai biaya yang paling optimal dari kedua metode tersebut.

Penentu Solusi Awal

a. Metode *North West Corner* (NWC)

Metode *North West Corner* (NWC) digunakan untuk menentukan solusi awal pada masalah transportasi dengan melakukan alokasi distribusi barang. Metode ini tidak mempertimbangkan biaya pengiriman, tetapi hanya berfokus pada pemenuhan kapasitas penawaran (*supply*) dari setiap sumber dan permintaan (*demand*) pada setiap tujuan. Dalam penelitian ini terdapat dua sumber distribusi, yaitu Gudang Tahu 1 dan Gudang Tahu 2 dengan total kapasitas 308 ancak per hari, yang didistribusikan ke empat pasar yaitu Pasar Gebang, Pasar Losari Jawa Barat, Pasar Losari Jawa Tengah, dan Pasar Limbangan. Proses alokasi dimulai dari Gudang Tahu 1 ke Pasar Gebang sebanyak 50 unit, kemudian dilanjutkan ke Pasar Losari Jawa Barat sebanyak 110 unit hingga kapasitas Gudang Tahu 1 habis. Sisa permintaan Pasar Losari Jawa Barat sebesar 76 unit dipenuhi oleh Gudang Tahu 2, kemudian dilanjutkan pengiriman 60 unit ke Pasar Losari Jawa Tengah dan 12 unit ke Pasar Limbangan. Melalui proses tersebut seluruh permintaan pasar dan kapasitas gudang dapat terpenuhi, kemudian total biaya distribusi dihitung dengan

mengalikan jumlah barang yang dikirim pada setiap rute dengan biaya transportasi per unit dan menjumlahkannya.

Berdasarkan alokasi tersebut, total biaya distribusi menggunakan metode *North West Corner* (NWC) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total} &= (50 \times 1.000) + (110 \times 600) + (76 \times 500) + (60 \times 300) + (12 \times 2.000) \\ &= 50.000 + 66.000 + 38.000 + 18.000 + 24.000 \\ &= \text{Rp. } 196.000\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya distribusi menggunakan metode *North West Corner* (NWC) adalah sebesar Rp196.000.

b. Metode Biaya Terkecil (*Least Cost Method*)

Metode Biaya Terkecil (*Least Cost Method*) merupakan metode dalam model transportasi yang digunakan untuk menentukan solusi awal dengan memilih rute distribusi yang memiliki biaya pengiriman paling rendah terlebih dahulu. Metode ini mempertimbangkan biaya transportasi sehingga diharapkan dapat menghasilkan biaya distribusi yang lebih efisien sejak awal. Proses perhitungan dilakukan dengan mencari biaya transportasi terkecil, kemudian mengalokasikan jumlah pengiriman berdasarkan nilai minimum antara kapasitas sumber dan permintaan tujuan. Pada penelitian ini, alokasi pertama dilakukan dari Gudang Tahu 2 ke Pasar Losari Jawa Tengah sebanyak 60 unit karena memiliki biaya terendah, kemudian dilanjutkan ke Pasar Losari Jawa Barat sebanyak 88 unit hingga kapasitas Gudang Tahu 2 habis. Selanjutnya pengiriman dilakukan dari Gudang Tahu 1 untuk memenuhi sisa permintaan, yaitu 98 unit ke Pasar Losari Jawa Barat, 50 unit ke Pasar Gebang, dan sisa 12 unit ke Pasar Limbangan. Setelah seluruh permintaan pasar terpenuhi, total biaya distribusi dihitung dengan mengalikan jumlah barang yang dikirim pada setiap rute dengan biaya transportasi per unit dan kemudian menjumlahkannya. Total biaya distribusi dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total} &= (50 \times 1.000) + (98 \times 600) + (88 \times 500) + (60 \times 300) + (12 \times 3.000) \\ &= 50.000 + 58.800 + 44.000 + 18.000 + 36.000 \\ &= \text{Rp. } 206.800\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya distribusi yang diperoleh dengan menggunakan metode Biaya Terkecil (*Least Cost Method*) adalah sebesar Rp. 206.800.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun metode *Least Cost* mempertimbangkan biaya transportasi terkecil dalam proses alokasinya, metode ini tidak selalu menghasilkan total biaya distribusi yang paling optimal. Hal ini dapat terjadi karena metode *Least Cost* hanya berfokus pada pemilihan biaya terkecil pada setiap langkah tanpa mempertimbangkan dampak alokasi tersebut terhadap keseluruhan struktur distribusi pada tahap berikutnya.

c. *Vogel Approximation method (VAM)*

Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* merupakan metode dalam model transportasi yang digunakan untuk menentukan solusi awal dengan mempertimbangkan selisih biaya transportasi. Metode ini menghitung nilai penalti, yaitu selisih antara dua biaya transportasi terkecil, untuk menentukan yang memiliki risiko kerugian terbesar jika tidak segera dialokasikan. Setelah itu dipilih rute dengan biaya transportasi paling rendah, kemudian dilakukan alokasi berdasarkan nilai minimum antara kapasitas penawaran dan permintaan. Proses ini dilakukan secara berulang hingga seluruh penawaran dan permintaan terpenuhi. Pada penelitian ini, hasil alokasi menunjukkan pengiriman 50 unit dari Gudang Tahu 1 ke Pasar Gebang, 110 unit ke Pasar Losari Jawa Barat, 76 unit dari Gudang Tahu 2 ke Pasar Losari Jawa Barat, 60 unit ke Pasar Losari Jawa Tengah, dan 12 unit ke Pasar Limbangan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode VAM mampu memberikan solusi awal distribusi yang cukup efisien karena mempertimbangkan perbedaan biaya pada setiap rute. Total Pendistribusian pada *Vogel Approximation method (VAM)* adalah :

$$\begin{aligned}\text{Total} &= (50 \times 1.000) + (110 \times 600) + (76 \times 500) + (60 \times 300) + (12 \times 2.000) \\ &= 50.000 + 660.000 + 38.000 + 18.000 + 24.000 \\ &= \text{Rp. } 196.000\end{aligned}$$

Hasil biaya yang diperoleh dari metode VAM sama dengan hasil yang diperoleh dari metode *North West Corner*, yaitu sebesar Rp196.000. Hal ini menunjukkan bahwa struktur biaya transportasi pada kasus distribusi ini memiliki pola tertentu sehingga kedua metode menghasilkan kombinasi alokasi yang sama.

Dengan demikian, metode *Vogel's Approximation Method* dapat digunakan sebagai alternatif dalam menentukan solusi awal pada masalah transportasi karena mampu menghasilkan solusi yang relatif mendekati kondisi optimal. Selanjutnya, solusi awal yang diperoleh perlu diuji menggunakan metode optimalitas seperti *Stepping Stone* atau *Modified Distribution Method (MODI)* untuk memastikan bahwa solusi distribusi yang diperoleh benar-benar menghasilkan biaya transportasi minimum.

Penentu Solusi Optimal

a. *Metode Batu Loncatan (Stepping Stone)*

Metode Batu Loncatan (*Stepping Stone Method*) digunakan untuk menguji apakah solusi awal pada masalah transportasi sudah optimal atau masih dapat diperbaiki untuk memperoleh biaya distribusi yang lebih rendah. Metode ini dilakukan dengan membentuk lintasan tertutup (*loop*) yang belum terisi untuk menghitung nilai *opportunity cost*. Pada lintasan tersebut diberikan tanda positif (+) dan negatif (-) secara bergantian, kemudian nilai *opportunity cost* dihitung dari selisih biaya transportasi pada lintasan tersebut. Jika diperoleh nilai negatif, maka alokasi distribusi masih dapat diperbaiki. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada

C_{13} , C_{14} , dan C_{21} . Hasil perhitungan menunjukkan nilai *opportunity cost* masing-masing sebesar 0, 900, dan 100. Karena seluruh nilai tersebut bernilai nol atau positif, maka tidak terdapat peluang untuk menurunkan biaya distribusi. Dengan demikian, solusi awal yang diperoleh telah memenuhi kondisi optimal menurut metode *Stepping Stone*. Berikut tabel penyelesaian model *Stepping Stone*:

Tabel 9. Perhitungan Model *Stepping Stone*

Sel non basis	Loop	Opportunity cost
C_{13}	$C_{13}-C_{12}+C_{22}-C_{23}$	$400 - 600 + 500 - 300 = 0$
C_{14}	$C_{14}-C_{12}+C_{22}-C_{24}$	$3.000 - 600 + 500 - 2.000 = 900$
C_{21}	$C_{21}-C_{22}+C_{12}-C_{11}$	$1.000 - 500 + 600 - 1.000 = 100$

Hasil analisis menunjukkan bahwa pola distribusi yang diperoleh telah mampu memenuhi seluruh permintaan pasar dengan memanfaatkan kapasitas dari masing-masing gudang secara efisien. Berdasarkan pengujian menggunakan metode *Stepping Stone*, total biaya distribusi yang dihasilkan adalah sebesar Rp196.000 dan merupakan biaya minimum. Hal ini menunjukkan bahwa solusi distribusi yang diperoleh sebelumnya sudah optimal sehingga tidak memerlukan perubahan alokasi lebih lanjut. Dengan demikian, metode *Stepping Stone* berfungsi sebagai alat verifikasi untuk memastikan bahwa kombinasi distribusi yang digunakan telah menghasilkan biaya transportasi yang paling efisien.

- b. Metode Modifikasi *Modified Distribution Modified Distribution Method (MODI)*. Setelah diperoleh solusi awal dari metode transportasi, langkah selanjutnya adalah melakukan uji optimalitas menggunakan *Modified Distribution Method (MODI)*. Metode ini digunakan untuk menentukan apakah solusi yang diperoleh sudah optimal atau masih dapat diperbaiki.

Dalam metode MODI digunakan nilai potensial untuk setiap baris dan kolom, yaitu:

C_{ij} : Biaya Transportasi dari sumber i ke tujuan j

U_i : Nilai potensial pada baris (sumber)

V_j : Nilai potensial pada kolom (tujuan)

Hubungan antara nilai biaya dan potensial dinyatakan dengan persamaan:

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

Nilai potensial dihitung berdasarkan sel yang telah terisi pada tabel transportasi. Salah satu nilai potensial diasumsikan bernilai nol untuk mempermudah perhitungan, misalnya $U_W = 0$.

Berdasarkan sel yang terisi diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$1) \quad CW_A = U_W + V_A$$

$$V_A = 1.000$$

$$2) \quad CW_B = U_W + V_B$$

$$V_B = 600$$

$$3) \quad CH_B = U_H + V_B$$

$$U_H = -524$$

$$4) \quad CH_C = U_H + V_C$$

$$V_C = 824$$

$$5) \quad CH_D = U_H + V_D$$

$$V_D = 2.524$$

Setelah nilai potensial baris dan kolom diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung indeks perbaikan untuk setiap sel kosong menggunakan rumus:

$$K_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$$

K_{ij} : Indeks Perbaikan pada sel kosong yang digunakan untuk menguji optimalitas solusi

C_{ij} : Biaya Transportasi dari sumber i ke tujuan j

U_i : Nilai potensial pada baris (sumber distribusi)

V_j : Nilai potensial pada kolom (tujuan distribusi)

Perhitungan indeks perbaikan pada sel kosong adalah sebagai berikut:

$$1) \quad KW_C = CW_C - U_W - V_C = 424$$

$$2) \quad KW_D = CW_D - U_W - V_D = 476$$

$$3) \quad KW_A = CH_A - U_H - V_A = 524$$

Karena seluruh nilai indeks perbaikan tidak bernilai negatif, maka solusi yang diperoleh sudah memenuhi kondisi optimal.

Dengan demikian, total biaya distribusi optimal adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= (50 \times 1.000) + (110 \times 600) + (76 \times 500) + (60 \times 300) + (12 \times 2.000) \\ &= 50.000 + 66.000 + 38.000 + 18.000 + 24.000 \\ &= \text{Rp. } 196.000 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya distribusi optimal menggunakan metode MODI adalah sebesar Rp. 196.000.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan tiga metode solusi awal pada model transportasi, diperoleh total biaya distribusi yang berbeda. Metode *North West Corner* (NWC) menghasilkan total biaya sebesar Rp. 196.000, sedangkan metode *Least Cost* menghasilkan biaya sebesar Rp. 206.800, dan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) menghasilkan biaya yang sama dengan metode NWC yaitu Rp. 196.000. Hasil ini menunjukkan bahwa metode NWC dan VAM memberikan solusi awal yang lebih efisien dibandingkan metode *Least Cost*.

Kesamaan hasil biaya antara metode NWC dan VAM dapat terjadi karena struktur biaya transportasi pada kasus ini memiliki pola tertentu yang menyebabkan alokasi yang dihasilkan kedua metode tersebut sama. Pada tabel biaya transportasi terlihat bahwa beberapa jalur distribusi memiliki biaya yang relatif rendah dan menjadi pilihan utama dalam proses alokasi, seperti pengiriman dari Gudang Tahu 2 ke Pasar Losari Jawa Tengah dengan biaya Rp. 300 per anak serta dari Gudang Tahu 2 ke Pasar Losari Jawa Barat sebesar Rp. 500 per anak. Akibatnya, baik metode NWC maupun VAM pada akhirnya memilih kombinasi alokasi yang sama karena keterbatasan kapasitas dan permintaan yang harus dipenuhi.

Sebaliknya, metode *Least Cost* menghasilkan biaya distribusi yang lebih tinggi yaitu Rp. 206.800. Hal ini terjadi karena metode *Least Cost* hanya mempertimbangkan biaya unit terendah pada setiap langkah tanpa memperhitungkan dampak alokasi terhadap keseluruhan struktur distribusi. Dalam beberapa kasus, strategi ini dapat menyebabkan alokasi yang kurang efisien pada tahap berikutnya sehingga total biaya distribusi menjadi lebih besar dibandingkan metode lain.

Dari sisi struktur biaya transportasi, terlihat bahwa terdapat perbedaan biaya yang cukup signifikan antara beberapa rute distribusi. Sebagai contoh, biaya pengiriman dari Gudang Tahu 1 ke Pasar Limbangan mencapai Rp. 3.000 per anak, sedangkan dari Gudang Tahu 2 ke Pasar Losari Jawa Tengah hanya Rp. 300 per anak. Perbedaan biaya yang cukup besar ini menyebabkan metode optimasi cenderung memprioritaskan rute dengan biaya rendah terlebih dahulu sehingga menghasilkan kombinasi distribusi tertentu yang lebih efisien.

Selain itu, hasil optimasi menggunakan metode MODI menunjukkan bahwa solusi distribusi yang diperoleh memiliki biaya total sebesar Rp. 196.000, yang merupakan biaya minimum untuk memenuhi seluruh permintaan pasar dengan kapasitas yang tersedia. Hal ini juga menunjukkan bahwa solusi awal yang diperoleh dari metode NWC dan VAM sudah mendekati bahkan sama dengan solusi optimal setelah dilakukan pengujian optimalitas.

Jika dibandingkan dengan kondisi awal perusahaan sebelum dilakukan optimasi, biaya distribusi per hari adalah sebesar Rp. 206.800. Setelah penerapan metode transportasi, biaya optimal yang diperoleh adalah Rp. 196.000. Dengan demikian, terjadi penghematan biaya sebesar Rp. 6.500 per hari, atau sekitar 3,21% dari biaya distribusi sebelumnya.

Dari sudut pandang manajerial, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan metode transportasi dalam riset operasi dapat membantu perusahaan dalam menentukan pola distribusi yang lebih efisien. Dengan menggunakan pendekatan ini, perusahaan dapat mengalokasikan pengiriman dari setiap gudang ke pasar tujuan secara lebih rasional berdasarkan biaya transportasi dan kapasitas yang tersedia. Implementasi strategi distribusi yang optimal tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga meningkatkan efisiensi logistik dan daya saing perusahaan, khususnya bagi industri skala kecil dan menengah seperti pabrik tahu yang memiliki margin keuntungan relatif terbatas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode transportasi dalam Riset Operasi efektif digunakan untuk mengoptimalkan distribusi barang dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas sumber dan pemenuhan permintaan tujuan. Penentuan solusi awal menggunakan metode *North West Corner*, *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (VAM) memberikan dasar alokasi yang layak, meskipun belum seluruhnya menghasilkan biaya minimum.

Selanjutnya, penerapan metode MODI (*Modified Distribution*) dan Stepping Stone terbukti mampu mengevaluasi dan memperbaiki solusi awal secara sistematis hingga diperoleh solusi optimal. Kedua metode tersebut menghasilkan nilai biaya transportasi minimum yang sama, sehingga memperkuat keyakinan bahwa solusi yang diperoleh merupakan solusi optimal global. Dengan demikian, kombinasi metode solusi awal dan metode optimalitas dapat membantu pengambilan keputusan distribusi secara efisien, rasional, dan berbasis pendekatan kuantitatif.

REFERENSI

- Aminudin. (2005). *Prinsip-prinsip riset operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Batubara, F. H., & Widyasari, R. (2023). Penerapan metode transportasi dan transshipment menggunakan linear programming dalam efisiensi biaya distribusi barang. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 128–137. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5424>
- Diwekar, U. M. (2008). *Introduction to applied optimization* (Vol. 22). New York: Springer.
- Fath, A., Shidiqi, A., Fahriss, A., Mufidah, L., Arief, M., Fadhlillah, M. M., & Wulandari, R. (2024). Optimasi biaya distribusi tahu pada pabrik tahu Dompyong Wetan menggunakan metode North West Corner (NWC) dan Stepping Stone. *Jurnal Ilmiah*, 3(1), 41–52.
- Gultom, P., dkk. (2022). *Pengantar riset operasi*. Surabaya: Cipta Media Nusantara.
- Herman, R. (2016). *Penerapan dan analisis metode transportasi pada proses distribusi di PT Panen Raya Indonesia*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- I. L., & Rute, P. (2024). Optimalisasi pendistribusian barang dengan model mixed integer linear programming pada PT Logistik Ekspresindo. *Jurnal Logistik*, 7, 8–15.
- Kanthi, Y. A., Kristanto, B. K., & Program Studi Informatika. (2020). Implementasi metode North West Corner dan Stepping Stone untuk pengiriman barang ke Galeri Bimasakti. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 845–852. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202071625>
- Lasmana, A. (2021). Metode transportasi pada program linear untuk pendistribusian barang. *Jurnal Matematika*, 20(1), 35–41.
- Manurung, F., Wahyu, D., Putri, A., & Samosir, I. D. (2024). Penyelesaian masalah transportasi: Optimasi biaya menggunakan metode North West Corner dan MODI. *Jurnal Statistika Universitas Jambi*.

- Pratiwi, D. I., Afta, N., Audrya, A., Diana, A. W., Rose, A., Purwaningrum, T., & Program Studi Manajemen. (2025). Analisis implementasi metode transportasi dalam linear programming menuju efisiensi biaya distribusi pada UMKM Aris Cookies Jabung Ponorogo. *Jurnal Manajemen*, 2(1), 2613–2621.
- Purnomo, C., Dekanawati, V., Astriawati, N., & Syahputra, G. (2022). Analisis simulasi distribusi logistik menggunakan metode transportasi. *Jurnal Logistik*, 6(2).
- Rachmatika, R. (2022). *Implementasi teknik riset operasi dengan metode linear programming*. Tangerang: Pascal Books.
- Rahman, L. F. (2021). Optimalisasi biaya dan jarak distribusi pada depot air Javaqua menggunakan metode transportasi dan metode network. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(5).
- Ratnasari, Y., Yuniarti, D., & Purnamasari, I. (2020). Optimasi pendistribusian barang menggunakan Vogel's Approximation Method dan Stepping Stone Method (studi kasus distribusi LPG 3 kg pada PT Tri Pribumi Sejati). *Jurnal Exponensial*, 10(2), 165–174. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/575>
- Refnaldi, R. E. T. N., & Triwansyah, E. (2024). Mengoptimalkan biaya pengiriman menggunakan metode North West Corner dan Least Cost pada PT SFM. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 6–10. <https://jites.untara.ac.id/index.php/jites>