

Penerapan Model Transportasi dalam Menentukan Alokasi Distribusi Arang yang Dioptimalkan di Arang Medan

M. Arij Azhari¹, Putri Purnama Sari², Ahmad Albar Tanjung³

^{1,2,3}Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma Medan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 June 2026

Revised 20 June 2026

Accepted 25 June 2026

Available online 08 July 2026

Keywords

Distribution, North West Corner (NWC),
Vogel's Approximation Method (VAM),
Stepping Stone, Optimization.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.
Copyright © 2025 by Author. Published by Yayasan Daarul Huda

ABSTRACT

Distribution is one of the most important aspects of a company because it plays a vital role in delivering products to customers. Therefore, effective distribution management can significantly influence distribution costs. Arang Medan is a company engaged in the sale of coconut shell charcoal and has three main warehouses (sources), namely Aceh, Medan, and Pekanbaru, each with a capacity of 30 tons. The company also serves three distribution destinations, namely Pekanbaru, Tangerang, and Sidoarjo, each requiring 30 tons of products. This study applies the transportation method to manage and distribute goods efficiently in order to minimize transportation costs. To solve the transportation problem, the North West Corner (NWC) method and Vogel's Approximation Method (VAM) were used as initial solution methods, while the Stepping Stone method was employed to test and determine the optimal solution. The results showed that the total distribution cost generated by the NWC method was Rp196,000,000, whereas the VAM method produced a lower cost of Rp195,000,000. Furthermore, the Stepping Stone evaluation confirmed that the allocation obtained through the VAM method represented the optimal

solution. Therefore, the application of the NWC, VAM, and Stepping Stone methods can help companies achieve a more efficient distribution system and minimize transportation costs while ensuring optimal allocation of goods.

ABSTRAK

Distribusi merupakan salah satu aspek penting dalam perusahaan mengingat peran perusahaan menyampaikan barang ke tangan konsumen, sehingga pengelolaan distribusi yang baik akan berdampak besar pada biaya pendistribusian barang. Arang Medan merupakan perusahaan yang bergerak dalam penjualan arang batok yang memiliki tiga gudang besar (sumber) yaitu Aceh, Medan, dan Pekanbaru dengan kapasitas masing-masing 30 ton, serta tiga daerah tujuan distribusi yaitu Pekanbaru, Tangerang, dan Sidoarjo dengan kebutuhan masing-masing 30 ton. Penelitian ini menggunakan metode transportasi untuk mengatur dan mendistribusikan barang sehingga dapat mengefisienkan biaya transportasi pada perusahaan. Pada kasus ini, untuk memecahkan masalah transportasi digunakan metode NWC (North West Corner) dan metode VAM (Vogel's Approximation) sebagai pembanding guna mendapatkan pengoptimalan terbaik, kemudian hasilnya diuji kembali menggunakan metode Stepping Stone. Penelitian ini mendapatkan hasil biaya yang dikeluarkan dalam pengalokasian barang berdasarkan metode NWC senilai Rp196.000.000, sedangkan metode VAM menghasilkan biaya yang lebih rendah yaitu Rp195.000.000. Hasil pengujian Stepping Stone membuktikan bahwa alokasi metode VAM merupakan solusi optimal, sehingga metode NWC, metode VAM, dan metode Stepping Stone dapat diterapkan demi mencapai hasil distribusi yang optimal.

PENDAHULUAN

Arang Medan merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penjualan dan pendistribusian arang batok yang berlokasi di Jalan Datuk Kabu. Perusahaan ini melayani distribusi produk ke berbagai daerah, baik dalam maupun luar kota. Aktivitas distribusi menjadi salah satu aspek penting dalam operasional perusahaan karena berperan dalam memastikan produk sampai kepada konsumen tepat waktu dengan biaya yang efisien. Pengelolaan sistem distribusi yang baik tidak hanya meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan, tetapi juga

mampu menekan biaya operasional perusahaan. Menurut (Hasibuan et al., 2026), distribusi yang direncanakan secara optimal dapat meningkatkan efisiensi biaya logistik, sedangkan (Faeni et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan model transportasi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan daya saing perusahaan.

Semua perusahaan didirikan dengan tujuan memperoleh keuntungan yang maksimal, tidak terkecuali Arang Medan. Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan harus mampu mengelola seluruh biaya operasional secara efektif, terutama biaya distribusi yang merupakan salah satu komponen biaya terbesar dalam kegiatan logistik. Semakin luas wilayah distribusi dan semakin banyak tujuan pengiriman, maka semakin besar pula biaya transportasi yang harus dikeluarkan. Oleh karena itu, perusahaan memerlukan suatu metode yang mampu menentukan pola distribusi dengan biaya minimum tanpa mengurangi kemampuan dalam memenuhi permintaan pelanggan. (Irvana Arofah & Nianty Nandasari Gesthantiara, 2021) menjelaskan bahwa model transportasi dapat meminimalkan biaya distribusi melalui pengalokasian barang yang optimal, sedangkan (Muannisah et al., 2025) menunjukkan bahwa penerapan metode transportasi mampu menurunkan biaya distribusi sekaligus meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, model transportasi telah banyak diterapkan pada berbagai sektor industri, seperti distribusi bahan bangunan, produk manufaktur, hasil pertanian, dan produk konsumsi untuk memperoleh biaya distribusi yang minimum (Nursafwah et al., 2023). Namun, penelitian mengenai penerapan model transportasi pada distribusi arang batok masih relatif terbatas, khususnya pada perusahaan yang memiliki lebih dari satu gudang sebagai sumber distribusi. Selain itu, belum banyak penelitian yang membandingkan penggunaan metode North West Corner (NWC) dan Vogel's Approximation Method (VAM) sebagai solusi awal yang kemudian diuji menggunakan metode Stepping Stone pada perusahaan distribusi arang batok. Oleh karena itu (Andriani & Cipta, 2023). penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis alokasi distribusi pada Arang Medan sehingga dapat diperoleh pola distribusi yang lebih efisien dan menghasilkan biaya transportasi yang optimal.

Masalah transportasi dalam perusahaan pada dasarnya adalah menentukan bagaimana mendistribusikan barang dari sejumlah sumber (gudang) ke sejumlah tujuan (daerah distribusi) dengan biaya transportasi yang minimum. Penentuan pola distribusi yang tepat akan membantu perusahaan memperoleh solusi pengiriman yang paling efisien tanpa mengurangi jumlah permintaan yang harus dipenuhi. Dalam riset operasi, permasalahan tersebut dikenal sebagai *transportation problem*, yaitu model matematis yang bertujuan menentukan alokasi pengiriman optimal berdasarkan kapasitas sumber, kebutuhan tujuan, dan biaya transportasi. (Pangaribuan & Sitepu, 2025) menyatakan bahwa metode transportasi merupakan pendekatan yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan distribusi multi-sumber dan multi-tujuan.

Salah satu bagian penting dalam aktivitas operasional Arang Medan adalah pendistribusian arang batok dari gudang menuju daerah tujuan. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu menghasilkan keputusan distribusi yang efisien sehingga biaya transportasi dapat ditekan tanpa menghambat proses pengiriman barang. Perencanaan distribusi yang baik juga membantu perusahaan dalam meningkatkan daya saing serta memaksimalkan keuntungan. Menjelaskan bahwa kombinasi metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Stepping Stone mampu menghasilkan solusi distribusi yang optimal, sedangkan enunjukkan bahwa penggunaan metode transportasi dengan bantuan perangkat lunak QM for Windows mampu memberikan solusi distribusi yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional (Astuti et al., 2024)

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode North West Corner (NWC) dan Vogel's Approximation Method (VAM) sebagai metode solusi awal dalam

model transportasi. Kedua metode tersebut digunakan untuk memperoleh solusi layak awal (*initial feasible solution*), kemudian dilanjutkan dengan metode Stepping Stone untuk menguji apakah solusi yang diperoleh telah mencapai kondisi optimal. Penggunaan kombinasi metode tersebut telah banyak diterapkan dalam penelitian optimasi distribusi karena mampu menghasilkan biaya transportasi yang lebih efisien dibandingkan sistem distribusi konvensional. Penelitian (Anitasari et al., 2024) menunjukkan bahwa metode VAM menghasilkan biaya distribusi yang lebih rendah dibandingkan North West Corner, sedangkan penelitian (Sepriandi Parningotan, 2025) membuktikan bahwa metode Stepping Stone efektif dalam menentukan pola distribusi yang paling efisien pada sistem distribusi multi-sumber dan multi-tujuan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tiga metode dalam model transportasi, yaitu North West Corner (NWC), Vogel's Approximation Method (VAM), dan Stepping Stone. Metode North West Corner (NWC) digunakan untuk memperoleh solusi layak awal berdasarkan alokasi dari sudut kiri atas tabel transportasi tanpa mempertimbangkan besarnya biaya transportasi. Selanjutnya, Vogel's Approximation Method (VAM) digunakan sebagai metode solusi awal yang mempertimbangkan nilai penalti pada setiap baris dan kolom sehingga umumnya menghasilkan biaya distribusi yang lebih rendah dibandingkan metode NWC. Setelah solusi awal diperoleh, metode Stepping Stone digunakan untuk menguji optimalitas solusi dengan mengevaluasi setiap jalur distribusi yang memungkinkan sehingga diperoleh kombinasi distribusi dengan total biaya minimum. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak QM for Windows untuk mempermudah proses perhitungan dan meminimalkan kesalahan dalam penyelesaian model transportasi.

Penelitian ini merupakan penelitian berjenis terapan yang mengolah data primer berupa kapasitas gudang, kebutuhan daerah tujuan, dan biaya transportasi pada Arang Medan, perusahaan yang bergerak dalam bidang penjualan arang batok yang memiliki 3 gudang besar (sumber) yang berada di Aceh, Medan, dan Pekanbaru, dengan tujuan daerah distribusi yang berada di Pekalongan, Tangerang, dan Sidoarjo.

Tabel 1. Kapasitas Sumber (Gudang Besar)

No.	Sumber (Gudang Besar)	Kapasitas Sumber (Ton/Periode)
1.	Aceh	30
2.	Medan	30
3.	Pekanbaru	30
	TOTAL	90

Sumber: Data Arang Medan

Kemudian setelah didapatkan kapasitas sumber seperti tabel di atas, data selanjutnya merupakan kebutuhan daerah tujuan sebagai berikut.

Tabel 2. Kebutuhan Daerah Tujuan

No.	Tujuan (Daerah Distribusi)	Kebutuhan Tujuan (Ton/Periode)
1.	Pekalongan	30
2.	Tangerang	30
3.	Sidoarjo	30

	TOTAL	90
--	--------------	-----------

Sumber: Data Arang Medan

Pendistribusian barang yang dilakukan dari sumber ke daerah tujuan menggunakan transportasi darat. Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk mendistribusikan barang dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan terbentuklah data seperti tabel berikut.

Tabel 3. Biaya Transportasi Tiap Jalur Distribusi

No.	Jalur Distribusi	Biaya Transportasi (Rp)
1.	Aceh → Pekalongan	75.000.000
2.	Aceh → Tangerang	60.000.000
3.	Aceh → Sidoarjo	68.000.000
4.	Medan → Pekalongan	70.000.000
5.	Medan → Tangerang	55.000.000
6.	Medan → Sidoarjo	65.000.000
7.	Pekanbaru → Pekalongan	72.000.000
8.	Pekanbaru → Tangerang	58.000.000
9.	Pekanbaru → Sidoarjo	66.000.000

Sumber: Data Arang Medan

Data yang telah diperoleh kemudian disusun menjadi skema penyelesaian untuk metode transportasi, dengan mempertimbangkan kapasitas sumber dan kapasitas tujuan serta biaya untuk setiap pengiriman dari masing-masing sumber ke tujuan. Berikut ini skema yang digunakan untuk mencari biaya transportasi Arang Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah diperoleh dibuat menjadi skema penyelesain untuk metode transportasi dengan mempertimbangkan kapasitas gudang besar dan kapasitas gudang kecil serta biaya per Kg untuk setiap pengiriman dari masing-masing gudang besar ke gudang kecil. Berikut ini skema yang akan digunakan untuk mencari biaya transportasi perusahaan Arang Medan :

Tabel 4. Skema Transportasi Arang Medan

Ke → Dari ↓	Pekalongan	Tangerang	Sidoarjo	Kapasitas Sumber
Aceh	75.000.000	60.000.000	68.000.000	30
Medan	70.000.000	55.000.000	65.000.000	30
Pekanbaru	72.000.000	58.000.000	66.000.000	30
Kapasitas Tujuan	30	30	30	90

Sumber: Olahan Data Kapasitas, Kebutuhan, dan Biaya Transportasi Arang Medan

Data yang sudah diperoleh di atas dilanjutkan untuk diolah menggunakan metode NWC dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Metode NWC

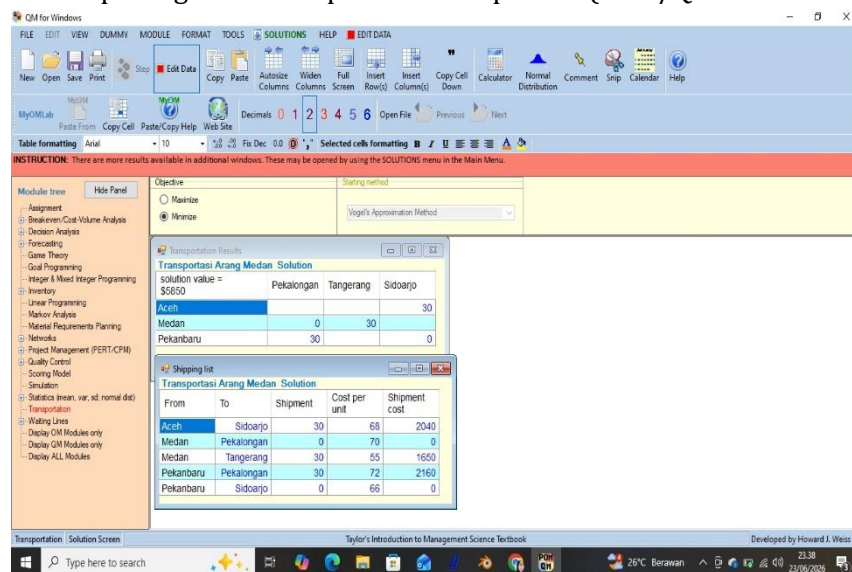
Ke → Dari ↓	Pekalongan	Tangerang	Sidoarjo	Kapasitas
Aceh	75.000.000 30	60.000.000	68.000.000	30
Medan	70.000.000	55.000.000 30	65.000.000	30
Pekanbaru	72.000.000	58.000.000	66.000.000 30	30
Kebutuhan	30	30	30	90

Sumber: Olahan Data Kapasitas, Kebutuhan, dan Biaya Transportasi Arang Medan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode **North West Corner (NWC)**, alokasi distribusi dilakukan secara berurutan mulai dari sel kiri atas hingga seluruh kapasitas gudang dan permintaan tujuan terpenuhi. Metode ini tidak mempertimbangkan besarnya biaya transportasi pada setiap jalur sehingga solusi yang dihasilkan merupakan solusi layak awal, namun belum tentu merupakan solusi dengan biaya minimum. Oleh karena itu, hasil dari metode NWC masih perlu dibandingkan dengan metode lain yang lebih mempertimbangkan aspek biaya distribusi.

Total biaya yang dikeluarkan untuk mendistribusikan barang dari sumber ke tujuan jika menggunakan metode NWC adalah $Z = \text{Rp}75.000.000 \text{ (Aceh} \rightarrow \text{Pekalongan)} + \text{Rp}55.000.000 \text{ (Medan} \rightarrow \text{Tangerang)} + \text{Rp}66.000.000 \text{ (Pekanbaru} \rightarrow \text{Sidoarjo)} = \text{Rp}196.000.000$.

Data awal kembali diolah menggunakan metode VAM sebagai pembanding hasil metode NWC demi mendapatkan biaya transportasi pengiriman yang paling sedikit di antara keduanya. Berikut data biaya transportasi metode VAM yang disajikan dengan format output sebagaimana lazim ditampilkan oleh perangkat lunak optimasi transportasi (POM/QM for Windows).



Gambar 2. Aplikasi POM QM for windows

Tabel 6. Hasil Metode Vogel's Approximation (VAM)

From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
------	----	----------	---------------	---------------

Aceh	Sidoarjo	30	68.000.000	Rp68.000.000
Medan	Tangerang	30	55.000.000	Rp55.000.000
Pekanbaru	Pekalongan	30	72.000.000	Rp72.000.000
	Total	90		Rp195.000.000

Sumber: Olahan Data Pengiriman Arang Medan, format Vogel's Approximation Method

Hasil perhitungan menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) menunjukkan bahwa alokasi distribusi dilakukan berdasarkan nilai penalti terbesar pada setiap baris maupun kolom. Pendekatan ini memungkinkan pemilihan jalur distribusi dengan biaya yang lebih rendah sehingga total biaya transportasi yang dihasilkan lebih efisien dibandingkan metode North West Corner. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Arofah dan Gesthantiara (2021) yang menyatakan bahwa metode VAM umumnya menghasilkan solusi awal yang lebih mendekati kondisi optimal dibandingkan metode NWC.

Berdasarkan data hasil pengolahan di atas, total biaya transportasi untuk metode VAM mendapatkan hasil sebesar Rp195.000.000, yaitu lebih rendah Rp1.000.000 dibandingkan metode NWC yang menghasilkan Rp196.000.000. Berbeda dengan kasus yang kedua metodenya menghasilkan nilai sama, pada kasus Arang Medan ini metode VAM terbukti memberikan solusi awal yang lebih efisien sehingga data inilah yang digunakan untuk tahap pengujian akhir keoptimalan menggunakan metode Stepping Stone.

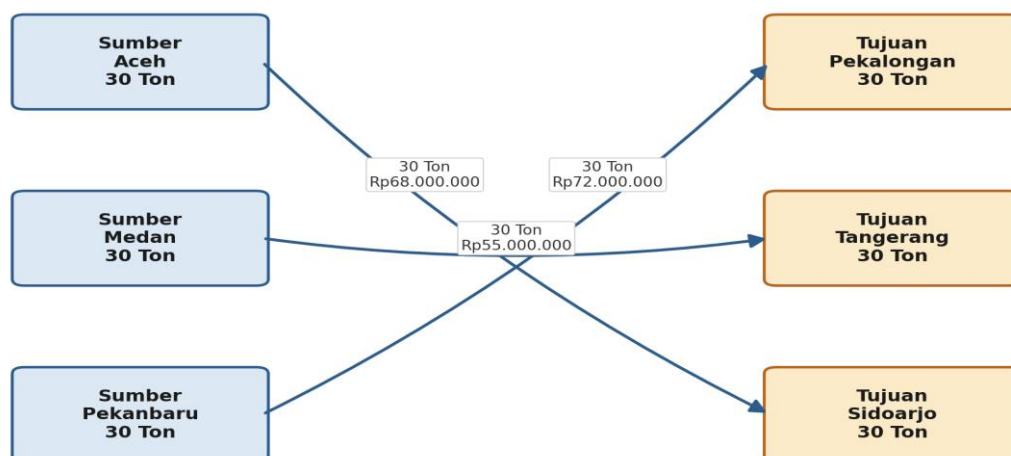
Tabel 7. Perbandingan Total Biaya Metode NWC dan VAM

Metode	Total Biaya (Rp)	Selisih terhadap NWC
North West Corner (NWC)	196.000.000	-
Vogel's Approximation Method (VAM)	195.000.000	Rp1.000.000 lebih rendah

Sumber: Olahan Data Arang Medan

Pengalokasian barang dari sumber ke tujuan menurut metode pendekatan VAM yang diuji oleh metode Stepping Stone (uji MODI) dan jalur biaya transportasinya adalah sebagai berikut.

Jalur Biaya Distribusi (Alokasi Optimal Hasil Stepping Stone)



Gambar 1. Jalur Biaya Distribusi

Sumber: Olahan Data Pengiriman Arang Medan

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan metode Stepping Stone untuk mengetahui apakah solusi yang diperoleh dari metode VAM telah mencapai kondisi optimal. Berdasarkan hasil evaluasi setiap jalur distribusi, tidak ditemukan nilai indeks perbaikan yang bernilai negatif sehingga solusi distribusi yang diperoleh dinyatakan telah optimal. Dengan demikian, pola distribusi yang dihasilkan mampu memenuhi seluruh permintaan konsumen dengan biaya transportasi yang minimum. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Andriani dan Cipta (2023) yang menyatakan bahwa metode Stepping Stone efektif digunakan untuk menguji optimalitas solusi pada model transportasi.

Hasil pengujian indeks perbaikan ($c_{ij} - u_i - v_j$) pada seluruh sel non-basis ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Uji Stepping Stone (Indeks Perbaikan)

Sel Non-Basis	Biaya (c_{ij})	Indeks Perbaikan
Aceh → Pekalongan	75.000.000	0
Aceh → Tangerang	60.000.000	0
Medan → Pekalongan	70.000.000	0
Medan → Sidoarjo	65.000.000	+2.000.000
Pekanbaru → Tangerang	58.000.000	+1.000.000
Pekanbaru → Sidoarjo	66.000.000	+1.000.000

Sumber: Olahan Data Arang Medan

Berdasarkan hasil perbandingan ketiga metode, diperoleh bahwa metode North West Corner menghasilkan biaya distribusi yang lebih tinggi dibandingkan metode Vogel's Approximation Method. Setelah dilakukan pengujian menggunakan metode Stepping Stone, solusi yang diperoleh dari metode VAM terbukti telah mencapai kondisi optimal. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metode VAM lebih efektif dalam menentukan alokasi distribusi dibandingkan metode NWC karena mempertimbangkan besarnya biaya transportasi pada setiap jalur distribusi.

Seluruh indeks perbaikan pada sel non-basis bernilai nol atau positif, sehingga tidak ada lagi sel yang dapat menurunkan biaya total apabila dimasukkan ke dalam alokasi. Dengan demikian metode Stepping Stone membuktikan bahwa alokasi hasil metode VAM, yaitu Aceh→Sidoarjo, Medan→Tangerang, dan Pekanbaru→Pekalongan masing-masing 30 ton, merupakan solusi optimal dengan total biaya distribusi minimum sebesar Rp195.000.000.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model transportasi mampu digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam menentukan alokasi distribusi arang batok pada Arang Medan secara lebih efisien. Perbandingan antara metode North West Corner (NWC) dan Vogel's Approximation Method (VAM) menunjukkan bahwa metode VAM menghasilkan solusi awal yang lebih baik karena mempertimbangkan nilai penalti pada setiap jalur distribusi. Selanjutnya, hasil pengujian menggunakan metode Stepping Stone membuktikan bahwa solusi distribusi yang diperoleh telah mencapai kondisi optimal dengan total biaya transportasi yang minimum. Penerapan model transportasi pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi Arang Medan dalam menyusun strategi distribusi yang lebih efektif, efisien, dan mampu meningkatkan daya saing perusahaan.

1. Pada permasalahan transportasi pendistribusian arang batok pada Arang Medan, dilakukan perbandingan hasil menggunakan 2 metode yaitu metode NWC dan metode VAM. Hasil yang diperoleh untuk biaya optimalnya berbeda, di mana metode NWC menghasilkan Rp196.000.000 sedangkan metode VAM menghasilkan Rp195.000.000.
2. Pengoptimalan akhir diuji menggunakan metode Stepping Stone, dan hasilnya membuktikan bahwa alokasi metode VAM (Aceh→Sidoarjo, Medan→Tangerang, Pekanbaru→Pekalongan) adalah solusi optimal dengan biaya distribusi minimum sebesar Rp195.000.000, lebih rendah Rp1.000.000 dibandingkan metode NWC.

SARAN

Ada baiknya jika pengalokasian barang pada Arang Medan disesuaikan dengan hasil metode VAM yang telah diuji optimal melalui metode Stepping Stone, alih-alih menggunakan alokasi awal metode NWC, sehingga tujuan utama perusahaan dapat tercapai yaitu mendapatkan keuntungan sebesar mungkin dengan pengeluaran seminim mungkin.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sumber dan tujuan distribusi yang lebih banyak sehingga model transportasi yang dihasilkan menjadi lebih kompleks dan mendekati kondisi operasional perusahaan yang sebenarnya. Selain itu, penelitian berikutnya dapat membandingkan metode Least Cost Method (LCM), Modified Distribution Method (MODI), atau metode optimasi lainnya untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Bagi pihak Arang Medan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam menentukan pola distribusi yang mampu menekan biaya transportasi tanpa mengurangi kualitas pelayanan kepada pelanggan.

REFERENSI

- Andriani, P., & Cipta, H. (2023). Optimasi Biaya Distribusi Kusen Pintu Menggunakan Model Transportasi Northwest Corner Method, Russel Approximation Method, dan Stepping Stone. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 7(1), 58. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5224>
- Anitasari, Z., Wasono, W., Deny, F., & Amijaya, T. (2024). Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Produk Frozen Food Menggunakan Metode Vogel's Approximation dan Metode Stepping Stone (Studi Kasus: PT. Ciomas Adisatwa Balikpapan). *Jurnal Ilmiah Matematika*, 3(1).
- Astuti, W., Siregar, Y. R., Nurhalimah, Lubis, D. I., & Tanjung, A. A. (2024). Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Produk Black Parfume Menggunakan Pendekatan Model Transportasi. *Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, 1(3).
- Faeni, D. P., Samosir, A. B., Ramadhan, D., Qoirawan, F. Y., & Setyawan, I. A. (2025). Analisis penerapan model transportasi sebagai upaya efisiensi biaya distribusi(studi kasus pada pt shopee international indonesia). *CENDEKIA : Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah*, 2(5), 707–715. <https://doi.org/10.62335/cendekia.v2i5.1240>
- Hasibuan, H. M., Kurahman, P. T., Aprilia Zam, E. D. A., & Rakhmawati, F. (2026). Optimasi Biaya Distribusi dengan Menggunakan Metode Trasportasi. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, 7(1), 235–245. <https://doi.org/10.63976/jimat.v7i1.1322>
- Irvana Arofah, & Nianty Nandasari Gesthantiara. (2021). Optimasi Biaya Distribusi Barang dengan Menggunakan Model Transportasi. *JMT : Jurnal Matematika Dan Terapan*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.21009/jmt.3.1.1>
- Muannisah, N., Fitriyani, L., Dini Aurora H., L., Fatchuroji, A., & Purwaningrum, T. (2025). Optimalisasi Biaya Distribusi pada TB Nur Barokah yang Berbasis UMKM di Indonesia

- dengan Penerapan Metode Transportasi. *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 2(2), 2651–2658. <https://doi.org/10.62710/6p859339>
- Nursafwah, Matondang, N., & Ishak, A. (2023). A Literature Review of Distribution Solving Problems by Various Transportation Methods. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25(2), 178–187. <https://doi.org/10.32734/jsti.v25i2.9741>
- Pangaribuan, N. K., & Sitepu, S. (2025). Implementasi Stepping Stone Method pada Optimasi Biaya Distribusi Keramik (Studi Kasus: PT. Jui Shin Indonesia). *Leibniz: Jurnal Matematika*, 5(01), 41–51. <https://doi.org/10.59632/leibniz.v5i01.398>
- Sepriandi Parningotan. (2025). OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI PADA DISTRIBUSI PUPUK MENGGUNAKAN METODE STEPPING STONE: STUDI KASUS PADA PABRIK PUPUK. *Teknik Dan Kajian Multidisiplin Aplikatif*, 1(1). <https://doi.org/10.63891/tekma.v1i1.13>