

## Studi Literature: Optimalisasi Biaya Distribusi Menggunakan Metode Transportasi dalam Program Linier pada Berbagai Sektor Industri

Amelia Tri Andini<sup>1</sup>, Halimatussya'diyah Purba<sup>2</sup>, Hani Rarti Syahara Harahap<sup>3</sup>, Maulana Hasan<sup>4</sup>, Siti Salamah Br Ginting<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

Email : [amelia0305222108@uinsu.ac.id](mailto:amelia0305222108@uinsu.ac.id)<sup>1</sup>,  
[halimatussyadiyah0305223054@uinsu.ac.id](mailto:halimatussyadiyah0305223054@uinsu.ac.id)<sup>2</sup>, [hani0305223046@uinsu.ac.id](mailto:hani0305223046@uinsu.ac.id)<sup>3</sup>,  
[maulana0305222100@uinsu.ac.id](mailto:maulana0305222100@uinsu.ac.id)<sup>4</sup>, [sitisalamahginting@uinsu.ac.id](mailto:sitisalamahginting@uinsu.ac.id)<sup>5</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas metode transportasi dalam pemrograman linier sebagai strategi optimalisasi biaya distribusi pada berbagai sektor industri. Melalui pendekatan studi literatur sistematis, penelitian ini menganalisis beragam studi kasus yang menerapkan metode solusi awal seperti *North West Corner (NWC)*, *Least Cost (LC)*, dan *Vogel's Approximation Method (VAM)*, serta metode solusi optimal seperti *Stepping Stone* dan *Modified Distribution Method (MODI)*. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode-metode tersebut secara signifikan mampu menurunkan biaya distribusi, dengan VAM seringkali memberikan solusi awal paling efisien, sedangkan kombinasi dengan metode optimasi lanjutan seperti *Stepping Stone* atau *MODI* semakin memperkuat efisiensi alokasi. Efektivitas metode sangat dipengaruhi oleh karakteristik distribusi dan skala operasional perusahaan, serta penyesuaian terhadap struktur dan jumlah titik distribusi.

Kata Kunci: Optimalisasi Distribusi, Metode Transportasi, Pemrograman Linier, Efisiensi Biaya, Studi Literatur

### Abstract

*This study aims to examine the effectiveness of transportation methods in linear programming as a strategic approach to optimizing distribution costs across various industrial sectors. Using a systematic literature review approach, this research analyzes multiple case studies that implement initial solution methods such as North West Corner (NWC), Least Cost (LC), and Vogel's Approximation Method (VAM), as well as optimal solution methods including the Stepping Stone and Modified Distribution Method (MODI). The findings indicate that these methods significantly reduce distribution costs, with VAM frequently providing the most efficient initial solution, while combinations with advanced optimization methods like Stepping Stone or MODI further enhance allocation efficiency. The effectiveness of each method is influenced by the distribution characteristics and operational scale of each company, as well as adjustments to the number and structure of distribution points.*

*Keywords: Distribution Optimization, Transportation Method, Linear Programming, Cost Efficiency, Literature Review*

## PENDAHULUAN

Di era modern yang ditandai oleh kecepatan dan dinamika tinggi, efisiensi dalam sistem transportasi menjadi elemen kunci dalam mendukung kelancaran logistik dan distribusi barang. Jalur transportasi yang tidak dikelola secara optimal dapat menyebabkan lonjakan biaya operasional, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta bertambahnya emisi karbon, yang berdampak buruk terhadap keberlanjutan lingkungan dan perekonomian. Untuk itu, dibutuhkan pendekatan yang terstruktur guna mengoptimalkan jalur transportasi agar biaya dan waktu tempuh dapat ditekan seminimal mungkin. Permasalahan optimasi jalur transportasi tidak hanya menjadi perhatian bagi perusahaan logistik berskala besar, tetapi juga memiliki peran penting dalam berbagai bidang lain seperti distribusi barang kebutuhan pokok, manajemen armada pengiriman, serta sistem transportasi umum (Nazry et al., 2025)

Optimalisasi biaya distribusi merupakan aspek krusial dalam manajemen rantai pasok yang bertujuan untuk menekan total biaya pengiriman barang dari titik asal ke berbagai lokasi tujuan. Proses ini tidak hanya menekankan penghematan biaya, tetapi juga mempertimbangkan ketepatan waktu dan kualitas layanan guna meningkatkan kepuasan pelanggan. Di tengah persaingan industri yang ketat, distribusi yang efisien sangat vital, karena kenaikan biaya transportasi dapat memperkecil margin keuntungan dan mengurangi daya saing perusahaan. Oleh sebab itu, optimalisasi distribusi menjadi strategi penting untuk meningkatkan profitabilitas, melalui perencanaan yang matang, penentuan jalur pengiriman yang optimal, pemilihan moda transportasi yang tepat, serta pengelolaan sumber daya secara efisien (Mahmudah et al., 2025).

Untuk menekan biaya transportasi dan meraih keuntungan optimal, diperlukan metode perhitungan yang akurat agar setiap keputusan yang diambil bersifat tepat sasaran dan efisien. Model transportasi merupakan salah satu pendekatan dalam pemrograman linier yang memiliki ciri khas tersendiri, yaitu pengiriman barang dari sejumlah pemasok ke beberapa penerima dengan tujuan utama meminimalkan biaya pengiriman. Dalam model ini, setiap pemasok memiliki batas kapasitas pengiriman tertentu, sementara setiap penerima memiliki jumlah permintaan yang harus dipenuhi. Model ini dirancang untuk menghasilkan solusi yang paling efisien dengan mempertimbangkan berbagai variabel, yang jumlahnya dapat bervariasi sesuai dengan kondisi dan kendala yang dihadapi (Margaretha et al., 2025)

Terdapat 2 tahap dalam penyelesaian persoalan transportasi yaitu tahap solusi awal dan solusi optimal. Pada tahap solusi awal terdapat 3 metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan transportasi di antaranya adalah Metode Biaya Terendah (Least Cost), Vogel's Approximation Method (VAM), dan North West Corner (NWC). Untuk tahap solusi optimal terdapat 2 metode yang digunakan yaitu metode Stepping Stone dan Modified Distribution Method (MODI) (Aritonang & Hutagalung, 2024).

Metode Least Cost bekerja dengan cara mengalokasikan sebanyak mungkin unit pada sel dengan biaya terendah sesuai dengan kapasitas dan permintaan, kemudian dilanjutkan ke sel dengan biaya terendah berikutnya, sambil memperhatikan keterkaitan antar sel. Metode VAM menetapkan alokasi berdasarkan perbedaan antara dua biaya terendah dalam setiap baris dan kolom. Langkah-langkahnya mencakup perhitungan selisih biaya, pemilihan selisih tertinggi, alokasi pada sel dengan biaya terendah, dan penghapusan baris atau kolom yang kapasitas atau permintaannya telah terpenuhi hingga proses selesai. Sementara itu, Metode North West Corner (NWC) memulai alokasi dari sudut kiri atas tabel, kemudian bergerak ke

kanan atau ke bawah sesuai kebutuhan untuk memenuhi permintaan dan kapasitas secara bersamaan (Zulyadaini, 2017).

Untuk solusi optimal terdapat dua metode yaitu metode Stepping Stone dan metode MODI. Dalam metode Stepping Stone, semua jalur tertutup pada variabel nonbasis perlu dianalisis, sedangkan dalam metode MODI, analisis hanya difokuskan pada variabel nonbasis yang telah dipilih sebagai *entering variable*. Pemilihan *entering variable* ini didasarkan pada nilai biaya relatif tertinggi yang bernilai negatif dari seluruh variabel nonbasis (Rindengan & Langi, 2018)

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis dan merangkum pemahaman yang lebih mendalam mengenai optimalisasi biaya distribusi menggunakan metode transportasi dalam program linear dengan merujuk pada studi-studi sebelumnya dan data yang relevan.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan studi literatur sistematis (*systematic literature review*). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan mereview secara kritis literatur yang relevan mengenai penerapan metode transportasi dalam program linear untuk optimalisasi biaya distribusi di berbagai sektor industri. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari berbagai sumber publikasi ilmiah, seperti jurnal nasional dan internasional, prosiding konferensi, laporan penelitian, Buku teks relevan, database daring seperti Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, ResearchGate, dan DOAJ.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara peneliti menggunakan beberapa kata kunci dalam pencarian literatur dan penyaringan literatur meliputi: topik literatur relevan dengan judul penelitian, artikel tersedia dalam bentuk full-text, Publikasi antara tahun 2020–2025, Bahasa: Indonesia dan Inggris, Teknik Analisis Data dikumpulkan dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan tahapan sebagai berikut:

1. Klasifikasi Studi: Berdasarkan sektor industri, jenis metode transportasi, pendekatan program linear, dan hasil akhir optimasi.
2. Perbandingan Temuan: Menganalisis keunggulan dan keterbatasan dari masing-masing pendekatan yang digunakan dalam studi.
3. Sintesis Temuan: Menyusun rangkuman dari tren penggunaan metode transportasi di berbagai sektor, serta dampaknya terhadap efisiensi biaya distribusi.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Distribusi barang merupakan elemen penting dalam aktivitas operasional perusahaan dari berbagai sektor industri. Efisiensi biaya distribusi sangat penting agar perusahaan bisa bersaing dan mendapatkan keuntungan lebih besar. Dalam hal ini, optimasi transportasi menjadi bagian penting dari sistem distribusi yang efisien. Namun, hal tersebut juga menjadi tantangan yang dihadapi setiap sektor industri.

Untuk mengatasi persoalan transportasi tersebut, dimanfaatkanlah pendekatan matematis seperti metode transportasi dalam program linier. Tujuan model ini adalah untuk menentukan jumlah yang akan dikirim dari setiap lokasi sumber ke lokasi tujuan dengan total biaya minimal dan tetap memperhatikan batasan jumlah barang yang tersedia di lokasi asal dan kebutuhan barang lokasi tujuan (Zukhruf & Frazila, 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan metode transportasi dalam menyelesaikan masalah distribusi. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan

bahwa penerapan metode transportasi seperti metode North West Corner (NWC), Least Cost (LC), Vogel's Approximation Method (VAM), Modified Distribution (MODI), dan Stepping Stone berhasil menurunkan biaya distribusi. Melalui analisis beberapa studi, dapat dilihat bagaimana efektivitas metode transportasi tergantung pada karakteristik distribusi yang dihadapi tiap perusahaan.

Penulis & Tahun	Perusahaan / Sektor	Metode Transportasi	Hasil Penelitian
Wiratmani et al., 2022	PT. LF. Beauty Manufacturing/ Industri Kosmetik	Vogel's Approximation Method (VAM)	Penelitian ini membahas pendistribusian produk kosmetik dari satu pusat ke 3 gudang tujuan. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan metode VAM pada perhitungan biaya distribusi dapat menurunkan biaya distribusi sebesar 14% dari biaya awal distribusi dengan total biaya Rp131.400.000.
Prayogi & Panjaitan, 2022	PT. Coca-Cola Amatil Indonesia (CCAI) Medan/ Industri Minuman atau FMCG	Vogel's Approximation Method (VAM)	Pada penelitian ini, PT. Coca-Cola Amatil Indonesia Medan mendistribusikan produk minuman ke 4 outlate (Medan, Lubuk Pakam, Perbaungan, dan Serdang Bedagai) dari 3 gudang yang tersedia dan ingin mengoptimalkan biaya distribusi dengan metode VAM. Setelah menggunakan metode VAM diperoleh biaya distribusi yang lebih efisien yaitu sebesar Rp 2.719.900.
Sari, 2020	PT Millenia Tata Arya/ Distribusi Furniture	Vogel's Approximation Method (VAM)	Pada penelitian ini dijelaskan sebelum optimasi, perusahaan mendistribusikan produk ke 9 titik tujuan, yang kemudian disederhanakan menjadi 5 titik tujuan dengan rute yang lebih efisien setelah menggunakan metode VAM. Pengeluaran biaya transportasi awal pada PT Millenia Tata Arya sebesar Rp32.54.000 dari daerah asal ke daerah tujuan dan biaya setelah penerapan metode VAM diperoleh biaya sebesar Rp25.550.000 sehingga diperoleh penghematan biaya sebesar Rp6.990.000.

<p>Syahdan &amp; Arianti, 2023</p>	<p>UD. Sari Bumi Raya/ Industri Pangan (Distribusi Gula Merah)</p>	<p>Least Cost+ VAM</p>	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa, pada kasus distribusi gula merah dari gudang di wilayah Kudus, Demak, dan Pati ke 7 wilayah tujuan menggunakan metode Least Cost dan VAM untuk melihat perbandingan biaya distribusi yang paling optimal. Metode LC menghasilkan biaya sebesar Rp 665.820.000, sementara metode VAM menghasilkan biaya yang lebih rendah yaitu Rp576.820.000. Selisih biaya sebesar Rp89.140.000 menunjukkan bahwa metode VAM lebih optimal dalam menentukan solusi awal distribusi. Sehingga, perusahaan dapat menghindari pemborosan biaya distribusi dengan memilih rute yang lebih murah</p>
<p>Ziaulhaq et al., 2024</p>	<p>PT. Indah Bangunan/ Industri bahan bangunan</p>	<p>Least Cost + Stepping Stone</p>	<p>Penelitian ini menganalisis distribusi keramik dari 3 agen ke 10 toko dengan metode transportasi. Biaya distribusi awal sebelum menggunakan metode transportasi adalah sebesar Rp62.126.000 per bulan. Setelah penerapan metode transportasi, biaya turun menjadi Rp51.474.000 per bulan. Penghematan yang diperoleh sebesar Rp9.652.000</p>
<p>Anitasari et al., 2024</p>	<p>PT. Ciomas Adisatwa Balikpapan/ Industri Makanan</p>	<p>NWC+ Least Cost + VAM + Stepping Stone</p>	<p>Terdapat 3 metode solusi awal yang digunakan dan berdasarkan hasil penelitian penggunaan metode VAM menghasilkan biaya distribusi paling rendah yaitu Rp6.249.000. Kemudian, dilakukan uji optimalisasi dengan menggunakan kombinasi metode VAM dan Stepping Stone yang menghasilkan nilai biaya distribusi yang lebih rendah yaitu sebesar Rp6.098.200. Uji optimalisasi menggunakan metode Stepping Stone dapat menghemat biaya distribusi sebesar Rp 150.800,00</p>
<p>Manurung et al., 2024</p>	<p>PT. Logistic Bulog/ Industri Logistik Nasional</p>	<p>North West Corner + MODI</p>	<p>Penelitian ini membahas pendistribusian sembako dari 3 pabrik ke 3 gudang. Berdasarkan hasil penelitian, metode NWC menghasilkan solusi awal distribusi yang sederhana dengan total biaya sebesar Rp10.300.000. Metode MODI berhasil memperbaiki alokasi distribusi dari metode NWC, sehingga biaya distribusi dapat ditekan menjadi Rp9.700.000, yang menunjukkan efisiensi sebesar Rp600.000</p>

			dibandingkan dengan hasil awal yang diperoleh dengan metode NWC.
Ratnasari et al., 2020	PT. Tri Pribumi Sejati/ Distribusi Gas LPG Subsidi	VAM + Stepping Stone	Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan metode VAM untuk masalah pendistribusian tabung gas LPG 3Kg PT. Tri Pribumi Sejati di 5 pangkalan dan 6 toko diperoleh sebesar Rp24.353.568. Angka ini menunjukkan penghematan sebesar 45,9% atau Rp20.664.432 dibandingkan biaya transportasi sebelumnya yang mencapai Rp45.000.000. Selanjutnya, dioptimalkan menggunakan metode Stepping Stone dan diperoleh total biaya transportasi sebesar Rp24.031.104, sehingga penghematan meningkat menjadi 46,6% dengan selisih sebesar Rp20.968.896 dari total biaya sebelumnya sebesar Rp45.000.000
Hasanah et al., 2020	PT. XYZ/ Industri Farmasi	North West Corner + Stepping Stone	Pendistribusian produk farmasi di PT.XYZ ke 9 wilayah tujuan dengan menggunakan metode transportasi didapatkan hasil yang optimal. Total biaya transportasi untuk solusi awal dengan menggunakan metode NWC Rp21.394.461.000. Selanjutnya, digunakan metode Stepping Stone untuk mendapatkan solusi optimal dan diperoleh hasil sebesar Rp13.341.654.000.
Sitorus et al., 2024	PT. Tarakusuma Indah/ Distribusi Perlengkapan Otomotif	NWC+ Least Cost + VAM + Stepping Stone + MODI	Studi ini menyoroti proses distribusi helm KYT dari 3 gudang ke 7 toko konsumen di berbagai daerah. Total biaya transportasi per bulan sebelumnya adalah sebesar Rp384.204.544. Untuk mengoptimalkan biaya distribusi digunakan 3 metode solusi awal dan diperoleh biaya distribusi terendah menggunakan metode VAM sebesar Rp379.063.875. Untuk pengujian optimalisasi dari hasil solusi awal yaitu metode VAM digunakan metode Stepping Stone dan MODI dan diperoleh hasil yang paling optimal adalah sebesar Rp378.355.533. Dengan menggunakan metode transportasi alokasi distribusi helm lebih optimal sehingga biaya distribusi dapat ditekan.

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa seluruh studi berhasil menurunkan biaya distribusi setelah menerapkan metode transportasi dalam program linier. Meskipun nilai penghematan bervariasi, hasil ini menunjukkan bahwa metode-

metode tersebut secara umum efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi pada berbagai sektor industri.

Dari sisi sektor industri, jenis produk yang didistribusikan memiliki pengaruh besar terhadap biaya distribusi maupun strategi optimasi yang diterapkan. Produk dengan karakteristik tertentu seperti mudah rusak, bernilai tinggi, atau memerlukan penanganan khusus memerlukan rute distribusi yang lebih hati-hati, tepat waktu, dan stabil. Di beberapa kasus, seperti pada PT Millenia Tata Arya, perusahaan terlebih dahulu melakukan penyederhanaan titik distribusi sebelum menerapkan metode optimasi, agar proses alokasi lebih fokus dan efisien.

Dalam hal ini pemilihan metode transportasi sangat mempengaruhi efektivitas optimalisasi biaya distribusi. Dari 10 hasil data penelitian menunjukkan penggunaan beragam metode solusi awal yaitu metode North West Corner (NWC), Least Cost (LC), Vogel's Approximation Method (VAM). Beberapa studi bahkan membandingkan ketiga metode secara langsung sebelum menentukan hasil biaya terendah untuk solusi awal. Dan setelah di analisis penggunaan metode Vogel's Approximation Method (VAM) terbukti efektif memberikan solusi awal yang hampir mendekati dengan solusi optimal sehingga dapat meminimalkan waktu dengan mengurangi jumlah iterasi.

Selain itu, metode optimasi lanjutan seperti Stepping Stone dan MODI digunakan untuk memastikan bahwa hasil dari solusi awal sudah benar-benar optimal. Metode ini juga sangat penting terutama untuk produk dengan skala distribusi besar dan biaya transportasi tinggi, karena kesalahan kecil dalam alokasi bisa berdampak pada kerugian finansial yang signifikan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa efektivitas optimalisasi biaya distribusi sangat dipengaruhi oleh pemilihan metode transportasi yang tepat. Penggunaan metode solusi awal saja tidak cukup untuk menjamin efisiensi maksimal. Oleh karena itu, sebagian besar penelitian melanjutkan proses perhitungan ke tahap solusi optimal agar diperoleh alokasi distribusi yang benar-benar efisien, stabil, dan hemat biaya.

## KESIMPULAN

Optimalisasi biaya distribusi telah menjadi salah satu fokus utama dalam pengembangan sistem logistik modern yang efisien dan berkelanjutan. Berdasarkan kajian literatur, metode transportasi dalam pemrograman linear memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengurangan biaya distribusi, baik dalam skala kecil maupun besar di berbagai sektor industri. Keberhasilan optimalisasi sangat bergantung pada pemilihan metode, tahap perhitungan yang lengkap, serta penerapan yang disesuaikan dengan konteks operasional perusahaan. Oleh karena itu, implementasi metode ini perlu terus dikembangkan dan disosialisasikan di berbagai sektor industri sebagai bagian dari strategi manajemen logistik modern yang efisien, efektif, dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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), 61–71. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/Basis>
- Aritonang, K. A., & Hutagalung, H. C. (2024). *Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan Metode Transportasi untuk Distribusi di PT XYZ*. *Jurnal Talenta Conference Series*, 7(1). <https://doi.org/10.32734/ee.v7i1.2315>

- Hasanah, T. U., Utami, P., & Fauzi, M. (2020). *Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan Metoda North West Corner (NWC) dan Stepping Stone (SS) untuk Distribusi Produk Farmasi*. *Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.24014/jti.v6i1.9468>
- Mahmudah, I. L., Rahmadany, S., & Maharani, G. P. (2025). *Optimalisasi Biaya Distribusi dari Pabrik Bluder Koe ke Berbagai Cabang Bluder Koe dengan Metode Transportasi*. *Jurnal Manuhara: Pusat Penelitian Ilmu Manajemen Dan Bisnis*, .
- 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*.
- Margaretha, H., Enggar, N., Tyas, R., Haq, H. D., Rahmad, H., Purwaningrum, T., Manajemen, P. S., Ekonomi, F., & Ponorogo, U. M. (2025). *Optimalisasi Efisiensi Biaya Transportasi dengan Metode Vogel's Approximation Method (VAM) (Studi Kasus: UD Putratama Jaya)*. *Jurnal Neraca Manajemen Ekonomi*, 14(7), 1–6.
- Nazry, H. W., Riza, F., Rizky, F., Gultom, Z. A., Haris, M., & Barus, M. D. B. (2025). *Model Optimasi Rute Transportasi Berbasis Pemrograman Linear*. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 4, 75–81.
- 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), 69–75.
- Ratnasari, Y., Yuniarti, D., & Purnamasari, I. (2020). *Optimasi Pendistribusian Barang Dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method dan Stepping Stone Method (Studi Kasus : Pendistribusian Tabung Gas LPG 3 Kg Pada PT . Tri Pribumi Sejati)*. *Jurnal eksponensial*, 10(2), 165–174. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/575>
- Rindengan, A. J., & Langi, Y. A. . (2018). *Program Linear*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo.
- Sari, I. P. (2020). *Meminimalkan Biaya Transportasi pada PT Millenial Tata Arya dengan Menggunakan Metode Vogel's Approximation Method*. *SIJIE Scientific Journal of Industrial Engineering*, 1(2), 39–44. <http://jim.unindra.ac.id/index.php/sijie/article/view/584>
- Sitorus, H., Silalahi, R. S., & Utomo, D. A. (2024). *Optimasi Biaya Distribusi Helm KYT Menggunakan Metode Transportasi di PT. Tarakusuma Indah*. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri*, XVIII(1), 126–139.
- Syahdan, S., & Arianti, S. (2023). *Perbandingan Metode Least Cost dan Vogel's Approximation (VAM) dalam Optimasi Masalah Transportasi UD. Sari Bumi Raya*. *Jurnal Sains Benuanta*, 2(2), 17–25. <http://journal.unikaltar.ac.id/index.php/JSB/index>
- Wiratmani, E., Falani, I., Billah, S. H., Oktavianto, A., Pamoajer, H., & Akbar, S. (2022). *Optimalisasi Biaya Distribusi Produk dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method di PT. LF Beauty Manufacturing*. *Jurnal STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 6(3), 236. <https://doi.org/10.30998/string.v6i3.10433>
- Ziaulhaq, M. H., Affandi, A., & Aritonang, S. (2024). *Pengoptimalan Biaya Distribusi Bahan Material Keramik Menggunakan Metode Least Cost*. *EQUIVA Journal of Mathematics & Information Technology*, 2(2).

- Zukhruf, F., & Frazila, R. B. (2021). *Pengantar Optimasi Dalam Rekayasa Transportasi*. Bandung: ITB Press.
- Zulyadaini. (2017). *Program Linier*. Yogyakarta: Tangga Ilmu.