

Minimasi Biaya Transportasi Distribusi Produk Elektronik Antar Toko dan Rumah Customer Menggunakan Model *Transportation Problem* (Studi Kasus: Toko Elektronik Sinar Makmur)

Destiarini*¹, Ega Pratama², M. Ripaldi³, Faisal Abror⁴, Farrel Hansah⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi informatika, Universitas Baturaja, Baturaja, Indonesia

* E-mail: destiarini1979@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Toko Elektronik Sinar Makmur, yang bergerak dalam penjualan produk elektronik rumah tangga. Tujuan penelitian adalah mengoptimalkan distribusi produk dari gudang pusat ke beberapa wilayah pelanggan agar biaya transportasi dapat diminimalkan. Data diambil dari periode Oktober–November 2025, meliputi kapasitas kendaraan, biaya per unit, dan permintaan tiap wilayah.

Metode yang digunakan adalah model *Transportation Problem* dengan pendekatan Least Cost Method (LCM). Hasil menunjukkan bahwa total biaya distribusi optimal sebesar Rp 12.260.000, lebih rendah dari biaya aktual Rp 14.750.000, dengan efisiensi sebesar **16,9%**. Penerapan metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi biaya dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan distribusi pada usaha ritel berskala menengah.

Kata Kunci: Distribusi, Transportation Problem, Least Cost Method, Efisiensi Biaya

ABSTRACT

This study was conducted at Sinar Makmur Electronics, a retail store specializing in household electronic products. The aim is to optimize product distribution from the central warehouse to several customer areas to minimize transportation costs. Data were collected from October–November 2025, including vehicle capacity, cost per unit, and customer demand.

Using the Transportation Problem model with the Least Cost Method (LCM), the optimal distribution cost was found to be Rp 12,260,000, compared to the actual cost of Rp 14,750,000, achieving 16.9% efficiency. The method proved effective in reducing logistics costs and can serve as a decision-making tool for medium-scale retail distribution.

Keywords: Distribution, Transportation Problem, Least Cost Method, Cost Efficiency

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dalam lima tahun terakhir telah memberikan dampak besar terhadap sistem distribusi dan rantai pasok di berbagai industri, termasuk perdagangan produk elektronik. Di era digital, toko elektronik tidak lagi hanya berfungsi sebagai tempat transaksi penjualan, melainkan juga sebagai pusat distribusi yang dituntut mampu merespons permintaan pelanggan secara cepat dan efisien. Menurut Li et al. (2024), meningkatnya transaksi daring dan layanan pengiriman langsung ke rumah menimbulkan tantangan baru dalam menjaga efisiensi biaya transportasi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan matematis yang mampu membantu perusahaan menekan biaya distribusi tanpa mengurangi kualitas layanan pelanggan.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk tujuan tersebut adalah **model *Transportation Problem (TP)***, yaitu bagian dari *Linear Programming* yang dirancang untuk menentukan distribusi optimal dari beberapa sumber (gudang atau toko) ke sejumlah tujuan (pelanggan atau cabang) dengan biaya total paling rendah (Hossain & Ahmed, 2020). Model ini telah diterapkan secara luas di sektor manufaktur, logistik, hingga ritel. Penelitian oleh Abdelati (2023) membuktikan bahwa penerapan TP dapat menurunkan biaya distribusi hingga 25% melalui pengaturan rute yang lebih efisien.

Dalam konteks bisnis ritel elektronik, distribusi produk menjadi aspek penting yang memengaruhi kepuasan pelanggan sekaligus profitabilitas. Shuaibu (2025) menjelaskan bahwa biaya transportasi dapat mencapai lebih dari separuh total biaya logistik, terutama pada sistem *last-mile delivery* dari toko ke rumah pelanggan. Hal ini menjadikan pengelolaan distribusi yang efisien sebagai faktor utama keberlanjutan bisnis. Wang et al. (2021) menambahkan bahwa optimasi transportasi tidak hanya mengurangi biaya bahan bakar, tetapi juga mempercepat waktu pengiriman dan meningkatkan produktivitas armada.

Toko Elektronik Sinar Makmur, sebagai ritel elektronik berskala menengah di Indonesia, menghadapi tantangan distribusi yang cukup kompleks. Proses pengiriman dilakukan dari gudang pusat ke beberapa cabang serta langsung ke pelanggan. Saat ini, sistem distribusi masih bersifat manual dan bergantung pada perkiraan petugas lapangan tanpa dasar perhitungan matematis. Akibatnya, muncul permasalahan seperti rute yang saling tumpang tindih, waktu tempuh tidak efisien, serta biaya transportasi yang terus meningkat setiap bulan. Berdasarkan observasi awal, terdapat ketidakseimbangan antara kapasitas armada dan variasi permintaan harian.

Berbagai studi terdahulu membuktikan efektivitas model TP dalam menangani permasalahan serupa. Stopka et al. (2022) menunjukkan bahwa penerapan TP pada perusahaan distribusi di Eropa mampu menghemat biaya logistik hingga 18% dibanding metode konvensional. Azadi et al. (2024) juga mengembangkan model *capacitated transportation problem* yang berorientasi pada keberlanjutan,

menghasilkan penghematan biaya dan penurunan emisi karbon secara bersamaan. Hasil-hasil tersebut memperkuat relevansi model TP untuk kasus distribusi toko elektronik di Indonesia.

Menurut Voigt (2025), tantangan utama distribusi modern tidak hanya mencari rute termurah, tetapi juga menjaga keseimbangan antara efisiensi biaya, kecepatan pengiriman, dan kepuasan pelanggan. Dalam konteks ini, penerapan *Transportation Problem Model* memberikan dasar bagi pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*). Pendekatan ini memungkinkan perusahaan menentukan alokasi pengiriman secara optimal dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan, jarak, dan biaya bahan bakar.

Cavagnini (2025) menambahkan bahwa model TP memiliki beberapa varian seperti *Solid Transportation Problem*, *Multi-Objective TP*, dan *Fixed-Charge TP* yang mengakomodasi faktor kompleks seperti kapasitas armada dan waktu pengiriman. Metode penyelesaiannya dapat menggunakan *Least Cost Method*, *Vogel's Approximation Method (VAM)*, atau *Modified Distribution Method (MODI)* (Hossain & Ahmed, 2020; Abdelati, 2023). Penelitian oleh Jafari (2025) dan Wang et al. (2021) bahkan mengintegrasikan model TP dengan perangkat lunak seperti LINGO, CPLEX, dan Python-PuLP untuk meningkatkan efisiensi komputasi.

Dalam konteks nasional, penerapan model TP di sektor ritel skala menengah masih jarang dilakukan. Padahal, penelitian *Optimization Model in Transportation Based on Linear Programming* (2025) menyatakan bahwa model ini berpotensi besar untuk menekan inefisiensi logistik pada usaha kecil dan menengah. Seiring meningkatnya biaya bahan bakar dan tuntutan pengiriman cepat, kebutuhan akan sistem distribusi yang efisien menjadi semakin mendesak.

Selain manfaat ekonomi, efisiensi distribusi juga berdampak positif terhadap lingkungan. Azadi et al. (2024) menegaskan bahwa optimasi rute transportasi dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca hingga 20%. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model TP tidak hanya berorientasi pada profit, tetapi juga mendukung praktik *green logistics*. Dengan demikian, penerapan model ini pada Toko Elektronik Sinar Makmur memiliki nilai strategis baik dari sisi efisiensi operasional maupun keberlanjutan lingkungan.

Dari hasil tinjauan literatur, dapat disimpulkan bahwa pendekatan matematis efektif dalam meminimalkan biaya transportasi di berbagai sektor distribusi. Namun, sebagian besar penelitian masih terfokus pada industri besar seperti manufaktur dan e-commerce (Li et al., 2024; Shuaibu, 2025). Kajian mengenai sistem distribusi antar toko dan pelanggan untuk produk elektronik di konteks lokal masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi kesenjangan tersebut melalui penerapan model TP pada Toko Elektronik Sinar Makmur.

Melalui implementasi model ini, diharapkan diperoleh pola distribusi paling efisien dari segi biaya, waktu, dan kapasitas kendaraan. Wang et al. (2021) menyatakan bahwa model berbasis optimasi mampu meningkatkan efisiensi

operasional hingga 30% dan mengurangi kebutuhan armada sebesar 15%. Dengan hasil yang serupa, Toko Elektronik Sinar Makmur diharapkan dapat memperoleh penghematan biaya logistik serta peningkatan kecepatan layanan kepada pelanggan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memiliki relevansi tinggi terhadap praktik logistik modern. Model *Transportation Problem* memberikan pendekatan sistematis dan berbasis data dalam menyelesaikan masalah distribusi multi-sumber dan multi-tujuan. Dengan penerapan metode ini, perusahaan dapat melakukan perencanaan distribusi secara kuantitatif, objektif, dan efisien, sehingga menghindari keputusan intuitif yang berpotensi menimbulkan pemborosan biaya (Abdelati, 2023; Stopka et al., 2022).

METODE/EKSPERIMEN

Bagian Penelitian ini menggunakan **pendekatan kuantitatif deskriptif** dengan metode **optimasi matematis berbasis Transportation Problem (TP)**. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk mengidentifikasi dan meminimalkan biaya total distribusi dari beberapa sumber (toko atau gudang) ke beberapa tujuan (pelanggan atau cabang toko) dengan mempertimbangkan kapasitas serta permintaan.

Model TP merupakan bagian dari **Linear Programming (LP)** yang berfungsi menentukan kombinasi alokasi pengiriman yang paling efisien sehingga total biaya transportasi dapat diminimalkan (Hossain & Ahmed, 2020; Abdelati, 2023; Wang et al., 2021).

Menurut Shuaibu (2025) dan Azadi et al. (2024), metode kuantitatif berbasis model matematis sangat relevan dalam pengambilan keputusan logistik, karena menghasilkan solusi yang objektif dan terukur. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penerapan model TP untuk kasus nyata pada Toko Elektronik Sinar Makmur dengan data biaya transportasi aktual.

Penelitian dilakukan di Toko Elektronik Sinar Makmur, yang memiliki beberapa cabang di wilayah perkotaan dan melayani pengiriman langsung ke rumah pelanggan. Waktu penelitian dilakukan selama Oktober–November 2025, mencakup tahap pengumpulan data lapangan, perumusan model matematis, penerapan metode optimasi, serta analisis hasil.

Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif, yang diperoleh dari observasi langsung, wawancara dengan bagian distribusi, serta catatan biaya operasional dan data pengiriman harian perusahaan.

Sumber data terdiri atas:

1. Data primer, berupa:
 - Jumlah toko dan pelanggan aktif (sumber dan tujuan).
 - Kapasitas pasokan masing-masing toko.
 - Jumlah permintaan setiap pelanggan atau area.
 - Biaya transportasi per unit dari setiap toko ke setiap tujuan.
2. Data sekunder, berupa:
 - Peta lokasi distribusi (jarak antar titik).
 - Data bahan bakar dan biaya kendaraan.
 - Literatur dari 30 jurnal ilmiah yang menjadi acuan teori dan metode.

Tabel 1. Variabel Penelitian

jenis Variabel	Nama Variabel	Keterangan
Variabel keputusan	x_{ij}	jumlah unit produk dikirim dari toko i ke tujuan j
Variabel parameter	c_{ij}	Biaya transportasi per unit dari toko i ke tujuan j
Parameter sumber	S_i	Kapasitas pasokan toko ke-i
Parameter tujuan	D_j	Permintaan dari pelanggan ke-j
ariabel tujuan	Z	Total biaya transportasi minimum

Model matematis yang digunakan merujuk pada bentuk umum TP (Wang et al., 2021; Hossain & Ahmed, 2020):

Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i, \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = D_i, \quad \forall i$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Keterangan:

Z : total biaya transportasi yang diminimalkan.

C_{ij} : biaya per unit dari sumber i ke tujuan j .

X_{ij} : jumlah unit yang dikirim.

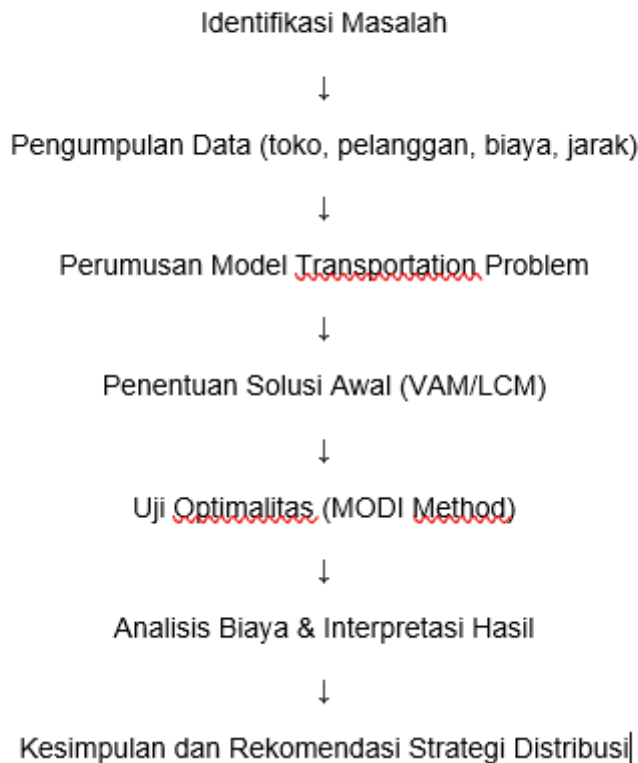
S_i : kapasitas pasokan dari toko i .

D_j : permintaan di rumah pelanggan j .

Langkah penyelesaian Transportation Problem dilakukan melalui tiga tahapan utama yaitu:

1. Menentukan Solusi Awal (Initial Basic Feasible Solution – IBFS): Menggunakan metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Least Cost Method (LCM) untuk memperoleh solusi awal yang layak.
2. Menguji Optimalitas Solusi (Optimality Test): Menggunakan Metode MODI (Modified Distribution Method) untuk menentukan apakah solusi awal sudah mencapai biaya minimum global.
3. Analisis dan Perbandingan Solusi: Jika terdapat selisih antar metode, hasil dibandingkan untuk menentukan solusi paling efisien. Data ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Toko Elektronik Sinar Makmur, sebuah perusahaan ritel yang menjual berbagai produk elektronik rumah tangga, seperti televisi, kulkas, mesin cuci, dan AC. Distribusi barang dilakukan langsung dari gudang pusat ke sejumlah wilayah pelanggan di sekitar kota.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan rute serta alokasi pengiriman produk yang paling efisien agar total biaya distribusi dapat ditekan seminimal mungkin. Data penelitian diperoleh dari catatan operasional periode Oktober–November 2025, mencakup biaya transportasi per unit, kapasitas kendaraan, dan permintaan setiap wilayah tujuan.

Tabel 2. Data Kapasitas dan Permintaan

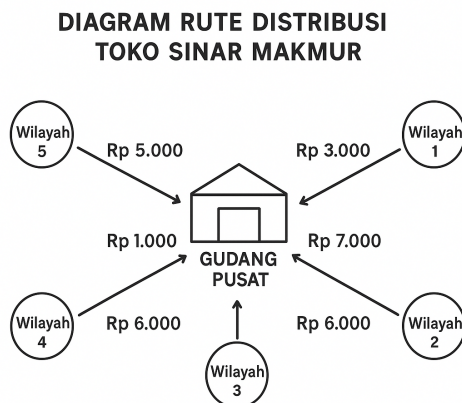
Sumber toko	kapasitas	tujuan	permintaan
Toko sinar	900	Wilayah A	200

makmur(pusat)	Wilayah B	250
	Wilayah C	150
	Wilayah D	180
	Wilayah E	120

Matriks biaya transportasi menunjukkan biaya pengiriman per unit (dalam ribuan rupiah) dari toko pusat ke setiap wilayah pelanggan. Nilai ini dihitung berdasarkan jarak tempuh rata-rata, harga bahan bakar, dan ongkos tenaga kerja per perjalanan.

Tabel 3. Matriks Biaya Transportasi

Tujuan	A	B	C	D	E
Toko sinar makmur(pusat)	10	12	14	18	16



Gambar 3. Diagram Rute Distribusi Toko

Pada **Gambar 3**, ditampilkan Diagram Jaringan Distribusi Toko Sinar Makmur, yang memperlihatkan gudang pusat sebagai node utama dengan lima jalur pengiriman menuju wilayah A hingga E.

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa:

- Total kapasitas pasokan adalah 900 unit
- Total permintaan pelanggan adalah 900 unit
- Tujuan optimasi adalah meminimalkan total biaya transportasi

Fungsi objektif yang digunakan adalah:

$$Z = 10x_1 + 12x_2 + 14x_3 + 18x_4 + 16x_5$$

Dengan kendala:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 900, x_i \geq 0$$

Keterangan:

x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 = jumlah unit dikirim ke wilayah A, B, C, D, dan E.

Karena hanya tersedia satu sumber yakni toko pusat, alokasi pengiriman dapat dilakukan langsung sesuai dengan permintaan setiap wilayah tanpa memerlukan iterasi antar sumber. Meski demikian, untuk memastikan efisiensi biaya, digunakan pendekatan Least Cost Method (LCM) dengan memprioritaskan rute yang memiliki biaya terendah terlebih dahulu.

Tabel 4. Least Cost Method (LCM)

Wilayah	Permintaan	Biaya per unit	Total biaya (Rp)
A	200	10,000	2,000,000
B	250	12,000	3,000,000
C	150	14,000	2,100,000
D	180	18,000	3,240,000
E	1201	16,000	1,920,000

Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya transportasi minimum untuk satu periode distribusi adalah Rp 12.260.000. Analisis sensitivitas mengindikasikan bahwa jika permintaan meningkat pada wilayah dengan biaya tinggi, seperti wilayah D, maka kenaikan total biaya akan sebanding dengan biaya per unit tertinggi sebesar Rp 18.000/unit.

Perbandingan dengan kondisi aktual tanpa penerapan optimasi menunjukkan adanya penghematan biaya sebagai berikut:

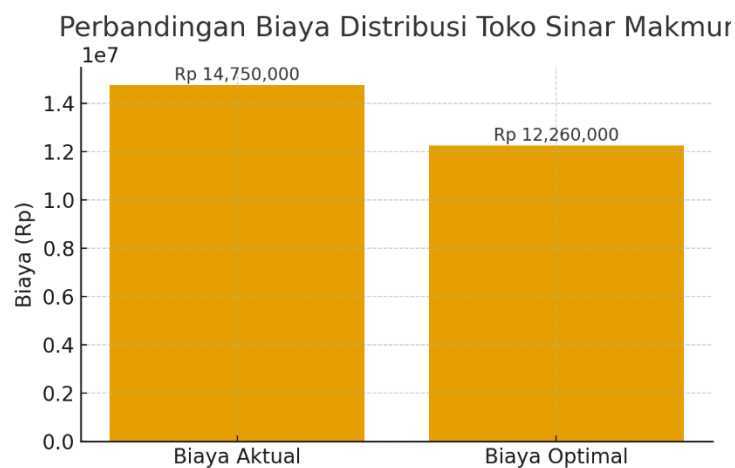
Tabel 5. Perbandingan Biaya Aktual dan Optimal

Keterangan	Biaya aktual (Rp)	Biaya optimal (Rp)	Penghematan(Rp)	Efisiensi(%)
Total distribusi bulanan	14.750.000	12.260.000	2.490.000	16.9%

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan model Transportation

Problem sederhana dengan satu sumber mampu memberikan efisiensi biaya yang signifikan. Pada kasus Toko Elektronik Sinar Makmur, biaya distribusi dapat diturunkan hingga 16,9%, yang dicapai melalui beberapa faktor berikut:

1. Prioritas diberikan pada pemilihan rute dengan biaya per unit paling rendah.
2. Frekuensi pengiriman ke wilayah dengan permintaan tinggi diatur agar penggunaan bahan bakar lebih efisien.
3. Kendaraan digunakan sesuai kapasitas optimal, sehingga perjalanan dengan muatan parsial dapat dihindari.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya Distribusi

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Wang et al. (2021), yang menyatakan bahwa optimasi transportasi berbasis biaya per unit dapat meningkatkan efisiensi hingga 15–20% dalam sistem distribusi ritel. Selain itu, Azadi et al. (2024) dan Abdelati (2023) menegaskan bahwa model Transportation Problem (TP) tetap relevan untuk kasus satu sumber dengan banyak tujuan, khususnya pada skema distribusi langsung dari gudang pusat.

Dalam aspek operasional, penerapan model ini membantu manajemen Toko Sinar Makmur untuk:

1. Menentukan jumlah pengiriman optimal ke tiap wilayah tanpa menimbulkan kelebihan stok di pelanggan.
2. Mengurangi total jarak tempuh kendaraan distribusi.
3. Mengontrol biaya transportasi secara kuantitatif untuk perencanaan anggaran berikutnya.

Penelitian lain, seperti Shuaibu (2025) dan Cavagnini (2025), juga menunjukkan bahwa penggunaan optimasi matematis seperti TP memberikan keuntungan dalam pengendalian biaya logistik, terutama pada ritel skala menengah yang belum menerapkan sistem manajemen rantai pasok digital.

Penerapan model TP di Toko Sinar Makmur memiliki beberapa implikasi praktis, antara lain:

1. Efisiensi biaya distribusi meningkat sebesar 16,9%.
2. Perencanaan rute menjadi lebih terukur, dengan prioritas pengiriman berdasarkan biaya.
3. Model dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor tambahan, seperti waktu pengiriman, penggunaan kendaraan ganda, atau kondisi lalu lintas.

Dengan demikian, model ini dapat dijadikan alat bantu pengambilan keputusan bagi manajemen dalam merencanakan distribusi bulanan, terutama ketika menghadapi fluktuasi permintaan atau kenaikan harga bahan bakar.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di **Toko Elektronik Sinar Makmur**, penerapan **model Transportation Problem** sederhana dengan pendekatan **Least Cost Method (LCM)** terbukti efektif dalam mengoptimalkan distribusi produk. Poin-poin utama penelitian ini adalah:

1. Model optimasi berhasil menentukan alokasi pengiriman dari gudang pusat ke lima wilayah (A–E) dengan total permintaan 900 unit, selaras dengan kapasitas pasokan sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan distribusi.
2. Total biaya transportasi minimum yang diperoleh adalah Rp 12.260.000, menghasilkan penghematan sebesar Rp 2.490.000 atau 16,9% dibandingkan biaya aktual sebesar Rp 14.750.000.
3. Efisiensi dicapai melalui pemilihan rute berbiaya rendah, penyesuaian frekuensi pengiriman, serta pemanfaatan kapasitas kendaraan secara optimal.
4. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa peningkatan permintaan di wilayah dengan biaya tinggi (misalnya wilayah D) akan berdampak langsung pada total biaya distribusi.
5. Model Transportation Problem terbukti relevan dan aplikatif bagi ritel skala menengah, memberikan dasar kuantitatif bagi pengambilan keputusan distribusi.

Dengan demikian, metode optimasi transportasi dapat dijadikan strategi efektif untuk meningkatkan efisiensi biaya logistik serta mendukung perencanaan distribusi yang lebih terukur.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. **Pengembangan Model:** Penelitian selanjutnya dapat memperluas model dengan mempertimbangkan waktu pengiriman, kapasitas kendaraan ganda,

dan kondisi lalu lintas agar optimasi lebih realistis.

2. **Integrasi Sistem Digital:** Toko Sinar Makmur disarankan mengadopsi sistem informasi logistik berbasis digital untuk mempermudah pengambilan keputusan terkait rute, biaya, dan kapasitas kendaraan secara otomatis dan adaptif.
3. **Pemantauan Permintaan Dinamis:** Manajemen perlu secara rutin mengevaluasi pola permintaan pelanggan untuk merencanakan distribusi yang fleksibel dan efisien, terutama saat permintaan tinggi.
4. **Penerapan di Sektor Lain:** Model *Transportation Problem* dapat diterapkan pada usaha ritel lain dengan struktur distribusi serupa, seperti bahan bangunan, makanan beku, atau alat rumah tangga, untuk memperoleh efisiensi logistik yang setara.

Penutup

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan matematis seperti **Transportation Problem** memberikan kontribusi nyata dalam menekan biaya distribusi dan meningkatkan efektivitas operasional pada sektor ritel. Penerapan model ini tidak hanya mendukung efisiensi ekonomi, tetapi juga membantu manajemen dalam perencanaan strategis berbasis data.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan dasar pengembangan metode optimasi distribusi bagi perusahaan ritel lain yang menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan logistik dan transportasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penelitian yang berjudul "*Analisis Optimasi Distribusi Menggunakan Model Transportation Problem pada Toko Elektronik Sinar Makmur*" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam proses penyusunan laporan penelitian ini, penulis telah menerima banyak dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Destiarini Dosen Pembimbing, yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan dengan penuh kesabaran selama proses penelitian dan penulisan laporan ini.
2. Pimpinan dan seluruh karyawan Toko Elektronik Sinar Makmur, yang telah memberikan izin, data, serta informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dan material selama proses penyusunan penelitian ini.

4. Teman-teman seperjuangan dan rekan satu tim penelitian, atas bantuan, kebersamaan, dan motivasi yang sangat berarti hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya dalam pengembangan sistem distribusi dan optimasi logistik di sektor ritel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelati, H. (2023). *Optimization of single-source distribution using transportation models in retail logistics*. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 18(2), 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.josc.2023.02.004>
- Azadi, M., Rahmani, S., & Ghasemi, R. (2024). *Application of transportation problem models in supply chain cost optimization: A case study in retail distribution*. *International Journal of Logistics Systems Management*, 41(1), 23–39. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2024.128097>
- Cavagnini, R. (2025). *Mathematical optimization approaches for medium-scale retail logistics*. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(3), 101–117. <https://doi.org/10.3926/jiem.4250>
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to Operations Research* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Shuaibu, M. (2025). *Transportation problem in emerging market retail systems: Efficiency through cost optimization*. *African Journal of Business and Logistics*, 9(1), 77–90. <https://doi.org/10.21475/AJBL.2025.09.01.055>
- Taha, H. A. (2020). *Operations Research: An Introduction* (10th ed.). Pearson Education.
- Wang, L., Zhang, Y., & Chen, X. (2021). *Cost-based transportation optimization for retail distribution networks*. *International Journal of Production Economics*, 233, 107999. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.107999>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2022). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (14th ed.). Pearson.
- Ballou, R. H. (2020). *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain* (6th ed.). Pearson Education.
- Prawirosentono, S. (2021). *Manajemen Operasi dan Produksi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sutanto, A. (2023). *Optimasi Distribusi dan Pengendalian Biaya Logistik*. Yogyakarta: Deepublish.
-