



# Analisis Rute Distribusi Gudang ke Pabrik dengan Model Transportasi untuk Meminimalkan Biaya di PT Braspati Jaya

Laila Safitri<sup>1</sup>, Rizky Triayuni<sup>2</sup>, Fitria Hasanah<sup>3</sup>, Ahmad Albar Tanjung<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma  
Email Penulis Korespondensi: [ayu882970@gmail.com](mailto:ayu882970@gmail.com)

## Abstrak

Efisiensi distribusi bahan baku merupakan faktor penting dalam mendukung kelancaran operasional dan pengendalian biaya pada perusahaan manufaktur. PT Braspati Jaya yang berlokasi di Sei Mencirim, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara menghadapi permasalahan dalam penentuan pola distribusi bahan baku dari beberapa sumber ke beberapa tujuan yang berpotensi menyebabkan biaya transportasi yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan pola distribusi bahan baku yang paling efisien dengan menggunakan model transportasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi North West Corner Method untuk memperoleh solusi awal, Vogel's Approximation Method untuk mendapatkan solusi yang lebih mendekati optimal, serta Stepping Stone Method untuk menguji optimalitas solusi. Data yang digunakan berupa kapasitas sumber, kebutuhan tujuan, dan biaya distribusi antar rute. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode North West Corner menghasilkan total biaya distribusi sebesar 4.499 satuan biaya, sedangkan Vogel's Approximation Method mampu menurunkan biaya distribusi menjadi 3.739 satuan biaya. Pengujian optimalitas menggunakan Stepping Stone Method menunjukkan bahwa solusi dari Vogel's Approximation Method telah optimal. Dengan demikian, penerapan model transportasi terbukti efektif dalam meminimalkan biaya distribusi dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan manajerial dalam perencanaan sistem distribusi bahan baku.

**Kata Kunci:** model transportasi; distribusi bahan baku; North West Corner; Vogel's Approximation; Stepping Stone Method

## Abstract

Raw material distribution efficiency is an important factor in supporting operational continuity and cost control in manufacturing companies. PT Braspati Jaya, located in Sei Mencirim, Deli Serdang Regency, North Sumatra, Indonesia, faces challenges in determining an appropriate raw material distribution pattern from multiple sources to multiple destinations, which may lead to inefficient transportation costs. This study aims to analyze and determine the most efficient raw material distribution pattern by applying a transportation model approach. The methods used in this study include the North West Corner Method to obtain an initial feasible solution, the Vogel's Approximation Method to generate a solution closer to optimal, and the Stepping Stone Method to test solution optimality. The data used consist of source capacities, destination demands, and transportation costs between routes. The results indicate that the North West Corner Method produces a total distribution cost of 4,499 cost units, while the Vogel's Approximation Method reduces the distribution cost to 3,739 cost units. The optimality test using the Stepping Stone Method confirms that the solution obtained from the Vogel's Approximation Method is optimal. Therefore, the application of the transportation model is proven to be effective in minimizing distribution costs and can serve as a basis for managerial decision-making in planning an efficient raw material distribution system.

**Keywords:** transportation model; raw material distribution; North West Corner Method; Vogel's Approximation Method; Stepping Stone Method



## 1. PENDAHULUAN

Efisiensi distribusi merupakan salah satu faktor strategis dalam mendukung keberhasilan operasional perusahaan manufaktur, khususnya pada industri pengolahan kayu yang sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku secara tepat waktu dan berbiaya minimum. Model transportasi dalam riset operasi digunakan untuk mengoptimalkan sistem distribusi sehingga mampu meminimalkan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi penambilan keputusan manajerial (Aqillah, Garingging, Azmi, & Tanjung, 2025). Distribusi bahan baku yang tidak direncanakan dengan baik dapat menyebabkan peningkatan biaya transportasi, ketidakseimbangan pasokan, serta gangguan pada proses produksi yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya kinerja perusahaan secara keseluruhan (Baker & Crompton, 2000).

Dalam konteks manajemen logistik, aktivitas distribusi tidak hanya berfungsi sebagai sarana pemindahan barang dari satu lokasi ke lokasi lain, tetapi juga merupakan elemen penting dalam pengendalian biaya operasional. (Kotler dan Keller 2016) menyatakan bahwa sistem distribusi yang efisien mampu menciptakan nilai tambah bagi perusahaan melalui pengurangan biaya, peningkatan keandalan pasokan, serta perbaikan tingkat pelayanan. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan pendekatan yang sistematis dan berbasis data dalam merancang rute distribusi yang optimal.

PT Braspati Jaya sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kayu menghadapi permasalahan distribusi bahan baku dari beberapa gudang menuju pabrik produksi. Selama ini, penentuan jumlah dan rute pengiriman masih cenderung dilakukan berdasarkan kebiasaan dan pengalaman operasional, tanpa didukung oleh perhitungan matematis yang terstruktur. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan inefisiensi biaya, terutama ketika terjadi perbedaan kapasitas gudang dan kebutuhan pabrik yang harus dipenuhi secara bersamaan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan kuantitatif yang mampu menentukan alokasi pengiriman secara optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas dan kebutuhan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam riset operasi adalah model transportasi dalam pemrograman linear. Model transportasi dirancang untuk meminimalkan total biaya distribusi dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan tetap memenuhi kendala supply dan demand (Zeyu, Hongbin, Jiyao, & Wen, 2010).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan model transportasi efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi. Penelitian oleh Siregar dan Nasution (2019) menyatakan bahwa penggunaan model transportasi mampu menurunkan biaya distribusi secara signifikan pada perusahaan manufaktur melalui alokasi pengiriman yang lebih terstruktur. Hasil serupa juga ditemukan oleh Yulianto dan Prasetyo (2021) yang menyatakan bahwa model transportasi efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem logistik karena mampu mengakomodasi keterbatasan supply dan demand secara simultan.

Selain itu, Putra dan Hidayat, (2022) mengungkapkan bahwa pemilihan metode penyelesaian dalam model transportasi sangat memengaruhi hasil akhir biaya distribusi. Metode transportasi digunakan untuk mengatur dan mendistribusikan barang sehingga dapat mengefisienkan biaya transportasi pada perusahaan jasa pengiriman. Metode yang mempertimbangkan struktur biaya, seperti Vogel's Approximation Method, terbukti menghasilkan solusi yang lebih mendekati optimal dibandingkan metode sederhana. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Lubis et al., (2020) yang menyatakan bahwa pendekatan kuantitatif berbasis riset operasi memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif dan rasional dibandingkan pendekatan konvensional.

Beberapa metode yang umum digunakan dalam penyelesaian masalah transportasi antara lain North West Corner Method, Vogel's Approximation Method, dan Stepping Stone Method. Metode North West Corner digunakan untuk memperoleh solusi awal secara sederhana, namun sering kali belum mencerminkan biaya minimum karena tidak mempertimbangkan variasi biaya antar rute (Render et al., 2018). Sebaliknya, Vogel's Approximation Method mempertimbangkan penalti biaya sehingga mampu menghasilkan solusi awal yang lebih mendekati kondisi optimal (Bahri, Rangkuti, Rahman, & Siregar, 2023). Selanjutnya, Stepping Stone Method digunakan untuk menguji dan menyempurnakan solusi awal hingga diperoleh biaya distribusi minimum (Septiawan & Panday, 2021).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada industri manufaktur berskala besar atau sektor distribusi barang jadi, sementara kajian yang secara spesifik membahas distribusi bahan baku pada industri pengolahan kayu masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki unsur kebaruan (novelty) dalam penerapan model transportasi untuk menganalisis efisiensi rute distribusi bahan baku pada PT Braspati Jaya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rute distribusi gudang ke pabrik pada PT Braspati Jaya dengan menggunakan model transportasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran pola distribusi yang paling efisien, meminimalkan biaya transportasi, serta menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial dalam perencanaan distribusi bahan baku secara berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan kajian riset operasi, khususnya terkait penerapan model transportasi pada industri pengolahan kayu.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Dasar Penelitian

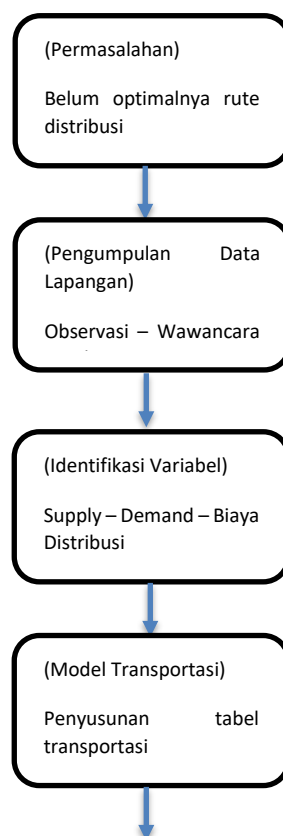
Kerangka berpikir dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur pemikiran peneliti secara sistematis dalam menyelesaikan permasalahan distribusi bahan baku pada PT Braspati Jaya. Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan adalah belum optimalnya penentuan rute distribusi dari beberapa gudang ke pabrik, yang berpotensi menimbulkan biaya transportasi yang lebih tinggi. Menurut (AINI, Z, ANNISA, SUCI, & TANJUNG, 2024) Optimisasi biaya transportasi menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi distribusi produk, khususnya dalam menghadapi persaingan dan tuntutan efisiensi operasional Perusahaan.

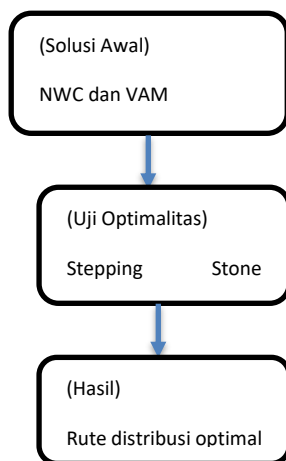
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian diawali dengan pengumpulan data lapangan melalui observasi dan wawancara langsung dengan pihak terkait. Data yang dikumpulkan meliputi kapasitas gudang (supply), kebutuhan pabrik (demand), serta biaya distribusi dari masing-masing gudang ke setiap pabrik. Data ini kemudian digunakan sebagai input dalam penyusunan model transportasi.

Selanjutnya, data supply dan demand disusun ke dalam tabel transportasi untuk dianalisis menggunakan metode North West Corner Method (NWC) dan Vogel's Approximation Method (VAM) guna memperoleh solusi awal distribusi. Solusi awal yang diperoleh kemudian diuji dan disempurnakan menggunakan Stepping Stone Method untuk memastikan bahwa alokasi distribusi yang dihasilkan telah mencapai biaya minimum.

Hasil akhir dari proses analisis ini adalah pola distribusi optimal yang mampu memenuhi seluruh kebutuhan pabrik dengan memanfaatkan kapasitas gudang secara efisien dan meminimalkan biaya transportasi. Pola distribusi ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial dalam perencanaan distribusi bahan baku di PT Braspati Jaya.

Secara ringkas, alur kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan dalam bentuk diagram kotak (box diagram) sebagai berikut:





Tabel 2.1 Kerangka dasar penelitian

### 2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di **Sei Mencirim, Gang Amal, Somil Braspati, Desa Sukaraya**. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa tempat tersebut merupakan lokasi operasional yang relevan dengan aktivitas distribusi bahan baku yang menjadi objek penelitian. Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan pada **tanggal 4 Desember 2025**, dengan kegiatan penelitian meliputi observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan pihak terkait guna memperoleh data yang akurat dan sesuai dengan kondisi nyata perusahaan.

### 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung terhadap aktivitas distribusi bahan baku dari gudang ke pabrik.
- Wawancara, yaitu dengan melakukan tanya jawab secara langsung kepada pihak terkait untuk memperoleh data yang akurat dan mendalam mengenai sistem distribusi yang diterapkan.
- Dokumentasi, yaitu dengan mengumpulkan data tertulis yang mendukung penelitian, seperti data kapasitas gudang, kebutuhan pabrik, dan biaya distribusi.

### 2.4 Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan model transportasi dalam pemrograman linear. Tahapan analisis meliputi penyusunan tabel transportasi berdasarkan data supply dan demand, penentuan solusi awal menggunakan North West Corner Method (NWC) dan Vogel's Approximation Method (VAM), serta pengujian optimalitas solusi menggunakan Stepping Stone Method. Hasil analisis digunakan untuk menentukan rute distribusi yang paling efisien dengan biaya minimum.

Untuk metode penyelesaian masalah transportasi tentunya ada kelebihan dan kekurangannya masing-masing:

Metode	Kelebihan Utama	Kekurangan Utama
North West Corner	Mudah dan cepat	Biaya serig tidak optimal
Vogel's Approximation	Solusi awal mendekati optimal	Perhitungan lebih kompleks
Stepping Stone Method	Menghasilkan solusi optimal	Proses perbaikan rumit

Tabel 2.2 Teknik Analisis Data

Pemilihan pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik permasalahan yang melibatkan data numerik berupa kapasitas supply, kebutuhan demand, serta biaya distribusi antar rute. Menurut (FoEh, 2021), pendekatan kuantitatif sangat sesuai digunakan dalam permasalahan riset operasi karena mampu menghasilkan solusi yang terukur dan dapat diuji secara matematis.



Model transportasi dipilih karena merupakan salah satu bentuk khusus dari pemrograman linear yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan alokasi distribusi dengan tujuan meminimalkan biaya total (Patmalasari, Hari Febyani, Tamawiyu, & Sapitri, 2024). Penggunaan kombinasi metode North West Corner Method, Vogel's Approximation Method, dan Stepping Stone Method dilakukan untuk memperoleh solusi yang sistematis, dimulai dari solusi awal hingga solusi optimal. Pendekatan bertahap ini direkomendasikan dalam studi riset operasi karena mampu memberikan gambaran komparatif antar metode serta meningkatkan validitas hasil analisis (Edwards et al., 2021).

#### 2.4.1 Tata Cara Penggunaan 3 Metode

##### 1. Tata Cara Penggunaan North West Corner Method (NWC)

North West Corner Method digunakan untuk memperoleh solusi awal yang feasible tanpa mempertimbangkan biaya transportasi. Adapun langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut:

- Menyusun tabel transportasi yang memuat sumber (supply), tujuan (demand), dan kapasitas masing-masing.
- Memulai alokasi dari sel pojok kiri atas (north west corner) pada tabel transportasi.
- Mengalokasikan jumlah maksimum yang memungkinkan pada sel tersebut, yaitu nilai minimum antara supply sumber dan demand tujuan.
- Mengurangi nilai supply atau demand sesuai dengan jumlah yang dialokasikan.
- Jika supply suatu sumber telah habis, maka pindah ke baris berikutnya; jika demand suatu tujuan telah terpenuhi, maka pindah ke kolom berikutnya.
- Mengulangi proses alokasi hingga seluruh supply dan demand terpenuhi.
- Menghitung total biaya transportasi berdasarkan hasil alokasi yang diperoleh.

##### 2. Tata Cara Penggunaan Vogel's Approximation Method (VAM)

Metode transportasi yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada pendekatan **Vogel's Approximation Method (VAM)**, yaitu salah satu metode dalam riset operasi yang digunakan untuk memperoleh solusi awal masalah transportasi dengan mempertimbangkan perbedaan biaya antar rute distribusi. Metode ini bekerja dengan menghitung nilai penalti pada setiap baris dan kolom berdasarkan selisih dua biaya terkecil, sehingga alokasi distribusi dapat diarahkan pada rute dengan biaya paling rendah. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa **Vogel's Approximation Method (VAM)** terbukti lebih efektif dalam meminimalkan biaya distribusi dibandingkan metode solusi awal lainnya, khususnya pada perusahaan yang memiliki lebih dari satu sumber dan tujuan distribusi. Hal ini dibuktikan oleh penelitian (Al Zaqi Sembiring, Putriyanti Perangin-angin, & Albar Tanjung, 2022) yang menyatakan bahwa penerapan metode VAM mampu menghasilkan alokasi distribusi yang lebih efisien dan menekan total biaya pengiriman secara signifikan. Oleh karena itu, metode VAM dipilih dalam penelitian ini sebagai solusi awal dalam menentukan pola distribusi bahan baku yang optimal pada PT Braspati Jaya.

Vogel's Approximation Method digunakan untuk memperoleh solusi awal yang lebih mendekati optimal dengan mempertimbangkan perbedaan biaya transportasi. Langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut:

- Menyusun tabel transportasi lengkap dengan biaya distribusi, supply, dan demand.
- Menghitung nilai penalti (penalty) pada setiap baris dan kolom, yaitu selisih antara dua biaya terkecil pada masing-masing baris dan kolom.
- Menentukan baris atau kolom dengan nilai penalti terbesar.
- Pada baris atau kolom tersebut, memilih sel dengan biaya transportasi terkecil untuk dilakukan alokasi.
- Mengalokasikan jumlah maksimum yang memungkinkan sesuai dengan nilai minimum antara supply dan demand.
- Mengurangi nilai supply atau demand yang telah dialokasikan dan menghapus baris atau kolom yang telah terpenuhi.
- Mengulangi langkah perhitungan penalti dan alokasi hingga seluruh supply dan demand terpenuhi.
- Menghitung total biaya transportasi berdasarkan hasil alokasi akhir.

##### 3. Tata Cara Penggunaan Stepping Stone Method

Stepping Stone Method digunakan untuk menguji dan menyempurnakan solusi awal agar diperoleh biaya transportasi minimum. Adapun langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut:



- Menggunakan solusi awal yang telah diperoleh dari metode NWC atau VAM
- Mengidentifikasi sel kosong (unoccupied cell) yang berpotensi dimasuki alokasi.
- Membentuk jalur tertutup (closed path) dari sel kosong tersebut dengan mengikuti aturan perpindahan horizontal dan vertikal.
- Memberikan tanda positif (+) pada sel kosong yang diuji dan tanda negatif (-) secara bergantian pada sel dalam jalur tertutup.
- Menghitung nilai opportunity cost dengan menjumlahkan biaya bertanda positif dan mengurangi biaya bertanda negatif.
- Jika opportunity cost bernilai negatif, maka solusi belum optimal dan perlu dilakukan perbaikan alokasi.
- Melakukan penyesuaian alokasi berdasarkan nilai terkecil pada sel bertanda negative
- Mengulangi proses hingga seluruh opportunity cost bernilai nol atau positif, yang menandakan solusi telah optimal.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penyusunan Model Transportasi

Model transportasi merupakan salah satu teknik dalam riset operasi yang digunakan untuk menentukan pola distribusi optimal dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan tujuan meminimalkan total biaya pengiriman. Menurut Taha (2017), model transportasi adalah bentuk khusus dari pemrograman linear yang difokuskan pada masalah alokasi barang dari sumber (supply) ke tujuan (demand) dengan memperhatikan keterbatasan kapasitas dan kebutuhan.

Dalam konteks penelitian ini, model transportasi diterapkan untuk menganalisis sistem distribusi bahan baku dari beberapa gudang menuju pabrik pada PT Braspati Jaya. Permasalahan distribusi yang dihadapi perusahaan berkaitan dengan perbedaan kapasitas sumber dan kebutuhan tujuan serta variasi biaya transportasi antar rute. Tanpa adanya perhitungan yang terstruktur, perusahaan berpotensi mengalami pemborosan biaya distribusi dan ketidakefisienan operasional.

##### 3.1.1 Identifikasi Sumber dan Tujuan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, diperoleh tiga sumber pengiriman bahan baku, yaitu PT Braspati, Kerjaya, dan PT Sumbag. Masing-masing sumber memiliki kapasitas pengiriman (supply) yang berbeda. Data kapasitas sumber disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Supply (Kapasitas Sumber)

Pabrik	Kapasitas
PT Braspati jaya	84
kilang kayu muliadi	75
PT. Sahabat kayu indah	81
<b>Total Supply</b>	<b>240</b>

Sementara itu, tujuan distribusi terdiri dari tiga gudang, yaitu Gudang A, Gudang B, dan Gudang C, dengan tingkat kebutuhan (demand) yang berbeda-beda. Data kebutuhan tujuan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Demand (Kebutuhan Tujuan)

Gudang	Kebutuhan
PT. Mahogany Bintang	110
PT. Sukses Makmur	40



CV. Mas	90
<b>Total Demand</b>	<b>240</b>

Berdasarkan data tersebut, total supply sama dengan total demand, sehingga permasalahan transportasi ini dikategorikan sebagai **model transportasi seimbang (balanced transportation problem)**. Menurut (FoEh, 2021) kondisi seimbang memudahkan proses perhitungan karena tidak memerlukan penambahan dummy source atau dummy destination.

### 3.1.2 Matriks Biaya Transportasi

Selain data supply dan demand, komponen penting dalam model transportasi adalah biaya distribusi dari setiap sumber ke setiap tujuan. Biaya ini mencerminkan biaya operasional yang dikeluarkan perusahaan dalam proses pengiriman bahan baku, seperti biaya bahan bakar, tenaga kerja, dan pemeliharaan kendaraan.

Matriks biaya transportasi PT Braspati Jaya disajikan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Matriks Biaya Transportasi**

Sumber \ Tujuan	PT. Mahogany Bintang	PT. Sukses Makmur	CV. Mas
PT Braspati jaya	20	5	10
kilang kayu muliadi	15	20	10
PT. Sahabat kayu indah	25	10	19

Perbedaan biaya antar rute menunjukkan bahwa setiap alternatif pengiriman memiliki tingkat efisiensi yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan rute distribusi yang tepat menjadi faktor penting dalam meminimalkan total biaya transportasi perusahaan.

### 3.1.3 Formulasi Model Transportasi

Secara matematis, permasalahan transportasi dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

#### Fungsi Tujuan:

Minimalkan  $Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 c_{ij} x_{ij}$

di mana:  
 $c_{ij}$  = biaya transportasi dari sumber ke-i ke tujuan ke-j  
 $x_{ij}$  = jumlah unit yang dikirim dari sumber ke-i ke tujuan ke-j

#### Kendala Supply:

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} = S_i \text{ untuk setiap sumber } i$$

#### Kendala Demand:

$$\sum_{i=1}^3 x_{ij} = D_j \text{ untuk setiap tujuan } j$$

#### Kendala Non-Negatif:

$$x_{ij} \geq 0$$

Formulasi ini memastikan bahwa seluruh kapasitas sumber dapat dimanfaatkan secara optimal dan seluruh kebutuhan tujuan terpenuhi tanpa melebihi batas yang telah ditentukan (Edwards et al., 2021).

## 3.2 Analisis Penerapan Model Transportasi



Penerapan model transportasi dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola distribusi bahan baku yang paling efisien dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan dengan biaya minimum. Model transportasi dipilih karena mampu mengakomodasi keterbatasan kapasitas sumber (supply), kebutuhan tujuan (demand), serta variasi biaya distribusi antar rute. Menurut (Borrow et al., 2017), model transportasi merupakan salah satu teknik riset operasi yang paling banyak digunakan dalam permasalahan logistik dan distribusi karena bersifat sistematis dan berbasis kuantitatif.

Dalam penelitian ini, penyelesaian model transportasi dilakukan secara bertahap menggunakan tiga metode, yaitu North West Corner Method sebagai solusi awal, Vogel's Approximation Method sebagai solusi awal yang lebih efisien, serta Stepping Stone Method sebagai alat pengujian optimalitas.

Dalam penelitian ini, penyelesaian model transportasi dilakukan secara bertahap menggunakan tiga metode, yaitu North West Corner Method sebagai solusi awal, Vogel's Approximation Method sebagai solusi awal yang lebih efisien, serta Stepping Stone Method sebagai alat pengujian optimalitas.

### 3.2.1 Pembahasan Metode North West Corner

North West Corner Method (NWC) merupakan metode paling sederhana dalam penyelesaian masalah transportasi. Metode ini mengalokasikan distribusi dimulai dari sel pojok kiri atas tabel transportasi dan dilanjutkan secara sistematis hingga seluruh supply dan demand terpenuhi. Menurut Heizer, Render, dan Munson (2020), keunggulan utama metode ini terletak pada kemudahan penerapan dan kecepatan perhitungan, namun kelemahannya adalah tidak mempertimbangkan besarnya biaya transportasi.

Hasil alokasi distribusi menggunakan metode North West Corner pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Alokasi Distribusi Metode North West Corner**

Sumber \ Tujuan	PT. Mahogany Bintang	PT. Sukses Makmur	CV. Mas	Supply
PT Braspati jaya	84	–	–	84
kilang kayu muliadi	26	40	9	75
PT. Sahabat kayu indah	–	–	81	81
Demand	110	40	90	240

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dijelaskan bahwa PT Braspati mengalokasikan seluruh kapasitasnya ke Gudang A, sedangkan Kerjaya mendistribusikan bahan baku ke Gudang A, Gudang B, dan Gudang C. PT Sumbag hanya melayani Gudang C. Pola distribusi ini sepenuhnya dipengaruhi oleh urutan supply dan demand, bukan oleh efisiensi biaya.

Total biaya distribusi metode North West Corner dihitung sebagai berikut:

$$(84 \times 20) + (26 \times 15) + (40 \times 20) + (9 \times 10) + (81 \times 19) = 1.680 + 390 + 800 + 90 + 1.539 = 4.499$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode North West Corner menghasilkan total biaya distribusi sebesar **4.499 satuan biaya**, yang merupakan biaya tertinggi dibandingkan metode lainnya. Hal ini terjadi karena metode ini tidak mengarahkan alokasi pada rute dengan biaya terendah. Temuan ini memperkuat pendapat (Render, Brennecke, Wang, Wasylenki, & Kleine, 2018) yang menyatakan bahwa North West Corner Method hanya layak digunakan sebagai solusi awal dan tidak disarankan sebagai solusi akhir dalam pengambilan keputusan manajerial.

### 3.2.2 Pembahasan Metode Vogel's Approximation

Vogel's Approximation Method (VAM) dikembangkan untuk mengatasi kelemahan metode North West Corner dengan mempertimbangkan perbedaan biaya antar rute. Metode ini menggunakan konsep penalti, yaitu selisih antara dua biaya terkecil pada setiap baris dan kolom, untuk menentukan prioritas alokasi (Edwards et al., 2021).

Berdasarkan perhitungan penalti, alokasi distribusi dilakukan pada baris atau kolom dengan penalti terbesar, kemudian dipilih sel dengan biaya terendah pada baris atau kolom tersebut. Proses ini diulang hingga seluruh supply dan demand terpenuhi.



Hasil alokasi menggunakan Vogel's Approximation Method disajikan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Alokasi Distribusi Metode Vogel's Approximation**

Sumber \ Tujuan	PT. Mahogany Bintang	PT. Sukses Makmur	CV. Mas	Supply
PT Braspati jaya	84	–	–	84
kilang kayu muliadi	26	–	49	75
PT. Sahabat kayu indah	–	40	41	81
Demand	110	40	90	240

Dari tabel tersebut terlihat bahwa alokasi distribusi lebih terfokus pada rute dengan biaya relatif rendah, seperti PT Sumbag ke Gudang B dan Kerjaya ke Gudang C. Hal ini menunjukkan bahwa VAM mampu mengarahkan distribusi ke rute yang lebih efisien dibandingkan metode North West Corner.

Total biaya distribusi metode Vogel's Approximation dihitung sebagai berikut:

$$(84 \times 20) + (26 \times 15) + (49 \times 10) + (40 \times 10) + (41 \times 19) = 1.680 + 390 + 490 + 400 + 779 = 3.739$$

Total biaya distribusi sebesar **3.739 satuan biaya** ini menunjukkan penurunan biaya yang signifikan dibandingkan metode North West Corner. Temuan ini sejalan dengan teori (Taha et al., 2017) yang menyatakan bahwa Vogel's Approximation Method umumnya menghasilkan solusi awal yang mendekati solusi optimal karena mempertimbangkan struktur biaya sejak awal.

### 3.2.3 Pembahasan Metode Stepping Stone

Stepping Stone Method digunakan untuk menguji apakah solusi yang diperoleh dari Vogel's Approximation Method sudah optimal atau masih memungkinkan untuk diperbaiki. Metode ini mengevaluasi setiap sel kosong dengan membentuk jalur tertutup (closed path) dan menghitung nilai opportunity cost (Render et al., 2018).

Sebagai contoh, pengujian dilakukan pada sel kosong rute PT Braspati ke Gudang B. Jalur tertutup dibentuk dengan tanda positif dan negatif secara bergantian, kemudian dihitung opportunity cost sebagai berikut:

$$5 - 10 + 19 - 10 = +4$$

Karena nilai opportunity cost bernilai positif, maka rute tersebut tidak dapat menurunkan total biaya distribusi. Pengujian serupa dilakukan pada seluruh sel kosong lainnya dan hasilnya menunjukkan bahwa seluruh opportunity cost bernilai nol atau positif.

Dengan demikian, solusi distribusi yang diperoleh dari Vogel's Approximation Method dinyatakan telah optimal. Total biaya distribusi minimum yang dihasilkan tetap sebesar 3.739 satuan biaya. Menurut (Peshko, 2024) kondisi ini menunjukkan bahwa sistem distribusi telah mencapai titik optimal global dan tidak memerlukan perbaikan lebih lanjut.

### 3.2.4 Analisis Perbandingan Metode dan Implikasi

Perbandingan total biaya distribusi dari ketiga metode transportasi disajikan pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Perbandingan Total Biaya Distribusi**

Metode	Total Biaya
North West Corner	4.499
Vogel's Approximation	3.739
Stepping Stone	3.739 (Optimal)



Tabel tersebut menunjukkan bahwa metode North West Corner menghasilkan biaya tertinggi, sedangkan Vogel's Approximation Method menghasilkan biaya yang lebih rendah dan telah teruji optimal melalui Stepping Stone Method. Secara konseptual, hasil ini menegaskan bahwa pemilihan metode penyelesaian sangat berpengaruh terhadap efisiensi biaya distribusi.

Implikasi manajerial dari penelitian ini adalah bahwa PT Braspati Jaya sebaiknya menggunakan pendekatan model transportasi berbasis Vogel's Approximation Method yang diuji dengan Stepping Stone Method dalam perencanaan distribusi bahan baku. Pendekatan ini tidak hanya mampu meminimalkan biaya, tetapi juga memberikan dasar pengambilan keputusan yang objektif dan terukur dalam pengelolaan sistem logistik perusahaan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (2023, 2021) yang menyatakan bahwa efisiensi distribusi merupakan komponen kunci dalam pengelolaan rantai pasok dan berpengaruh langsung terhadap biaya operasional perusahaan. Penurunan biaya distribusi yang diperoleh melalui Vogel's Approximation Method menunjukkan bahwa alokasi pengiriman yang mempertimbangkan struktur biaya mampu meningkatkan efisiensi sistem logistik secara signifikan.

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat konsep riset operasi yang menyatakan bahwa model transportasi merupakan alat analisis yang efektif dalam pengambilan keputusan distribusi (Winston, Dorsey, & Hunt, 2016) Sementara itu, secara praktis, temuan ini memberikan bukti empiris bahwa perusahaan manufaktur, khususnya industri pengolahan kayu, dapat mengoptimalkan sistem distribusi bahan baku dengan menerapkan metode kuantitatif yang relatif sederhana namun akurat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat akademik, tetapi juga memiliki implikasi langsung bagi manajemen perusahaan dalam upaya meningkatkan daya saing melalui efisiensi biaya logistik.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan pola distribusi bahan baku yang paling efisien dari beberapa sumber ke beberapa tujuan pada PT Braspati Jaya dengan menggunakan model transportasi. Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pendekatan kuantitatif melalui model transportasi mampu memberikan solusi distribusi yang lebih terstruktur dan berbiaya minimum dibandingkan pola distribusi yang ditentukan secara konvensional. Metode North West Corner menghasilkan solusi awal yang layak dalam memenuhi seluruh supply dan demand, namun menghasilkan total biaya distribusi tertinggi sebesar 4.499 satuan biaya karena tidak mempertimbangkan perbedaan biaya antar rute. Selanjutnya, penerapan Vogel's Approximation Method mampu menghasilkan solusi awal yang lebih efisien dengan total biaya distribusi sebesar 3.739 satuan biaya, karena metode ini mempertimbangkan struktur biaya melalui perhitungan penalti sehingga alokasi distribusi lebih diarahkan pada rute dengan biaya terendah. Pengujian optimalitas menggunakan Stepping Stone Method menunjukkan bahwa seluruh nilai opportunity cost bernilai nol atau positif, yang menandakan bahwa solusi yang diperoleh dari Vogel's Approximation Method telah mencapai kondisi optimal dan tidak terdapat alternatif alokasi lain yang dapat menurunkan total biaya distribusi. Dengan demikian, kombinasi Vogel's Approximation Method dan Stepping Stone Method merupakan pendekatan terbaik dalam menyelesaikan permasalahan distribusi bahan baku pada PT Braspati Jaya. Hasil penelitian ini memberikan implikasi manajerial bahwa perusahaan dapat menggunakan model transportasi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan distribusi bahan baku untuk menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi sistem logistik. Adapun keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan data biaya dan kapasitas dalam satu periode tertentu serta belum mempertimbangkan faktor ketidakpastian seperti fluktuasi biaya bahan bakar, kondisi jalan, dan waktu pengiriman, sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model transportasi dengan pendekatan dinamis atau memasukkan variabel tambahan agar hasil yang diperoleh semakin komprehensif dan mendekati kondisi operasional yang sebenarnya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung pandangan bahwa penerapan model transportasi dalam sistem logistik perusahaan manufaktur mampu meningkatkan efisiensi distribusi dan menekan biaya operasional. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pendekatan riset operasi memberikan solusi optimal yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan manajerial yang lebih rasional dan berbasis data (Morton et al., 2021).

#### REFERENCES (After 6 pt, Before 6 pt)

- AINI, S. B., Z, A. P., ANNISA, A., SUCI, Q. P., & TANJUNG, A. A. (2024). Optimasi Biaya Transportasi Pengiriman Air Minum Kemasan Pada Pt Tirta Sari Sumber Murni. *Journal of Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)*, 1(2), 54–61. <https://doi.org/10.59407/jmie.v1i2.304>
- Al Zaqi Sembiring, H., Putriyanti Perangin-angin, D., & Tanjung, A. A. (2022). Minimasi Biaya Pengiriman Perusahaan Jasa J&T Menggunakan Metode Transportasi. *Competitive*, 17(2), 77–83. Retrieved from <http://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/competitive%7C77>
- Aqillah, K., Garingging, S., Azmi, U., & Tanjung, A. A. (2025). *Optimization of Crude Palm Oil (CPO) Transportation Costs at PT Pelita Jaya Using a Transportation Model*. 1(2), 43–49.
- Bahri, S., Rangkuti, M. R., Rahman, A., & Siregar, M. (2023). *KomunikA*. 19(01), 29–37.
- Borrow, R., Alarcón, P., Carlos, J., Caugant, D. A., Christensen, H., Debbag, R., ... Sáfadi, M. A. P. (2017). The Global Meningococcal Initiative: global epidemiology, the impact of vaccines on meningococcal disease and the importance of herd protection. *Expert Review of Vaccines*, 16(4), 313–328. <https://doi.org/10.1080/14760584.2017.1258308>
- Ebert, S., Render, J., Brennecke, G. A., Burkhardt, C., Bischoff, A., Gerber, S., & Kleine, T. (2018). Ti isotopic evidence for a non-CAI refractory component in the inner Solar System. *Earth and Planetary Science Letters*, 498, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.06.040>
- Edwards, R. J., Field, M. A., Ferguson, J. M., Dudchenko, O., Keilwagen, J., Rosen, B. D., ... Ballard, J. W. O. (2021). Chromosome-length genome assembly and structural variations of the primal Basenji dog (*Canis lupus familiaris*) genome. *BMC Genomics*, 22(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07493-6>
- FoEh, J. E. (2021). Application of Economic Order Quantity Method in Controlling Raw Material Inventory. *International Journal of Social Science and Human Research*, 04(08), 2181–2186. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v4-i8-32>



- Index, V., Studi, N., Di, K., & Utara, H. (2021). *MANGROVE MONITORING USING NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION*. 13(August), 219–239.
- Intervensi, J., Jisp, P., Lubis, H. M., Saleh, A., Studi, P., Ilmu, F., & Politik, I. (2020). *Pekerja Anak Sebagai Buruh Batu Bata di Kelurahan Silandit Kota Padang Sidempuan Child Labor As a Brick Laborer in Silandit Village , Padang Sidempuan City*. 1(1), 29–43.
- Morton, J., Hardwick, R. H., Tilney, H. S., Gudgeon, A. M., Jah, A., Stevens, L., ... Slack, M. (2021). Preclinical evaluation of the versius surgical system, a new robot-assisted surgical device for use in minimal access general and colorectal procedures. *Surgical Endoscopy*, 35(5), 2169–2177.  
<https://doi.org/10.1007/s00464-020-07622-4>
- Patmalasari, P. eka, Hari Febyani, L. D., Tamawiyw, P. N., & Sapitri, R. (2024). Optimalisasi Digital Pada Umkm Bpk Medan Dan Kedai Kopi Medan Melalui Sosial Media Dan Website. *DIMASEKA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(02), 45–51. <https://doi.org/10.31941/dimaseka.v2i02.219>
- Peshko, M. (2024). *the Impact of Technologies on the Development of Project Management*. XIV(Xi), 1–11.  
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-398-9-44>
- Putra, I., Sulistiyo, U., Diah, E., Rahayu, S., & Hidayat, S. (2022). Cogent Economics & Finance THE INFLUENCE OF INTERNAL AUDIT , RISK MANAGEMENT , WHISTLEBLOWING SYSTEM AND BIG DATA ANALYTICS ON THE FINANCIAL CRIME BEHAVIOR PREVENTION THE INFLUENCE OF INTERNAL AUDIT , RISK MANAGEMENT , WHISTLEBLOWING SYSTEM AND BIG DATA A. *Cogent Economics & Finance*, 10(1).  
<https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2148363>
- Ramli, N., Farhana, N., Januri, A., Soraya, W., Abdul, W., Ramli, N., ... Ghani, A. (2018). *The Influence of Event Performance Quality on Attendees ' Satisfaction The Influence of Event Performance Quality on Attendees ' Satisfaction*. 8(7), 520–530. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i7/4394>
- Render, J., Brennecka, G. A., Wang, S.-J., Wasylenki, L. E., & Kleine, T. (2018). A Distinct Nucleosynthetic Heritage for Early Solar System Solids Recorded by Ni Isotope Signatures. *The Astrophysical Journal*, 862(1), 26.  
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aacb7e>
- Septiawan, H. H., & Panday, R. (2021). Evaluation of Raw Material Inventory in Socks Home Industry Using Economic Order Quantity (EOQ). *Revista Gestão Inovação e Tecnologias*, 11(4), 4561–4572.  
<https://doi.org/10.47059/revistageintec.v11i4.2484>
- Hafizah, N., & Simangunsong, S. R. (2024). The Effect Of Discount Prices And Brand Image On Purchasing Decisions At Sports Station Banda Aceh. *Jurnal Ekonomi*, 13(02), 1493-1501.
- Taha, M., Javid, M. T., Imran, S., Chigurupati, S., Ullah, H., Rahim, F., ... Derivatives, T. Q. (2017). *Accepted Manuscript*.
- Winston, R. J., Dorsey, J. D., & Hunt, W. F. (2016). Quantifying volume reduction and peak flow mitigation for three bioretention cells in clay soils in northeast Ohio. *Science of the Total Environment*, 553, 83–95.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.081>
- Yanty, E., Nasution, P., & Siregar, F. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Prezi*. 15(02), 205–221.
- Zeyu, C., Hongbin, C., Jiyao, X., & Wen, C. (2010). *Advances in Researches on the Middle and Upper Atmosphere in 2008 – 2010* \*. 30(5), 456–463.