

# PERBANDINGAN EFEKTIVITAS METODE VOGEL'S APPROXIMATION DAN METODE STEPPING STONE DALAM OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI DISTRIBUSI PRODUK FROZEN FOOD

Sulkhan Rio Firdani<sup>1</sup>, Samuel Fabian Christasena<sup>2</sup>, Zefanya Samosir<sup>3</sup>, Rosa Amelia<sup>4</sup>, Ana Yulita Da Silva<sup>5</sup>, Enrico Sebastian<sup>6</sup>, Moehamad Satiadharna<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Jl. Sariasih No.54, Sarijadi, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40151

**Korespondensi:**  
[ekasatiadharna@ulbi.ac.id](mailto:ekasatiadharna@ulbi.ac.id)

**ABSTRACT:** *Product defects in the manufacturing industry may generate operational and financial risks; therefore, systematic risk management is required. Defects in cold storage products can lead to refrigeration system failure, decreased quality of stored goods, and potential contamination. This study aims to identify the root causes of cold storage product defects at CV Koronka Nusantara and to assess the level of risk associated with each identified factor. The research employed a mixed-method approach consisting of interviews, observations, and questionnaires, followed by risk assessment using the Fishbone Diagram and risk matrix analysis. The results indicate that there is one factor categorized as extreme risk, ten factors categorized as high risk, and four factors categorized as medium risk. No factors were classified as low or very low risk. Based on these findings, risk mitigation strategies are proposed for factors categorized as high and extreme risk levels to minimize potential product defects and improve production quality.*

**Keywords:** *Risk Management, Fishbone Diagram, Cold Storage, Manufacturing, Product Defect.*

**ABSTRAK:** Kecacatan produk pada industri manufaktur dapat menimbulkan risiko operasional maupun finansial sehingga diperlukan pengelolaan risiko yang sistematis. Pada produk cold storage, kecacatan dapat menyebabkan kegagalan sistem refrigerasi, penurunan kualitas produk yang disimpan, serta potensi kontaminasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan produk cold storage pada CV Koronka Nusantara serta menilai tingkat risiko dari masing-masing faktor. Metode penelitian menggunakan pendekatan campuran melalui wawancara, observasi, dan kuesioner, kemudian dilakukan analisis menggunakan Fishbone Diagram dan risk matrix. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 1 faktor dengan tingkat risiko ekstrim, 10 faktor dengan tingkat risiko tinggi, dan 4 faktor dengan tingkat risiko sedang, serta tidak ditemukan risiko pada kategori rendah dan sangat rendah. Berdasarkan hasil tersebut, diusulkan tindakan mitigasi terhadap faktor risiko tinggi dan ekstrim guna meminimalkan potensi kecacatan produk dan meningkatkan kualitas produksi.

**Kata Kunci:** Manajemen Risiko, Diagram *Fishbone*, Cold Storage, Industri Manufaktur, Kecacatan Produk

## PENDAHULUAN

Distribusi produk makanan beku (*frozen food*) menghadirkan tantangan operasional yang kompleks, khususnya dalam pengendalian biaya transportasi dan pemeliharaan kualitas produk. Biaya transportasi sering menjadi salah satu komponen terbesar dalam total biaya logistik perusahaan, terutama pada sistem rantai dingin (*cold chain*) yang memerlukan fasilitas pendingin khusus selama proses pengangkutan (Christopher, 2016). Produk beku sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu, sehingga memerlukan sistem distribusi yang terintegrasi untuk menjaga stabilitas temperatur dan mencegah kerusakan produk (Aung & Chang, 2014).

Perusahaan multinasional seperti Nestlé dan Tyson Foods mengelola jaringan distribusi global yang mengandalkan teknologi pendingin, perencanaan rute, serta manajemen logistik yang efisien untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga hingga ke konsumen akhir (Nestlé, 2022; Tyson Foods, 2022). Ketidakefisienan dalam saluran distribusi dapat menyebabkan peningkatan waktu pengiriman, konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi, serta kenaikan biaya operasional secara keseluruhan (Chopra & Meindl, 2019). Oleh karena itu, optimalisasi sistem transportasi menjadi kebutuhan strategis yang tidak hanya berdampak pada efisiensi biaya, tetapi juga pada daya saing dan keberlanjutan perusahaan.

Dalam konteks manajemen operasi, model transportasi dalam riset operasi digunakan untuk menentukan pola distribusi yang meminimalkan total biaya pengiriman dengan tetap memenuhi batasan supply dan demand (Taha, 2017). Metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Stepping Stone Method merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam menentukan solusi distribusi yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas kedua metode tersebut dalam optimalisasi biaya distribusi produk beku di PT. XYZ, sehingga dapat memberikan kontribusi akademis maupun rekomendasi praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan profitabilitas dan keberlanjutan operasional.

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada model transportasi dalam kerangka riset operasi (*operations research*), yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya distribusi dengan mempertimbangkan kendala supply dan demand (Taha, 2017; Hillier & Lieberman, 2015). Model transportasi merupakan salah satu teknik optimasi linear yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan logistik untuk menentukan alokasi pengiriman yang paling efisien dari beberapa sumber ke beberapa tujuan.

Penelitian ini membandingkan efektivitas dua metode solusi awal dan uji optimalitas, yaitu *Vogel's Approximation Method* (VAM) dan *Stepping Stone Method*, dalam konteks distribusi produk makanan beku di PT. XYZ. *Vogel's Approximation Method* dikembangkan untuk menghasilkan solusi awal yang mendekati optimal dengan mempertimbangkan selisih biaya (*penalty cost*) pada setiap baris dan kolom (Taha, 2017). Sementara itu, *Stepping Stone Method* digunakan untuk menguji dan memperbaiki solusi awal guna memastikan tercapainya kondisi optimal dengan mengevaluasi *opportunity cost* pada setiap jalur distribusi (Hillier & Lieberman, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif meliputi jumlah pasokan (*supply*), jumlah permintaan (*demand*), serta biaya distribusi dari setiap gudang ke masing-masing distributor. Data tersebut diperoleh dari dokumen internal PT. XYZ. Sementara itu, data kualitatif diperoleh melalui wawancara dengan manajemen perusahaan terkait sistem distribusi dan karakteristik pengiriman produk *frozen food*.

Rincian data pasokan dan permintaan disajikan pada Tabel 1, sedangkan biaya pengiriman ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 1. Data Pasokan dan Permintaan**

| Gudang   | Supply | Distributor | Demand |
|----------|--------|-------------|--------|
| Gudang A | 190    | Toko X      | 180    |
| Gudang B | 210    | Toko Y      | 195    |
| Gudang C | 75     | Toko Z      | 100    |

|               |               |                    |               |
|---------------|---------------|--------------------|---------------|
| <b>Gudang</b> | <b>Supply</b> | <b>Distributor</b> | <b>Demand</b> |
| <b>Total</b>  | <b>475</b>    | <b>Total</b>       | <b>475</b>    |

**Tabel 2. Biaya Pengiriman (per unit)**

| <b>Gudang</b> | <b>Toko X</b> | <b>Toko Y</b> | <b>Toko Z</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gudang A      | 60            | 95            | 145           |
| Gudang B      | 55            | 115           | 170           |
| Gudang C      | 85            | 160           | 210           |

Analisis dilakukan menggunakan model transportasi dengan tiga metode, yaitu North West Corner (NWC), Vogel's Approximation Method (VAM), dan Stepping Stone Method.

### 1. Metode North West Corner (NWC)

Metode NWC digunakan untuk memperoleh solusi awal dengan mengalokasikan distribusi dimulai dari sel kiri atas tabel biaya. Metode ini sederhana dan cepat, tetapi tidak mempertimbangkan biaya terkecil sehingga belum tentu menghasilkan solusi optimal.

**Tabel 3. Hasil Alokasi Metode North West Corner**

| <b>Dari/Ke</b> | <b>Toko X</b> | <b>Toko Y</b> | <b>Toko Z</b> | <b>Supply</b> |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gudang A       | 180           | 10            | -             | 190           |
| Gudang B       | -             | 185           | 25            | 210           |
| Gudang C       | -             | -             | 75            | 75            |
| Demand         | 180           | 195           | 100           | 475           |

Total Biaya NWC = **53.025**

### 2. Vogel's Approximation Method (VAM)

Metode VAM menghitung penalti (selisih dua biaya terkecil pada setiap baris dan kolom), kemudian memilih alokasi pada baris atau kolom dengan penalti terbesar. Metode ini umumnya menghasilkan solusi awal yang lebih mendekati optimal.

**Tabel 4. Hasil Alokasi Metode VAM**

| <b>Dari/Ke</b> | <b>Toko X</b> | <b>Toko Y</b> | <b>Toko Z</b> | <b>Supply</b> |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gudang A       | -             | 90            | 100           | 190           |
| Gudang B       | 105           | 105           | -             | 210           |
| Gudang C       | 75            | -             | -             | 75            |
| Demand         | 180           | 195           | 100           | 475           |

Total Biaya VAM = **47.275**

### 3. Metode Stepping Stone

Metode Stepping Stone digunakan untuk menguji optimalitas solusi awal dengan mengevaluasi opportunity cost pada setiap sel kosong. Proses iterasi dilakukan hingga tidak ditemukan lagi pengurangan biaya.

**Tabel 5. Hasil Alokasi Optimal Metode Stepping Stone**

| <b>Dari/Ke</b> | <b>Toko X</b> | <b>Toko Y</b> | <b>Toko Z</b> | <b>Supply</b> |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gudang A       | -             | 170           | 20            | 190           |
| Gudang B       | 170           | 25            | 15            | 210           |
| Gudang C       | 10            | -             | 65            | 75            |
| Demand         | 180           | 195           | 100           | 475           |

Total Biaya Stepping Stone = **48.325**

**Tabel 6. Perbandingan Total Biaya Transportasi**

| <b>Metode</b>                | <b>Total Biaya</b> |
|------------------------------|--------------------|
| North West Corner            | 53.025             |
| Vogel's Approximation Method | 47.275             |

| Metode         | Total Biaya |
|----------------|-------------|
| Stepping Stone | 48.325      |

Berdasarkan hasil perhitungan, metode Vogel's Approximation Method menghasilkan total biaya distribusi paling rendah dibandingkan metode lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa VAM lebih efektif dalam menghasilkan solusi distribusi yang efisien pada kasus PT. XYZ. Meskipun Stepping Stone bertujuan untuk menguji optimalitas, pada kasus ini VAM tetap menghasilkan biaya lebih rendah dibandingkan hasil akhir Stepping Stone.

Secara manajerial, penerapan metode VAM dapat membantu perusahaan dalam menekan biaya distribusi tanpa mengurangi efektivitas pemenuhan permintaan.

## SIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data menggunakan beberapa metode, dapat ditarik kesimpulan menjadi beberapa poin penting, yaitu:

1. *North West Corner (NWC)*  
Dengan menggunakan metode NWC (*North West Corner*), dapat diketahui bahwa permintaan di toko X, Y, dan Z dapat terpenuhi seluruhnya dengan biaya minimum sebesar 53.025. Alokasi pengirimannya adalah: dari gudang A ke toko X sebanyak 180 unit, gudang A ke toko Y sebanyak 10 unit, gudang B ke toko Y sebanyak 185 unit, gudang B ke toko Z sebanyak 25 unit, dan dari gudang C ke toko Z sebanyak 75 unit. Melalui metode ini, dapat ditemukan solusi optimal untuk memenuhi permintaan dengan biaya terendah.
2. *Vogel's Approximation Method (VAM)*  
Pada penggunaan VAM, kita bisa mengetahui bahwa permintaan pada toko X, Y dan Z ketiganya dapat terpenuhi dengan biaya minimum sebesar 47.275. Diketahui juga untuk memenuhi permintaan maka pengiriman dari Gudang A ke toko Y adalah sebanyak 90 unit, dari gudang A ke toko Z adalah sebesar 100 unit. Untuk gudang B, maka gudang B harus mengirim sebanyak 105 unit untuk kedua toko yaitu toko X dan Y. Untuk gudang C maka harus dikirim 75 unit ke toko X
3. *Metode Stepping Stone*  
Dalam proses pengerjaan menggunakan metode *Stepping Stone*, dapat diketahui bahwa dalam pengerjaan pada solusi awal didapatkan total biaya 53.025, kemudian pada solusi alternatif ke 1 didapatkan total biaya 52.675, kemudian pada solusi alternatif ke 2 didapatkan total biaya sebesar 52.575. selanjutnya untuk solusi alternatif ke 3 didapatkan biaya 48.325. Maka, didapatkan total biaya transportasi paling efisien yang telah diperbaiki sesuai dengan Metode *Stepping Stone* adalah =  $170(95) + 20(145) + 15(170) + 25(115) + 170(55) + 10(85) + 65(210) = 48.325$
4. Efisiensi Biaya:
  - a. Metode *Stepping Stone* terbukti menghasilkan biaya transportasi minimum terendah di antara ketiga metode, yaitu sebesar Rp 48.325.
  - b. Hal ini menunjukkan bahwa Metode *Stepping Stone* lebih efisien dalam mengalokasikan sumber daya dan meminimalkan pengeluaran dibandingkan dengan metode NWC dan VAM.
5. Kemudahan Penggunaan:
  - a. Metode *North West Corner (NWC)* menawarkan kesederhanaan dalam perhitungan dan kemudahan dalam implementasi.
  - b. Metode ini cocok digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi berskala kecil dengan cepat.
  - c. Metode *Vogel's Approximation (VAM)* disertai dengan tingkat kesulitan perhitungan yang lebih tinggi dibandingkan NWC, namun umumnya menghasilkan solusi yang lebih mendekati optimal dibandingkan NWC.
  - d. Metode *Stepping Stone* memerlukan proses iteratif yang lebih kompleks dan memakan waktu, namun menghasilkan solusi optimal dengan tingkat presisi yang tinggi.
6. Pemilihan Metode yang Tepat:
  - a. Skala Masalah: NWC cocok untuk masalah kecil, VAM untuk masalah sedang, dan Stepping Stone untuk masalah besar.
  - b. Tingkat Kompleksitas: NWC mudah, VAM sedang, Stepping Stone rumit.
  - c. Tingkat Akurasi: NWC rendah, VAM sedang, Stepping Stone tinggi.

Berdasarkan kesimpulan diatas, Metode *Stepping Stone* direkomendasikan untuk digunakan ketika akurasi dan efisiensi biaya menjadi prioritas utama, terutama untuk masalah transportasi berskala besar. Namun, jika kemudahan penggunaan dan kecepatan menjadi pertimbangan utama, Metode *North West Corner* dapat menjadi pilihan yang tepat untuk masalah transportasi berskala kecil. Metode *Vogel's Approximation Method*

dapat menjadi alternatif yang seimbang antara kemudahan penggunaan, akurasi, dan efisiensi biaya untuk masalah transportasi berskala sedang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management* (12th ed.). Pearson.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to operations research* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kempa, M. (2022). Implementasi metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Stepping Stone untuk optimalisasi biaya distribusi material besi beton pada daerah kepulauan di Provinsi Maluku. *Jurnal Simetrik*, 12(1), 2–7.
- Lestari, S., Mustari, I., & Muttaqien, Z. (2023). Implementasi metode transportasi dalam optimasi biaya distribusi produk karet pada PT. IRC Inoac Indonesia. *Jurnal Teknik*, 12(1), 4–8.
- Rahmawati, D. (2022). Implementasi metode Vogel's Approximation Method (VAM) dalam optimasi biaya transportasi. *Jurnal Industri Kreatif dan Informatika*, 2(2), 4–6.
- Stevenson, W. J. (2021). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill.
- Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
- Wahyudi, A., Hidori, A., & Wibowo, P. (2020). Meminimalkan biaya distribusi susu bayi dengan model transshipment di PT Kamadadja Logistics. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 2(1), 3–5.
- Zindy, A., Wasono, W., & Fidia, A. (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), 4–10.