TEKMA : Teknik dan Kajian Multidisiplin Aplikatif
Vol. 1 No. 1 April 2025
e-ISSN: XXXX-XXX; p-ISSN: XXXX-XXX, Hal 14-23
Available online at: https://journal.iset.or.id/index.php/TEKMA/article/view/13

OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI PADA DISTRIBUSI PUPUK MENGGUNAKAN METODE STEPPING STONE: STUDI KASUS PADA PABRIK PUPUK

Sepriandi Parningotan
Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Jakarta
sepriandi.parninogtan@mesin.pnj.ac.id

Abstract—*This study aims to optimize transportation costs in the distribution of fertilizers from three factories to three markets using the Stepping Stone method. The data used in this research includes the fertilizer stock from factories, market demand, and transportation costs between factories and markets. The Stepping Stone method is applied to find the optimal distribution allocation with minimal costs. The results of the study show that this method successfully minimized the distribution cost to 240,000. Despite having some weaknesses in terms of calculation accuracy, such as determining the cost in empty cells and closed routes, the Stepping Stone method proves to be effective and feasible in solving transportation problems with optimal costs. This research contributes to the improvement of distribution efficiency in the logistics sector, particularly in the fertilizer industry.*

Keywords— *Stepping Stone Method, Transportation Cost Optimization, Fertilizer Distribution, Logistics Efficiency, Distribution Management*

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya transportasi dalam distribusi pupuk dari tiga pabrik ke tiga pasar dengan menggunakan metode Stepping Stone. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup stok pupuk dari pabrik, permintaan pasar, dan biaya transportasi antara pabrik dan pasar. Metode Stepping Stone diterapkan untuk menemukan alokasi distribusi yang optimal dengan biaya minimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini berhasil meminimalkan biaya distribusi menjadi 240.000. Meskipun memiliki beberapa kelemahan dalam hal akurasi perhitungan, seperti penentuan biaya pada sel kosong dan rute tertutup, metode Stepping Stone terbukti efektif dan layak digunakan dalam menyelesaikan masalah transportasi dengan biaya yang optimal. Penelitian ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi distribusi di sektor logistik, khususnya dalam industri pupuk.

Keywords— Stepping Stone Method, Transportation Cost Optimization, Fertilizer Distribution, Logistics Efficiency, Distribution Management

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia usaha saat ini terus mengalami peningkatan pesat, sehingga perusahaan menghadapi persaingan yang semakin ketat. Baik perusahaan baru maupun yang telah lama berdiri dituntut untuk mampu mempertahankan eksistensinya dengan mengikuti perkembangan zaman dan memiliki daya saing yang kuat demi keberlangsungan usaha. Salah satu aspek penting dalam mempertahankan daya saing adalah pengoptimalan biaya operasional, khususnya biaya transportasi. Optimasi biaya transportasi dilakukan untuk menentukan jumlah barang yang harus dikirim dari setiap sumber ke setiap tujuan secara efisien, sehingga total biaya transportasi dapat diminimalkan [1].

Dalam era globalisasi, sektor ekspedisi menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat. Perusahaan ekspedisi menggunakan berbagai alat bantu untuk meningkatkan efisiensi, termasuk komputer, yang berperan penting dalam pembuatan dokumen, pencatatan, dan pengelolaan data. Sistem informasi ekspedisi yang terintegrasi dapat membantu individu, pemerintah, maupun publik dalam pengambilan keputusan optimal terkait pendistribusian barang [2].

Transportasi merupakan aktivitas pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lain menggunakan kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Masalah transportasi seringkali melibatkan pemrograman linear, yang bertujuan mendistribusikan produk dari beberapa sumber dengan kapasitas terbatas ke beberapa tujuan dengan biaya transportasi minimum. Program *linear* merupakan metode riset operasi yang luas digunakan dalam industri, perdagangan, ekonomi, dan berbagai sektor lainnya.

Metode transportasi bertujuan mengatur distribusi produk dari sumber-sumber ke tempat-tempat tujuan secara optimal dengan mempertimbangkan perbedaan biaya distribusi. Beberapa metode transportasi, seperti *North West Corner (NWC), Least Cost, dan Vogel's Approximation Method (VAM),* digunakan untuk menentukan solusi awal distribusi. Namun, solusi awal ini sering kali belum optimal sehingga diperlukan metode tambahan, seperti *Stepping Stone*, untuk mendapatkan solusi optimal [1].

Masalah utama dalam optimalisasi biaya transportasi adalah bagaimana meminimalkan biaya distribusi dari beberapa sumber ke tujuan yang memiliki karakteristik linear dengan batasan yang cukup kompleks. Penggunaan komputer dalam pengolahan data sangat membantu penyelesaian masalah ini. Metode transportasi seperti *Vogel's Approximation Method (VAM)* untuk solusi awal dan metode *Stepping Stone* untuk solusi optimal dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dengan demikian, metode *Stepping Stone* tidak hanya membantu menyelesaikan masalah pendistribusian barang secara efisien tetapi juga memberikan solusi optimal untuk menekan total biaya transportasi. Berdasarkan urgensi dan pentingnya optimasi biaya transportasi, penelitian ini dilakukan dengan mengangkat judul "Optimasi Biaya Pengiriman Barang Menggunakan Metode *Stepping Stone*."

METODE PENELITIAN

Metode *Stepping Stone* adalah salah satu teknik dalam menyelesaikan masalah transportasi untuk mencapai solusi optimal dengan meminimalkan total biaya

pengangkutan. Metode ini mengevaluasi sel kosong dalam tabel transportasi melalui pembentukan jalur tertutup (*closed loop*) untuk menentukan apakah alokasi baru akan menghasilkan pengurangan biaya total. Proses dimulai dengan memilih sel kosong yang dievaluasi sebagai kemungkinan lokasi alokasi baru, diikuti dengan pembentukan jalur tertutup melalui perpindahan horizontal dan vertikal pada sel-sel yang sudah terisi. Lompatan harus dilakukan dengan aturan tertentu, seperti tidak mengulang pada baris atau kolom yang sama dan memastikan jumlah lompatan genap. Selanjutnya, biaya pada jalur tertutup dihitung menggunakan tanda positif dan negatif secara bergantian, dimulai dari sel kosong yang dievaluasi. Jika hasil evaluasi menunjukkan penghematan biaya (hasil negatif), alokasi diubah dengan menambah unit pada sel bertanda positif dan mengurangi unit pada sel bertanda negatif. Proses ini diulang hingga tidak ada sel kosong yang memberikan hasil negatif, yang menandakan bahwa solusi optimal telah tercapai. Metode ini membantu menyelesaikan masalah transportasi secara dinamis, menyeimbangkan sumber dan tujuan, serta meminimalkan biaya pengiriman barang secara efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Persediaan Pupuk Perbulan Januari 2023

No	Tempat Penyimpanan	Jumlah	Satuan
1	Pabrik1	6500	Kg
2	Pabrik 2	4500	Kg
3	Pabrik 3	4000	Kg
	Total	15000	Kg

Tabel 2. Data Permintaan Pupuk Perbulan Januari 2023

No	Tempat Penyimpanan	Jumlah	Satuan
1	Pasar 1	7000	Kg
2	Pasar 2	5000	Kg

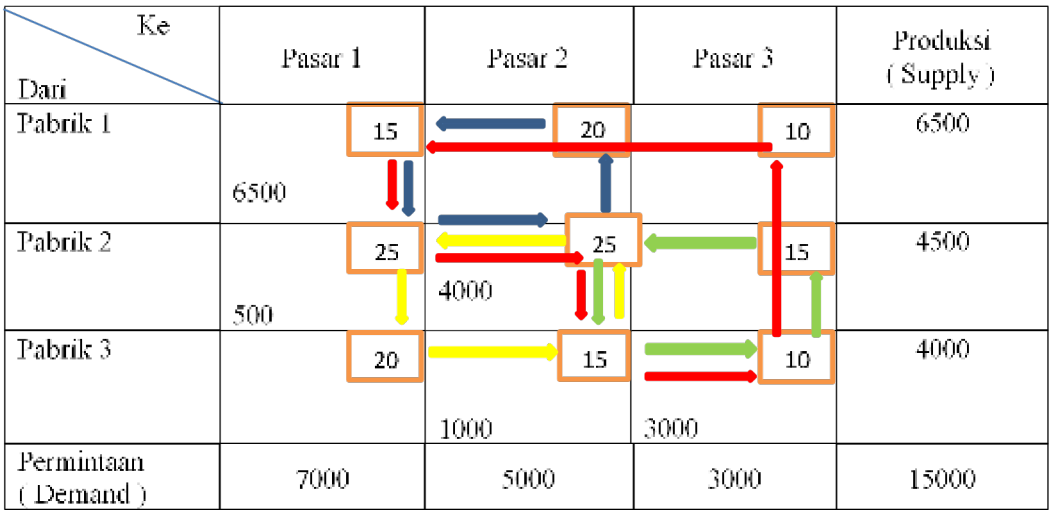
No	Tempat Penyimpanan	Jumlah	Satuan
3	Pasar 3	3000	Kg
	Total	15000	Kg

Dari \ Ke	Pasar 1	Pasar 2	Pasar 3	Produksi (Supply)
Pabrik 1	15	20	10	6500
Pabrik 2	25	25	15	4500
Pabrik 3	20	15	10	4000
Permintaan (Demand)	7000	5000	3000	15000

Gambar 2. Tabel Data Ongkos Transportasi Pupuk pada Bulan Januari 2023

Penyelesaian Kasus dengan Metode *Stepping Stone*

Proses penyelesaian distribusi ini dilakukan dengan menggunakan metode *Stepping Stone* untuk menemukan alokasi yang tepat untuk meminimalkan biaya transportasi. Berikut adalah tabel yang menunjukkan langkah-langkah penyelesaian.



Gambar 2. Tabel Penyelesaian dengan Metode *Stepping Stone*

Looping:

1. Looping dari Pabrik 1 ke Pasar 1: 20 – 15 + 25 – 25 = 5
2. Looping dari Pabrik 3 ke Pasar 1: 20 – 15 + 25 – 25 = 5

3. Looping dari Pabrik 2 ke Pasar 3: 15 – 25 + 15 – 10 = -5
4. Looping dari Pabrik 1 ke Pasar 3: 10 – 15 + 25 – 25 + 15 – 10 = 0

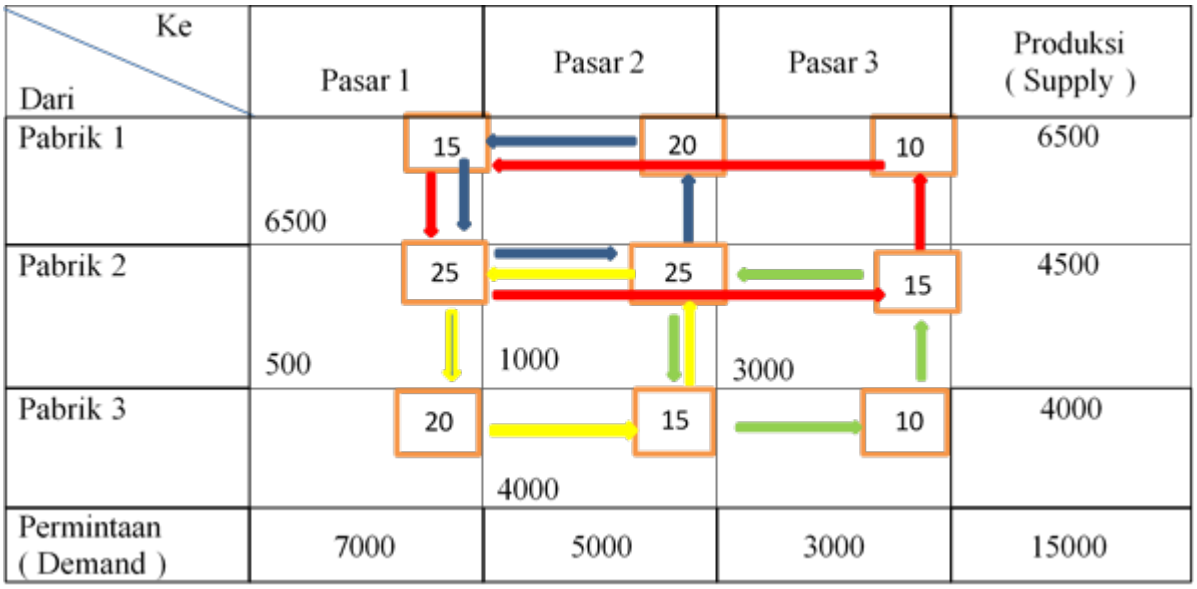
Ke / Dari	Pasar 1	Pasar 2	Pasar 3	Produksi (Supply)
Pabrik 1	15 → 6500	20	10	6500
Pabrik 2	25 → 500	25 → 4000 - 3000	15 → 0 + 3000	4500
Pabrik 3	20	15 → 1000 + 3000	10 → 3000 - 3000	4000
Permintaan (Demand)	7000	5000	3000	15000

Gambar 3. Tabel Penyelesaian Setelah Perubahan

Alokasi perubahan dilakukan untuk memperbaiki nilai biaya negatif pada Pabrik 2 – Pasar 3, dengan memindahkan 3000 dari Pabrik 3 – Pasar 3.

Ke / Dari	Pasar 1	Pasar 2	Pasar 3	Produksi (Supply)
Pabrik 1	15 6500	20	10	6500
Pabrik 2	25 500	25 1000	15 3000	4500
Pabrik 3	20	15 4000	10	4000
Permintaan (Demand)	7000	5000	3000	15000

Gambar 4. Tabel Penyelesaian Setelah Lietrasi



Gambar 5. Tabel Penyelesaian dengan Metode *Stepping Stone*

Interpretasi dan Pem bahasan

Berdasarkan hasil perhitungan dan tabel penyelesaian yang menggunakan metode *Stepping Stone*, dapat disimpulkan bahwa distribusi pupuk yang optimal telah ditemukan dengan biaya transportasi minimum sebesar 240.000.

1. *Looping* dari Pabrik 1 ke Pasar 2 menghasilkan nilai positif sebesar 5, yang menunjukkan alokasi yang baik dengan biaya yang lebih rendah.
2. *Looping* dari Pabrik 3 ke Pasar 1 juga menghasilkan nilai positif sebesar 5, yang menunjukkan peningkatan efisiensi transportasi.
3. *Looping* dari Pabrik 2 ke Pasar 3 menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa pergeseran alokasi diperlukan untuk mengurangi biaya.
4. Setelah melakukan perubahan pada Pabrik 2 dan Pasar 3, hasilnya menunjukkan biaya yang lebih rendah dan distribusi yang lebih efisien.

Sehingga, metode *Stepping Stone* berhasil menghasilkan distribusi yang optimal dengan biaya total yang lebih rendah, yaitu 240.000, yang menunjukkan bahwa perubahan distribusi mempengaruhi total biaya secara signifikan.

Biaya Transportasi yang dihitung setelah iterasi adalah

$= 6500 \times 15 + 500 \times 25 + 1000 \times 25 + 3000 \times 15 + 4000 \times 15$

$= 240.000$

Dengan demikian, penggunaan metode *Stepping Stone* dapat meminimalkan biaya transportasi dalam distribusi pupuk antara pabrik dan pasar, sesuai dengan permintaan dan pasokan yang ada.

Pada analisis distribusi pupuk ini, kita menggunakan metode *Stepping Stone* untuk menentukan distribusi optimal antara pabrik dan pasar dengan tujuan meminimalkan biaya transportasi total. Berikut adalah pembahasan mendalam mengenai setiap langkah yang diambil dalam penyelesaian kasus ini.

Penyelesaian Awal

Langkah pertama adalah memahami data yang disediakan dalam tabel-tabel yang ada. Tabel 1 memberikan informasi mengenai jumlah persediaan pupuk yang tersedia di setiap pabrik pada bulan Januari 2023, dengan total persediaan sebesar 15.000 kg. Sedangkan Tabel 2 menunjukkan permintaan pupuk dari tiga pasar yang juga berjumlah total 15.000 kg. Tabel 3 menyajikan biaya transportasi per kg antara pabrik dan pasar, yang bervariasi tergantung pada jarak yang harus ditempuh. Dengan data ini, kita memulai analisis untuk menentukan cara distribusi yang paling efisien dan ekonomis.

Metode *Stepping Stone*

Metode *Stepping Stone* adalah teknik yang digunakan untuk menemukan distribusi optimal dalam masalah transportasi, dengan cara mengalokasikan pasokan ke permintaan dan kemudian melakukan iterasi untuk mencari cara yang lebih efisien. Proses dimulai dengan menyusun alokasi awal yang memenuhi permintaan dan pasokan tanpa memperhitungkan biaya optimal, hanya berdasarkan jumlah yang tersedia. Alokasi ini akan digunakan sebagai titik awal untuk perhitungan lebih lanjut.

Setelah alokasi awal dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan *looping* untuk mengidentifikasi perubahan yang dapat menurunkan biaya transportasi. *Looping* dilakukan dengan memeriksa apakah ada rute yang dapat diganti untuk menghasilkan biaya yang lebih rendah. Dalam perhitungan ini, setiap perubahan biaya dihitung berdasarkan perubahan alokasi yang dilakukan di sepanjang jalur tertentu. Proses ini dilakukan berulang kali hingga tidak ada lagi perubahan yang dapat menurunkan biaya.

Interpretasi dan Hasil Akhir pada proses pertama, setelah dilakukan analisis *looping* dan perubahan alokasi, kita mendapatkan biaya transportasi total sebesar 240.000. Hasil ini dicapai dengan memindahkan sejumlah alokasi ke rute yang lebih efisien, berdasarkan hasil perhitungan *looping*. Sebagai contoh, alokasi pupuk dari Pabrik 1 ke Pasar 1 menghasilkan biaya 97.500, sementara alokasi dari Pabrik 2 ke Pasar 2 menambah biaya

sebesar 125.000. Selanjutnya, alokasi Pabrik 3 ke Pasar 3 menghasilkan biaya sebesar 60.000, dan seterusnya. Proses iterasi yang dilakukan secara bertahap membawa pada alokasi yang paling ekonomis, yang meminimalkan biaya transportasi total.

Dengan demikian, biaya transportasi yang diperoleh setelah optimasi ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan biaya yang mungkin timbul tanpa penggunaan metode optimasi. Ini menunjukkan bahwa *Stepping Stone* adalah metode yang efektif dalam menyelesaikan masalah transportasi dengan cara yang efisien.

Dari hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Stepping Stone* dalam masalah distribusi pupuk ini memberikan solusi yang optimal dengan biaya transportasi total yang lebih rendah, yaitu 240.000. Proses optimasi ini menunjukkan pentingnya iterasi dalam menemukan solusi yang lebih efisien. Melalui proses perhitungan *looping*, kita berhasil menurunkan biaya dengan melakukan perubahan alokasi pada beberapa rute transportasi yang sebelumnya tidak efisien. Metode ini memperlihatkan bagaimana optimasi distribusi dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi biaya dalam sistem logistik.

Selain itu, hasil ini juga menggambarkan pentingnya analisis distribusi dalam operasi logistik, di mana biaya transportasi merupakan faktor krusial dalam pengelolaan distribusi barang. Oleh karena itu, penggunaan metode *Stepping Stone* dalam penyelesaian masalah ini tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga memberikan wawasan berharga tentang bagaimana sistem distribusi dapat diperbaiki untuk mencapai efisiensi yang lebih baik. Secara keseluruhan, metode *Stepping Stone* terbukti efektif dalam mengatasi masalah transportasi dengan biaya yang lebih rendah, dan dapat diterapkan dalam berbagai kasus serupa untuk mengoptimalkan distribusi barang atau produk di seluruh rantai pasokan.

KESIMPULAN

Metode *Stepping Stone* merupakan teknik yang efektif dalam mencari solusi terbaik pada permasalahan transportasi dengan biaya-biaya tertentu, sehingga dapat menghasilkan biaya yang relatif optimal. Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah prosesnya yang cepat dan mudah, dengan sedikit literasi yang diperlukan, serta kemampuan untuk meminimalkan biaya distribusi. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, terutama dalam hal ketelitian dalam menentukan biaya pada sel atau kotak yang kosong dan jalur terutup, yang memerlukan pencarian sel yang kosong untuk memastikan perhitungan yang tepat. Meskipun demikian, dalam studi kasus pabrik pupuk ini, metode *Stepping Stone*

terbukti menjadi solusi yang layak untuk menentukan alokasi distribusi yang optimal, dengan biaya transportasi sebesar 240.000 yang dapat memberikan efisiensi biaya yang signifikan.

REFERENSI

[1] Sinaga, R. (2023). Penerapan Metode Stepping Stone Untuk Transportasi Pengiriman Barang. *Journal Global Technology Computer*. 54-60.

[2] Fahreza, M. (2023). Optimasi Biaya Pengiriman Minyak Makan Sunco Dengan Metode Vogel Approxiamation Method (Vam) Dan Metode Stepping Stone Study Kasus Di PT Musim Mas (Chapter I, II). *Institutional Repository Universitas Islam Sumatera Utara*

[3] Oktarido. (2014). Aplikasi Model Transportasi Untuk Optimalitas Distribusi Air Galon Axogy Pada CV Tirta Berkah Sejahtera Lembang (Chapter III). *Indonesia University of Education Repository*.

[4] Bayu, M. (2020). Metode Stepping Stone. *SlideShare*.

[5] Lestari, Titin. (2022). Makalah Stepping Stone Pada Masalah Transportasi. *Scribd*.