

Penyelesaian Masalah Transportasi: Optimasi Biaya Menggunakan Metode North West Corner dan Modi

Solving Transportation: Cost Optimization Problems Using the North West Corner and MODI Methods

Ferdinand Manurung^{1*}, Dea Wahyu Ananda Putri Aulia², Ika Dewini Samosir³

^{1,2,3}Prodi Matematika Fakultas Sanis dan Teknnologi Universitas Jambi Indonesia

*e-mail: ferdinanmanurung913@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.22437/multiproximity.v3i2.40202>

ABSTRAK

Fokus optimalisasi pada masalah transportasi adalah menemukan cara terbaik untuk mengangkut barang dengan biaya pengangkutan yang paling rendah dari berbagai lokasi. Dalam penelitian ini, dua metode yang terkenal digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi: Metode North West Corner dan Metode MODI (Modified Distribution Method). Metode North West Corner mencari solusi awal dengan memulai dari titik pojok kiri atas dalam tabel biaya dan mengalokasikan barang secara berurutan sesuai dengan kapasitas dan permintaan. Metode MODI kemudian diterapkan untuk memperbaiki solusi awal tersebut setelah itu. Dalam kehidupan nyata, kedua pendekatan ini dapat membantu bisnis mengurangi biaya transportasi, yang seringkali menjadi salah satu komponen pengeluaran terbesar. Selain itu, metode North West Corner dan MODI dapat digunakan untuk menangani masalah transportasi berskala besar, baik dalam situasi dengan sedikit sumber dan tujuan maupun dalam situasi dengan lebih banyak sumber dan tujuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggabungkan kedua metode ini, masalah transportasi dapat diselesaikan dengan efisien dan dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan solusi awal yang dihasilkan dari metode North West Corner. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemecahan masalah transportasi dengan pendekatan yang lebih praktis dan aplikatif, yang dapat diterapkan dalam bidang logistik, distribusi, dan manufaktur untuk mengoptimalkan proses manufaktur dan pengoptimalan akomodasi secara keseluruhan.

Kata Kunci: Logistik, Transportasi, North West Corner, MODI

ABSTRACT

The focus of optimization in transportation problems is to find the best way to transport goods with the lowest transportation cost from various locations. In this study, two well-known methods are used to solve transportation problems: the North West Corner Method and the MODI (Modified Distribution Method). The North West Corner method finds an initial solution by starting from the upper left corner point in the cost table and allocating goods sequentially according to capacity and demand. The MODI method is then applied to improve the initial solution after that. In real life, these two approaches can help businesses reduce transportation costs, which are often one of the largest components of expenditure. In addition, the North West Corner and MODI methods can be used to handle large-scale transportation problems, both in situations with few sources and destinations and in situations with more sources and destinations. The results show that by combining these two methods, transportation problems can be solved efficiently and at a lower cost compared to the initial solution generated by the North West Corner method. This study contributes to solving transportation problems with a more practical and applicable approach, which can be applied in logistics, distribution, and manufacturing to optimize the manufacturing process and optimize accommodation as a whole.

Keywords: Logistics, Transportation, North West Corner, MODI



PENDAHULUAN

Salah satu masalah optimasi adalah masalah transportasi, yang dapat diklasifikasikan sebagai bentuk khusus dari masalah pemrograman linier karena setiap masalah transportasi dapat dirumuskan sebagai masalah pemrograman linier. Riset operasional pertama dilakukan oleh kelompok ilmuwan ini. Pekerjaan tim riset operasional membantu kemenangan Perang Dunia II untuk tentara Amerika Serikat dan Inggris (Harahap et al., 2024). Pada masalah transportasi, ada sejumlah sumber (sumber) yang masing-masing memiliki kapasitas untuk menyediakan sejumlah sumber daya sesuai batas kapasitasnya. Di sisi lain, ada sejumlah tujuan (*destination*) yang masing-masing memerlukan pasokan sejumlah sumber daya sesuai dengan kebutuhannya. Misalkan biaya pengiriman per unit sumber daya, dari setiap sumber ke setiap tujuan yang diketahui. Masalah transportasi akan menentukan jumlah pasokan dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga biaya pengiriman total dapat diminimalkan. Parameter ongkos pengiriman per unit sumber daya, dari sumber ke tujuan, diperlukan untuk masalah transportasi yang telah banyak dibicarakan. Karena parameter ongkos seringkali tidak jelas, persyaratan itu seringkali tidak realistis. Ini menunjukkan bahwa besarnya biaya berada dalam rentang yang lebih besar daripada sebuah angka tertentu. Untuk mencapai hal ini, metode baru diperlukan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah transportasi. Penelitian ini menyelidiki perumusan Masalah Transportasi ke dalam Masalah Pemrograman Linier, di mana parameter ongkosnya muncul sebagai koefisien fungsi objektif. Akibatnya, masalah transportasi dengan parameter ongkos yang kabur dapat didekati dengan Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur (Lkarn, 2006). Berbagai industri sering menghadapi masalah transportasi, terutama dalam produksi dan pemasaran.

Salah satu masalah optimasi adalah masalah transportasi, yang dapat diklasifikasikan sebagai bentuk khusus dari masalah pemrograman linier karena setiap masalah transportasi dapat dirumuskan sebagai masalah pemrograman linier. Pada masalah transportasi, ada sejumlah sumber (sumber) yang masing-masing memiliki kapasitas untuk menyediakan sejumlah sumber daya sesuai batas kapasitasnya. Di sisi lain, ada sejumlah tujuan (*destination*) yang masing-masing memerlukan pasokan sejumlah sumber daya sesuai dengan kebutuhannya. Misalkan biaya pengiriman per unit sumber daya, dari setiap sumber ke setiap tujuan yang diketahui. Masalah transportasi akan menentukan jumlah pasokan dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga biaya pengiriman total dapat diminimalkan. Parameter ongkos pengiriman per unit sumber daya, dari sumber ke tujuan, diperlukan untuk masalah transportasi yang telah banyak dibicarakan. Karena parameter ongkos seringkali tidak jelas, persyaratan itu seringkali tidak realistis. Ini menunjukkan bahwa besarnya biaya berada dalam rentang yang lebih besar daripada sebuah angka tertentu. Untuk mencapai hal ini, metode baru diperlukan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah transportasi. Penelitian ini menyelidiki perumusan Masalah Transportasi ke dalam Masalah Pemrograman Linier, di mana parameter ongkosnya muncul sebagai koefisien fungsi objektif. Akibatnya, masalah transportasi dengan parameter ongkos yang kabur dapat didekati dengan Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur (Lkarn, 2006). Berbagai industri sering menghadapi masalah transportasi, terutama dalam produksi dan pemasaran.

Pada tahun 60-an, metode Northwest Corner pertama kali digunakan dalam penelitian operasi untuk menawarkan solusi awal yang mudah digunakan dan tidak membutuhkan perhitungan yang rumit. Metode ini dimulai dengan pembagian pasokan dari sumber pertama ke tujuan pertama, yang disebut "Corner Northwest" karena lokasinya di sudut kiri atas matriks biaya. Setelah itu, pasokan atau permintaan akan dikurangi sesuai dengan alokasi sebelumnya, dan proses ini dilanjutkan ke sel berikutnya sampai kapasitas dan permintaan yang tersedia terpenuhi. Metode North West Corner (NWC) adalah salah satu teknik dalam cabang pemrograman linear yang menangani masalah transportasi (Novandy, 2018). Tujuan utama metode ini adalah untuk menemukan solusi awal untuk masalah transportasi, yang kemudian dapat digunakan untuk mencari solusi optimal melalui metode seperti Stepping Stone Method atau MODI (Modified

Distribution Method). Metode north west corner digunakan untuk mendapatkan Solusi awal, tetapi metode ini masih kurang efektif dalam pengoptimalan biaya. dalam peta data matriks, sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Metode penghitungan biaya transportasi dengan menggunakan metode NWC, sesuai dengan namanya, dimulai dari sisi kiri atas dan bergerak ke kiri atau ke bawah sesuai dengan kapasitas produksi sumber (supply) dan atau permintaan tujuan (*demand*) (Safari et al., 2020). Metode North West Corner (NWC) adalah salah satu metode untuk menyusun pengalokasian nilai awal sel yang ditetapkan pada sel di ujung kiri atas tabel. Metode ini bergantung pada kendala-kendala permintaan dan pasokan sel, dan memulai dengan perhitungan dimulai dari kotak sudut paling kiri (Amaluna et al., 2022). Kelebihan metode ini adalah bahwa langkah awal perhitungan paling mudah dilakukan untuk menemukan solusi optimal. Kelemahan metode ini adalah bahwa itu tidak hanya mencari solusi awal perhitungan, tetapi juga tidak menemukan solusi optimal langsung. Metode ini juga tidak memperhitungkan besarnya biaya pengiriman produk dan hanya mengatur produk berdasarkan kriteria sudut kiri atas dan sudutkanan bawah, yang merupakan sel basi.

MODI adalah pengembangan dari metode Stepping Stone yang lebih efisien dalam menghitung dan memperbaiki solusi transportasi. MODI digunakan dalam masalah transportasi untuk menemukan solusi optimal setelah memperoleh solusi awal, biasanya dengan metode seperti Northwest Corner, Least Cost Method, atau VAM—Vogel's Approximation Method (Dewi et al., 2023). Setelah solusi awal ditemukan, MODI membantu mengevaluasi dan memperbaiki alokasi barang yang ada dengan menghitung harga bayangan atau potensi dari sumber dan tujuan. Tujuan utama dari MODI adalah untuk menurunkan biaya total distribusi. Metode MODI adalah evolusi dari metode batu loncatan (*stepping stone method*), yang menawarkan metode penghitungan yang lebih efisien. Cij setiap sel non basis. Nilai Cij, juga disebut sebagai nilai Cij, adalah nilai yang menunjukkan besarnya jumlah biaya yang berkurang apabila satu satuan barang diangkut dari lokasi awal i ke lokasi tujuan j . Modified Distribution Method (MODI) dipilih karena merupakan pengembangan dari metode Stepping Stone (Lestari et al., 2021). MODI dapat menghemat uang dengan menggunakan prosedur yang lebih tepat dan mencapai hasil optimal dengan lebih cepat, jumlah iterasi yang lebih sedikit, dan perbaikan indeks dapat dicari tanpa menemukan loop dari setiap sel kosong, hanya dengan menemukan satu loop setelah menemukan sel dengan indeks perbaikan (Alfianti et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif yang dimana terdapat data kapasitas pabrik sembako, kapasitas penyimpanan gudang, dan biaya transportasi per unit yang menggunakan jasa logistik bulog. Proses pengumpulan data yang kami gunakan ialah mencari data di artikel yang berkaitan dengan PT. Logistic Bulog yang melakukan pengiriman dari 3 pabrik sembako yang berada di Jakarta, Jambi, dan Jawa Timur ingin menyewa jasa logistik untuk mempermudah mengirimkan barang ke 3 gudang penyimpanan sembako yang berada di Sumatra Barat, Bali dan Bandung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023. Lokasi Penelitian berada di PT. Logistik Bulog.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Verifikasi konsistensi data
Pada tahap ini, yaitu pengecekan kapasitas pabrik apakah sudah sesuai dengan kebutuhan gudang. Dan memastikan data biaya transportasi antar sumber dan tujuan tidak ada yang hilang atau ketinggalan
2. Membuat tabel biaya transportasi
Setelah melakukan pengecekan data, selanjutnya membuat tabel biaya transportasi pengiriman barang dari sumber ke tujuan.
3. Membuat model pemograman linear

- Membuat fungsi tujuan dan juga fungsi kendala
4. Penerapan metode North west corner (NWC)
Menerapkan metode North west corner untuk mendapatkan tabel alokasi pertama dan biaya pengirimannya.
5. Penerapan metode MODI
Menerapkan metode MODI untuk mendapatkan pengoptimalisasian biaya hingga mendapat biaya yang paling optimal.
6. Evaluasi dan interpretasi hasil
7. Kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari PT. Logistic Bulog terkait distribusi sembako dari tiga pabrik (Jakarta, Jambi, dan Jawa Timur) ke tiga gudang penyimpanan (Sumatera Barat, Bali, dan Bandung), dilakukan optimasi biaya menggunakan metode North West Corner dan MODI. Hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Produksi Sembako

Pabrik	Produksi Tiap Minggu
Jakarta	150 ton
Jambi	200 ton
Jawa Timur	250 ton
Total	600 ton

Tabel 2. Data Kapasitas Penyimpanan Gudang

Gudang	Kapasitas Gudang
Sumatera Barat	120 ton
Bali	230 ton
Bandung	250 ton
Total	600 ton

Distribusi barang dimulai dengan memeriksa kapasitas produksi pabrik dan kapasitas penyimpanan gudang. Total produksi dari tiga pabrik adalah 600 ton, yang sesuai dengan total kapasitas gudang sebesar 600 ton. Kesesuaian ini memastikan bahwa tidak ada kelebihan atau kekurangan alokasi selama distribusi.

Tabel 3. Biaya Transportasi Pengantaran Barang Pada PT. logistic Bulog

Dari	Ke Biaya Tiap Ton (Dalam ribuan)		
	Sumatera Barat	Bali	Bandung
Jakarta	10	20	5
Jambi	15	30	20
Jawa Timur	20	25	10

Pada tahap awal, metode North West Corner digunakan untuk menentukan alokasi distribusi awal dengan pendekatan sistematis, dimulai dari sudut kiri atas matriks biaya dan mengikuti kapasitas pasokan dan permintaan yang tersedia

Tabel 4. Data Produksi Sembako

Dari	Ke	Sumatera Barat D=10	Bali E=20	Bandung F=5	Kapasitas Pabrik
Jakarta A=0		10	20	5	150
		120	30		

Jambi B=10		15		30		20	200
			200				
Jawa Timur C=5		20		25		10	250
					250		
Kebutuhan Gudang	120		230		250		600

Metode NWC menghasilkan distribusi awal dengan biaya total sebesar **Rp10.300.000**. Meskipun metode ini memberikan solusi yang cepat, hasilnya belum optimal karena tidak mempertimbangkan jalur dengan biaya transportasi paling rendah.

Tabel 5. Indeks Perbaikan

Segi Empat Cair	$C_{ij} - R_i - K_j$	Indeks Perbaikan
BD	15-10-10	-5
CD	20-5-20	5
CE	25-5-20	0
AF	5-5-5	0
BF	20-10-5	5

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya transportasi} &= 120(10) + 30(20) + 200(30) + 250(10) \\
 &= 1200 + 600 + 6000 + 2500 \\
 &= 7800 + 2500 \\
 &= 10300
 \end{aligned}$$

Metode North West Corner digunakan sebagai langkah awal untuk memberikan distribusi awal yang layak secara matematis tetapi bukan yang paling efisien secara biaya. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip pengalokasian awal dari titik sudut kiri atas tabel distribusi, yang kadang mengabaikan jalur dengan biaya lebih rendah di bagian lain tabel.

Penerapan metode MODI sebagai langkah selanjutnya bertujuan untuk menyempurnakan alokasi awal yang telah dihasilkan metode NWC. MODI melakukan evaluasi dengan menghitung indeks perbaikan untuk sel kosong dalam tabel distribusi. Redistribusi barang dilakukan dengan menukar alokasi pada jalur yang memiliki nilai indeks negatif, yang menandakan peluang pengurangan biaya.

Tabel 6. Modi

Dari	Ke	Sumatera Barat D=10	Bali E=20	Bandung F=5	Kapasitas Pabrik
Jakarta A=0		10 (-)120	20 (+)120	5	150
Jambi B=10		15 (+)120	30 (-)120	20	200
Jawa Timur C=5		20	25	10	250
Kebutuhan Gudang	120	230	250	600	

Tabel 7. Hasil Perbaikan Setelah Modi

Dari	Ke	Sumatera Barat D=5	Bali E=20	Bandung F=5	Kapasitas Pabrik
Jakarta		10	20	5	150

A=0		150		
Jambi B=10	120	15	30	20
Jawa Timur C=5		20	25	10
Kebutuhan Gudang	120	230	250	600

Redistribusi yang dihasilkan dari metode MODI menunjukkan bahwa beberapa jalur distribusi yang sebelumnya dialokasikan berdasarkan metode NWC dipindahkan ke jalur yang memiliki biaya transportasi lebih rendah atau dengan penyesuaian alokasi pada jalur yang memiliki indeks negatif. Proses ini melibatkan evaluasi jalur distribusi berdasarkan indeks perbaikan ($C_{ij} - R_i - K_j$). Hasil redistribusi menunjukkan adanya penurunan biaya distribusi menjadi **Rp9.700.000**,

Tabel 7. Indeks Perbaikan

Segi Empat Cair	$C_{ij} - R_i - K_j$	Indeks Perbaikan
AD	10-5-0	5
AF	15-5-0	10
BF	20-10-5	5
CD	20-5-5	10
CE	25-5-20	0

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya transportasi} &= 120(15) + 150(20) + 80(30) + 250(10) \\
 &= 1800 + 3000 + 2400 + 2500 \\
 &= 9700 \text{ (solusi optimal)}
 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode MODI dapat meminimalkan biaya dengan signifikan dibandingkan dengan hasil awal dari metode NWC. Temuan ini menunjukkan relevansi metode dalam konteks distribusi logistik yang kompleks, terutama di sektor transportasi barang berskala besar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terkait optimasi biaya distribusi sembako menggunakan metode North West Corner (NWC) dan Modified Distribution Method (MODI), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode North West Corner (NWC) memberikan solusi awal distribusi yang sederhana dan sistematis dengan total biaya sebesar Rp10.300.000. Namun, metode ini belum mempertimbangkan jalur distribusi dengan biaya paling rendah, sehingga hasilnya belum optimal.
2. Metode MODI (Modified Distribution Method) berhasil mengoptimalkan alokasi distribusi yang dihasilkan oleh metode NWC dengan memanfaatkan jalur distribusi yang memiliki potensi penghematan biaya berdasarkan indeks perbaikan.
3. Redistribusi barang menggunakan metode MODI menghasilkan penurunan biaya distribusi menjadi Rp9.700.000, yang menunjukkan efisiensi sebesar Rp600.000 dibandingkan dengan hasil awal metode NWC.
4. Indeks perbaikan ($C_{ij} - R_i - K_j$) memainkan peran penting dalam menentukan jalur distribusi yang lebih efisien. Jalur dengan indeks negatif menjadi prioritas untuk redistribusi.
5. Kapasitas produksi pabrik dan kapasitas penyimpanan gudang telah sesuai, sehingga distribusi dapat dilakukan tanpa adanya kelebihan atau kekurangan pasokan di setiap lokasi.

6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode NWC dan MODI efektif untuk memecahkan masalah distribusi barang dengan biaya yang lebih rendah dan alokasi yang lebih optimal.
7. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan logistik dalam perencanaan distribusi barang yang lebih efisien dan hemat biaya.
8. Tantangan dalam implementasi metode ini meliputi kompleksitas perhitungan pada skala distribusi yang lebih besar dan perlunya data yang akurat untuk mendukung perhitungan optimasi.
9. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode MODI dengan perangkat lunak optimasi berbasis teknologi untuk menangani data yang lebih besar dan kompleks.
10. Evaluasi berkala terhadap model distribusi perlu dilakukan untuk memastikan hasil optimasi tetap relevan dengan perubahan biaya dan kondisi logistik yang dinamis.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Dewi, A. C., Achmad, N., & Payu, M. R. F. (2023). Metode North West Corner dengan Uji Modified Distribution Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Gas Elpiji. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 2(1), 18–31.
- [2] Afifah, V., & Setyantoro, D. (2021). Rancangan Sistem Pemilihan dan Penetapan Harga dalam Proses Pengadaan Barang dan Jasa Logistik Berbasis Web. *Jurnal IKRA-ITH INFORMATIKA*, 5(2), 108–117.
- [3] Alfianti, W., Kurnia, R., Oktaviani, R., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Modified Distribution (Modi) Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Produk Alat Kesehatan. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(2), 166–179. <https://doi.org/10.46306/lb.v2i2.66>
- [4] Amaluna, M. I., Alamsyah, N., Khofia, R., & Fauzi, M. (2022). Mengoptimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode North West Corner (NWC) Dan Software Lingo. *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri)*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v4i1.1889>
- [5] Eviyani, Kamaluddin, L. A., & Ridwan. (2023). ... Service Quality, Reputasi Perusahaan Dan Kepuasan Pelanggan Terhadap Loyalitas Pelanggan Pada Pt Jasa Prima Logistik Bulog. *Cendekia Akademika Indonesia (CAI)*, 2(4), 498–512. <https://e-jurnal.nobel.ac.id/index.php/cai/article/view/4489%0Ahttps://e-jurnal.nobel.ac.id/index.php/cai/article/download/4489/2466>
- [6] Harahap, L. M., Nasution, A. H., Rahma, Y., Alfandi, R., Elma, P., Mardewina, R., Nico, J., & Silaban, V. (2024). *Perkembangan Riset Operasi Dan Modelnya*. 2(6), 603–611.
- [7] Lkarn, Z. (2006). *in D U Stri Perban Kan D an Iklim in Vestasi*. 7(1), 1–14.
- [8] Safari, L. M., Ceffi, M. S., & Suprpto, M. (2020). Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (Nwc) Dan Software Lingo. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(3), 184–189. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol6.iss3.2020.402>
- [9] Lestari, R., Romadhon, T., & Fauzi, M. (2021). Implementasi Model Transportasi Distribusi Produk Vaksin Hepatitis B Menggunakan Metode Least Cost Dan Modified Distribution. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(2), 180–193.
- [10] Novandy, A. (2018). Estimasi Laju Sirkulasi Pelarut (Absorbent) Pada Proses Absorpsi Gas di Kolom Absorber dengan Metode Grafis. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 8(1), 119–126.
- [11] Mardhotillah, B., Asyhar, R., & Elisa, E. (2022). Filosofi Keilmuan Statistika Terapan pada Era Smart Society 5.0. *Multi Proximity: Jurnal Statistika*, 1(2).