

**OPTIMASI BIAYA DISTRIBUSI BARANG ANTAR PULAU DI PELABUHAN
UTAMA INDONESIA MENGGUNAKAN METODE NORTH WEST CORNER DAN
MODI**

Nerli Khairani¹, Kenjo Oktaviano Damanik², Lestari Novianti Sinurat³, Monica
Triyuni Sinaga⁴, Widya Kartini Pangaribuan⁵

Universitas Negeri Medan, Medan

email: nerlinst@yahoo.co.id, kenjodamanik@gmail.com, lestarisinurat09@gmail.c
om, mtriyunisinaga@gmail.com, widyakartini70@gmail.com

ABSTRACT

The transportation problem is a special form of linear programming aimed at minimizing distribution costs from multiple sources to multiple destinations. This study optimizes the cost of distributing goods between major Indonesian ports using data from the Central Bureau of Statistics (BPS) on Loading/Unloading of Inter-Island Sea Cargo at Major Ports in February 2026. The objective is to determine the initial solution using the North West Corner (NWC) method and optimize it using the Modified Distribution Method (MODI). The study involves three major ports acting both as sources and destinations: Tanjung Priok, Tanjung Perak, and Makassar. Due to supply-demand imbalance, a dummy source was added. The NWC method produced an initial total cost of IDR 25,637,065,000. After optimization using MODI, the total cost decreased to IDR 16,020,765,000, resulting in savings of IDR 9,616,300,000 (37.5%). These findings prove that the combination of NWC and MODI is highly effective in minimizing transportation costs for inter-island goods distribution in Indonesia.

Keywords: *Transportation Problem, North West Corner, MODI, Cost Optimization, BPS, Ports*

ABSTRAK

Masalah transportasi merupakan bentuk khusus dari pemrograman linear yang bertujuan meminimalkan biaya distribusi dari beberapa sumber ke beberapa tujuan. Penelitian ini mengoptimalkan biaya distribusi barang antar pelabuhan utama Indonesia menggunakan data Badan Pusat Statistik (BPS) tentang Bongkar/Muat Barang Angkutan Laut Antar Pulau di Pelabuhan Utama bulan Februari 2026. Tujuan penelitian adalah menentukan solusi awal menggunakan metode North West Corner (NWC) dan mengoptimalkannya menggunakan Metode Modified Distribution Method (MODI). Penelitian menggunakan tiga pelabuhan utama sebagai sumber sekaligus tujuan: Tanjung Priok, Tanjung Perak, dan Makassar. Karena ketidakseimbangan supply-demand, ditambahkan sumber dummy. Metode NWC menghasilkan total biaya awal sebesar Rp25.637.065.000. Setelah optimalisasi menggunakan MODI, total biaya turun menjadi Rp16.020.765.000, dengan penghematan Rp9.616.300.000 (37,5%). Temuan ini membuktikan bahwa

kombinasi metode NWC dan MODI sangat efektif dalam meminimalkan biaya transportasi distribusi barang antar pulau di Indonesia.

Kata Kunci: Masalah Transportasi, North West Corner, MODI, Optimasi Biaya, BPS, Pelabuhan

A. PENDAHULUAN

Pemodelan matematika telah menjadi alat penting untuk menyelesaikan masalah optimasi di berbagai bidang, termasuk logistik dan distribusi. Salah satu masalah optimasi yang paling penting adalah masalah transportasi, yang dapat diklasifikasikan sebagai bentuk khusus dari pemrograman linear karena setiap masalah transportasi dapat dirumuskan sebagai masalah pemrograman linear (Ardhyani, 2017). Keberhasilan suatu industri manufaktur salah satunya yaitu komponen biaya, pemanfaatan biaya yang kreatif kreatif seminimal mungkin merupakan tujuan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal demi kelancaran suatu perusahaan dan proses pendistribusian merupakan salah satu kegiatan perusahaan yang erat kaitannya dengan meminimalkan suatu biaya. Mengirimkan barang ke tujuan dengan tepat waktu, dalam kondisi baik, dan dengan biaya yang efektif merupakan tiga hak pasokan. Sistem transportasi yang efisien adalah hal penting dalam memberikan layanan yang konsisten dan berkualitas kepada perusahaan (Kurnia et al., 2021).

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan ribuan pulau yang tersebar dari

Sabang sampai Merauke. Kondisi geografis ini menjadikan sektor transportasi laut sebagai tulang punggung utama distribusi barang antar pulau. Jarak pulau-pulau tersebut yang jauh dari pusat pemerintahan menyebabkan kesenjangan kesejahteraan masyarakat, contohnya dalam pendistribusian bahan pokok. Harga bahan pokok yang dijual di wilayah kepulauan terluar Indonesia jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan harga jual di Pulau Jawa (Alfenza & Achmadi, 2012). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2026, volume bongkar muat barang angkutan laut antar pulau di pelabuhan utama mencapai skala yang sangat besar. Pada bulan Februari 2026, Pelabuhan Tanjung Priok mencatat volume bongkar sebesar 1.555.389 *ton* dan volume muat sebesar 1.434.844 *ton* (BPS, 2023). Angka ini menunjukkan tingginya mobilitas logistik antar pulau di Indonesia.

Dalam konteks Papua, tantangan distribusi mencakup medan geografis yang sulit, infrastruktur jalan yang terbatas, serta tingginya biaya logistik akibat ketergantungan pada transportasi darat dan laut. Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi distribusi yang mampu menyederhanakan pengambilan

keputusan distribusi secara kuantitatif (Wicaksono et al., 2025). Distribusi adalah aktivitas menyalurkan produk baik barang maupun jasa dari produsen kepada konsumen. Metode transportasi adalah metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa karena terdapat perbedaan biaya alokasi dari satu sumber ke suatu tempat tujuan (Ardhyani, 2017).

Pada tahun 1960-an, metode North West Corner pertama kali digunakan dalam riset operasi untuk memberikan solusi awal yang mudah digunakan dan tidak memerlukan perhitungan rumit. Metode ini dimulai dengan mengalokasikan pasokan dari sumber pertama ke tujuan pertama, yang disebut "Northwest Corner" karena lokasinya di pojok kiri atas matriks biaya. Kelebihan metode ini adalah langkah perhitungan awal yang paling mudah. Namun, kelemahannya adalah tidak langsung menemukan solusi optimal karena tidak mempertimbangkan besarnya biaya pengiriman produk (Syam et al., 2021).

Metode Modified Distribution (MODI) merupakan pengembangan dari metode Stepping Stone yang lebih efisien dalam menghitung dan memperbaiki solusi transportasi. MODI digunakan dalam masalah transportasi untuk menemukan solusi optimal setelah mendapatkan solusi awal. Setelah solusi awal ditemukan,

MODI membantu mengevaluasi dan memperbaiki alokasi yang ada dengan menghitung harga bayangan atau potensial dari sumber dan tujuan. Tujuan utama MODI adalah menurunkan total biaya distribusi (Ardhyani, 2017).

Penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas kombinasi metode NWC dan MODI. Penelitian (Ardhyani, 2017) membuktikan bahwa penerapan metode transportasi dengan solusi awal menggunakan NWC dan uji optimalitas menggunakan MODI berhasil mengoptimalkan biaya distribusi pakan ternak di PT. X. Penelitian (Syam et al., 2021) juga membuktikan bahwa kombinasi metode NWC dan MODI mampu mengoptimalkan biaya distribusi air di PDAM Wae Manurung Kabupaten Bone dengan penghematan biaya sebesar 52,22% dibandingkan biaya awal perusahaan. Penelitian (Wicaksono et al., 2025) menerapkan metode NWC untuk distribusi kayu dan memperoleh biaya awal Rp16.600.000, namun evaluasi optimalitas menunjukkan bahwa masih diperlukan metode lanjutan seperti MODI.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya distribusi barang antar pulau di pelabuhan utama Indonesia menggunakan Metode North West Corner (NWC) dan Metode Modified Distribution (MODI) (Ardhyani, 2017).

Selain itu, perkembangan teknologi dan meningkatnya aktivitas perdagangan antar daerah

menyebabkan kebutuhan sistem distribusi yang efisien semakin penting. Biaya transportasi yang tinggi dapat memengaruhi harga barang dan menurunkan keuntungan perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi yang mampu menentukan pola distribusi terbaik dengan biaya minimum. Model transportasi dalam pemrograman linear menjadi salah satu pendekatan yang banyak digunakan karena mampu membantu pengambilan keputusan secara matematis dan sistematis dalam kegiatan distribusi barang (Lasmana, 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode North West Corner dan MODI mampu memberikan solusi distribusi yang efektif dalam berbagai kasus industri dan logistik. Penelitian oleh Ferdinand Manurung dkk. menunjukkan bahwa kombinasi metode North West Corner dan MODI dapat menghasilkan biaya distribusi yang lebih optimal dibandingkan solusi awal. Penelitian lain juga membuktikan bahwa penerapan metode transportasi dapat membantu perusahaan mengurangi pembengkakan biaya distribusi dan meningkatkan efisiensi pengiriman barang (Arofah & Gesthantiara, 2021).

Masalah Transportasi

Metode transportasi adalah metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa karena

terdapat perbedaan biaya alokasi dari satu sumber ke suatu tempat tujuan (Syam et al., 2021). Kasus transportasi timbul ketika suatu perusahaan mencoba menentukan cara pengiriman (distribusi) suatu jenis barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan yang dapat meminimalkan biaya (Ardhyani, 2017).

Model transportasi merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk menentukan pengalokasian barang yang paling efektif dari suatu sumber ke suatu tujuan dengan biaya yang seminimum mungkin. Model transportasi adalah bagian dari masalah program linear yang digunakan untuk mengatur dan mendistribusikan sumber daya yang menyediakan produk ke tempat-tempat yang membutuhkan untuk mencapai efisiensi biaya transportasi. Syarat dari metode transportasi adalah besarnya kebutuhan (permintaan) harus sama dengan besarnya kapasitas. Apabila kebutuhan tidak sama dengan kapasitas, maka ditambahkan variabel dummy dengan biaya distribusi sebesar 0 (nol) untuk menyeimbangkannya (Arofah & Gesthantiara, 2021).

Model transportasi dikatakan seimbang apabila total supply (sumber) sama dengan total demand (tujuan). Jika total supply tidak sama dengan total demand, maka model transportasi disebut tidak seimbang (unbalanced), dan variabel dummy dapat ditambahkan untuk

menyeimbangkannya (Syam et al., 2021).

Formulasi umum masalah transportasi untuk meminimalkan biaya total ditunjukkan pada Persamaan (2.1): Minimum Z . Dengan kendala: untuk semua i dan j (2.4) dimana adalah kapasitas pasokan dari sumber i , adalah kebutuhan permintaan dari tujuan j , adalah biaya transportasi per unit dari sumber i ke tujuan j , dan adalah jumlah barang yang didistribusikan dari sumber i ke tujuan j (Ardhyani, 2017).

Metode North West Corner (NWC)

Metode North West Corner merupakan salah satu metode transportasi yang digunakan untuk menentukan alokasi awal distribusi berdasarkan pendekatan sudut kiri atas dari tabel biaya distribusi (Siahaan et al., 2025). Metode ini tergolong sederhana dan cepat dalam memberikan solusi awal, meskipun belum tentu menghasilkan biaya minimum secara langsung. Metode ini memerlukan pemrosesan data yang minimal, sehingga cocok untuk perusahaan dengan sumber daya teknologi yang terbatas (Putri et al., 2025). Metode North West Corner (NWC) adalah salah satu metode transportasi yang paling mudah dilakukan, tetapi hasilnya belum tentu optimal. Metode North West Corner (NWC) ini, sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari sisi kiri ke kanan dan dari atas ke bawah dalam peta data matriks. Cara penghitungan biaya transportasi dengan

menggunakan metode NWC sesuai dengan namanya dimulai dari sisi kiri atas, kemudian 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 adalah metode yang paling sederhana di antara metode untuk mencari solusi awal karena tidak mempertimbangkan biaya transportasi (Ardhyani, 2017). Menurut Chandra yang dikutip oleh Syam, Ihsan, & Mukhtar algoritma North West Corner adalah sebagai berikut (Syam et al., 2021):

1. Tentukan banyaknya daerah persediaan (i) dan daerah permintaan (j)
2. Isilah biaya distribusi (C) untuk tiap daerah persediaan (i) dan permintaan (j)
3. Isilah unit permintaan per daerah (b) dan unit persediaan per gudang atau persediaan (a)
4. Lakukan perbandingan unit persediaan (a) dengan unit permintaan (b). Isilah unit terkecil (X) antara permintaan dan persediaan pada kolom kiri bagian atas
5. Kolom atau baris pada permintaan atau persediaan yang telah terpenuhi tidak boleh lagi diisi
6. Pengisian unit (X) berikutnya adalah kolom atau baris kiri atas berikutnya yang belum terisi
7. Ulangi langkah 5 sampai semua elemen pada tabel distribusi terpenuhi semua

8. Biaya per kolom adalah besarnya biaya dikalikan dengan unit yang didistribusikan

9. Total biaya adalah jumlah semua biaya per kolom pada langkah 8

Menurut (Wicaksono et al., 2025) algoritma North West Corner dimulai dengan mengalokasikan unit dari sudut kiri atas tabel dan bergerak ke kanan atau ke bawah berdasarkan sisa permintaan dan kapasitas. Langkah-langkahnya adalah mengalokasikan unit dari sumber pertama ke tujuan pertama sesuai kapasitas, kemudian melanjutkan ke sisa permintaan dan pasokan berikutnya sampai semua kebutuhan terpenuhi. Kelebihan dari metode North West Corner adalah lebih cepat dalam pengambilan keputusan dan tidak terlalu rumit dalam penempatan unit yang akan didistribusikan ke tempat permintaan (Syam et al., 2021).

Beberapa penelitian telah menerapkan metode NWC untuk berbagai kasus distribusi. Penelitian (Siahaan et al., 2025) menerapkan metode NWC untuk mengoptimalkan biaya distribusi tahu dan tempe di Pabrik Apo Gudang Jayapura. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya distribusi harian dapat dikurangi dari Rp 415.000 menjadi Rp 400.000, sehingga terjadi efisiensi sebesar Rp 15.000 per hari. Penelitian (Putri et al., 2025) menggunakan metode NWC untuk distribusi semen dari gudang Ponorogo ke cabang Madiun dan Pacitan, memperoleh total biaya transportasi sebesar Rp 43.500.000. Penelitian (Darmo et al., 2025)

membandingkan metode NWC dan Least Cost untuk distribusi produk UMKM, menemukan bahwa kedua metode menghasilkan total biaya yang sama sebesar Rp 358.000.000.

Metode Modified Distribution (MODI)

Setelah mendapatkan solusi awal, langkah selanjutnya adalah mendapatkan solusi optimum dengan menggunakan metode Stepping Stone dan metode Modified Distribution (MODI). Kelebihan metode Modified Distribution (MODI) dibandingkan dengan metode Stepping Stone adalah penentuan sel yang pasti dan cepat. Solusi dengan menggunakan metode MODI adalah suatu variasi metode Stepping Stone yang didasarkan pada rumusan dual (Syam et al., 2021) pemode.

Metode MODI digunakan dalam masalah transportasi untuk menemukan solusi optimal setelah mendapatkan solusi awal. Tujuan utama MODI adalah menurunkan total biaya distribusi (Ardhyani, 2017). MODI merupakan pengembangan dari metode Stepping Stone yang lebih efisien dalam menghitung dan memperbaiki solusi transportasi (Syam et al., 2021).

Penelitian (Wicaksono et al., 2025) menerapkan metode NWC untuk mengoptimalkan biaya distribusi kayu dari Koya dan Arso 1 ke Dok 2 dan Dok 8. Total biaya distribusi awal yang diperoleh adalah Rp 16.600.000. Namun, evaluasi optimalitas menggunakan metode U-V menunjukkan bahwa solusi awal ini

belum optimal, ditandai dengan adanya nilai evaluasi negatif pada salah satu sel kosong. Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi lanjutan seperti Modified Distribution (MODI) atau Stepping Stone untuk mencapai biaya distribusi minimum yang optimal.

Penelitian (Soplanit et al., 2019) secara khusus menggabungkan metode NWC dan MODI untuk optimasi distribusi material pada proyek pembangunan jembatan di Sulawesi Utara, membuktikan bahwa metode MODI berhasil mengoptimalkan solusi awal yang diperoleh dari NWC.

Langkah pertama dalam metode MODI adalah menentukan tabel solusi awal yang fisibel. Solusi awal ini dapat diperoleh dengan menggunakan metode North West Corner (NWC), Least Cost, atau Vogel's Approximation Method (VAM) (Syam et al., 2021).

Langkah kedua adalah menambahkan variabel U_i untuk setiap baris dan variabel V_j untuk setiap kolom pada tabel transportasi (Ardhyani, 2017).

Langkah ketiga adalah mencari nilai U_i dan V_j untuk setiap sel basis menggunakan rumus $U_i + V_j = C_{ij}$, dengan terlebih dahulu menetapkan salah satu nilai U_i atau V_j sama dengan nol (Soplanit et al., 2019).

Langkah keempat adalah menghitung indeks perbaikan untuk setiap sel non basis menggunakan rumus $I_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$ (Syam et al., 2021).

Langkah kelima adalah menentukan entering variable dengan memilih sel non basis yang memiliki nilai indeks perbaikan negatif terbesar. Kemudian membuat jalur tertutup (stepping stone) untuk menentukan leaving variable (Ardhyani, 2017).

Langkah keenam adalah melakukan perubahan alokasi sampai semua indeks perbaikan bernilai ≥ 0 , yang menandakan bahwa solusi optimal telah tercapai (Soplanit et al., 2019).

Masalah Transportasi di Negara Kepulauan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki lima pulau utama dan ribuan pulau-pulau kecil. Pengembangan infrastruktur dan pusat kegiatan ekonomi terpusat pada lima pulau utama dan pulau-pulau kecil cenderung kurang diperhatikan, terutama pulau-pulau yang berada di wilayah terluar Indonesia. Jarak pulau-pulau tersebut yang jauh dari pusat pemerintahan menyebabkan adanya kesenjangan kesejahteraan masyarakat, contohnya dalam pendistribusian bahan pokok. Harga bahan pokok yang dijual di wilayah kepulauan terluar Indonesia jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan harga jual di Pulau Jawa (Alfenza & Achmadi, 2012).

Penelitian (Alfenza & Achmadi, 2012) berfokus pada penentuan pola dan pusat distribusi bahan pokok untuk wilayah berbasis kepulauan di Sulawesi Utara, khususnya Kepulauan Sangihe dan Kepulauan Talaud. Penelitian ini menemukan

bahwa produksi bahan pangan pokok di wilayah tersebut jauh di bawah kebutuhan, dengan Kabupaten Kepulauan Sangihe hanya mampu memproduksi beras sebanyak 106 *ton* per tahun dari kebutuhan 8.904 *ton*, dan Kabupaten Kepulauan Talaud memproduksi 1.283 *ton* dari kebutuhan 9.088 *ton*. Hal ini menunjukkan terjadinya kekurangan bahan pangan pokok dengan jumlah besar yang harus dipenuhi melalui distribusi dari luar wilayah.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode transportasi, terutama kombinasi metode NWC dan MODI, untuk mengoptimalkan biaya distribusi.

Penelitian (Ardhyani, 2017) menerapkan metode transportasi untuk mengoptimalkan biaya distribusi pakan ternak di PT. X. Penelitian ini menggunakan metode North West Corner, Least Cost, dan VAM untuk solusi awal, serta metode Stepping Stone dan MODI untuk uji optimalitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total biaya transportasi untuk solusi awal menggunakan NWC sebesar Rp 43.118.639.196, sedangkan setelah dioptimasi dengan MODI diperoleh biaya optimal sebesar Rp 43.087.656.564.

Penelitian (Arofah & Gesthantiara, 2021) menggunakan model transportasi untuk meminimalkan biaya distribusi sepatu di Wira Shoes. Penelitian ini menerapkan NWC, Least Cost, dan VAM untuk solusi

awal, serta MODI dan Stepping Stone untuk solusi optimal. Dengan menggunakan software QM for Windows, hasil perhitungan diperoleh biaya minimum sebesar Rp 8.400.000. Penelitian (Syam et al., 2021) membuktikan bahwa kombinasi metode NWC dan MODI mampu mengoptimalkan biaya distribusi air di PDAM Wae Manurung Kabupaten Bone dengan penghematan biaya sebesar 52,22% atau setara dengan Rp 2.993.593.120 dibandingkan biaya awal perusahaan sebesar Rp 5.732.709.219. Model transportasi dirumuskan berdasarkan data distribusi air bulan Juni 2019, menghasilkan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Solusi awal fisibel menggunakan NWC memerlukan 9 kali iterasi, dan solusi optimal menggunakan MODI memerlukan 6 kali iterasi.

Penelitian (Wicaksono et al., 2025) menerapkan metode NWC untuk distribusi kayu dari dua lokasi produksi (Koya dan Arso 1) ke dua titik permintaan (Dok 2 dan Dok 8). Total biaya distribusi awal yang diperoleh adalah Rp 16.600.000. Namun, evaluasi optimalitas menggunakan metode U-V menunjukkan bahwa solusi awal ini belum optimal, ditandai dengan adanya nilai evaluasi negatif (-10) pada sel kosong (Koya ke Dok 8). Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi lanjutan seperti MODI atau Stepping Stone.

Penelitian (Siahaan et al., 2025) menerapkan metode NWC untuk mengoptimalkan biaya distribusi tahu

dan tempe di Pabrik Apo Gudang, menunjukkan penurunan biaya harian dari Rp 415.000 menjadi Rp 400.000. Penelitian (Putri et al., 2025) menggunakan metode NWC untuk distribusi semen, memperoleh total biaya Rp 43.500.000. Penelitian (Darmo et al., 2025) selain membandingkan metode NWC dan Least Cost untuk distribusi produk UMKM, menemukan bahwa NWC (Rp 358.000.000) menghasilkan biaya lebih rendah dari LC

Kode	Pelabuhan Sumber	Supply (Tons)
A	Tanjung Priok	1,434,844
B	Tanjung Perak	1,143,567
C	Makasar	384,652
	Total	2,963,063

(Rp 372.000.000), dengan penghematan Rp 14.000.000. Penelitian (Soplanit et al., 2019) secara khusus menggabungkan metode NWC dan MODI untuk optimasi distribusi material pada proyek pembangunan jembatan di Sulawesi Utara. Penelitian ini membuktikan bahwa metode MODI berhasil mengoptimalkan solusi awal yang diperoleh dari NWC. Penelitian-penelitian terdahulu ini secara konsisten menunjukkan bahwa pendekatan metode transportasi (solusi awal dengan NWC, kemudian optimasi dengan MODI) menghasilkan hasil yang optimal dan andal untuk berbagai masalah distribusi, mulai dari air, pakan ternak, sepatu, kayu, tahu, semen, hingga produk UMKM.

B. METODE PENELITIAN

Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan publikasi "Bongkar/Muat Barang Angkutan Laut Antar Pulau di Pelabuhan Utama, 2026". Data yang diambil adalah data bulan Februari 2026 untuk tiga pelabuhan utama dengan volume bongkar dan muat terbesar.

Data Penelitian

Berdasarkan data BPS Februari 2026, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Supply (Barang yang Dimuat) Februari 2026

Tabel 2. Data Demand (Barang yang Dibongkar) Februari 2026

Kode	Pelabuhan Tujuan	Demands (Tons)
A	Tanjung Priok	1,555,389
B	Tanjung Perak	1,550,659
C	Makasar	446,165
	Total	3,552,213

Karena total supply lebih kecil dari total demand, ditambahkan Sumber Dummy (D) dengan biaya transportasi Rp0/ton untuk menyeimbangkan masalah transportasi.

Tabel 3. Data Seimbang Setelah Penambahan Dummy

Kode	Pelabuhan Tujuan	Demands (Tons)
A	Tanjung Priok	1,555,389

B	Tanjung Perak	1,550,659
C	Makasar	446,165
D	Dummy	589,150
	Total	3,552,213

Biaya Transportasi

Biaya transportasi dalam penelitian ini diasumsikan berdasarkan jarak relatif antar pelabuhan. Semakin dekat jarak antar pelabuhan, semakin kecil biaya transportasi. Biaya transportasi disajikan dalam satuan Rp/ton.

Tabel 4. Matriks Biaya Transportasi (Rp/ton)

Dari\ Ke	Tj. Priok (1)	Tj. Perak (2)	Makassar (3)
Tj. Perak (A)	5,000	15,000	35,000
Tj. Perak (B)	15,000	5,000	30,000
Makassar (C)	35,000	30,000	5,000
Dummy (D)	0	0	0

Spesifikasi Model

Model pemrograman linear untuk masalah transportasi ini dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan (Minimasi): $MinZ = 5x_{11} + 15x_{12} + 35x_{13} + 15x_{21} + 5x_{22} + 30x_{23} + 35x_{31} + 30x_{32} + 5x_{33} + 0x_{41} + 0x_{42} + 0x_{43}$

Kendala Supply: $x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1,434,844$ (A)

$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 1,143,567$ (B)

$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 384,652$ (C)

$x_{41} + x_{42} + x_{43} = 589,150$ (D)

Kendala Demand: $x_{11} + x_{21} + x_{13} + x_{41} = 1,555,389$ (1)

$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 1,550,659$ (2)

$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 446,165$ (3)

Kendala Non-Negatif: $x_{ij} \geq 0$ untuk semua i dan j

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Verifikasi konsistensi data – Pengecekan kapasitas supply dan demand, memastikan tidak ada data yang hilang.
2. Membuat tabel biaya transportasi – Menyusun data biaya pengiriman dari sumber ke tujuan berdasarkan asumsi jarak antar pelabuhan.
3. Membuat model pemrograman linear – Merumuskan fungsi tujuan dan fungsi kendala.
4. Penerapan metode NWC – Mendapatkan tabel alokasi pertama dan biaya pengirimannya.
5. Penerapan metode MODI – Melakukan optimalisasi biaya hingga mendapatkan biaya yang paling optimal.
6. Evaluasi dan interpretasi hasil – Membandingkan hasil NWC dan MODI.
7. Kesimpulan – Menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Solusi Awal dengan Metode NWC

Metode North West Corner diterapkan dengan memulai alokasi dari pojok kiri atas matriks biaya. Proses alokasi dilakukan secara berurutan mengikuti

kapasitas supply dan demand yang tersedia.

$$= 7,174,220,000 + 1,808,175,000 + 5,115,110,000 + 11,539,560,000$$

$$= Rp25,637,065,000 \text{ (4.1)}$$

Tabel 5. Proses Alokasi Metode NWC

Langkah	Sel	Perhitungan	Alokasi (tons)
1	x_{11}	min (1,434,844; 1,555,389)	1,434,844
2	x_{21}	min (1,143,567; 120,545)	120,545
3	x_{22}	min (1,023,022; 1,550,659)	1,023,022
4	x_{32}	min (384,652; 527,637)	384,652
5	x_{42}	min (589,150; 142,985)	142,985
6	x_{43}	min (446,165; 446,165)	446,165

Metode NWC menghasilkan biaya distribusi awal sebesar Rp25.637.065.000. Meskipun metode ini memberikan solusi yang cepat, hasilnya belum optimal karena tidak mempertimbangkan jalur dengan biaya transportasi terendah.

Optimalisasi dengan Metode MODI

Langkah 1: Menghitung nilai potensial (R_i dan K_j). Menggunakan Rumus $C_{ij} = R_i + K_j$ untuk sel basis, dan memisalkan $R_i = 0$

Tabel 7. Nilai Potensial (R_i dan K_j)

Sel Basis	C_{ij}	R_i	K_j	Hasil
x_{11}	5	0	K_1	$K_1 = 5$
x_{21}	15	R_2	5	$R_2 = 10$
x_{22}	5	10	K_2	$K_2 = -5$
x_{32}	30	R_3	-5	$R_3 = 35$
x_{42}	0	R_4	-5	$R_4 = 5$
x_{43}	0	5	K_3	$K_3 = -5$

Langkah 2: Menghitung indeks perbaikan ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$)

Tabel 8. Indeks Perbaikan Sel Non-Basis

Sel Non-basis	I_{ij}	Status
x_{11}	20	Positif
x_{13}	40	Positif
x_{23}	25	Positif
x_{31}	-5	Negatif
x_{33}	-25	Negatif
x_{41}	-10	Negative

Tabel 6. Hasil Alokasi Metode NWC

Dari \ Ke	Tj. Priok (1)	Tj. Perak (2)	Makassar (3)	Supply (Tons)
Tj. Priok (A)	1,434,844	0	0	1,434,844
Tj. Perak (B)	120,545	1,023,022	0	1,143,567
Makassar (C)	0	384,652	0	384,652
Dummy (D)	0	142,985	446,165	589,150
Demand (Tons)	1,555,389	1,550,659	446,165	3,552,213

Perhitungan Biaya NWC:

$$Z_{NWC} = (1,434,844 \times 5,000)$$

$$+ (120,545 \times 15,000)$$

$$+ (1,023,022 \times 5,000)$$

$$+ (384,652 \times 30,000)$$

Karena terdapat indeks perbaikan yang bernilai negatif, maka solusi awal NWC belum optimal. Nilai negatif terkecil adalah -25 pada sel X_{33} (Makassar ke Makassar), sehingga sel ini menjadi entering variable.

Langkah 3: Perbaikan Alokasi (Iterasi 1) Entering variable: ($C \rightarrow 3$) dengan index -25

Loop Perbaikan: $x_{33}(+) \rightarrow x_{32}(-) \rightarrow x_{42}(+) \rightarrow x_{43}(-) \rightarrow x_{33}$

Nilai minimum sel (-) = min (384,652 ; 446,165) = 384,652 tons

Alokasi Baru:

- $x_{33} = 0 + 384,652 = 384,652$
- $x_{32} = 384,652 - 384,652 = 0$
- $x_{42} = 142,985 + 384,652 = 527,637$
- $x_{43} = 446,165 - 384,652 = 61,513$

Tabel 9. Hasil MODI Iterasi 1

Dari \ Ke	Tj. Priok (1)	Tj. Perak (2)	Makassar (3)	Supply
Tj. Priok	1,434,844	0	0	1,434,844
Tj. Perak	120,545	1,023,022	0	1,143,567
Makassar	0	0	384,652	384,652
Dummy	0	527,637	61,513	589,150
Demand	1,555,389	1,550,659	446,165	3,552,213

Perhitungan Biaya MODI:

$$\begin{aligned}
 Z_{MODI} &= (1,434,844 \times 5,000) + \\
 & (120,545 \times 15,000) + (1,023,022 \times 5,000) + (384,652 \times 5,000) \\
 &= 7,174,220,000 + 1,808,175,000 \\
 & \quad + 5,115,110,000 \\
 & \quad + 1,923,260,000 \\
 &= Rp16,020,765,000 \quad (4.2)
 \end{aligned}$$

Perbandingan Hasil

Tabel 10. Perbandingan Metode NWC dan MODI

Metode	Total Biaya (Rp)	Penghematan (Rp)	Persentase
North West Corner (NWC)	25,637,065,000	-	-
Modified Distribution Method (MODI)	16,020,765,000	9,616,300,000	37.5%

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode MODI dapat meminimalkan biaya secara signifikan dibandingkan dengan hasil awal dari metode NWC, dengan penghematan sebesar 37,5%. Temuan ini menunjukkan relevansi metode dalam konteks distribusi logistik yang kompleks, terutama di sektor transportasi barang antar pulau berskala besar.

D. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan Metode North West Corner (NWC) dan Modified Distribution Method (MODI) untuk mengoptimalkan biaya distribusi barang antar pelabuhan

utama Indonesia menggunakan data BPS Februari 2026.

Metode North West Corner (NWC) memberikan solusi awal distribusi dengan total biaya sebesar Rp25.637.065.000. Metode ini sederhana dan sistematis, namun hasilnya belum optimal karena tidak mempertimbangkan jalur distribusi dengan biaya paling rendah.

Metode Modified Distribution Method (MODI) berhasil mengoptimalkan alokasi distribusi dari metode NWC dengan memanfaatkan jalur distribusi yang memiliki potensi penghematan biaya berdasarkan indeks perbaikan. Redistribusi barang menghasilkan penurunan biaya menjadi Rp16.020.765.000, dengan penghematan Rp9.616.300.000 (37,5%) dibandingkan metode NWC.

Indeks Perbaikan ($I_{ij} = C_{ij} - R_i - K_j$) memainkan peran penting dalam menentukan jalur distribusi yang lebih efisien. Jalur dengan indeks negatif menjadi prioritas untuk redistribusi. Berdasarkan data BPS Februari 2026, total demand lebih besar dari total supply sebesar 589.150 ton, yang mengindikasikan kekurangan pasokan yang harus dipenuhi dari pelabuhan lain di luar tiga pelabuhan yang diteliti.

Kombinasi metode NWC dan MODI terbukti efektif untuk memecahkan masalah distribusi barang dengan biaya yang lebih rendah dan alokasi yang lebih optimal. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode MODI

dengan perangkat lunak optimasi berbasis teknologi seperti Excel Solver atau Python untuk menangani data yang lebih besar dan kompleks, serta analisis sensitivitas terhadap perubahan biaya transportasi dan kapasitas distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

Alfenza, T. F., & Achmadi, T. (2012). Penentuan Pola dan Pusat Distribusi Bahan Pokok untuk Wilayah Berbasis Kepulauan. *Jurnal Teknik Its*, 1(ISSN: 2301-9271), 21–24.

Ardhyani, I. W. (2017). MENGOPTIMALKAN BIAYA DISTRIBUSI PAKAN TERNAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI (Studi Kasus di PT. X Krian). *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 95–100.

<https://doi.org/10.51804/tesj.v1i2.128>. 95-100

Arofah, I., & Gesthantiara, N. N. (2021). Optimasi Biaya Distribusi Barang dengan Menggunakan Model Transportasi. *JMT : Jurnal Matematika Dan Terapan*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.21009/jmt.3.1.1>

BPS. (2023). *Bongkar/Muat Barang Angkutan Laut Antar Pulau di Pelabuhan Utama (Ton)*, 2026. Bps.Go.Id.

Darmo, F. S., Dinanda, A. F., & Pamungkas, B. P. (2025). Analisis Efisiensi Distribusi Produk pada

UMKM Krupuk Jaya Pesona Menggunakan Metode North West Corner (NWC) dan Least Cost (LC). *Jurnal Akademik Ekonomi Dan Manajemen*, 2(4), 120–127. <https://doi.org/10.61132/mars.v3i6.1204>

Kurnia, R., Shafira, W. A., Oktaviani, R., & Fauzi, M. (2021). PENERAPAN METODE MODIFIED DISTRIBUTION (MODI) UNTUK OPTIMALISASI BIAYA DISTRIBUSI PRODUK ALAT KESEHATAN. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(2), 166–179.

Lasmana, A. (2021). Metode Transportasi Pada Program Linear Untuk Pendistribusian Barang (Transportation Method in Linear Programming for Goods Distribution). *Jurnal Matematika*, 20(1), 35–41. <https://journals.unisba.ac.id/index.php/matematika/article/view/1395>

Putri, A. F., Kirana, A. S., Sari, B. P. P., Agustian, S. A., & Purwaningrum, T. (2025). Optimalisasi Biaya Distribusi Bangunan PT CV SARI GUNUNG dengan Metode Transportasi. *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 2(1b), 2659–2666. <https://doi.org/10.62710/3m1vw314>

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 Informasi Terapan, 6(3), 184–189.

Siahaan, D. B. M., Wanda, J. I., Matuan, H., Patey, Y., Dude, E., & Sutejo, H. (2025). Optimasi Biaya Distribusi Tahu Dan Tempe Menggunakan Metode North West Corner (Nwc) Pada Pabrik Apo Gudang Jayapura. *HUMANITIS: Jurnal Humaniora, Sosial Dan Bisnis*, 3(6), 1518–1523.

Soplanit, P. P. G., Dundu, A. K. T., & Mangare, J. B. (2019). Optimasi Biaya Distribusi Material Dengan Kombinasi Metode Nwc (North West Corner) Dan Modi (Modified Distribution) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1633–1640.

Syam, R., Ihsan, H., & Mukhtar, M. I. (2021). Optimasi Pendistribusian Air dengan Metode North West Corner dan Metode Modified Distribution di PDAM Wae Manurung Kabupaten Bone. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 4(2), 102–113. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v4i2.24444>

Wicaksono, S. T., Fitri, D. I., & Sutejo, H. (2025). Optimasi Biaya Distribusi Kayu Somel dari Hutan Produksi ke Pabrik Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (NWC). *Bulletin of Network Engineer and Informatics*, 3(1), 46–50. <https://doi.org/10.59688/bufnets.v3i1.72>

