



Analisis *Operation Research* dengan Metode Transportasi, MODI dan *Stepping Stone* pada Proses Distribusi untuk Meminimasi Biaya Pengiriman di CV. Partoba Jakarta

Beauty Angel¹✉, Hendi Iskandar¹, Priyo Ari Wibowo¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, STT Wastukencana Purwakarta Jalan Cikopak No.53, Mulyamekar, Kec. Babakancikao, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat 41151

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.31693

✉ Corresponding author:

[\[beautyangel22@wastukencana.ac.id\]](mailto:beautyangel22@wastukencana.ac.id)

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> Sudut barat laut; Biaya terkecil; Vogel aproksimasi; MODI; <i>Stepping stone</i>; POM – QM for Windows</p>	<p>Pendistribusian barang atau jasa merupakan salah satu bagian penting dari kegiatan sebuah instansi pemerintah maupun perusahaan tertentu. Metode MODI. Setelah melakukan analisis dan perhitungan, maka diperoleh hasil kesimpulan terhadap penerapan metode transportasi dengan perhitungan secara manual didapatkan untuk solusi awal Vogell Approximation (VAM) lebih optimum dibandingkan menggunakan metode Least Cost, dan North West Corner yang dibuktikan dengan mencari nilai optimum MODI dan Stepping stone. Kemudian dilakukan uji coba menggunakan software POM - QM dan didapat bahwa menggunakan Software POM – QM dapat mengoptimalkan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi ikan segar pada CV. Partoba. Kemudian setelah dilakukan perhitungan, diperoleh biaya distribusi optimal sebesar Rp35.778.060. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp4.414.035. Maka dari itu perusahaan dapat berhemat hingga 10,98%.</p>
<p><i>Keywords:</i> North West Corner; Least Cost; Vogel Approximation; MODI; Stepping Stone; POM – QM for Windows</p>	<p>Abstract</p> <p><i>The distribution of goods or services is crucial for both governmental institutions and specific companies. Method (VAM), Least Cost method (LC), and North West Corner (NWC), and achieves an optimal solution with the MODI method. Through analysis and calculations, it concludes that initially, Vogel's Approximation Method (VAM) is more optimal compared to the Least Cost and North West Corner methods. This conclusion is supported by finding the optimal MODI and Stepping Stone values. Further testing using POM - QM software confirms that employing this software optimizes distribution costs and allocates fresh fish distribution effectively for CV. Partoba. After calculations, the optimal distribution cost is determined to be</i></p>

Rp35,778,060, resulting in a cost reduction of Rp4,414,035, representing savings of 10.98% for the company.

1. PENDAHULUAN

Proses pendistribusian suatu produk sangat berpengaruh dalam mengoptimalkan keuntungan suatu perusahaan. Untuk itu diperlukan perencanaan yang sangat matang agar pendistribusian dapat dilakukan secara efektif guna mengurangi biaya- biaya yang dikeluarkan. Di tengah persaingan yang ketat, perusahaan harus mempertimbangkan biaya pengiriman sebagai salah satu faktor kunci untuk mempertahankan harga yang kompetitif di pasar. CV. Partoba merupakan tempat usaha supplier ikan tawar dari danau atau waduk ke pasar-pasar di daerah Bekasi, Jakarta, dan Tangerang dengan beberapa pasar dengan permintaan yang paling banyak seperti pasar klender, pasar perumnas, pasar sipon, pasar malabar dan pasar kerangga. Perusahaan CV. Partoba mempunyai tujuan untuk menghasilkan ikan segar yang berkualitas tinggi dan terjangkau dengan penggunaan sumber daya yang efisien. Pada tabel data dibawah ini diakumulasikan dan diambil dari permintaan pasar pada 1 (satu) minggu dibulan desember 2023 untuk dijadikan pengolahan data lanjutan, dengan permintaan setiap minggunya dengan modal penjualan membeli ikan dari peternak dan harga jual ke pasar- pasar dengan rincian dibawah ini, sebagai berikut :

Dengan permintaan pada pasar- pasar setiap jenis ikan pada tiap minggunya berbeda- beda seperti permintaan pada ikan nila dengan total permintaan perminggunya 15.375 Kg dengan membeli ikan pada peternak Rp361.312.500,00 dan penjualan ikan ke pasar mendapat total sebesar Rp522.750.000,00. Kemudian ikan mas dengan permintaan 12.686 Kg dengan modal Rp285.435.000,00 dan penjualan ikan ke pasar sebesar Rp456.69.000,00. Ikan jaer dengan permintaan terbesar ke 2 (dua) setelah ikan nila yaitu sebanyak 13.563 Kg dengan modal Rp291.604.500,00 dan penjualan Rp406.890.000,00 dan yang terakhir ada ikan lele permintaan sebanyak 10.783 Kg dengan modal membeli ikan kepeternak sebesar Rp226.443.000,00 dan penjualan ikan ke pasar mendapat Rp258.792.000,00, jadi total permintaan dalam satu minggu sebanyak 52.407 Kg dengan membeli ikan pada peternak sebesar Rp1.164.795.000,00 dan total penjualan sebesar Rp1.645.128.000,00.-

Kemudian untuk mengetahui laba itu besar atau kecil perlu diperhitungkan beberapa perhitungan seperti pada tabel 1.3 yang dimana perusahaan CV. Partoba melakukan perhitungan harga pokok penjualan yang dimana perhitungan ini akan menentukan biaya operasional dan harga jual dengan pemasarannya yang dilakukan ke beberapa pasar besar yang ada disekitarnya dengan rincian dalam satu minggu sebagai berikut :

Pada harga pokok penjualan di CV. Partoba dengan membeli ikan langsung dari peternaknya mengeluarkan modal sekitar Rp1.190.998.500 dalam satu minggu dengan rata- rata pembelian ikan sebanyak 52.407 Kg dengan harga dan permintaan ikan yang berbeda- beda, pengeluaran lainnya seperti biaya tenaga kerja pada CV. Partoba sebanyak Rp112.120.000 dalam satu minggu dengan total perbulannya sebanyak Rp448.480.000 dengan biaya *factory of overhead* seperti listrik dalam satu bulannya sekitar Rp1.080.000 dalam perhitungan di satu minggunya menghabiskan Rp270.000.00 dan biaya PAM atau air mengeluarkan biaya sebesar Rp75.000.00 dalam satu minggu. Jadi total biaya operasional yang di keluarkan sebanyak Rp1.373.538.500, dengan mengambil profit sebanyak 19.78% dan mendapat harga jual perminggunya sebesar Rp1.645.128.000,-

Kemudian setelah diketahui harga pokok penjualan yang terdiri dari biaya operasional keseluruhan dan harga jualnya, lalu dihitung biaya laba ruginya dengan mencari laba kotor dan laba bersihnya, untuk mendapatkan laba kotor perlu diperhitungkan seperti penjualan dikurangi COGS atau biaya operasional pada tabel dibawah ini, sebagai berikut :

Tabel 1 Tabel Pokok Penjualan dalam 1 minggu di CV. Partoba

No.	Uraian	Total
1	Penjualan	Rp1,645,128,000
2	Dikurangi COGS	Rp1,373,538,500
	LABA KOTOR	Rp271,589,500
3	Dikurangi Beban Komersial	
	Beban Administrasi	Rp32,903
	Beban Pemasaran:	Rp67,450
	Pengiriman & BOP	Rp40,192,823
	Pinjaman/ Cicilan	Rp85,000,000
	Lain- lain	Rp20,000,000
	TOTAL KOMERSIAL	Rp145,293,176

No.	Uraian	Total
	LABA OPERASI	Rp126,296,324
	Dikurangi PPh 22%	Rp27,785,191
	Dikurangi PPn 11%	Rp13,892,596
	LABA BERSIH	Rp85,618,537

Sumber: Data Perusahaan CV. Partoba

Dengan banyaknya permintaan pada perusahaan CV. Partoba, memungkinkan biaya transportasi mengeluarkan biaya distribusi yang besar, sehingga masalah ini menjadi pertimbangan di dalam penyelesaian masalah yang ada di CV. Partoba. Adapun data biaya *overhead* setiap satu minggu dalam bulan oktober-desember pada tahun 2023 di CV.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan menggunakan metode transportasi dengan solusi awal yaitu metode Vogell Approximation (VAM), metode Least Cost dan metode sudut barat laut (North West Corner). Kemudian melakukan uji optimal menggunakan solusi optimum dengan Metode Modified Distribution (MODI). Hal ini dikarenakan penggunaan metode transportasi yang telah dilakukan dari penelitian sebelumnya terbukti mampu menghasilkan biaya distribusi optimal. Maka dari itu, melalui laporan ini penulis mencoba melakukan penelitian mengenai meminimalkan biaya transportasi di CV. Partoba dengan memperhitungkan pengiriman seminimal mungkin bertujuan agar perusahaan mendapat pengeluaran sedikit dan laba atau keuntungan yang besar dari pengiriman. Untuk menentukan metode terbaik dalam melaksanakan proses kerja sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas kerja maka perancangan kerja yang efektif, sehingga dapat membantu untuk pencapaian target.

2. METODE

Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

- Riset lapangan merupakan metode penelitian dilakukan secara langsung untuk mencari data yang diperlukan untuk bahan penulisan.
 - Mencatat data pengiriman ikan dari tiap sumber yang akan mendistribusikan ke tempat tujuan.
 - Mencatat *Demand* dari tempat tujuan atau tiap-tiap outlet.
 - Mencatat biaya yang dikeluarkan tiap sumber ke tujuan
- Riset kepustakaan yaitu suatu metode pengumpulan data dengan cara melakukan penggalan literatur, karya ilmiah, jurnal, dan sebagainya.

Penelitian kali ini hanya menganalisa pendistribusian di wilayah Bekasi, Jakarta, dan Tangerang dengan mengelompokkan pasar- pasar yang ada dalam wilayah sesuai letak pasar tersebut berada, pengelompokan ini di ambil dari pasar besar yang memiliki banyak konsumen pada CV. Partoba, yaitu seperti : Pasar Klender Lama, Pasar Perumnas, Pasar Kerangga, Pasar Sipon, dan Pasar Malabar.

Teknik Pengolahan Data

Adapun metode analisis yang digunakan yaitu :

North West Corner Rule

Sesuai dengan namanya metode ini dimulai dengan cara mengalokasikan jumlah beban maksimum pada sudut kiri atas dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Mengalokasikan jumlah maksimum yang dapat di iijinkan oleh *Supply* dan *Demand* dari pojok kiri atas ke pojok kanan bawah.
- Kolom yang sudah terpenuhi disilangkan sehingga pada baris atau kolom yang disilangkan tersebut adalah sama dengan nol.
- Jika baris atau kolom dipenuhi secara bersamaan, hanya satu yang disilangkan.
- Proses penyilangan tersebut terus dilakukan sampai semua *Supply* dan *Demand* telah terpenuhi.

Vogel's Approximation Method (VAM)

- Evaluasi penalti pada setiap baris dan kolom dengan mengurangi elemen biaya terkecil dalam baris atau kolom dari biaya terkecil berikutnya dalam baris atau kolom yang sama.
- Identifikasi baris atau kolom dengan penalti terbesar, pilih nilai yang sama secara sembarang. Dan alokasikan sebanyak mungkin pada sel yang memiliki unit biaya terendah dalam baris atau kolom yang terpilih.

- c. Sesuaikan *Supply* dan *Demand* dan silang baris atau kolom yang dipenuhi. Setiap baris atau kolom dengan *Supply* nol tidak boleh dipergunakan lagi dalam menghitung penalti berikutnya.
- d. Ulangi langkah a-c sampai semua baris dan kolom terpenuhi.

Least Cost Method

Untuk metode *Least Cost* yaitu dengan memperhitungkan beban biaya terlebih dahulu agar mencapai tujuan meminimasi biaya dengan alokasi sistematis kepada kotak-kotak sesuai dengan besarnya biaya transport dengan langkah sebagai berikut :

- a. Pilih variabel X_{ij} yang memiliki biaya unit terkecil dengan alokasi sebanyak mungkin yang akan menghabiskan baris i atau kolom j .
- b. Dari kotak-kotak sisanya yang tidak terisi atau tidak dihilangkan pilih nilai beban biaya terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin.
- c. Kemudian lanjutkan proses ini sampai semua *Supply* dan *Demand*.

Modified Distribution (MODI)

Method Metode MODI hampir mirip dengan metode *Stepping stone* dalam menentukan indeks perbaikan sel kosong. Perbedaan kedua metode ini adalah pemakaian jalur terpendek dalam pemecahan persoalan dengan langkah berikut :

- a. Solusi awal telah diketahui/didapat
- b. Mencari nilai baris dan kolom dengan menggunakan
- c. Setelah semua persamaan ditulis, dengan rumus $R_1 = 0$
- d. Pecahkan system dari persamaan untuk semua nilai R dan K .
- e. Menghitung nilai / indeks perbaikan setiap sel yang kosong
- g. Buat jalur tertutup h. Ulangi langkah b-g sampai indeks perbaikan yang diperoleh tidak negatif ($IP > 0$)

Stepping stone Method

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menggunakan metode *Stepping stone*, sebagai berikut :

- a. Pilih segiempat tak terpakai yang hendak di evakuasi.
- b. Cari jalur terdekat dari segiempat takterpakai melalui pijakan segiempat itu kembali ke segiempat tak terpakai semula.
- c. Tanda tambah (+) dan kurang (-) muncul bergantian pada tiap sudut sel dari jalur terdekat yang dipilih, dimulai dengan tanda tambah pada sel kosong. Berilah tanda putaran searah jarum jam atau sebaliknya.
- d. Jumlahkan setiap unit biaya dalam segiempat dengan tanda tambah sebagai penjumlahan dan tanda kurang sebagai pengurangan.
- e. Ulangi langkah a-d untuk sel kosong lainnya.
- f. Pilih nilai evaluasi paling negatif, bila tidak ada sel yang negatif pada evaluasi sel kosong berarti pemecahan telah optimal.
- g. Bila ada nilai sel yang negatif, alokasikan sejumlah unit terkecil dari sel bertanda kurang dan tambahkan terhadap sel bertanda tambah.
- h. Ulangi langkah a-g sampai diperoleh indeks perbaikan atau evaluasi sel kosong yang bernilai negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data diperoleh dari bagian pengiriman serta data dari bagian. Data yang digunakan untuk penelitian diperoleh dari gambaran umum dari Pusat Partoba (*Supplier*) dan Pasar- pasar (*demand*) yang dimiliki *supplier-supplier* tersebut. Adapun data pengiriman dari *supplier* ke tujuan pasar- pasar besar secara terperinci yang dimana memiliki kapasitas pada setiap *supplier* didapatkan dari *demand* atau *quantity* setiap pengirimnya yang diperoleh dari data pada tabel 4.1, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kapasitas Supplier di CV. Partoba

No	Pusat Partoba (<i>Supplier</i>)	Kapasitas <i>Supplier</i> (Kg/minggu)
1	Bekasi	14,157
2	Jakarta	18,150
3	Tangerang	20,100

Kemudian setelah didapatkan kapasitas *supplier* seperti Tabel 4.2, data selanjutnya merupakan *Demand* atau permintaan dari beberapa pasa-pasar besar yang memiliki permintaan terbanyak sebagai berikut ini :

Tabel 4.2 Demand Pasar di CV. Partoba

No	Pasar- pasar	Kapasitas Demand (Kg/minggu)
1	Pasar Klender	11,043
2	Pasar Perumnas	6,281
3	Pasar Sipun	9,038
4	Pasar Malabar	10,684
5	Pasar Kerangga	15,361

Tabel di atas menunjukkan kapasitas *Supplier* dan kapasitas *Demand* pada ikan dimana pemesanan dengan jumlah rata- rata selalu stabil, kadang lebih di tiap harinya pada tiap bulan sekali dan berkelanjutan hingga sampai saat ini. Dalam tahap pengirimannya satu order (Kg) per harinya.

Data yang telah diperoleh dibuat menjadi skema penyelesain untuk metode transportasi dengan mempertimbangkan kapasitas *gateway* dan kapasitas *Demand* serta biaya transportasi untuk setiap pengiriman dari masing-masing *gateway* ke *Demand*. Berikut ini skema yang akan digunakan untuk mencari biaya transportasi CV. Partoba :

Tabel 4.3 Model Transportasi Persoalan di CV. Partoba

Ke Dari		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipun	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498	648	905	980	990	14,157
	Jakarta	441	553	804	909	919	18,150
	Tangerang	909	951	520	727	920	20,100
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Berikut tahapan untuk menyelesaikan masalah transportasi yang dibagi menjadi 2 tahapan yaitu menggunakan metode solusi awal dan solusi optimal yang dimana pada proses ini menggunakan 2 tahapan pengerjaan yaitu secara manual dengan pemakaian *Software POM-QM Windows*. Untuk memvalidasi keakurata nilai optimal dalam proses pendistribusian yang ada di CV. Partoba Jakarta.

1. Metode Solusi Awal

a. Metode North West Corner

Tabel 4.4 Penyelesaian Metode North West Corner

Ke Dari		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipun	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498 11,043	648 3,114	905	980	990	14,157
	Jakarta	441	553 3,167	804 9,038	909 5,945	919	18,150
	Tangerang	909	951	520	727 4,739	920 15,361	20,100
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Pada sel X11 dialokasikan muatan secara maksimum yaitu sebesar 11.043, karena pada kolom pasar klender telah terpenuhi maka kolom tersebut sudah tidak dipergunakan untuk tahap selanjutnya, dan sisa muatan penawaran di alokasikan ke sel X12 yaitu sebesar 3.114. Dengan demikian pada baris Bekasi muatannya telah terpenuhi. Dan dilanjutkan pengisian muatan pada sel X22 sebesar 3.167 sehingga kolom pasar perumnas telah terpenuhi dan tidak dipakai lagi, berikutnya alokasikan sisa *Supply* pada baris Jakarta ke pasar sipon 9.038.

Dengan demikian pada kolom pasar sipon muatannya telah terpenuhi. Kemudian dilanjutkan

mengalokasikan muatan pada baris Jakarta ke pasar malabar 5.945. Dengan demikian pada baris Jakarta muatannya telah terpenuhi. Kemudian dilanjutkan mengalokasikan sisa muatan yaitu pada sel X34 dan sel X35 dengan muatan sebesar 4.739 dan 15.361 Muatan. Dari hasil total biaya mendapatkan Rp39.516.567,-

b. Metode *Vogel's Approximation Method*

Tabel 4.5 Hasil Akhir Penyelesaian Metode Vogel hingga tahap ke 7

Dari \ Ke		Tujuan					Supply	Selisih Baris
		Pasar Klender	Pasar Perumns	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga		
Sumber	Bekasi	498 11,043	648	905	980	990 3,114	14,157	-
	Jakarta	441 11,043	553 6,281	804	909	919 11,869	18,150	-
	Tangerang	909	951	520 9,038	727 10,684	920 378	20,100	-
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361		
Selisih Kolom		-	-	-	-	-		

Pada tahap yang ada di tabel 4.5 Metode ini membutuhkan hingga 7 (tujuh) tahap untuk mendapatkan nilai optimal yang dimana pada hasil penyelesaiannya ditahap 7 (tujuh) ini kotak kosong yang tersisa 1 (satu) kotak, tidak perlu untuk dicari selisih lagi tetapi langsung diberi muatan sesuai kebutuhan yang tersisa. Dan untuk kotak Bekasi-Pasar Kerangga diberikan 3.114 muatan. Dengan demikian semua *Demand* telah terpenuhi yang berarti solusi awal telah diperoleh. Jadi total biaya sebesar Rp35.775.060,-.

c. Metode Biaya Terendah

Tabel 4.6 Hasil Akhir Penyelesaian Metode LC hingga tahap 7

Dari \ Ke		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498 11,043	648	905	980	990 14,157	14,157
	Jakarta	441 11,043	553 6,281	804	909	919 826	18,150
	Tangerang	909	951	520 9,038	727 10,684	920 378	20,100
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Pada tabel 4.6 dengan menggunakan metode biaya terendah membutuhkan 7 (tujuh) tahap dalam mencari nilai yang optimal. Dengan demikian pada kolom Pasar Perumnas telah terpenuhi. Total biaya yang didapatkan sebesar Rp36.516.689,-

2. Penentuan solusi Optimum

a. Metode *Modified Distribution*

1) Penentuan nilai optimum metode NWC

Dari hasil perhitungan MODI, didapatkan pada proses ini membutuhkan hingga 4 (empat) iterasi dalam mencari nilai optimal, yang dimana pada proses penentuan solusi awal nilai NWC belum mendapatkan nilai yang optimal sehingga di analisis ulang menggunakan MODI dengan hasil dari evaluasi sel kosong, maka diperoleh hasil evaluasi untuk iterasi IV sebagai berikut ;

Tabel 4.7 Hasil evaluasi sel kosong Metode MODI tahap NWC dengan Iterasi IV

Dari \ Ke		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498 11,043	648	905	980	990 3,114	14,157
	Jakarta	441	553 6,281	804	909	919 11,869	18,150

Dari \ Ke	Tujuan					Supply
	Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Tangerang	909	951	520	727	920	20,100
			9,038	10,684	378	
<i>Demand</i>	11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Sumber : Hasil Pengelolahan Data, 2024

Didapatkan hasil yang dimana tiap kolom terisi dengan alokasi dan biaya pada masing- masing pengiriman. Yang dimana pada proses penentuan nilai optimum metode NWC inimembutuhkan 4 iterasi untuk mendapatkan nilai optimal. Karena hasil yang diperoleh sama dengan hasil yang di dapat pada penentuan nilai solusi awal metode vogel, maka dalam proses selanjutnya dapat digabungkan untuk menentukan solusi optimum yang akan dicari.

2) Penentuan nilai optimum *Least Cost*

Pada proses menentukan nilai solusi awal pada penggunaan metode LC maka dalam penentuan solusi optimal pada tahapan ini yaitu untuk metode LC menggunakan perhitungan dan hasil yang sama yang dimana hasil dari evaluasi kosong tersebut memiliki nilai yang sama pada tahap menentukan nilai optimum pada metode NWC. Hasil dari evaluasi sel kosong tersebut dan penentuan sel baru, maka diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil evaluasi sel kosong Metode MODI tahap LC

Ke Dari		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498	648	905	980	990	14,157
		11,043				3,114	
	Jakarta	441	553	804	909	919	18,150
			6,281			11,869	
	Tangerang	909	951	520	727	920	20,100
				9,038	10,684	378	
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

3) Penentuan nilai optimum lanjutan

Karena pada proses menentukan nilai solusi optimum pada NWC dan LC memiliki solusi yang sama hasilnya dengan metode VAM, maka dalam penentuan solusi optimal pada tahapan NWC, VAM, dan LC menggunakan perhitungan hasil yang sama.

Tabel 4.9 Penyelesaian metode MODI

Ki			498	624	590	798	990	
Ri	Dari \ Ke		Tujuan					Supply
			Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
0	Sumber	Bekasi	<div>498</div> <div>11,043</div>	<div>648</div> <div>6,281</div>	<div>905</div> <div>9,038</div>	<div>980</div> <div>10,684</div>	<div>990</div> <div>15,361</div>	14,157
-71		Jakarta	<div>441</div> <div>6,281</div>	<div>553</div> <div>6,281</div>	<div>804</div> <div>9,038</div>	<div>909</div> <div>10,684</div>	<div>919</div> <div>11,869</div>	18,150
-70		Tangerang	<div>909</div> <div>9,038</div>	<div>951</div> <div>9,038</div>	<div>520</div> <div>9,038</div>	<div>727</div> <div>10,684</div>	<div>920</div> <div>378</div>	20,100
	Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Ketika dalam proses penentuan nilai optimum lanjutan yang dimana perhitungan ini dicari dengan perhitungan yang sama pada tahap NWC, VAM, dan LC di dapatkan pada hasil tabel 4.9. kemudian dicari indeks perbaikan. Karena tidak ada nilai indeks perbaikan yang negatif maka solusi sudah optimal. dengan demikian, besarnya biaya transportasi dari solusi akhir yang diperoleh dapat dihitung :

- Bekasi – Pasar Klender $498 \times 11.043 = 5.499.414$
- Bekasi – Pasar Kerangga $990 \times 3.114 = 3.082.860$

c. Jakarta – Pasar Perumnas	553 x 6.281	= 3.473.394
d. Jakarta – Pasar Kerangga	919 x 11.869	= 10.907.610
e. Tangerang – Pasar Sipon	520 x 9.038	= 4.699.760
f. Tangerang – Pasar Malabar	727 x 10.684	= 7.767.270
g. Tangerang – Pasar Kerangga	920 x 378	= 347.760
TOTAL		35.778.057

Maka dari perhitungan penyelesaian metode modi didapatkan besarnya biaya transportasi dari solusi akhir di peroleh Rp35.778.057. Selanjutnya setelah didapatkan solusi optimal dengan besarnya biaya transportasi ini akan dilanjutkan ke tahap metode *Stepping stone*.

b. Metode *Stepping stone*

1) Metode *Stepping stone* pada tahap NWC

Evaluasi pada nilai indeks perbaikan yang bertanda negatif dilakukan serupa dengan evaluasi metode MODI dengan menggunakan segiempat jalur terpendek yang hasilnya serupa dengan perbaikan menggunakan metode MODI, sehingga diperoleh penyelesaian yang sama yang dimana didapatkan seperti dibawah ini :

Tabel 4.10 Hasil evaluasi sel kosong Metode *Stepping Stone* tahap NWC

Ke Dari		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498 11,043	648	905	980	990 3,114	14,157
	Jakarta	441	553 6,281	804	909	919 11,869	18,150
	Tangerang	909	951	520 9,038	727 10,684	920 378	20,100
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

2) Metode *Stepping stone* pada tahap lanjutan

Karena pada proses penggunaan metode *Stepping stone* tahap NWC bentuk penyelesaian yang sama maka proses *Stepping stone* pada NWC, LC, dan VAM dapat dilakukan proses perhitungan yang sama oleh ketiga metode penyelesaian solusi awal tersebut.

Tabel 4.11 Penyelesaian Metode *Stepping stone*

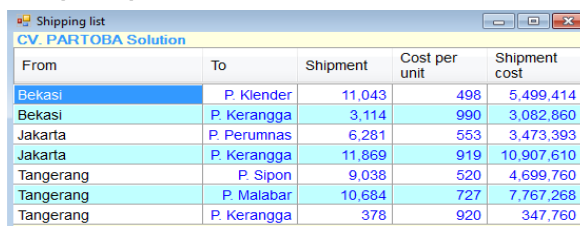
Ke Dari		Tujuan					Supply
		Pasar Klender	Pasar Perumnas	Pasar Sipon	Pasar Malabar	Pasar Kerangga	
Sumber	Bekasi	498 11,043	648	905	980	990 3,114	14,157
	Jakarta	441	553 6,281	804	909	919 11,869	18,150
	Tangerang	909	951	520 9,038	727 10,684	920 378	20,100
Demand		11,043	6,281	9,038	10,684	15,361	

Karena tidak ada lagi sel kosong yang bernilai negatif, maka solusi biaya transportasi di atas telah optimal yaitu sebesar Rp35.778.057.

Uji Coba *PM QM For Windows*

Kemudian setelah menentukan topik analisa biaya pengiriman dengan *software PO- QM* menggunakan metode Sudut barat laut, biaya terkecil dan vogel mencari jurnal peneliti yang berkaitan dengan permasalahan di tempat penelitian transportasi yaitu Sudut barat laut, biaya terkecil, dan VAM, setelah mencari nilai optimal secara manual, selanjutnya dilakukan pada tahap menggunakan *software* agar hasil lebih akurat atau benar, berikut adalah hasil pengamatan penelitian 2024 pada pengguna *software QM For Windows* :

1. Metode Sudut Barat Laut (NWC)



From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Bekasi	P. Klender	11,043	498	5,499,414
Bekasi	P. Kerangga	3,114	990	3,082,860
Jakarta	P. Perumnas	6,281	553	3,473,393
Jakarta	P. Kerangga	11,869	919	10,907,610
Tangerang	P. Sipon	9,038	520	4,699,760
Tangerang	P. Malabar	10,684	727	7,767,268
Tangerang	P. Kerangga	378	920	347,760

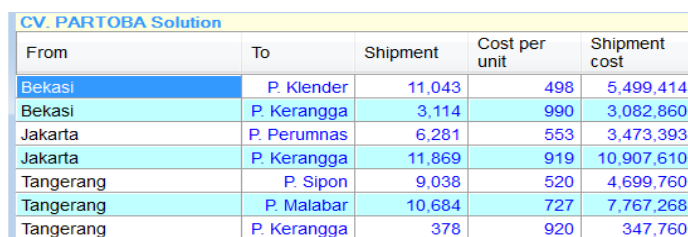
Gambar 4.1 Hasil Pengalokasian dengan Metode North West Corner

Dari hasil *transportation results* dengan metode NWC (*North West Corne*) dapat diperoleh hasil yang optimal sebesar Rp35.778.060. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengiriman yang optimal dari perusahaan yang dapat melakukan pengiriman melalui Bekasi dialokasikan ke pasar klender sebanyak 11.043 Kg, dan ke Pasar Kerangga 3.114 Kg. Kemudian dilakukan pengiriman melalui Jakarta dialokasikan ke pasar perumnas sebanyak 6.281 Kg, dan ke pasar kerangga sebanyak 11.869 Kg. Dan yang terakhir melalui Tangerang dialokasikan ke pasar sipon sebanyak 9.038, ke sebuah pasar malabar sebanyak 10.684 Kg dan ke pasar kerangga sebanyak 378 Kg, sehingga semua kebutuhan permintaan dapat terpenuhi.

Dengan perhitungan menggunakan *software POM - QM* tertera hasil alokasi produk paling optimum dan total biaya distribusi sebesar Rp35.778.060. Terdapat persamaan pada penggunaan *software* ini dengan perhitungan secara manual yakni dibutuhkannya 4 iterasi atau memiliki iterasi terbanyak. Dengan menggunakan *Software POM - QM* memperoleh penurunan biaya distribusi hingga sebesar Rp4.414.660,- sehingga perusahaan akan berhemat hingga 10,98% dari biaya distribusi perusahaan sebelumnya.

2. Metode VAM (Vogel's Approximation Method)

Dengan perhitungan menggunakan *software POM - QM* tertera hasil alokasi produk yang paling optimum dengan total biaya distribusi sebesar Rp35.778.060. dan pada proses ini tidak ada pengulangan atau iterasi lanjutan untuk perhitungan dalam mencari solusi, dalam proses mencari nilai optimum pada metode VAM ini sudah dikatakan optimal.



From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Bekasi	P. Klender	11,043	498	5,499,414
Bekasi	P. Kerangga	3,114	990	3,082,860
Jakarta	P. Perumnas	6,281	553	3,473,393
Jakarta	P. Kerangga	11,869	919	10,907,610
Tangerang	P. Sipon	9,038	520	4,699,760
Tangerang	P. Malabar	10,684	727	7,767,268
Tangerang	P. Kerangga	378	920	347,760

Gambar 4.2 Rincian Biaya Transportasi yang Optimal Pada Software POM QM

Pada gambar 4.2 didapatkan hasil rincian biaya transportasi yang sama pada tahap NWC menandakan bahwa biaya sudah optimal. Menunjukkan bahwa total biaya pengiriman ikan dari Bekasi ke pasar klender sebanyak 11.043 Kg dengan biaya Rp498.000, sehingga diperoleh total biaya sebesar Rp5.499.414,- selanjutnya ke pasar kerangga sebanyak 3.114 Kg dengan biaya sebesar Rp990.000,- sehingga diperoleh biaya sebesar Rp 3.082.860. Untuk *Supplier* Jakarta dalam pengirimannya ke pasar perumnas sebanyak 6.281 Kg dengan biaya Rp553.000 sehingga memperoleh total biaya sebesar Rp 3.473.390.

Kemudian pengiriman dari jakarta ke pasar kerangga sebanyak 11.869 Kg dengan biaya Rp919.000 memperoleh total biaya sebesar Rp10.907.610,- dan untuk *supplier* dari Tangerang ke pasar sipon sebanyak 9.038 Kg dengan biaya Rp520.000,- sehingga memperoleh biaya Rp4.699.760, kemudian ke pasar malabar sebanyak 10.684 Kg dengan biaya Rp727.000,- memperoleh total biaya sebesar Rp7.767.268,- dan yang terakhir dikirim ke pasar kerangga sebanyak 378 Kg dengan biaya Rp920.000, dengan memperoleh biaya sebesar Rp347.760,-.

3. Metode Least Cost atau Biaya Terkecil

Hasil pengalokasian dengan metode biaya terendah akan terlihat saat dilakukan perhitungan dari gudang ke beberapa distributor tujuan. Terdapat suatu persamaan pada penggunaan *software* ini dengan perhitungan pada tahap penyelesaian solusi biaya optimum dan secara manual proses ini membutuhkan 2 iterasi untuk mendapatkan penurunan biaya distribusi hingga sebesar Rp4.414.660,- sehingga perusahaan akan berhemat hingga 10,98% dari biaya distribusi perusahaan sebelumnya, dapat menaikkan laba perusahaan.

CV. PARTOBA Solution				
From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Bekasi	P. Klender	11,043	498	5,499,414
Bekasi	P. Kerangga	3,114	990	3,082,860
Jakarta	P. Perumnas	6,281	553	3,473,393
Jakarta	P. Kerangga	11,869	919	10,907,610
Tangerang	P. Sipon	9,038	520	4,699,760
Tangerang	P. Malabar	10,684	727	7,767,268
Tangerang	P. Kerangga	378	920	347,760

Gambar 4.3 Rincian Biaya Transportasi yang Optimal Pada Software POM QM

Total biaya pengiriman ikan dari Bekasi ke pasar klender sebanyak 11.043 Kg dengan biaya Rp498.000, sehingga diperoleh total biaya sebesar Rp5.499.414,- selanjutnya ke pasar kerangga sebanyak 3.114 Kg dengan biaya sebesar Rp990.000,- sehingga diperoleh biaya sebesar Rp 3.082.860. Untuk *Supplier* Jakarta dalam pengirimannya ke pasar perumnas sebanyak 6.281 Kg dengan biaya Rp553.000 sehingga memperoleh total biaya sebesar Rp 3.473.390. Kemudian pengiriman dari jakarta ke pasar kerangga sebanyak 11.869 Kg dengan biaya Rp919.000 memperoleh total biaya sebesar Rp10.907.610,- dan untuk *supplier* dari Tangerang ke pasar sipon sebanyak 9.038 Kg dengan biaya Rp520.000,- sehingga memperoleh biaya Rp4.699.760, kemudian ke pasar malabar sebanyak 10.684 Kg dengan biaya Rp727.000,- memperoleh total biaya sebesar Rp7.767.268,- dan yang terakhir dikirim ke pasar kerangga sebanyak 378 Kg dengan biaya Rp920.000, dengan memperoleh biaya sebesar Rp347.760.

Perbandingan Biaya Distribusi

Setelah perusahaan melakukan analisis dengan memperhitungkan biaya distribusi menggunakan tiga metode yaitu *North West Corner* (NWC), *Vogell Approximation Method* (VAM), dan *Least Cost* (LC), dengan solusi optimum menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI), dan *Stepping Stone* maka diperoleh hasil pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.12 Perbandingan antara Output Metode dan Uji MODI

Metode	Output Metode	Uji MODI & Stepping Stone
NWC	Rp39,516,567	Rp35,778,057
VAM	Rp35,775,060	Rp35,778,057
LC	Rp36.516.689	Rp35,778,057

Dari Tabel 4.12, kita dapat menyimpulkan bahwa tiap metode belum cukup optimal jika tidak dilakukan uji solusi akhir atau solusi yang optimum. Maka dari itu diperlukan solusi akhir dengan metode MODI dan *Stepping stone*. Setelah dilakukan uji *Modified Distribution* dan *Stepping Stone*, pada metode NWC, VAM dan LC memiliki selisih yang berbeda dimana selisih VAM dan LC yaitu Rp738.620, kemudian LC dan NWC sebesar Rp2.600.000 dan selisih antara NWC dengan VAM sebesar Rp3.338.623.

Tabel 4.13 Perbandingan antara Output POM-QM dan Kebijakan Perusahaan

Metode	Uji MODI & Stepping Stone	Perusahaan
NWC	Rp35,778,057	Rp40,192,823
VAM	Rp35,778,057	Rp40,192,823
LV	Rp35,778,057	Rp40,192,823

Dari Tabel 4.13 kemudian hasil yang didapatkan dari ketiga metode VAM, LC, dan NWC yang telah di dengan metode Uji *Modified Distribution* dan *Stepping Stone* menghasilkan nilai yang serupa atau sama. Sehingga selisih anatar ketiga metode tersebut terhadap biaya distribusi perusahaan yaitu sebesar Rp40,192,823. Maka dari itu, perusahaan akan akan berhemat hingga 10,98% dan perusahaan mendapatkan target pencapaian laba yang diharapkan.

Tabel 4.14 Perbandingan Uji MODI dan Kebijakan Perusahaan

Metode	Output PM- QM	Perusahaan
NWC	Rp35,778,060	Rp40,192,823
VAM	Rp35,778,060	Rp40,192,823
LV	Rp35,778,060	Rp40,192,823

Dari Tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa Output dari *Software POM-QM* dari ketiga metode tersebut seperti *Nort West Corner*, *Least Cost*, *Vogel Approxmation* menghasilkan nilai yang dibulatkan, yang dimana biaya dengan menggunakan solusi optimum secara manual didapatkan Rp35.778.057 dan dibulatkan menjadi Rp35.778.060. Hal ini sangat relevan dengan riset yang dilakukan oleh ahli Suparjo (2021) yang menyatakan penggunaan software ini menghasilkan total biaya distribusi yang sama atau dibulatkan secara otomatis. Sehingga selisih yang didapat dari ketiga metode tersebut terhadap biaya distribusi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar Rp35,778,060 dengan pengurangan biaya awal didapatkan Rp4.414.035. Maka, perusahaan akan berhemat hingga 10,98%.

Implikasi Manajerial

Pada implikasi Manajerial setelah melakukan analisis dan perhitungan pada pengoptimalan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi ikan segar di CV. Partoba, kemudian diperoleh hasil implikasi manajerial untuk mendapatkan hasil jalan cepat perusahaan dalam suatu biaya pendistribusian dan pengalokasian distribusi ikan segar, agar perusahaan dapat meminimasi biaya yang awalnya tidak ter-*manage* oleh perusahaan. Menerapkan dan menjalankan suatu metode transportasi dapat meminimasi biaya distribusi pada pendistribusian ikan segar dan itu terbukti lebih optimum.

Dapat dilihat dari tabel perbandingan bahwa Metode *Vogell Aproxmation* (VAM), *Least Cost*, dan *North West Corner* (NWC) memperoleh biaya distribusi yang optimal, namun dengan tahap atau iterasi yang berbeda, seperti metode NWC yang memiliki 4 (empat) iterasi, kemudian LC memiliki 2 (dua) iterasi dan VAM hanya 1 (satu) kali iterasi. Jika perusahaan berfokus dengan iterasi yang pendek, maka sebaiknya perusahaan dapat menggunakan metode *Vogell Aproxmation*. Kemudian, dalam mengalokasikan ikan segar, perusahaan sebaiknya menerapkan dan menjalankan metode transportasi MODI dan *Stepping Stone* sehingga alokasi produk berpengaruh terhadap penurunan biaya distribusi.

Biaya distribusi bisa dipengaruhi oleh adanya jarak dan *demand*. Semakin jauh jaraknya yang harus ditempuh dan demand yang fluktuatif akan menyebabkan biaya distribusi yang tinggi. Pengalokasian ikan segar yang kurang tepat juga dapat mempengaruhi terhadap suatu biaya distribusi, jika perusahaan tidak mengalokasikan ikan segar dan tidak dilakukan secara tepat maka akan terjadi kenaikan biaya distribusi yang sangat tinggi, yang memungkinkan biaya tersebut berdampak rugi pada perusahaan akibat tidak dapat manajemen dalam alur pendistribusian. Dari hasil penelitian ini, metode transportasi dapat meminimasi biaya distribusi dengan melakukan alokasi produk secara tepat dan tepat hingga sampai kepada

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian data yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya di CV. Partoba, maka peneliti dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses distribusi ikan dilakukan melalui sumber seperti Bekasi, Jakarta, dan Tangerang, dengan banyaknya daya tampung atau permintaan pada tujuan pasar- pasar besar seperti pasar klender, pasar perumnas, pasar sipon, pasar malabar, dan pasar kerangga.
2. Permasalahan nilai awal dapat diselesaikan menggunakan dengan metode Sudut Barat Laut, Metode Biaya Terendah, dan Metode Vogel. Sedangkan pada permasalahan nilai optimum dapat menggunakan Metode *modifiel distribution* (MODI) atau Metode *Stepping Stone*. Hasil pendistribusian pada pemecahan solusi awal, metode vogel lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode NWC dan metode LC. Sedangkan pada proses penentuan nilai optimal, MODI dan Metode *Stepping Stone* memberikan hasil yang sama.
3. Hasil dengan cara manual menunjukkan bahwa pendistribusian yang paling optimum dari Bekasi ke Pasar Klender dapat dilakukan pengiriman sebesar 11.043 Kg, dari Bekasi ke Pasar kerangga sebesar 3.114 Kg. Pada sumber Jakarta mendistribusikan ke dua lokasi yaitu Pasar Perumnas sebesar 6.281 Kg, dan Pasar Kerangga sebesar 11.869 Kg. Pada sumber Tangerang pendistribusian ke tiga lokasi yaitu Pasar sipon sebesar 9.038 Kg, Pasar Malabar sebesar 10.684 Kg dan Pasar Kerangga sebesar 378 Kg. Selain itu, diperoleh suatu pola pengiriman biaya yang paling optimum dengan total biaya pengiriman sebesar Rp35.788.057. Kemudian Setelah dilakukan perhitungan menggunakan manual, lalu di uji coba menggunakan *software POM-QM* untuk mendapatkan hasil yang akurat, diperoleh biaya distribusi optimal sebesar Rp35.778.060 yang dimana dalam perhitungan manual didapatkan biaya distribusi sebesar Rp35.778.057. Hal ini relevan dengan riset yang dilakukan oleh Suparjo (2021) yang menyatakan penggunaan software ini menghasilkan total biaya distribusi yang sama atau dibulatkan secara otomatis.

5. REFERENSI

- Fahmi Kurniawan Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan e (2022). Penerapan Metode *Vogel's Aproximation Method* (VAM) Dalam Menentukan Harga Pengiriman V (2): 292 – 296. Medan
- Suparjo, (2021). Optimalisasi Biaya Pengiriman Menggunakan Metode NWC, *Least Cost* dan VAM Dengan Software POM-QM Pada Bagian Logistic PT Gotrans Logistic International
- Mutiara Kurnia , Jauhari Arifin, Rianita Puspa Sari, (2021). Optimalisasi Biaya Pengiriman Menggunakan Metode NWC, *Least Cost* dan VAM Dengan Software POM-QM Pada Bagian Logistic PT Gotrans Logistic International

- Imam Arifin, Sandy Rahmansyah, Saarah Nur Fauziyyah, M.Fauzi, (2022). Minimasi Biaya Pengiriman Tahu Menggunakan Metode Transportasi.
- Jonius Gea, (2019). Analisa Minimasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan *Vogel's Approximation Method* (VAM) Studi Kasus CV. Tao Toba Indah
- Ni Ketut Kertiasih, (2015). Penggunaan Metode Transportasi Dalam Program Linear untuk Pendistribusian Barang.
- Nuril Kutvi Azizah, Mohammad Suryawinata, (2018). Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Sejahtera Pada Perum Bulog Sub Driver Sidoarjo.
- Risnawati Iknas, (2017). Implementasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Roti Pada PT. Granedia Makassar.
- Imelda Dua Reja, Yosafat Pati Koten, Patrisius Migu Hekin. Afandi, D. A. (2018). Perbandingan Metode *Least Cost* - MODI Dan *Least Cost* - Stepping Stone Pada Pengoptimalan Distribusi Barang. Universitas Sumatera Utara, (2018). Analisis Penerapan Model Transportasi Dalam Optimasi Biaya Distribusi Barang Dengan North West Corner Method (NWCM) Pada PT. Unilever Indonesia.
- Widya Astuti, Yulia Rahma Siregar, Nurhalimah, Desi Indriani Lubis, Ahmad Albar Tanjung. (2024). Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Produk Black Parfume Menggunakan Pendekatan Model Transportasi
- Halimah Al Zaqi Sembiring, Desi Putriyanti Perangin-angin, Ahmad Albar Tanjung, (2022). Minimasi Biaya Pengiriman Perusahaan Jasa J&T Menggunakan Metode Transportasi. , Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma.
- 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.
- Imbang, P. ., Pratasih, P. A. ., & Walangitan, D. R. . (2018). Optimasi biaya distribusi material dengan Metode North West Corner studi kasus Pembangunan gedung laboratorium fakultas. *Jurnal Sipil Statik*, 6(10), 847–852.
- Mutiara Kurnia, Jauhari Arifin, Rianitas Puspa Sari. (2024). Optimalisasi Biaya Distribusi dan Alokasi Produk Dengan Menggunakan Metode Transportasi.