

# MINIMASI BIAYA DISTRIBUSI PRODUK PERTALITE DENGAN MENGGUNAKAN MODEL TRANSPORTASI PADA PT PERTAMINA PATRA NIAGA INTEGRATED TERMINAL BITUNG

Hilda D. K. Y. Piopadang, Tritiya A. R. Arungpadang, Charles S. C. Punuhsingon

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

## ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan tentang perbandingan akhir biaya minimum distribusi produk pertalite dan mengetahui hasil optimal biaya distribusi produk pertalite dengan menggunakan Metode *Stepping Stone* dan perbandingan *software* POM-QM. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pengolahan data yang digunakan adalah Metode Barat Laut, Metode Biaya Terendah, dan Metode Vogel sebagai metode yang digunakan sebagai solusi awal yang layak. Solusi akhir yang digunakan untuk mencari solusi optimal adalah Metode *Stepping Stone* dan penggunaan *software* POM-QM sebagai pembanding. Hasil biaya distribusi yang diperoleh dengan menggunakan Metode Barat Laut sebesar Rp. 276.892.208, Metode Biaya Terendah diperoleh Rp. 186.058.754, dan Metode Vogel sebesar Rp. 77.415.457. Metode *Stepping Stone* sebagai hasil akhir diperoleh Rp. 77.415.457. Metode yang paling mendekati nilai optimal adalah Metode Vogel karena dapat memberikan biaya yang minimum dan memberikan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan metode lainnya.

**Kata kunci:** Metode Barat Laut, Metode Biaya Terendah, Metode Vogel.

## ABSTRACT

*This study describes the final comparison of the minimum cost of pertalite product distribution and knowing the optimal results of pertalite product distribution costs using the Stepping Stone method and POM-QM software comparison. The type of research used is quantitative research with data processing used is the Northwest Corner Method, the Least Cost Method, and the Vogel Method as the method used as the initial feasible solution. The final solution used to find the optimal solution is the Stepping Stone Method and the use of POM-QM software as a comparison. The distribution cost results obtained using the Northwest Corner Method are Rp. 276,892,208, the Least Cost Method obtained Rp. 186,058,754, and the Vogel Method Rp. 77. 415.457. The Stepping Stone Method as the final result obtained Rp.77,415,457. The method that is closest to the optimal value is the Vogel Approximation Method because it can provide minimum costs and provide greater benefits when compared to other methods.*

**Keywords:** Northwest Corner Method, Least Cost Method, Vogel's Approximation Method.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya zaman dan teknologi, perusahaan diperhadapkan dengan persaingan yang ketat untuk saling berkompetisi dalam memperoleh keuntungan. Untuk tetap bertahan di era persaingan ini, diperlukan manajemen pengelolaan yang baik. Salah satu hal penting yang dapat dilakukan perusahaan agar dapat bertahan adalah dengan melakukan pengoptimalan biaya (Handayani, 2020). Kegiatan yang sering membutuhkan pengoptimalan biaya dalam perusahaan adalah pendistribusian produk.

Seiring dengan berkembangnya zaman dan teknologi, perusahaan diperhadapkan dengan persaingan yang ketat untuk saling berkompetisi dalam memperoleh keuntungan. Untuk tetap bertahan di era persaingan ini, diperlukan manajemen pengelolaan yang baik. Salah satu hal penting yang

dapat dilakukan perusahaan agar dapat bertahan adalah dengan melakukan pengoptimalan biaya (Handayani, 2020). Kegiatan yang sering membutuhkan pengoptimalan biaya dalam perusahaan adalah pendistribusian produk.

Model transportasi adalah salah satu bentuk aplikasi dari konsep program linier. Masalah transportasi merupakan suatu masalah yang bertujuan mengatur pengalokasian berbagai komoditas homogen tunggal yang awalnya disimpan di berbagai daerah penawaran untuk selanjutnya disalurkan ke berbagai daerah tujuan, sedemikian rupa bahwa total biaya transportasi tersebut adalah minimum. Metode penyelesaian awal dari model transportasi merupakan Metode Barat Laut (*Northwest Corner*), Metode Biaya Terendah (*Least Cost*), dan Metode Vogel (*Vogel's Approximation Method*).

**1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara meminimalkan biaya distribusi produk pertalite di PT. Pertamina Patra Niaga IT Bitung?
2. Bagaimana hasil optimal biaya distribusi produk pertalite yang telah diperoleh melalui metode pada solusi akhir?

**1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini akan dibatasi pada penerapan model transportasi dengan menggunakan tiga metode, yaitu Metode Barat Laut (*Northwest Corner*), Metode Biaya Terendah (*Least Cost*), dan Metode Vogel (*Vogel's Approximation Method*). Selain itu, pada penelitian ini juga akan mengasumsikan beberapa hal, yaitu kecepatan setiap mobil tangki sama, kondisi jalan, tangki timbun dalam keadaan penuh, dan tidak ada kemacetan dalam pendistribusian pertalite ke SPBU.

**1.4. Tujuan Penelitian**

1. Menentukan cara meminimalkan biaya distribusi produk pertalite yang dikeluarkan oleh perusahaan.
2. Mengetahui hasil optimal biaya distribusi produk pertalite terhadap penggunaan metode yang menghasilkan biaya paling minimum dengan menggunakan Metode *Stepping Stone* dan perbandingan menggunakan *software* POM-QM.

**1.5. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi dan wawasan baru mengenai strategi dan metode yang dapat digunakan untuk meminimalkan biaya distribusi.
2. Memberikan solusi dalam mengoptimalkan biaya pendistribusian barang sebagaimana yang diinginkan pihak perusahaan, dan sebagai informasi kepada perusahaan dalam melakukan evaluasi untuk memperbaiki sistem distribusi untuk dapat meningkatkan dan meminimalkan biaya pendistribusian barang.

**II. LANDASAN TEORI**

**2.1. Pertalite dan Distribusi Pertalite di PT. Pertamina IT Bitung**

**2.1.1. Pertalite**

Pertalite adalah merupakan bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina. Keunggulan pertalite versi Pertamina antara lain pertalite dinilai lebih bersih daripada premium karena memiliki RON diatas 88 yang terkandung dalam premium. Selain itu juga ditambahkan zat aditif *EcoSAVE*. Zat aditif *EcoSAVE* ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih, dan irit (Ryan *et al*, 2013).

**2.1.2. Distribusi pertalite di PT IT Bitung**

Distribusi sendiri meliputi kegiatan pergudangan, pengiriman, persediaan, dan pemenuhan pesanan. Distribusi adalah faktor keempat dari pemasaran tradisional yang mengacu pada bagaimana suatu produk atau layanan dirancang sedemikian rupa sehingga pelanggan bisa mendapatkannya. Kegiatan distribusi meliputi pemantauan langganan, proses pemesanan ,dan pengiriman. Sistem pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan dilakukan secara satu per satu, artinya ketika mobil tangki telah mendistribusikan produk akan langsung kembali ke sumber tanpa perlu lagi menuju ke tujuan lain.

**2.2. Transportasi**

**2.2.1. Persoalan transportasi**

Masalah transportasi adalah masalah program linear yang membahas tentang sulitnya mengangkut suatu komoditas atau produk dari berbagai sumber (*supply*) ke berbagai tujuan (*destination, demand*) dengan tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman komoditas yang terjadi (Ary, 2013). Berdasarkan fakta bahwa rute pengiriman yang berbeda akan menghasilkan biaya pengiriman yang berbeda pula, maka tujuan dari penyelesaian masalah transportasi adalah untuk menentukan berapa banyak suatu jenis komoditas yang harus dikirim dari setiap sumber ke sejumlah tujuan sehingga permintaan dari setiap tujuan terpenuhi dengan biaya pengiriman keseluruhan yang serendah mungkin (Taufiq, 2017).

**2.2.2. Model transportasi**

Model transportasi merupakan suatu teknik untuk mengatur distribusi dari sumber—sumber yang mengirimkan produk yang sama (barang tunggal) ke berbagai lokasi secara efektif dan hemat biaya. Kendala yang mungkin terjadi adalah tidak adanya jaringan transportasi dari satu sumber menuju satu tujuan; waktu pengangkutan yang lebih lama dibandingkan masa berlaku komoditas.

Rumus umum untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

Minimumkan:  $C = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij}$

Fungsi Batasan:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad a_i \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = b_j \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad b_j \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j \quad X_{ij} \geq 0$$

Keterangan Notasi :

C: Biaya Transportasi Total

$C_{ij}$  : Biaya Transportasi perunit barang dari sumber i ke tujuan j.

$X_{ij}$  : Jumlah barang yang akan dikirim dari sumber i ke tujuan j

$a_i$ : jumlah barang yang tersedia di sumber i

$b_j$ : jumlah barang yang dibutuhkan di tujuan j

n: jumlah tempat tujuan j

m: jumlah tempat sumber i

Tabel 2. 1 Rumus umum tabel transportasi

Dari \ Ke	$j_1$	$j_2$	$j_n$	Kapasitas
$i_1$	$X_{i1j1}$	$X_{i1j2}$	$X_{i1jn}$	$a_{i1}$
	$C_{i1j1}$	$C_{i1j2}$	$C_{i1jn}$	
$i_2$	$X_{i2j1}$	$X_{i2j2}$	$X_{i2jn}$	$a_{i2}$
	$C_{i2j1}$	$C_{i2j2}$	$C_{i2jn}$	
$i_m$	$X_{imj1}$	$X_{imj2}$	$X_{imjn}$	$a_{im}$
	$C_{imj1}$	$C_{imj2}$	$C_{imjn}$	
Permintaan	$b_{j1}$	$b_{j2}$	$b_{jn}$	

Berdasarkan informasi dari Tabel 2.1, dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

Minimumkan

$$Z = C_{i1j1} X_{i1j1} + C_{i2j2} X_{i2j2} + C_{i1jn} X_{i1jn} + C_{i2j1} X_{i2j1} + C_{i2j2} X_{i2j2} + C_{i2jn} X_{i2jn} + C_{imj1} X_{imj1} + C_{imj2} X_{imj2} + C_{imjn} X_{imjn}$$

Fungsi Batasan:

- 1).  $C_{i1j1} + X_{i1j2} + X_{i1jn} \geq a_{i1}$
- 2).  $C_{i2j1} + X_{i2j2} + X_{i2jn} \geq a_{i2}$
- 3).  $C_{imj1} + X_{imj2} + X_{imjn} \geq a_{im}$
- 4).  $X_{i1j1} + X_{i2j1} + X_{imj1} \geq b_{j1}$
- 5).  $X_{i1j2} + X_{i2j2} + X_{imj2} \geq b_{j2}$
- 6).  $X_{i1jn} + X_{i2jn} + X_{imjn} \geq b_{jn}$

### 2.2.3. Kasus-kasus masalah transportasi

Menurut (Tastrawati, 2015), ada beberapa kasus yang terjadi yang berkaitan dengan masalah transportasi antara lain:

1. Masalah Ketidakseimbangan Transportasi

Terkadang jumlah yang diminta tidak sebanding dengan jumlah yang ditawarkan. Dalam solusi ideal, terdapat permintaan yang tidak terpenuhi (jika kuantitas permintaan lebih besar daripada kuantitas pasokan) atau inventaris yang tidak terkirim. Jika terjadi ketidakseimbangan, tabel pengiriman pertama-tama diseimbangkan dengan menambahkan sumber atau tujuan semu (tergantung mana yang muatannya lebih sedikit). Penawaran atau permintaan pada sumber atau tujuan semu adalah selisih antara persediaan dan permintaan awal.

2. Ada Jalan Rusak

Misalkan ada masalah transportasi dimana jalur dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$  tidak dapat dilalui. Hal ini menunjukkan bahwa variabel non basis harus berada pada solusi optimalnya. Dengan kata lain tidak ada barang yang dikirim dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$ . Untuk menjamin hal ini terjadi, biaya transportasi dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$  harus tidak terbatas.

3. Penalti Terhadap Permintaan yang Tidak Terpenuhi

Solusi idealnya adalah kelebihan pasokan atau kekurangan permintaan. Namun, kurangnya permintaan tidak mempengaruhi biaya pengiriman karena tidak ada penalti jika tidak memenuhi barang yang dibutuhkan. Jika permintaan yang tidak terpenuhi disebabkan oleh denda yang sebanding

dengan jumlah barang yang tidak terkirim, maka denda tersebut dapat dinyatakan sebagai biaya pengiriman sehingga terkesan ada biaya pengiriman (sebenarnya denda).

### 2.3. Penyelesaian Fisibel Awal

#### 2.3.1. Metode Barat Laut (*Northwest corner*)

Metode ini adalah metode yang paling sederhana diantara metode untuk mencari solusi awal, karena tidak mempertimbangkan biaya transportasi (Ardhyani, 2017). Kelemahan metode ini adalah tidak mengalokasikan produk sebanyak mungkin ke sel dengan biaya pengiriman terendah.

Menurut (Fitriatien, 2016), aturan Metode Barat Laut, yaitu

1. Pendistribusian dimulai di pojok kiri atas dan berakhir di pojok kanan bawah.
2. Setiap distribusi diberi nilai sebanyak mungkin tanpa menyimpang dari sumber atau tujuan.
3. Jumlah biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dihitung setelah variabel dasar terpenuhi.

#### 2.3.2. Metode Biaya Terendah (*Least Cost Method*)

Metode Biaya Terendah (*Least Cost Method*) adalah metode untuk mencari solusi awal yang mempertimbangkan biaya. Metode ini lebih mudah digunakan. Tujuan dari Metode Biaya Terendah adalah untuk mengurangi biaya transportasi dengan mengatur kotak secara sistematis sesuai dengan biaya transportasi per unit (Jhon *et al*, 2016).

Alur Metode Biaya Terendah yaitu

1. Pendistribusian dimulai dengan biaya terkecil, dan jika ada lebih dari satu biaya terkecil, salah satu dipilih.
2. Nilai maksimal untuk setiap distribusi dipilih tanpa mengabaikan jumlah sumber atau tujuan.

#### 2.3.3. Metode Vogel (*Vogel's Approximation Method*)

Suatu metode yang pengalokasinya dimulai dengan menentukan nilai selisih ( $S$ ) antara kotak dengan biaya terendah berikutnya untuk setiap baris dan kolom. Setelah itu pilih baris atau kolom dengan nilai  $S$  terbesar dan dilakukan pengalokasinya pada kotak dengan biaya terendah pada baris atau kolom yang dipilih (Batuwael *et al.*, 2019). Secara teori, hasil perhitungan dengan metode Vogel mendapatkan solusi awal yang paling baik jika dibandingkan dengan metode lain. Dalam beberapa situasi, solusi awal yang diperoleh melalui Metode Vogel adalah hasil yang paling mendekati hasil optimal (Jhon *et al*, 2016).

Menurut metode ini, rute yang memiliki perbedaan biaya yang signifikan dengan rute alternatif lainnya lebih mungkin menghasilkan biaya pengiriman yang lebih tinggi. Pada kenyataannya,

Metode Vogel biasanya menghasilkan pemecahan awal yang ideal atau hampir ideal (Tumanggor, 2017).

Alur metode Vogel yaitu:

1. *Penalty cost* dihitung dengan mengambil dua biaya terkecil pada setiap baris lalu mengurangi keduanya.
2. *Penalty cost* dihitung dengan mengambil dua biaya terkecil pada setiap kolom lalu mengurangi keduanya.
3. Memilih baris atau kolom dengan *penalty cost* terbesar.
4. Memilih biaya terkecil dari nilai *penalty cost* terbesar dan mendistribusikan sejumlah nilai. Baris atau kolom *penalty* yang sudah terpilih diabaikan untuk langkah selanjutnya.
5. Menyesuaikan jumlah penawaran dan permintaan untuk menunjukkan alokasi yang telah dilakukan. Menghapus semua baris dan kolom yang menunjukkan jumlah permintaan dan penawaran.
6. Ulangi langkah pertama sampai jumlah permintaan dan penawaran sesuai.

#### 2.4. Penentuan Solusi Optimal

Metode *Stepping Stone* merubah alokasi produk dengan menggunakan *trial and error* untuk mendapatkan alokasi produksi terbaik. Meskipun mencoba mengubah alokasi dengan cara *trial and error*, ada syarat yang harus diperhatikan: pengurangan biaya per unit harus lebih besar daripada penambahan biaya per unit. (Basriati *et al*, 2018).

Tujuan dari jalur ini adalah untuk mempertahankan perbedaan antara penawaran dan permintaan sambil mengalihkan barang ke ruang kosong. Proses yang sama digunakan untuk mengevaluasi semua kotak kosong untuk mengetahui apakah kotak tersebut memiliki kemampuan untuk menurunkan biaya dan oleh karena itu dianggap sebagai variabel masuk. Kotak kosong yang memiliki nilai negatif pada jalur penambahan dan pengurangan biaya dianggap sebagai variabel masuk.

Tahapan uji Metode *Stepping Stone* (Maxsi Ary, 2013):

1. Pilih salah satu sel yang masih kosong untuk diuji.
2. Buat garis secara berlawanan arah dengan jarum jam dimulai dari sel yang masih kosong ini, lalu melewati sel yang sudah teralokasi dengan unit produk berdasarkan rute pengiriman. Gunakan garis horizontal atau vertical untuk menggerakkan sel.
3. Untuk memulai, sel yang masih kosong diberi tanda positif (+) dan diikuti tanda negatif (-). Kemudian, tanda positif (+) kembali ke sel berikutnya dan tanda negatif (-) kembali ke sel berikutnya, dan begitu

seterusnya sampai kembali ke sel yang masih kosong sebelumnya.

4. Untuk menghitung peningkatan indeks, gabungkan semua unit biaya di setiap sel dengan tanda positif dan kemudian kurangi unit biaya di setiap sel dengan tanda negatif.
5. Sampai Anda mendapatkan semua peningkatan indeks di semua sel yang masih kosong, ulangi langkah 1-4. Jika hasil dari semua perhitungan peningkatan indeks sama dengan nol atau lebih besar dari satu, maka penyelesaian optimal telah tercapai. Jika tidak, maka sel yang telah terisikan alokasi rute pengiriman dari sumber persediaan harus diubah untuk mengurangi biaya total.

#### 2.5. Software POM-QM

POM-QM adalah aplikasi komputer yang dirancang untuk memecahkan masalah kuantitatif di bidang manajemen produksi dan operasi (Rumetna, 2021). Kemudahan pengoperasiannya menjadikan *POM for Windows* sebagai aplikasi alternatif untuk membantu dalam pengambilan keputusan, seperti menentukan bauran produksi yang tepat untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Bitung dengan waktu penelitian dimulai pada bulan November 2023.

#### 3.2. Sumber Data

Data yang digunakan terdiri dari:

- a. Data Primer  
Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari subjek penelitian dengan melakukan observasi atau wawancara langsung terkait permasalahan yang akan dibahas.
- b. Data Sekunder  
Data sekunder adalah informasi yang telah dikumpulkan dari perusahaan dan diubah menjadi jurnal, catatan, laporan, atau jenis informasi lain tentang masalah yang sedang dibahas.

#### 3.3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Dalam konteks ini, penelitian akan melibatkan pengumpulan data tentang biaya distribusi yang terkait dengan aliran produk Peralite, seperti biaya transportasi, jarak pengiriman, kapasitas angkutan, dan faktor-faktor lain yang berhubungan dengan optimasi biaya distribusi.

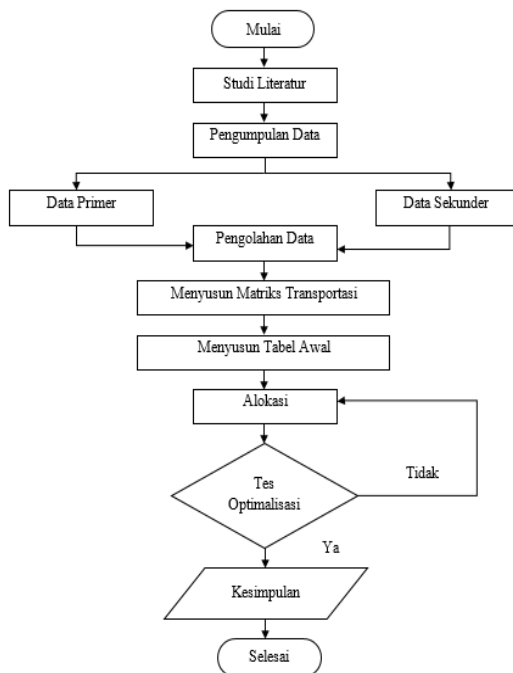
#### 3.4. Variabel yang Diteliti

Variabel yang diteliti pada saat melakukan penelitian ini adalah biaya distribusi peralite dari

terminal ke SPBU Bitung, kapasitas tiap SPBU dan permintaan pertalite tiap SPBU di PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Bitung.

**3.5. Prosedur Penelitian**

1. Mulai
  - a. Studi Literatur
  - b. Observasi
2. Identifikasi Masalah
3. Pengumpulan Data
4. Pengolahan Data
  - 1) Pengolahan data dengan Metode Barat Laut (*Northwest corner*)
  - 2) Pengolahan data dengan Metode Biaya Terendah (*Least cost*)
  - 3) Pengolahan data dengan Metode Vogel
  - 4) Pengolahan data dengan Metode *Stepping Stone*
  - 5) Pengolahan data dengan *software* POM-QM
5. Penarikan Kesimpulan



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Penelitian**

**4.1.1. Data penelitian**

Data yang dikumpulkan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Kapasitas Tangki Timbun Pertamina Patra Niaga

No	Tangki Timbun	Kapasitas
1.	A	2493 KL
2.	B	2493 KL
3.	C	10000 KL

Sumber: PT. Pertamina Patra Niaga IT Bitung

Tabel 4. 2 Permintaan dari tiap SPBU

No.	Bulan	Nama SPBU					
		PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Rame	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadoodan	PT. Dwi Matra Sakti
1.	Januari	200	576	400	704	320	272
2.	Februari	208	528	384	664	272	224
3.	Maret	216	592	440	744	288	256
4.	April	168	632	440	736	280	272
5.	Mei	160	624	456	792	312	296
6.	Juni	248	568	440	720	288	248
7.	Juli	232	600	464	776	288	248
8.	Agustus	168	616	456	696	304	280
9.	September	232	592	424	720	288	232
10.	Oktober	280	664	360	736	320	224
11.	November	264	672	312	760	304	224
12.	Desember	264	720	328	696	304	248
Jumlah (KL)		2640	7384	4904	8744	3568	3024

Sumber: PT. Pertamina Patra Niaga IT Bitung

Tabel 4. 3 Data Biaya per Kilometer dari Tiap Kapasitas Mobil Tangki

No.	Kapasitas MT (KL)	Biaya/km (Rp)
1.	8	1643,24
2.	16	1896,06
3.	24	2148,88

Sumber: Yuniarti *et al*, 2013

Tabel 4. 4 Jarak tiap SPBU ke Pertamina Patra Niaga IT Bitung

No.	Nomor SPBU	Nama SPBU	Jarak
1.	74.955.01	PT. Bitung Citra Lestari	8,1 km
2.	74.955.02	PT. Sopasti Laris Rame	12,2 km
3.	74.955.06	PT. Halita	5,2 km
4.	74.955.11	PT. Kalam Wisesa	2,5 km
5.	74.955.12	PT. Cahaya Kadoodan	1,15 km
6.	74.955.22	PT. Dwi Matra Sakti	8,9 km

Sumber: PT. Pertamina Patra Niaga IT Bitung



Tabel 4. 5 Biaya Distribusi ke setiap SPBU

No.	Biaya Distribusi			Tujuan
	MT 8 KL	MT 16 KL	MT 24 KL	
1.	Rp.13.310	Rp.15.358	Rp.17.406	PT. Bitung Citra Lestari
2.	Rp.20.048	Rp.23.132	Rp.26.216	PT. Sopasti Laris Rame
3.	Rp.8.545	Rp.9.860	Rp.11.174	PT. Halita
4.	Rp.4.108	Rp.4.740	Rp.5.372	PT. Kalam Wisesa
5.	Rp.1.890	Rp.2.180	Rp.2.471	PT. Cahaya Kadoodan
6.	Rp.14.625	Rp.16.875	Rp.19.125	PT. Dwi Matra Sakti

Sumber: Perhitungan penulis

4.1.2. Teknik pengolahan data

Ada beberapa metode yang digunakan sebagai solusi awal dalam menentukan biaya minimum sebuah distribusi produk, yaitu sebagai berikut:

- Metode Barat Laut (*Northwest Corner*)
- Metode Biaya Terendah (*Least Cost*)
- Metode Vogel (*Vogel's Approximation*)

Setelah solusi awal didapatkan, kemudian dilakukan perbaikan untuk memperoleh solusi akhir yang optimal yakni dengan menggunakan Metode *Stepping Stone*. Kemudian langkah terakhir yaitu dengan menggunakan *software* POM-QM untuk membandingkan solusi awal dan solusi akhir yang telah dicapai.

Tabel 4. 6 Solusi awal

Tujuan \ Sumber	PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Manis	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadoodan	PT. Dwi Matra Sakti	Supply
A	13310	20048	8545	4108	1890	14624	2493
B	15358	23132	9860	4740	2180	16875	2493
C	17406	26216	11174	5372	2471	19125	10000
Dummy	0	0	0	0	0	0	15278
Demand	2640	7384	4904	8744	3568	3024	30264

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa tabel transportasi tidak seimbang, dimana jumlah *demand* (permintaan) dan *supply* (kapasitas) tidak sama. Dalam kasus seperti ini agar jumlah permintaan dan kapasitas sama, perlu menambahkan variabel *dummy* pada baris atau kolom yang kurang. Karena kapasitas kurang dari permintaan maka variabel *dummy* akan ditambahkan pada kapasitas. Nilai kolom variabel *dummy* merupakan selisih dari kapasitas dan permintaan. Pada Tabel 4.6 jumlah kapasitas (*supply*) adalah 14.986 sedangkan jumlah permintaan (*demand*) adalah 30.264, sehingga variabel *dummy* bernilai 15.278. Untuk biaya distribusi pada variabel *dummy* diambil 0. Biaya 0 merepresentasikan tidak ada permintaan.

4.2. Pengolahan Data untuk Solusi Awal

4.2.1. Metode Barat Laut (*Northwest corner*)

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Mulai dari pojok kiri atas (Barat Laut tabel), alokasikan sebanyak mungkin tanpa menyimpang dari batasan *supply* dan *demand*.
- Hilangkan baris atau kolom yang tidak dapat dialokasikan lagi, kemudian alokasikan kotak sebanyak-banyaknya pada baris atau kolom yang belum dihilangkan, dan jika kolom atau baris tersebut sudah habis, pindahkan secara diagonal ke kotak berikutnya.
- Ulangi langkah 1 dan 2 hingga semua penawaran telah habis dan persyaratan permintaan telah dipenuhi.
- 

Tabel 4. 7 Perhitungan Metode Barat Laut

Tujuan \ Sumber	PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Manis	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadoodan	PT. Dwi Matra Sakti	Supply
A	13310	20048	8545	4108	1890	14624	0
	2493	0	0	0	0	0	0
B	15358	23132	9860	4740	2180	16875	0
	147	2346	0	0	0	0	0
C	17406	26216	11174	5372	2471	19125	0
	0	5038	4904	58	0	0	0
Dummy	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	8686	3568	3024	0
Demand	0	0	0	0	0	0	0

Total biaya transportasi

$$Z = 13.310 \times 2493 + 15.358 \times 147 + 23.132 \times 2346 + 26.216 \times 5038 + 11174 \times 4904 + 5372 \times 58 + 0 \times 8686 + 0 \times 3568 + 0 \times 3024 = 276.892.208$$

Jadi biaya distribusi dengan menggunakan Metode Barat Laut yaitu sebesar **Rp. 276.892.208**

4.2.2. Metode Biaya Terendah (*Least cost*)

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Pilih variabel  $X_{ij}$  (kotak) yang berisi biaya transportasi ( $c_{ij}$ ) Minimal dan alokasikan sebanyak-banyaknya. Ini akan menempati baris  $i$  atau kolom  $j$ .
- Kotak-kotak layak yang tersisa (yaitu kotak-kotak tersebut tidak diisi atau dihilangkan) pilih  $c_{ij}$  dan yang terkecil lalu alokasikan sebanyak mungkin.

Tabel 4. 8 Perhitungan Metode Biaya Terendah

Tujuan \ Sumber	PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Manis	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadoodan	PT. Dwi Matra Sakti	Supply
A	13310	20048	8545	4108	1890	14624	0
	0	0	0	0	2493	0	0
B	15358	23132	9860	4740	2180	16875	0
	0	0	1418	0	1075	0	0
C	17406	26216	11174	5372	2471	19125	0
	2640	890	3486	0	0	3024	0
Dummy	0	0	0	0	0	0	0
	0	6534	0	8744	0	0	0
Demand	0	0	0	0	0	0	0

Total biaya transportasi

$$Z = 1890 \times 2493 + 9860 \times 1418 + 2180 \times 1075 + 17406 \times 2640 + 26216 \times 850 + 11174 \times 3486 + 19125 \times 3024 + 0 \times 6534 + 0 \times 8744 = 186.058.754$$

Jadi biaya distribusi dengan menggunakan Metode Biaya Terendah adalah **Rp. 186.058.754**.

#### 4.2.3. Metode Vogel (*Vogel Approximation*)

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Hitung biaya peluang untuk setiap baris dan kolom. Biaya peluang setiap baris *i* dihitung dengan mengurangi nilai  $c_{ij}$  minimum pada baris ini nilai  $c_{ij}$  baris yang sama lebih besar satu tingkat. Dapatkan kolom biaya peluang dengan cara yang sama. Biaya-biaya ini adalah penalti karena tidak memilih kotak dengan biaya terendah.
- 2) Pilih baris atau kolom yang mempunyai *opportunity cost* terbesar (atau acak jika terdapat nilai kembar). Kotak dengan nilai  $c_{ij}$  terkecil dimasukkan pada baris atau kolom yang dipilih.
- 3) Jika penawaran dan permintaan telah habis maka hilangkan semua baris dan kolom.
- 4) Ulangi langkah pertama jika semua penawaran dan permintaan belum terpenuhi dan hitung ulang biaya peluang yang baru.

Tabel 4. 9 Perhitungan Metode Vogel

Tujuan	PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Manis	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadooran	PT. Dwi Matra Sakti	Supply	Selish baris
A	13310	20048	8545	4108	1890	14624	0	--
B	15358	23132	9860	4740	2180	16875	0	--
C	17406	26216	11174	5372	2471	19125	0	--
Dummy	0	0	0	0	0	0	0	--
Demand	2640	7384	2230	0	0	3024	0	
Selish Kolom	--	--	--	--	--	--		

Total biaya transportasi

$$Z = 8545 \times 2493 + 9860 \times 181 + 4740 \times 2312 + 5372 \times 6432 + 2471 \times 3568 + 0 \times 2230 + 0 \times 3024 + 0 \times 7384 + 0 \times 2640 = 77.415.457$$

Jadi biaya distribusi dengan menggunakan Metode Biaya Vogel adalah **Rp. 77.415.457**

#### 4.3. Pengolahan Data Menggunakan Metode

##### *Stepping Stone*

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Arah yang diambil, baik searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam, tidak menjadi masalah dalam menciptakan jalur tertutup.
- 2) Setiap kotak kosong hanya mempunyai satu jalur tertutup.

- 3) Jalur hanya boleh mengikuti kotak padat (tempat terjadi perubahan arah), kecuali kotak kosong yang sedang dievaluasi.
- 4) Namun, baik balok padat maupun balok berlubang dapat dilewati ketika membentuk lintasan tertutup.
- 5) Jalan bisa bersilangan dengan sendirinya.
- 6) Setiap baris dan kolom pada lintasan harus mempunyai penjumlahan dan pengurangan yang sama besarnya.

Tabel 4. 10 Hasil Akhir Metode *Stepping Stone*

Tujuan	PT. Bitung Citra Lestari	PT. Sopasti Laris Manis	PT. Halita	PT. Kalam Wisesa	PT. Cahaya Kadooran	PT. Dwi Matra Sakti	Supply
A	13100	20048	8545	4108	1890	14624	0
B	15358	23132	9860	4740	2180	16875	0
C	17406	26216	11174	5372	2471	19125	0
Dummy	0	0	0	0	0	0	0
Demand	2640	7384	2230	0	0	3024	0

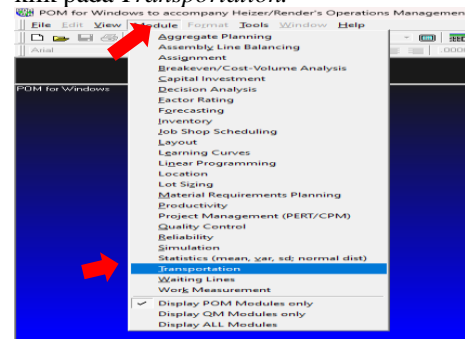
Jadi solusi optimal akhir ditunjukkan pada Tabel diatas, sehingga biaya yang diperoleh yaitu:

$$Z = 8545 \times 2493 + 9860 \times 181 + 4740 \times 2312 + 5372 \times 6432 + 2471 \times 3568 + 0 \times 2640 + 0 \times 7384 + 0 \times 2230 + 0 \times 3024 = 77.415.457$$

#### 4.4. Pengolahan Data Menggunakan Software POM-QM

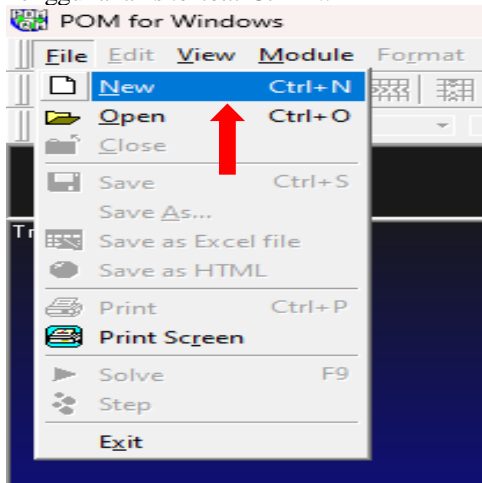
Berikut langkah-langkah penyelesaian perhitungan menggunakan *software* POM-QM.

1. Setelah POM-QM dijalankan, langkah pertama adalah memilih menu *Module* lalu klik pada *Transportation*.



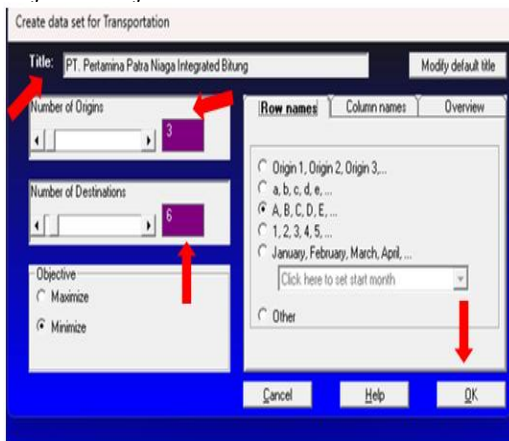
Gambar 4. 1 Menu *Module - Transportation* pada POM-QM

- Memilih File *New* atau bisa juga menggunakan *shortcut* Ctrl+N.



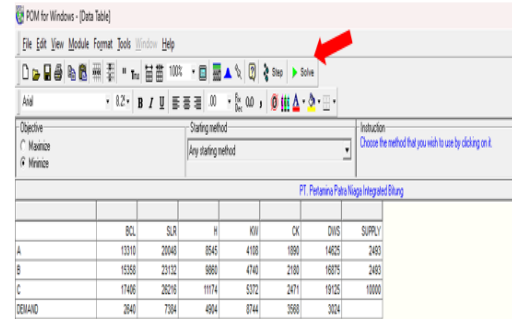
Gambar 4. 2 Menu *File - New* pada POM-QM

- Mengisi bagian *Title* dengan nama perusahaan, dalam hal ini yang digunakan adalah PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Bitung. Pada pilihan *Number of Origins* diisi dengan jumlah sumber dan pilihan *Number of Destinations* diisi dengan jumlah tujuan.



Gambar 4. 3 Pembuatan kumpulan data transportasi

- Tabel yang ada kemudian diisi dengan data-data yang telah ada sebelumnya. Setelah menginput data, kemudian klik *solve* agar data yang telah dimasukkan sebelumnya diproses oleh *software*.



Gambar 4. 4 Penginputan data transportasi

Hasil akhir yang telah diproses oleh *software* POM-QM akan ditunjukkan pada Gambar 4.5 yaitu sebesar Rp.77.415.460

	BCL	SLR	H	KIV	CK	DVIS	SUPPLY
A	10110	20040	8545	4100	1890	14825	2483
B	15353	22102	8881	4740	2180	18875	2483
C	17408	28216	11174	5372	2471	19125	10000
DEMAND	2840	7384	4934	8744	3580	3024	

Optimal cost =	BCL	SLR	H	KIV	CK	DVIS
577415460						
A			2483			
B			181	2212		
C				6432	3580	
Dummy	2840	7384	2230			3024

Gambar 4. 5 Hasil *optimal cost* berdasarkan POM-QM

#### 4.5. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan tiga metode yaitu metode Barat Laut, Biaya Terendah, dan Vogel sebagai solusi layak awal menghasilkan total biaya yang berbeda-beda. Metode *Stepping Stone* digunakan untuk mengetahui biaya distribusi yang optimal. Dalam penelitian ini perbandingan biaya distribusi menggunakan ketiga metode dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 10 Perbandingan Biaya Minimum

No.	Metode yang Digunakan	Total Biaya Minimum
1.	Barat Laut ( <i>Northwest Corner</i> )	Rp.276.892.208
2.	Biaya Terendah ( <i>Least Cost</i> )	Rp.186.056.754
3.	Vogel ( <i>Vogel Approximation</i> )	Rp.77.415.457

Setelah dilakukan perhitungan biaya dengan menggunakan Metode *Stepping Stone* sebagai solusi akhir dihasilkan biaya sebesar Rp.77.415.457 dan menggunakan POM-QM sebagai pembandingan diperoleh total biaya sebesar Rp.77.415.460. Secara teoritis, penggunaan Metode Vogel lebih mendekati hasil yang optimal jika dibandingkan metode-metode lainnya. Hal ini didukung dalam penelitian ini dengan menggunakan perbandingan nilai akhir yang diperoleh dari Metode *Stepping Stone* dan POM-QM. Meskipun memulai dengan solusi awal yang berbeda (misalnya, metode biaya terkecil atau metode sudut barat laut),



proses iteratif Metode *Stepping Stone* akan mengarah ke solusi yang sama. Ini karena metode ini secara sistematis mengevaluasi setiap kemungkinan kombinasi dan menghitung perubahan biaya hingga mencapai solusi optimal.

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Cara yang digunakan untuk menentukan biaya minimal dari distribusi produk pertalite di PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Bitung, yaitu Metode Barat Laut, Metode Biaya Terendah, dan Metode Vogel. Hasil akhir dari perhitungan menggunakan Metode Barat Laut adalah Rp. 276.892.208, menggunakan Metode Biaya Terendah sebesar Rp.186.056.754, sedangkan menggunakan Metode Vogel diperoleh hasil Rp. 77.415.457.
2. Hasil dari solusi akhir menggunakan metode *Stepping Stone* sebagai solusi optimal adalah Rp.77.415.457 dan biaya yang dihasilkan melalui perhitungan menggunakan *software* POM-QM adalah Rp.77.415.460. Maka dari itu metode yang paling mendekati nilai optimal adalah Metode Vogel karena dapat memberikan minimum biaya dan memberikan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan metode lainnya.

### 5.2. Saran

Dari kesimpulan diatas, saran yang dapat penulis sampaikan adalah perusahaan dapat mengubah tata pengelolaan rute pendistribusian pertalite ke tiap SPBU dan penggunaan Metode Vogel (*Vogel's Approximation*) bisa menjadi pertimbangan solusi bagi perusahaan untuk meminimumkan biaya distribusi produk pertalite dalam pendistribusi produk ke tujuan agar memberikan keuntungan yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

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.

Batuwael, G., Pongoh, F. D., & Paendong, M. S.

(2019). *Metode Transportasi Pada Distribusi Ikan di Pelabuhan Perikanan Sulawesi Utara*. *D'CARTESIAN*, 8(2), 161.

- Basriati, S., Andriati, R., Safitri, E., Matematika, J., Sains dan Teknologi, F., & Baru, S. (2018). *Penyelesaian Model Transshipment dengan Metode Least Cost, Northwest West Corner dan Vogel's Approximation Method (Studi Kasus: PT. Subur Bangun Transport)*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI-10, November, 2579–5406.
- Fitriatien, S. R. (2016). *Metode Transportasi Ssebagai Solusi Alternatif dalam Pengambilan Keputusan pada Operasional Riset*. Seminar Nasional “Menyiapkan Pendidikan Matematika Dalam Menghadapi MEA”, 43–50.
- Handayani. (2020). *Optimasi Biaya Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vogel's Approximation Method (Vam) Dan Metode Stepping Stone*. Skripsi Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Medan.
- Jhon, F. W., Asyik, M., & Bochori. (2016). *Model Transportasi Pengangkutan Batubara Ke Lokasi Dumping dengan Metode Sudut Barat Laut dan Metode Biaya Terendah pada PT. Bukit Asam (Persero)*, *Tbk. Jurnal Pertambangan*.
- Rumetna, M. S. (2021). *Optimasi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Program Linear Dan Software Pom-Qm*. *Computer Based Information System Journal*, 9(1), 42–49.
- Ryan, Cooper, & Tauer. (2013). *Spesifikas Pertamina*. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents, 12–26.
- Tastrawati, N. K. T. (2015). *Pemrograman Linier: Model Transportasi*. *Model Transportasi*, 1–66.
- Taufiq, A. (2017). *Penerapan Metode Modified Distribution (Modi) dalam Meminimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Di Pt. Tirta Makmur Perkasa*. Skripsi Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Tumanggor, A. L. I. A. (2017). *Optimasi Biaya Distribusi Barang Dengan Menggunakan Model Transportasi Pada PT. Bina Agro Nusantara*. Skripsi Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang. Padang.