

## OPTIMALISASI BIAYA DISTRIBUSI DAN ALOKASI PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI

Mutiara Kurnia<sup>1</sup>, Jauhari Arifin<sup>2\*</sup>, Rianita Puspa Sari<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS. Ronggo Waluyo, Teluk Jambe Timur, Karawang, 41361

E-mail: 1710631140127@student.unsika.ac.id

### ABSTRAK

Pertumbuhan Industri manufaktur di Indonesia kini kian pesat salah satunya pada sektor makanan dan minuman. PT. XYZ merupakan salah satu industri minuman yang memiliki permasalahan yaitu tingginya biaya distribusi yang disebabkan belum teraturnya alokasi pendistribusian dari Pabrik ke Kantor Penjualan Wilayah (KPW). Penelitian ini menggunakan metode transportasi dengan solusi awal yaitu metode *Vogell Approximation* (VAM), metode *Least Cost, North West Corner* (NWC) dan solusi optimum dengan Metode *Modified Distribution* (MODI). Selain itu dilakukan perbandingan dengan hasil *software* POM - QM. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengoptimalkan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi produk teh dalam kemasan kotak (tetra pak) dengan volume 250 ml serta menganalisa biaya distribusi yang optimal setelah penerapan metode transportasi dalam mendistribusikan produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml pada PT. XYZ. Setelah melakukan analisis dan perhitungan, maka diperoleh hasil kesimpulan terhadap penerapan metode transportasi menggunakan *software* POM - QM dapat mengoptimalkan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml pada PT. XYZ. Kemudian Setelah dilakukan perhitungan dengan metode transportasi, diperoleh biaya distribusi optimal sebesar Rp. 2.059.460.017. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.539.983 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39%.

**Kata kunci:** *Vogell Approximation Method, Least Cost, North West Corner*, biaya distribusi, POM - QM

### ABSTRACT

#### ABSTRACT

*The growth of the manufacturing industry in Indonesia is now increasingly rapid, one of which is in the food and beverage sector. PT. XYZ is one of the beverage industries that has problems, namely the high cost of distribution due to the irregular distribution of distribution from the Factory to the Regional Sales Office (KPW). This study uses the transportation method with the initial solution, namely the Vogell Approximation (VAM) method, the Least Cost, North West Corner (NWC) method and the optimum solution using the Modified Distribution (MODI) method. In addition, a comparison was made with the results of the POM - QM software. The purpose of this research is to optimize distribution costs and allocate distribution of tea products in boxes (tetra pak) with a volume of 250 ml and analyze the optimal distribution costs after the application of transportation methods in distributing 250 ml Sosro Tetra Pak tea products at PT. XYZ. After doing the analysis and calculations, it is concluded that the application of transportation methods using POM - QM software can optimize distribution costs and allocate distribution of 250 ml Sosro Tetra Pak tea products at PT. XYZ. Then After calculating the transportation method, the optimal distribution cost is Rp. 2,059,460,017. There was a decrease in costs of up to Rp. 140,539,983 so the company will save up to 6.39%.*

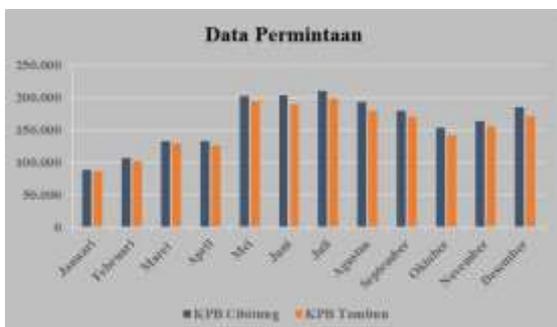
**Keywords:** *Vogell Approximation Method, Least Cost, North West Corner, distribution cost, POM - QM*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan Industri manufaktur di Indonesia kini kian pesat dan persaingan yang semakin ketat. Sektor makanan dan minuman sebagai salah satu titik fokus persaingan industri manufaktur yang kompetitif di Indonesia. Produksi Industri manufaktur mengalami pertumbuhan hingga 3,9%. Produksi industri minuman merupakan salah satu penyebabnya, dimana industri minuman meningkat hingga 23,44%. (Kemenperin, 2019)

Salah satu industri minuman ringan yang memproduksi produk *Ready to drink tea* di dalam kemasan yaitu PT. XYZ. Pada tahun 1969, *market leader* dari teh dalam kemasan yaitu diproduksi oleh PT. XYZ. Pencapaian yang telah diperoleh yaitu persentase hingga sebesar 32,0% lebih unggul dibandingkan dengan kompetitor lainnya dapat menjadi bukti keunggulan PT. XYZ di bidang industrinya (TOP BRAND AWARD, 2017).

Berbagai macam produk PT. XYZ membuat perusahaan harus mampu mengelola sistem distribusi dengan baik. Permasalahan yang dihadapi PT. XYZ yaitu tingginya biaya distribusi yang disebabkan belum teraturnya alokasi pendistribusian dari Pabrik ke Kantor Penjualan Wilayah (KPW). Tingginya *demand* produk teh dalam kemasan kotak (tetra pak) dengan volume 250 ml mengakibatkan pendistribusian produk ke setiap KPW membuat perusahaan harus mengeluarkan biaya yang cukup. Sehingga diperlukan perencanaan pendistribusian produk sebagai salah satu upaya meminimumkan biaya distribusi.



Gambar 1. Demand Teh Botol Kotak 250 ml 2017

Terdapat beberapa riset yang telah menganalisa metode transportasi. Menurut Ardhyani (2017), penerapan metode

transportasi pada distribusi pakan ternak PT. X Krian dapat mengoptimalkan biaya distribusi. Ardhyani (2017) menggunakan solusi awal yaitu yaitu Metode *Vogell Approximation* (VAM), Metode *Least Cost* dan Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner*). Sedangkan solusi optimum yang digunakan yaitu Metode Batu Loncatan (*Stepping Stone*) dan Metode *Modified Distribution* (MODI). Pada riset sejenisnya yang dilakukan oleh Nelwan et al., (2013) tentang distribusi beras sejahtera pada perum bulog sub-divre Sidoarjo terbukti optimal. Nelwan et al., (2013) menggunakan solusi awal yaitu Metode *Vogell Approximation* (VAM) dan solusi optimum yang digunakan yaitu Metode *Modified Distribution* (MODI).

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.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengoptimalkan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi produk teh dalam kemasan kotak (tetra pak) dengan volume 250 ml serta menganalisa biaya distribusi yang optimal setelah penerapan salah satu metode dalam mendistribusikan produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml pada PT. XYZ.

2. TINJAUAN PUSTAKA

*Suplly Chain*

*Supply Chain* menggambarkan suatu hubungan industri yang melakukan kerjasama guna mendapatkan suatu produk dan mengirimkannya ke pengguna akhir. Hubungan ini mencakup pemasok, pabrik, penyuplai, gerai, dan perusahaan penunjang semacam perusahaan pelayanan logistik (Suoth et al., 2017). *Supply Chain Management* (SCM) memiliki prinsip yaitu kolaborasi dan transparansi informasi, baik di internal perusahaan atau dengan pihak di luar perusahaan (Tanaka & Nurcaya, 2018).

**Optimalisasi**

Jika dikaitkan dengan biaya distribusi, optimalisasi biaya berarti proses atau metode yang mampu meminimalkan biaya distribusi sehingga dapat menguntungkan ketika metode tertentu diterapkan (Sagara et al., 2005).

Guna menghemat biaya distribusi, perusahaan berupaya melakukan pengoptimalan armada pengiriman dengan memaksimalkan daya angkut. Maka, suatu industri diharapkan mampu mengoptimalkan alat transportasi untuk distribusi produk. Dengan demikian, dapat memaksimalkan produk yang didistribusikan dan meminimalkan jumlah kendaraan pengangkut. Penerapan optimalisasi yaitu dengan pengisian kontainer secara maksimum. Untuk mendapatkan volume pengisian yang maksimum, maka difokuskan pada volume dan kapasitas berat dari kontainer (Rumahorbo, 2019).

### Distribusi

Saluran distribusi merupakan sekelompok jaringan yang sama – sama terikat, sehingga dapat membantu pembuatan produk atau layanan tersedia bagi konsumen atau pengguna bisnis. Berikut ini adalah saluran pemasaran produk; (Kotler & Armstrong, 2008)

- a. *Zero Level Channel* (Saluran tingkat nol)
- b. *One Level Channel* (Saluran tingkat satu)
- c. *Two Level Channel* (Saluran tingkat dua)
- d. *Three Level Channel* (Saluran tingkat tiga)

### Transportasi

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan yakni transportasi, karena dibutuhkan biaya yang besar untuk kegiatan transportasi meliputi suatu proses pengangkutan dan proses pengiriman produk ke tujuan (Gunawan, 2018).

Definisi transportasi merupakan upaya dan aktivitas pengangkutan barang atau manusia dari satu tempat ke tempat lainnya. Selain itu, transportasi juga berfungsi untuk berhasil sampai ke tempat tujuan dan meningkatkan utilitas pada barang yang dibawa (Biomantara & Herdiansyah, 2019).

### Jenis – Jenis Metode Transportasi

#### a. *Metode Vogell Approximation* (VAM)

Metode ini memberikan solusi awal yang lebih baik daripada metode *North West Corner* dan *Least Cost*. Faktanya dalam beberapa riset, solusi awal yang didapat menggunakan metode VAM akan

menjadi optimal. Prinsip metode VAM yaitu dapat meminimalkan penalty (*opportunity cost*) yang disebabkan oleh pemilihan sel yang salah untuk alokasi (Ratnasari et al., 2019).

Kelebihan dari metode VAM yakni lebih mudah untuk pengaturan alokasi dari berbagai sumber ke daerah tujuan (dalam hal ini adalah biaya transportasi). Kelemahan dari metode ini yakni proses iterasi lebih rumit dan hasil belum pasti optimal, melainkan hanya mendekati optimal atau dengan kata lain masih bisa dioptimalkan dengan menggunakan uji optimal (Trisnani, 2017).

#### b. *Least Cost Method*

Metode ini melakukan pendekatan yang sederhana dengan membuat pengalokasian distribusi produk sesuai biaya terendah, sehingga memperoleh hasil mendekati solusi optimum yang diharapkan. Namun, apabila terdapat biaya yang sama besar, maka pemilihan sel dapat dilakukan secara bebas (Tumanggor, 2017).

Metode *Least Cost* memiliki kelebihan yakni mudah dimengerti, lebih efisien dari metode NWC dan memenuhi biaya terkecil terlebih dahulu. Kelemahan dari metode ini yakni dalam beberapa kasus, dimungkinkan untuk mendapatkan solusi dengan biaya yang mahal dan memiliki beberapa sel atau kotak sehingga harus teliti dalam memilih pengalokasian. (Yusanti et al., 2017).

#### c. *North West Corner* (NWC)

Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner Method*) merupakan sebuah metode yang memulai pengolahan tabel awal dengan kaidah pengalokasian distribusi dari sel yang terdapat di sudut kiri atas. Hal inilah yang membuat dinamakannya Metode Barat Laut (Sitorus et al., 2019). *North West Corner Method* merupakan metode paling mudah dari kedua metode yang telah diuraikan di atas untuk mencari solusi awal, namun hasilnya belum optimal (Imbang et al., 2018).

Metode NWC memiliki kelebihan yakni tidak mempertimbangkan biaya namun metode ini paling mudah dari metode lainnya. Kelemahan dari metode ini yakni pengalokasin produk tidak dilakukan dengan maksimal pada sel yang mempunyai biaya terkecil sehingga metode

ini kurang efisien. Melainkan pengalokasian produk dilakukan berdasarkan kriteria sudut kiri atas (Yusanti et al., 2017).

d. *Stepping Stone Method*

Metode batu loncatan yakni salah satu solusi optimum pada model transportasi dengan melakukan peningkatan dari hasil mengerjakan solusi awal. Teknik ini dapat dipakai dengan dilakukannya perubahan rute yang belum dipakai guna mengevaluasi anggaran distribusi perusahaan. guna pengujian biaya distribusi yang optimal maka perusahaan banyak yang menggunakan teknik ini pada persoalan transportasi dengan menghitung secara manual. Namun pengerjaan secara manual dengan metode ini terdapat kekurangan yakni dibutuhkan ketelitian lebih dan pencarian jalur terpendek pada tiap sel guna menghitung perbaikan. Membuat *loop* tertutup pada tiap sel kosong atau variabel non basis guna menentukan variabel masuk dan variabel keluar. (Ratnasari et al., 2019).

e. *Modified Distribution Method* (MODI)

Metode ini yakni kelanjutan dari metode *Stepping Stone*. Apabila membandingkan dengan metode *Stepping Stone*, tentu metode ini lebih unggul. Hal ini dikarenakan pengerjaan yang lebih cepat dan tepat. MODI digunakan guna memperoleh solusi optimum pada persoalan transportasi (total biaya transportasi minimum). Dalam menghitung persoalan transportasi metode ini memakai metode multiplier baris dan kolom, oleh karena itu metode MODI memiliki sifat eksak. Kelebihan dari metode ini yakni dapat meminimasi biaya dan alokasi yang tepat dengan menentukan sel kosong (Hansopaheluwakan, 2017).

### POM QM for Windows

*Quantitatif Method* (QM) adalah *software* (perangkat lunak) yang disiapkan guna menghitung yang dibutuhkan oleh manajemen untuk pengambilan keputusan pada area produksi dan distribusi. Pada tahun 1996, Howard. J. Weiss merancang QM guna menunjang pengumpulan rancangan anggaran untuk produksi *raw material* menjadi *finish good* atau setengah jadi (Tumanggor, 2017).

*Software* QM dapat dengan cepat, tepat dan akurat dalam menyelesaikan masalah transportasi. *Software* QM menggunakan metode *Vogell Approximation*, *Least Cost*, dan *North West Corner* dalam mengatasi masalah transportasi. Sehingga yang menggunakannya dalam bekerja ataupun belajar akan sangat terbantu. Ketik mengatasi persoalan transportasi, *software* ini tidak memerlukan pengujian optimal (Manurung, 2019).

## 3. METODE PENELITIAN

### Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif memiliki fungsi yakni menjabarkan sebuah keadaan yang sedang berlangsung. Penelitian ini memakai pendekatan kuantitatif dengan memulai pengumpulan data, menafsirkan data yang telah dikumpulkan, dan menyajikan hasil pengolahan data dengan menggunakan angka (Jayusman & Shavab, 2020).

Data primer diperoleh dari objek penelitian dengan mengadakan wawancara secara daring bersama karyawan yang terdapat keterkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Data Sekunder yakni data yang didapat dari perusahaan. Data ini telah diolah ke dalam bentuk *paper*, pengarsipan, laporan - laporan, atau sumber informasi lainnya yang memiliki keterkaitan terhadap masalah yang akan diteliti.

Adapun data yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian yakni:

- a. Data permintaan
- b. Kapasitas produksi
- c. Biaya Distribusi
- d. Lokasi distributor
- e. Jarak antara PT. XYZ Cibitung dan Tambun dengan distributor.

### Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan dua *software* yakni *Microsoft Excel* dan POM – QM. Adapun langkah – langkah yang dilakukan:

- a. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian,
- b. Melakukan perhitungan biaya distribusi dengan menggunakan *software Microsoft Excel* dengan metode *Vogell Approximation Method*, *Least Cost* dan *North West Cost*,

- c. Menguji hasil solusi awal dari ketiga metode tersebut dengan uji optimal *Modified Distribution*,
- d. Menganalisa biaya distribusi dari hasil Uji optimal yang sebelumnya dilakukan dengan perhitungan manual,
- e. Membandingkan hasil solusi awal (*Vogell Approximation Method*, *Least Cost* dan *North West Cost*) dengan hasil uji optimal *Modified Distribution*,
- f. Membandingkan hasil uji optimal *Modified Distribution* dengan kebijakan perusahaan,
- g. Melakukan perhitungan biaya distribusi menggunakan *software* POM - QM dengan metode *Vogell Approximation Method*, *Least Cost* dan *North West Cost*,
- h. Menganalisa biaya distribusi dari hasil Uji optimal yang sebelumnya dilakukan *software* POM – QM,
- i. Membandingkan hasil *software* POM – QM dengan kebijakan perusahaan.

#### **Rule Of Thumb**

##### a. *Vogell Approximation Method* (VAM)

Menurut Siswanto (2007) dalam proses mengolah data dengan menggunakan Metode *Vogell Approximation Method* (VAM) terdapat beberapa tahap. Tahap pertama dengan membuat tabel transportasi untuk memudahkan pengerjaan. Buatlah matriks yang memperlihatkan kebutuhan dari tiap KPW, kapasitas KPB dan biaya transportasi per unit. Kemudian temukan selisih antara dua biaya terkecil di setiap kolom atau baris. Pilih nilai terbesar diantara selisih yang dihitung pada tahap sebelumnya. Setelah itu, sesuaikan dengan kapasitas KPB dan permintaan KPW. Hapus semua baris dan kolom jika kapasitas KPB dan permintaan KPW sudah habis untuk mengetahui alokasi yang telah dilakukan. Apabila semua kapasitas dan permintaan belum terpenuhi, lakukan kembali tahap mencari selisih terbesar. Lalu Menghitung biaya transportasi secara keseluruhan apabila semua kolom dan baris telah selesai dialokasikan. Untuk mengetahui hasil metode telah optimal atau belum, diperlukan Uji Optimalisasi.

##### b. *Least Cost Method* (LC)

Terdapat beberapa tahap dalam proses pengolahan data dengan menggunakan *Least Cost Method* (LC). Tahap pertama yang harus dilakukan yaitu

membuat tabel awal transportasi untuk mempermudah pengerjaan. Untuk menunjukkan kebutuhan dari masing – masing KPW, kapasitas KPB dan biaya transportasi per unit, maka buatlah matriks. Pengisian sel dimulai dari biaya terendah, kemudian sesuaikan dengan kapasitas KPB dan permintaan KPW. Lakukan secara berulang untuk mengisi sel lain hingga terpenuhinya semua kapasitas dan permintaan. Untuk mengetahui hasil metode telah optimal atau belum, diperlukan Uji Optimalisasi. (Siswanto, 2007).

##### c. *North West Corner Method* (NWC)

Menurut (Trisnani, 2017) dalam proses pengolahan data dengan menggunakan *North West Corner Method* (NWC) terdapat beberapa tahap. Tahap pertama yaitu membuat tabel awal transportasi untuk memudahkan pengerjaan. Mulailah dari pojok barat laut tabel atau pojok kiri atas dengan nilai terbesar pada kapasitas KPB atau permintaan KPW. Namun, tahap ini akan mengakibatkan tidak tersedianya produk yang mampu mengalokasikan ke kolom atau baris yang sudah habis. Kemudian secara diagonal pindahlah ke kotak berikutnya jika kolom atau baris sudah habis. Lakukan secara berulang hingga seluruh daya angkut dan permintaan terpenuhi untuk pengisian sel lain. Untuk mengetahui hasil metode telah optimal atau belum, diperlukan Uji Optimalisasi.

##### d. *Modified Distribution* (MODI)

Menurut Oktariyani (2016), untuk menguji keoptimalan solusi awal diperlukan uji optimalisasi menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI). Menghitung sel kosong akan lebih efisien jika menggunakan metode ini dibandingkan metode *Stepping Stone*. Tahap pertama yaitu melakukan penentuan nilai sel baris ( $v_i$ ) pertama sama dengan nol. Selanjutnya untuk menentukan nilai tiap sel baris ( $v_i$ ) dan nilai tiap sel kolom ( $v_j$ ) perlu dilakukan penjumlahan sehingga hasilnya sama dengan biaya distribusi produk/unit ( $C_{ij}$ ). Sedangkan untuk mengetahui ketepatan perbaikan dalam mengalokasikan produk, maka lakukan pengurangan biaya distribusi, nilai tiap sel baris dan nilai tiap sel kolom. Jika terdapat nilai negatif atau kurang dari

nol pada hasil indeks perbaikan, maka perlu dilakukan perbaikan kembali. Perbaikan ini dimulai dari nilai negatif terbesar hingga terkecil. Jika nilai indeks perbaikan positif atau besar dari sama dengan nol maka perbaikan dinyatakan optimal.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

PT. XYZ memiliki dua pabrik yang memproduksi Teh Botol Kotak Tetra Pak 250 ml di wilayah Pulau Jawa bagian Barat yakni KPB Cibitung dan KPB Tambun. Selain itu, PT. XYZ memiliki empat Kantor Penjualan Wilayah di Pulau Jawa bagian Barat yakni KPW Banten (B), KPW Jakarta (J), KPW Jawa Barat Selatan (JS), dan KPW Jawa Barat Utara (JU). Pada Tabel 1. dapat diketahui jarak KPB ke KPW.

Tabel 1. Jarak Pabrik Ke Distributor (KM)

Ke Dari	Kantor Penjualan Wilayah (KPW)			
	B	J	JS	JU
Cibitung	64,3	21,6	119	191
Tambun	57,6	13,2	125	196

Dari ketentuan yang telah perusahaan tetapkan, maka diperoleh matriks biaya transportasi/karton yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Biaya Distribusi per Karton (Rp)

Ke Dari	Kantor Penjualan Wilayah (KPW)			
	B	J	JS	JU
Cibitung	5.008	5.000	5.039	5.080
Tambun	5.004	5.000	5.043	5.083

**Perhitungan Menggunakan Metode Vogell Approximation Method (VAM)**

Prinsip metode VAM yaitu dapat meminimalkan penalti (*opportunity cost*) yang disebabkan oleh pemilihan sel yang salah untuk alokasi (Ratnasari et al., 2019).

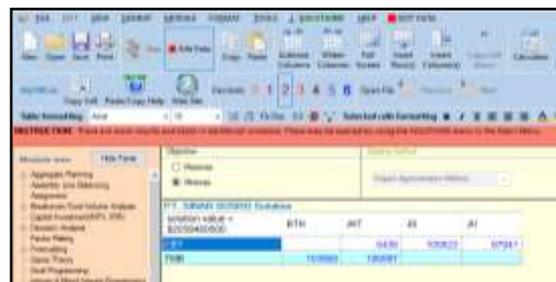
Tahap pertama yaitu menghitung selisih pada tiap kolom dan baris dengan cara melakukan pengurangan elemen biaya dua terkecil. Contohnya jika pada kolom Cibitung, elemen biaya dua terkecil yaitu 5.008 dan 5.000. Pengurangan elemen pada kolom tersebut menghasilkan  $5.008 - 5.000 = 8$ . Jika pada baris Banten, maka elemen biaya dua terkecil yaitu 5.008 dan 5.004. Pengurangan elemen pada baris tersebut menghasilkan  $5.008 - 5.004 = 4$ . Perhatikan selisih terbesar dari

kolom dan baris. Alokasikan jumlah produk sesuai dengan *supply* dan *demand* dengan memilih biaya terkecil. Contohnya pada tahap awal diperoleh nilai selisih 8, 4, 4, 0, 4, dan 3. Maka selisih terbesar yaitu 8. Pada baris Cibitung, biaya terkecil terletak pada kolom Jakarta yaitu 5.000. Maka, alokasikan pada baris Cibitung kolom Jakarta sebesar 107.033. Lakukan perhitungan hingga kolom dan baris sesuai dengan *supply* dan *demand*.

Tabel 3. Matriks Biaya Distribusi Menggunakan Metode VAM

Dari	Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung		5008	5000	5039	5080	205.000
			107.033	97.967		
Tambun		5004	5000	5043	5083	204.457
		103.860		2.656	97.941	
Demand		103.860	107.033	100.623	97.941	209.457

Pada Tabel 3. Dapat terlihat bahwa seluruh *supply* dan *demand* telah terpenuhi, maka hitung tiap kolom dan baris yang terisi nilai. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode VAM diatas, diperoleh total biaya distribusi produk sebesar Rp. 2.059.764.464. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.235.536 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,37% dan dapat menaikkan laba perusahaan.



Gambar 2. Hasil Metode Vogell Approximation Method (VAM)

Jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *software* POM - QM pada Gambar 3. tertera hasil alokasi produk paling optimum dan total biaya distribusi sebesar Rp. 2.059.460.000. Terdapat persamaan pada penggunaan *software* ini dengan perhitungan secara manual yakni dibutuhkannya 3 iterasi untuk memperoleh penurunan biaya distribusi hingga sebesar Rp. 140.540.000 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dari biaya distribusi perusahaan sebelumnya.

Namun jika menggunakan *software* ini, terjadi pembulatan pada total biaya distribusi.

### Perhitungan Hasil Metode VAM dengan Menerapkan Metode Modified Distribution (MODI)

Melakukan pencarian nilai baris dan kolom terlebih dahulu dengan rumus:

$$U_i + V_j = C_{ij} \quad (1)$$

$U_i$  merupakan baris,  $V_j$  merupakan kolom dan  $C_{ij}$  merupakan biaya. Selanjutnya, evaluasi sel kosong. Apabila terdapat nilai negatif, maka perhitungan tersebut belum optimal dan perlu dilakukan evaluasi lanjutan. Apabila sudah menghasilkan nilai positif pada setiap sel kosong, maka perhitungan tersebut dinyatakan optimal.

$$\begin{aligned} E &= U_i - V_j - C_{ij} & (2) \\ C - B &= 5008 - 0 - 5000 = 8 \\ C - JU &= 5080 - 0 - 5079 = 1 \\ T - J &= 5000 - 4 - 5000 = -4 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas masih menghasilkan satu nilai negatif pada Tambun - Jakarta, maka perlu dilakukan evaluasi sel kosong untuk menemukan penempatan yang tepat pada kolom yang kosong. Pada metode ini, dilakukan evaluasi hingga 3 iterasi yang dapat diamati pada Tabel 4.

Dari hasil evaluasi sel kosong pada Tabel 4. di bawah ini, maka didapatkan nilai positif pada setiap sel kosong. Sehingga dapat disimpulkan, hasil perhitungan diatas sudah optimal.

Tabel 4. Matriks Pengujian VAM Dengan Metode MODI Iterasi 3

Dari \ Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung	5008	5000	5039	5080	205.000
Tambun	5004	5000	5043	5083	204.457
Demand	103.860	107.033	100.623	97.941	209.457

Menggunakan solusi awal *Vogel Approximation Method* (VAM) ternyata belum cukup optimal dengan menghasilkan Rp. 2.059.764.464, maka dilakukan uji optimal dengan solusi akhir *Modified Distribution* (MODI) hingga diperoleh hasil optimal. Hal ini selaras dengan riset Lestari & Christy (2018) yang menyatakan bahwa diperlukan uji optimal dengan menggunakan metode MODI

untuk memastikan bahwa biaya distribusi tersebut sudah optimal. Jadi, total biaya distribusi pada produk teh dalam kemasan tetra pak 250 ml yaitu sebesar Rp. 2.059.460.017,-. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.539.983 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dan dapat menaikkan laba perusahaan.

### Perhitungan dengan Menggunakan Metode Least Cost (LC)

Metode ini melakukan pendekatan yang sederhana dengan membuat pengalokasian distribusi produk sesuai biaya terendah, sehingga memperoleh hasil mendekati solusi optimum yang diharapkan. Namun, apabila terdapat biaya yang sama besar, maka pemilihan sel dapat dilakukan secara bebas (Tumanggor, 2017).

Tahap pertama, perhatikan keseluruhan biaya terkecil. Kemudian alokasikan nilai sesuai dengan *supply* dan *demand*. Contohnya pada Tabel 5. biaya terkecil yaitu 5.000. Dikarenakan terdapat dua biaya terkecil, maka pilih salah satu yaitu kolom Jakarta baris Cibitung. Selanjutnya alokasikan sebesar 107.033 dikarenakan memiliki *demand* sebesar 107.033 dan *supply* KPB Cibitung sebesar 205.000 yang berarti mencukupi *demand* KPW Jakarta.

Tabel 5. Matriks Biaya Distribusi Menggunakan Metode LC

Dari \ Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung	5008	5000	5039	5080	205.000
Tambun	5004	5000	5043	5083	204.457
Demand	103.860	107.033	100.623	97.941	209.457

Pada Tabel 5. di atas dapat diketahui bahwa seluruh *supply* dan *demand* telah terpenuhi, maka hitung tiap kolom dan baris yang terisi nilai. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode LC diatas, diperoleh total biaya distribusi produk sebesar Rp. 2.059.764.464. Hasil metode ini serupa dengan hasil metode VAM sebelumnya, dimana terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.235.536 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,37%.



Gambar 3. Hasil Metode *Least Cost* (LC)

Jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *software* POM - QM pada Gambar 3. dan Gambar 4. terdapat kesamaan hasil pembulatan, alokasi dan jumlah iterasi pada Metode *Least Cost* (LC) dan *Vogell Approximation Method* (VAM). Terlihat hasil alokasi produk paling optimum dan total biaya distribusi pada produk teh dalam kemasan tetra pak 250 ml sebesar Rp. 2.059.460.000. Untuk mencapai hasil optimum, dibutuhkan 3 iterasi. Perhitungan dengan menggunakan *Software* POM - QM memperoleh penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.540.000 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dari biaya distribusi perusahaan sebelumnya.

**Perhitungan Hasil Metode *Least Cost* (LC) dengan Menerapkan Metode *Modified Distribution* (MODI)**

Tahap ini diawali dengan melakukan pencarian nilai baris dan kolom. Selanjutnya, dilakukan evaluasi sel kosong. Apabila terdapat nilai negatif, maka perhitungan tersebut belum optimal dan perlu dilakukan evaluasi lanjutan. Apabila sudah menghasilkan nilai positif pada setiap sel kosong, maka perhitungan tersebut dinyatakan optimal.

$$C - B = 5008 - 0 - 5000 = 8$$

$$C - JU = 5080 - 0 - 5079 = 1$$

$$T - J = 5000 - 4 - 5000 = - 4$$

Dari hasil perhitungan diatas, masih menghasilkan satu nilai negatif pada Tambun – Jakarta. Maka perlu dilakukan evaluasi sel kosong untuk menemukan penempatan yang tepat pada kolom yang kosong. Pada metode ini, dilakukan evaluasi hingga 3 iterasi yang dapat diamati pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Pengujian LC Dengan Metode MODI Iterasi 3

Dari \ Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung	5008	5000	5039	5080	205.000
Tambun	5004	5000	5043	5083	204.457
Demand	103.860	100.597	100.623	97.941	209.457

Dari hasil evaluasi sel kosong pada Tabel 6. didapatkan nilai positif pada setiap sel kosong. Sehingga dapat disimpulkan, hasil perhitungan diatas sudah optimal. Menggunakan solusi awal *Least Cost* (LC) ternyata belum cukup optimal dengan menghasilkan Rp. 2.059.764.464, maka dilakukan uji optimal dengan solusi akhir *Modified Distribution* (MODI). Menurut Afandi (2018), kombinasi metode LC dan MODI menghasilkan biaya optimal dan perhitungan menggunakan dua metode ini lebih mudah dan efisien. Jadi, total biaya distribusi pada produk teh dalam kemasan tetra pak 250 ml yaitu sebesar Rp. 2.059.460.017,-. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.539.983 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dan dapat menaikkan laba perusahaan.

**Perhitungan dengan Menggunakan Metode *North West Corner* (NWC)**

Metode Sudut Barat Laut (*North West Corner Method*) merupakan metode yang memulai pengolahan tabel awal dengan kaidah pengalokasian distribusi dari sel yang terdapat di sudut kiri atas. Hal inilah yang membuat dinamakannya Metode Barat laut (Sitorus et al., 2019).

Tahap pertama, alokasikan nilai pada baris Cibitung kolom Banten karena sel tersebut merupakan pojok kiri atas dari matriks. Contohnya baris Cibitung kolom Banten memiliki *demand* 103.000 dan *supply* 205.000. Maka alokasikan sebesar 103.000 karena *supply* mencukupi *demand*. Lebih jelasnya dapat mengamati Tabel 7. dibawah ini.

Tabel 7. Matriks Biaya Distribusi Menggunakan Metode NWC

Dari \ Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung	5008	5000	5039	5080	205.000
Tambun	5004	5000	5043	5083	204.457
Demand	103.860	107.033	100.623	97.941	209.457

Dari hasil alokasi dan perhitungan dengan menggunakan metode *North West Corner* pada Tabel 7., diperoleh total biaya distribusi produk sebesar Rp. 2.060.571.772. Terdapat perbedaan hasil dari metode ini dengan kedua metode sebelumnya yakni metode VAM dan LC. Namun, metode ini juga terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 139.428.228 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,37%.



Gambar 4. Hasil Metode *North West Corner* (NWC)

Jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *software* POM - QM pada Gambar 5. dapat diketahui hasil alokasi produk paling optimum dan juga total biaya distribusi yang telah dibulatkan sebesar Rp. 2.059.460.000. Berbeda dari metode sebelumnya, untuk mencapai hasil optimum metode NWC membutuhkan hingga 4 iterasi atau memiliki iterasi terbanyak. Perhitungan dengan menggunakan *Software* POM - QM memperoleh penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.540.000 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dari biaya distribusi perusahaan sebelumnya.

### Perhitungan Hasil Metode NWC dengan Menerapkan Metode *Modified Distribution* (MODI)

Tahap ini diawali dengan melakukan pencarian nilai baris dan kolom. Selanjutnya, dilakukan evaluasi sel kosong. Apabila terdapat nilai negatif, maka perhitungan

tersebut belum optimal dan perlu dilakukan evaluasi lanjutan. Apabila sudah menghasilkan nilai positif pada setiap sel kosong, maka perhitungan tersebut dinyatakan optimal.

$$C - JS = 5039 - 0 - 5043 = -4$$

$$C - JU = 5080 - 0 - 5083 = -3$$

$$T - J = 5004 - 4 - 5008 = -4$$

Dari hasil perhitungan diatas, masih menghasilkan nilai negatif pada sel kosong Cibitung – Jabar Selatan, Cibitung – Jabar Utara dan Tambun – Banten. Maka perlu dilakukan evaluasi sel kosong untuk menemukan penempatan yang tepat pada kolom yang kosong. Pada metode ini, dilakukan evaluasi hingga 4 iterasi yang dapat mengamati pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks Pengujian NWC dengan metode MODI Iterasi 4

Dari \ Ke	Banten	Jakarta	Jabar Selatan	Jabar Utara	Supply
Cibitung	5008	5000	5039	5080	205.000
Tambun	5004	5000	5043	5083	204.457
Demand	103.860	107.033	100.623	97.941	209.457

Menggunakan solusi awal *North West Corner* (NWC) ternyata belum cukup optimal dengan menghasilkan Rp. 2.059.764.464, maka dilakukan uji optimal dengan solusi akhir *Modified Distribution* (MODI) hingga diperoleh hasil yang optimal. Hal ini selaras dengan riset yang dilakukan oleh Soplanit et al. (2019) yang menyatakan bahwa perhitungan solusi awal dengan metode *North West Corner* (NWC) telah mendekati hasil optimum. Namun, diperlukan uji optimal dengan menggunakan metode MODI untuk memastikan bahwa biaya distribusi tersebut sudah optimal. Jadi, total biaya distribusi pada produk teh dalam kemasan tetra pak 250 ml yaitu sebesar Rp. 2.059.460.017,-. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.539.983 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39%.

### Perbandingan Biaya Distribusi

Setelah dilakukan perhitungan biaya distribusi menggunakan tiga metode yaitu *Vogell Approximation Method* (VAM), *Least Cost* (LC), *North West Corner* (NWC) dengan solusi akhir menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI), maka diperoleh hasil sebagaimana pada Tabel 9. dibawah ini.

Tabel 9. Perbandingan *Output* Metode dan Uji MODI

Metode	<i>Output</i> Metode	Uji MODI
VAM	Rp 2.059.764.464	Rp 2.059.460.017
LC	Rp 2.059.764.464	Rp 2.059.460.017
NWC	Rp 2.060.571.772	Rp 2.059.460.017

Dari Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa tiap metode belum cukup optimal jika tidak dilakukan uji solusi akhir. Maka diperlukan solusi akhir dengan metode *Modified Distribution* (MODI). Setelah dilakukan Uji MODI, pada metode VAM dan LC memiliki selisih yang sama yaitu sebesar Rp. 304.447. Untuk metode NWC sendiri memiliki selisih Rp. 1.111.755.

Tabel 10. Perbandingan Uji MODI dan Kebijakan Perusahaan

Metode	Uji MODI	Perusahaan
VAM	Rp 2.059.460.017	Rp 2.200.000.000
LC	Rp 2.059.460.017	Rp 2.200.000.000
NWC	Rp 2.059.460.017	Rp 2.200.000.000

Dari Tabel 10. dapat disimpulkan bahwa hasil dari ketiga metode *Vogell Approximation Method* (VAM), *Least Cost* (LC), *North West Corner* (NWC) yang telah di Uji MODI menghasilkan nilai yang sama. Sehingga selisih ketiga metode tersebut terhadap biaya distribusi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar Rp. 140.539.983. Maka, perusahaan akan akan berhemat hingga 6,39% dan dapat menaikkan laba perusahaan.

Tabel 11. Perbandingan *Output* POM-QM dan Kebijakan Perusahaan

Metode	<i>Output</i> POM - QM	Perusahaan
VAM	Rp 2.059.460.000	Rp 2.200.000.000
LC	Rp 2.059.460.000	Rp 2.200.000.000
NWC	Rp 2.059.460.000	Rp 2.200.000.000

Dari Tabel 11. dapat disimpulkan bahwa *Output* POM-QM dari ketiga metode tersebut menghasilkan nilai yang dibulatkan. 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. Sehingga selisih ketiga metode tersebut terhadap biaya distribusi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar Rp. 140.540.000. Maka, perusahaan akan akan berhemat hingga 6,39%.

### Implikasi Manajerial

Setelah melakukan analisis dan perhitungan pada pengoptimalan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml pada PT. XYZ, diperoleh implikasi manajerial untuk alternatif perusahaan terkait biaya distribusi dan alokasi distribusi produk agar dapat meminimasi *cost* perusahaan.

Menerapkan metode transportasi untuk meminimasi biaya distribusi pada pendistribusian produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml terbukti lebih optimum. Pada Tabel 11. terlihat bahwa Metode VAM, LC, dan NWC memperoleh biaya distribusi yang optimal, namun dengan iterasi yang berbeda. Jika perusahaan berfokus dengan iterasi yang pendek, maka sebaiknya perusahaan dapat menggunakan metode VAM dan LC.

Selanjutnya, dalam mengalokasikan produk, perusahaan sebaiknya menerapkan metode transportasi MODI sehingga alokasi produk berpengaruh terhadap penurunan biaya distribusi. Biaya distribusi dipengaruhi oleh jarak dan *demand*. Semakin jauh jarak yang harus ditempuh dan *demand* yang flukatif akan menyebabkan biaya distribus yang tinggi. Alokasi produk yang kurang tepat juga menjadi pengaruh terhadap biaya distribusi, jika alokasi produk tidak dilakukan secara tepat maka akan terjadi kenaikan biaya distribusi. Dari hasil penelitian ini, metode transportasi dapat meminimasi biaya distribusi dengan melakukan alokasi produk secara tepat.

### 5. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis dan perhitungan, maka diperoleh hasil kesimpulan terhadap penerapan metode transportasi menggunakan *software* POM-QM pada PT. XYZ. Setelah dianalisis, diketahui bahwa penerapan metode transportasi *Vogell Approximation Method* (VAM), *Least Cost* (LC), *North West Corner* (NWC), dan *Modified Distribution* (MODI) dengan menggunakan *software* POM-QM dapat

mengoptimalkan biaya distribusi dan mengalokasikan distribusi produk teh dalam kemasan Tetra Pak 250 ml pada PT. XYZ. Kemudian Setelah dilakukan perhitungan dengan metode transportasi, diperoleh biaya distribusi optimal sebesar Rp. 2.059.460.017,-. Terjadi penurunan biaya hingga sebesar Rp. 140.539.983 sehingga perusahaan akan berhemat hingga 6,39% dan dapat menaikkan laba perusahaan.

## 6. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka terdapat beberapa saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya. Kekurangan dari penelitian ini yaitu hanya menggunakan data satu bulan dan *software* POM - QM. Sehingga saran untuk peneliti selanjutnya yang akan mengkaji tentang metode transportasi yaitu agar menggunakan data tahunan dan penggunaan *software* selain POM - QM seperti LINGO, LINDO dan *software* lainnya yang terbaru dengan kemungkinan penyelesaian masalah lebih kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, D. A. (2018). *Perbandingan Metode Least Cost - MODI Dan Least Cost - Stepping Stone Pada Pengoptimalan Distribusi Barang*. Universitas Sumatera Utara.
- 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.
- Biomantara, K., & Herdiansyah, H. (2019). Peran Kereta Api Indonesia (KAI) Sebagai Infrastruktur Transportasi Wilayah Perkotaan. *Cakrawala-Jurnal Humaniora*, 19(1), 1–8.
- Gunawan, H. (2018). *Pengantar Transportasi dan Logistik* (3rd ed.). Rajawali Press.
- Hansopaheluwakan, S. (2017). Minimalisasi Biaya Transportasi Pada Perusahaan Freight Forwarding di Indonesia. *Jurnal Ekonomi*, 8(2), 243–252.
- Imbang, P. ., Pratisis, 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.
- Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. (2020). Studi Deskriptif Kuantitatif Tentang Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Edmodo Dalam Pembelajaran Sejarah. *Jurnal Artefak*, 7(1), 13–20.
- Kemenperin. (2019). *Industri Makanan dan Minuman Jadi Sektor Kampiun*. Kementerian Perindustrian. <https://kemenperin.go.id/artikel/20298/Industri-Makanan-Jadi-Sektor-Kampiun->
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Prinsip - Prinsip Pemasaran* (1st ed.). Erlangga.
- Lestari, O. D., & Christy, T. (2018). Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Modified Distribution (MODI) (Studi Kasus: PT. Coca Cola Amatil Indonesia Surabaya). *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, V(1), 51–58.
- Manurung, A. (2019). *Analisis Penerapan Model Transportasi dengan Metode Vogel Approximation (VAM) Dengan Uji Modified Distribution*. Universitas Sumatera Utara.
- Nelwan, C., Kekenusa, J. S., & Langi, Y. A. . (2013). Optimasi Pendistribusian Air Dengan Menggunakan Metode Least Cost Dan Metode Modified Distribution (Studi Kasus: PDAM Kabupaten Minahasa Utara). *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 45.
- Oktariyani. (2016). *Penerapan Metode MODI Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Pada PT. Citra Inti Pratama*. Universitas Sumatera Utara.
- Ratnasari, Y., Yuniarti, D., & Purnamasari, I. (2019). Optimasi Pendistribusian

- Barang Dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method dan Stepping Stone Method (Studi Kasus: Pendistribusian Tabung Gas LPG 3 Kg Pada PT. Tri Pribumi Sejati). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 10(2), 165–174.
- Rumahorbo, I. R. (2019). Penjadwalan Ulang Penjemputan Sampah Rumah Tangga Akibat Datangnya Permintaan Penjemputan Baru Secara Real Time Pada Angkuts. *Jurnal TIN*, 3(2), 22–26.
- Sagara, R. A., Suryono, Y. I. V., & Halim, R. (2005). *Peningkatan Produktivitas pada Tahap Pembibitan Kelapa Sawit (Studi Kasus: PT BPS)*. Universitas Bina Nusantara.
- Siswanto. (2007). *Operations Research* (1st ed.). Erlangga.
- Sitorus, H., Suminar, R., & Santoso, A. D. (2019). Optimasi Target Produksi Berbiaya Alokasi Pekerjaan Minimum Dengan Pendekatan Program Linier ( STUDI KASUS : PT . TASS ENGINEERING ). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 4(2), 81–93.
- Soplanit, P. P. G., Dundu, A. K. ., & 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.
- Suoth, O., Sumarauw, J., & Karuntu, M. (2017). Analisis Desain Jaringan Supply Chain Komoditas Beras Di Desa Karondoran Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa. *Jurnal EMBA*, 5(2), 511–519.
- Suparjo. (2017). Metode Saving Matrix Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi. *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 32(2), 137–153.
- Tanaka, D., & Nurcaya, I. N. (2018). Analisis Kinerja Supply Chain Management Berbasis Balanced Scorecard Pada PT. Alove Bali Ind. *E-Jurnal Manajemen*, 7(7), 3709–3736.
- TOP BRAND AWARD. (2017). *TOP BRAND AWARD Kategori Teh Dalam Kemasan Siap Minum*. TOP BRAND AWARD. <https://www.topbrand-award.com/top-brand-index/>
- Trisnani. (2017). Analisa Perbandingan Metode VAM dan MODI Dalam Pengiriman Barang Pada PT. Mitra Maya Indonesia. *Jurnal Pelita Informatika*, 6(1), 109–115.
- Tumanggor, A. I. (2017). *Optimasi Biaya Distribusi Barang Dengan Menggunakan Model Transportasi ada PT. Bina Agro Nusantara*. Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND) Padang.
- Yusanti, S. M., Dihadjo, W. S., & Shoffa, S. (2017). Analisis Perbandingan Pengiriman Barang Menggunakan Metode North West Corner Dan Least Cost (Studi Kasus: PT. Coca Cola Amatil Indonesia Surabaya). *Jurnal Of Mathematics Education Science and Technology*, 2(1), 1–10.