

ANALISA PENENTUAN RUTE PRODUK PUPUK ORGANIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SAVING MATRIX* PADA PT. XYZ SURABAYA

Alfitri Dilla Anggraeni¹⁾, Rusindiyanto²⁾

¹⁾²⁾ Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail : alfitridangraeni@gmail.com¹⁾, rusindiyanto@ymail.com²⁾

ABSTRAK

Distribusi dan transportasi yang baik merupakan hal penting agar produk dapat dikirim sampai ke konsumen secara tepat waktu, tepat pada tempat yang telah dilakukan dan produk dalam kondisi baik. Keputusan penentuan jadwal serta rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh. PT. XYZ mendistribusikan pupuk organik kepada pelanggan hanya untuk kabupaten Malang. Beberapa permasalahan yang ada di PT. XYZ antara lain lokasi pelanggan yang tersebar jaraknya bervariasi dan jumlah permintaan yang berbeda tidak mengimbangi dengan tersedianya jumlah kendaraan serta kapasitas truk yang mencukupi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengatur rute serta menentukan kapasitas dan jumlah kendaraan truk yang mampu meminimalkan jarak tempuh, lama perjalanan dan biaya transportasi dapat digunakan metode saving matrix untuk menangani masalah penentuan rute berdasarkan kapasitas kendaraan. Hasil penelitian menggunakan metode saving matrix di PT. XYZ Surabaya bahwa terdapat 5 rute awal yang muncul dan terdapat 3 rute usulan dengan total jarak adalah 797,02 km dan total jarak awal dari perusahaan adalah 1211,1 km, maka didapatkan total penghematan jarak sebesar 414,08 km atau dengan presentase penghematan jarak sebesar 34,19%. serta total biaya sebesar Rp. 209.885.568,- per tahun dengan biaya rute awal yang sebesar Rp. 307.211.520,- per tahun, maka didapatkan selisih biaya sebesar Rp. 97.325.952,- dan presentase penghematan biaya sebesar 31,68% per tahun.. Jadi dari hasil yang diperoleh, maka metode saving matrix dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan biaya yang minimum.

Kata Kunci : Saving matrix, Biaya Distribusi, Rute Distribusi, Jarak Distribusi, Kapasitas Kendaraan

ABSTRACT

Good distribution and transportation are important so that products can be delivered to consumers in a timely manner, right at the place that has been done and the product is in good condition. The decision to determine the schedule and the delivery route becomes important in order to minimize shipping costs, minimize time or distance traveled. PT. XYZ distributes organic fertilizer to customers only for Malang district. Some problems that exist in PT. XYZ, among others, the location of customers who are spread out varying distances and the number of different requests does not compensate for the availability of the number of vehicles and sufficient truck capacity. The purpose of this study is to set the route and determine the capacity and number of truck vehicles that are able to minimize mileage, travel time and transportation costs can be used saving matrix method to deal with the problem of determining the route based on vehicle capacity. The results of research using the saving matrix method at PT. XYZ Surabaya that there were 5 initial routes that appeared and there were 3 proposed routes with a total distance of 797.02 km and a total initial distance from the company was 1211.1 km, a total distance savings of 414.08 km or with a percentage of distance savings was obtained by 34.19%. and a total cost of Rp. 209,885,568 per year with an initial route cost of Rp. 307,211,520, - per year, the difference between the cost is Rp. 97.325.952, - and the percentage of cost savings of 31.68% per year. So from the results obtained, the saving matrix method can be applied in determining the optimal route for distribution, so that minimum costs can be obtained.

Keywords: Saving matrix, Distribution Costs, Distribution Routes, Distribution Distance, vehicle capacity

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis, distribusi dan transportasi mempunyai peranan yang sangat vital. Jaringan distribusi dan transportasi memungkinkan produk berpindah dari satu lokasi produksi ke lokasi konsumen yang sering kali dibatasi jarak. Distribusi dan transportasi yang baik merupakan hal penting agar produk dapat dikirim sampai ke konsumen secara tepat waktu, tepat pada tempat yang telah dilakukan dan produk dalam kondisi baik (Baktiar dan Rahmi, 2017). Keputusan penentuan jadwal serta rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh (Pujawan, 2010). Pemilihan rute terbaik akan membuat efisiensi distribusi produk. Rute terbaik adalah rute dengan jarak terpendek, yang tentunya akan mempengaruhi biaya transportasi yang terjadi. Jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek berarti biaya transportasi yang lebih rendah (Sarjono, 2014).

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pupuk organik untuk tanaman perkebunan dan pertanian. PT. XYZ memiliki sistem penjualan pupuk yang ditunjukkan untuk dua macam konsumen, yaitu tanaman perkebunan dan tanaman rakyat (non perkebunan). PT. XYZ mendistribusikan pupuk organik kepada pelanggan hanya untuk kabupaten Malang. Proses pendistribusian dilakukan dengan menggunakan kendaraan truk dengan jumlah yang terbatas yaitu 3 truk. Beberapa permasalahan yang ada di PT. XYZ antara lain lokasi pelanggan yang tersebar jaraknya bervariasi dan jumlah permintaan yang berbeda tidak mengimbangi dengan tersedianya jumlah kendaraan serta kapasitas truk yang mencukupi. Berdasarkan permasalahan yang ada untuk mengatur rute serta menentukan kapasitas dan jumlah kendaraan truk yang mampu meminimalkan jarak tempuh, lama perjalanan dan biaya transportasi dapat digunakan metode *saving matrix* untuk menangani masalah penentuan rute berdasarkan kapasitas kendaraan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Distribusi

Distribusi merupakan aktivitas pergerakan barang dan jasa dari pemasok hingga konsumen akhir melalui saluran distribusi. Keseluruhan kegiatan ini menghasilkan nilai tambah melalui pengiriman barang ke tempat konsumen berada, pada waktu konsumen membutuhkannya, utilitas alat dan efisiensi biaya. Pihak yang berperan adalah shipper (pengirim barang atau pemilik) dan carrier (pihak yang membawa barang tersebut kepada konsumen) (Martono, 2018).

Menurut Karundeng et.all (2018) distribusi adalah suatu proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan para pemakai, sewaktu dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan. Proses distribusi tersebut pada dasarnya menciptakan faedah (*utility*) waktu, tempat, dan pengalihan hak milik. Saluran distribusi pada dasarnya merupakan perantara yang menjembatani antara produsen dan konsumen seperti halnya dalam produksi ada system produksi ‘tarik’ dan ‘dorong’, maka dalam system distribusi juga ada system distribusi ‘tarik’ (*pull distribution center*) dan system distribusi ‘dorong’ (*push distribution center*). Dalam system distribusi ‘dorong’, pusat induk distribusi menentukan apa dan berapa yang perlu di distribusikan dan dikirim ke pusat distribusi pada tingkat bawah menentukan apa yang diperlukan dan itu yang dipesan ke pusat induk distribusi untuk dikirim (Indrajit, 2006).

Menurut Rushton et.all (2006) alternatif saluran distribusi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pabrik melakukan distribusi langsung ke *retail store*. Hal ini dapat dilakukan apabila pabrik memiliki kendaraan operasional pengangkutan sendiri.
- Pabrik melakukan distribusi melalui pihak operasional distribusi pabrik tersebut menuju *retail store*. Pada alternatif ini, pabrik atau supplier menyimpan produknya digudang barang jadi, yaitu sebuah gudang pusat distribusi atau beberapa area pusat

distribusi. Sebuah kendaraan besar akan mengambil dari pabrik dan mendistribusikan ke gudang-gudang tersebut, kemudian dari gudang tersebut baru akan dikirimkan ke *retail store*.

- pabrik melakukan distribusi melalui retailer distribution center menuju ke *retail store*. Pelaksanaannya adalah kerjasama antara retailer dengan pabrik, sehingga retailer dapat menggunakan kendaraannya sendiri untuk mengambil produk-produk yang tersimpan digudang pusat pabrik dan dibawa ke *retail store*.
- Pabrik mengirimkan ke wholesaler, kemudian dari wholesaler ke *retail store*.
- Pabrik mengirimkan melalui cash-and-carry wholesaler, kemudian dari cash-and-carry wholesaler ke *retail store*.
- Pabrik mengirimkan produk ke *retail store* menggunakan jasa *third-party logistic*.
- Pabrik melakukan distribusi produk melalui jasa *small parcel carrier* ke *retail store*.
- Pabrik melakukan distribusi melalui broker.

B. Transportasi

Nasution (2015) mengungkapkan bahwa transportasi didefinisikan sebagai pemindahan barang dan sumber daya dari tempat asal ke tempat tujuan. Dalam proses distribusi fisik diperlukan proses transportasi untuk memindahkan satu komoditas dari satu tempat ke tempat lain dalam suatu rantai pasok. Dua pihak yang terlibat dalam proses transportasi dalam rantai pasok adalah pengirim (*shipper*) dan pengangkut (*carrier*). Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, kemana kegiatan pengangkutan diakhiri (Chopra, 2002).

C. Permasalahan Penentuan Rute dan Penjadwalan dalam Distribusi

Menurut Walangi et.al (2012) beberapa masalah yang terjadi karena penjadwalan dan penentuan rute yang kurang tepat yaitu terjadinya keterlambatan dan muncul waktu tunggu karena estimasi waktu layanan mulai kendaraan berangkat sampai bongkar muatan di konsumen tidak sesuai. Keterlambatan di konsumen akan mempengaruhi waktu layanan pada konsumen yang selanjutnya jika dalam satu rute pengiriman yang dilalui kendaraan pengangkut terdapat lebih dari satu konsumen. Jika terjadi keterlambatan maka yang akan dirugikan nantinya adalah konsumen. Penentuan rute dan penjadwalan dalam distribusi dipandang sebagai masalah yang relatif rumit. Hal ini disebabkan banyak faktor-faktor kendala yang dapat muncul dan harus diperhatikan sehingga menyebabkan jenis permasalahan yang berbeda untuk setiap kasus. Jenis permasalahan tersebut dapat dikategorikan dalam 4 hal, yaitu:

1. Masalah strategi

Mengacu pada aspek jangka panjang dari penentuan rute dan penjadwalan, seperti perlu tidaknya pengiriman pada suatu produk dalam jumlah yang tetap secara rutin ke sejumlah pelanggan. Hal ini berlaku untuk contoh kasus distribusi roti dan toko bahan pangan. Karakteristik utamanya adalah terdapat permintaan rutin dengan jumlah tetap yang dikirimkan ke lokasi yang sama. Maka, penjadwalan kendaraan dapat dilakukan berdasarkan historis.

2. Masalah operasional

Masalah ini memperhatikan rute-rute yang harus diatur setiap hari atau setiap minggu. Umumnya hal permasalahan ini terjadi diperusahaan pengiriman bingkisan. Faktor penting yang perlu diperhatikan adalah jumlah permintaan yang tidak dapat diperkirakan serta lokasi yang berubah-ubah.

3. Interaktif

Kegiatan operasional pengiriman pada masa sekarang mulai direncanakan melalui basis interaktif sehingga memungkinkan seorang penjawal untuk menggunakan komputer atau alat digital untuk menentukan rute paling efektif. Pada basis interaktif ini, data permintaan aktual lebih digunakan dibandingkan data permintaan historis, atau dapat

dikatakan sebagai data *real-time*. Data ini menjadi acuan untuk menentukan rute, dan salah satu kelebihan cara ini adalah rute dapat sesegera mungkin berubah apabila dibutuhkan. Kelemahan cara ini adalah mahalnya biaya untuk menyediakan teknologi semacam ini.

4. Perencanaan

Untuk menentukan rute dan penjadwalan pengiriman dilakukan perencanaan rute dan jadwal yang kemudian disimulasikan dengan komputer, lalu dianalisa akibat dari adanya perubahan permintaan atau adanya penambahan kendaraan, adanya penambahan kendaraan dengan kapasitas yang lebih besar, atau kemungkinan adanya perubahan kebijakan.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sebenarnya metode yang dapat digunakan untuk menentukan rute dan jadwal bervariasi tergantung dari karakteristik dan kerumitan masing-masing permasalahan, serta apakah pendekatan manual atau berbasis komputer yang akan digunakan oleh perusahaan tersebut. Masing-masing metode dikenal sebagai algoritma penentuan rute dan penjadwalan.

E. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

Menurut Leonard (2019) permasalahan optimisasi rute kendaraan dikenal dengan *vehicle routing problem (VRP)*. VRP bertujuan untuk mengirimkan produk ke pelanggan dengan pertimbangan rute transportasi yang optimum dan meminimalisasi jumlah kendaraan yang digunakan untuk keluar-masuk depot. Contoh kasus dalam kehidupan sehari-hari dalam permasalahan VRP antara lain distribusi air minum, distribusi surat kabar, pelayanan jasa kurir, jasa ojek, penentuan rute bus sekolah, dan lain sebagainya. Menurut Ayu (2016) Permasalahan *Vehicle Routing Problem (VRP)* adalah sebuah optimasi kombinatorial yang kompleks, yang didefinisikan sebagai berikut: pencarian cara pengguna sejumlah armada (kendaraan) secara efisien yang harus melakukan perjalanan untuk mengantar dan/atau menjemput orang/barang pada sejumlah tempat. Setiap tujuan hanya boleh dilayani oleh satu armada saja. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan kapasitas kendaraan dalam satu kali angkut, untuk meminimalkan biaya yang diperlukan. Suatu rute yang optimal adalah rute yang memenuhi berbagai kendala operasional, yaitu memiliki total jarak dan waktu perjalanan yang ditempuh terpendek dalam memenuhi permintaan konsumen serta menggunakan kendaraan dalam jumlah yang terbatas Sarjono (2014).

Menurut Toth (2002) permasalahan *capacitated vehicle routing problem (CVRP)* merupakan salah satu variasi dari masalah VRP, dimana terdapat penambahan kendala kapasitas kendaraan yang identik untuk mengunjungi sejumlah konsumen sesuai dengan permintaannya masing-masing. Permasalahan CVRP, total jumlah permintaan konsumen dalam suatu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut dan setiap konsumendikunjungi hanya satu kali oleh satu kendaraan. permasalahan CVRP bertujuan meminimumkan total jarak tempuh rute perjalanan kendaraan dan meminimumkan banyaknya kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan barang dari tempat pengiriman (depot) ke sejumlah konsumen. Menurut Iskandar (2010) masalah CVRP adalah masalah pengoptimalan jarak tempuh perjalanan kendaraan dalam pendistribusian barang dari tempat pengiriman (depot) ke sejumlah agen pelanggan sehingga menghasilkan rute dengan total jarak tempuh yang minimum. Penentuan rute kendaraan tersebut harus memperhatikan beberapa batasan yaitu setiap kendaraan harus memulai rute perjalanan dari depot dan setelah melayani sejumlah konsumen juga harus kembali ke depot. Setiap konsumen hanya dilayani tepat satu kali oleh satu kendaraan. Kendaraan-kendaraan tersebut memiliki kapasitas kendaraan dalam melayani setiap konsumen dengan kapasitasnya.

Permasalahan tersebut kemudian diformulasikan ke dalam model matematika dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan. Didefinisikan variabel keputusannya.

$X_{ijk} = 1$ jika kendaraan k mengunjungi simpul v_i setelah simpul v_j
0 jika selainnya

$U_{ik} = 1$ jika simpul v_i dilayani oleh kendaraan k
0 jika tidak

Keterangan :

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ kendaraan yang digunakan

V = himpunan simpul

A = himpunan sisi berarah, $\{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$

C_{ij} = jarak antara simpul v_i ke simpul v_j

d_i = jumlah permintaan pada simpul v_i

Q = kapasitas masing-masing kendaraan

U_{ik} = kendaraan k melayani simpul v_i

Fungsi tujuannya meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan. Jika z adalah fungsi tujuan, maka:

Minimumkan $z =$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} X_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan kendala-kendala

1. Setiap simpul hanya dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan. Jika X_{ijk} bernilai 1, artinya ada perjalanan dari simpul v_i ke v_j pada rute k atau $U_{ik} = 1$. Sebaliknya jika X_{ijk} bernilai 0, artinya tidak ada perjalanan dari simpul v_i ke v_j pada rute k atau $U_{ik} = 0$. Sehingga dapat dikatakan bahwa variabel X_{ijk} dan U_{ik} saling berhubungan.

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} \sum_{i \in V} X_{ij}^k = 1, \forall i \in V \dots \dots \dots (2)$$

2. Total jumlah permintaan konsumen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut. Kapasitas kendaraan untuk memenuhi permintaan pelanggan harus dimaksimalkan namun tidak melebihi dari kapasitas kendaraan tersebut.

$$\sum_{i \in V} d_i \sum_{j \in V} X_{ij}^k \leq Q, \forall k \in K \dots \dots \dots (3)$$

3. Setiap rute perjalanan kendaraan berawal dari depot

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} X_{ij}^k = 1 \dots \dots \dots (4)$$

4. Setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di depot

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in V} X_{ij-1}^k = 1 \dots \dots \dots (5)$$

5. Kekontinuan rute, artinya kendaraan yang mengunjungi suatu simpul, setelah selesai melayani akan meninggalkan simpul tersebut.

$$\sum_{i \in V} X_{ij}^k - \sum_{j \in V} X_{ij}^k = 0, \forall i, j \in V, \forall k \in K \dots \dots \dots (6)$$

6. Batasan ini memastikan bahwa tidak terdapat subrute pada setiap rute yang terbentuk
 $X_{ij}^k = 1, U_i^k - d_j = U_j^k, \forall i, j \in V, i \neq j, K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\} \dots \dots \dots (7)$

$$U_0 = Q, 0 \leq U_i, A_i \in V \dots\dots\dots(8)$$

7. Variabel keputusan X_{ijk} merupakan integer biner

$$X_{ijk} \in \{0,1\}, A_{i,j} \in V, i \neq j, K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\} \dots\dots\dots(9)$$

Berdasarkan persamaan 2.1-2.9, akan disajikan model matematika CVRP dalam tabel 1.

TABEL 1
MODEL MATEMATIKA *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM* (CVRP)

Fungsi Tujuan	$Z = \sum \sum C_{ij} X_{ij}$
Kendala Tujuan	$\sum d_i \sum X_{ij}^k = 1, A_i = \{1,2,\dots,N\}$ $\sum d_i \sum X_{ij}^k \leq 144, A_k = \{1,2,\dots,N\}$ $\sum \sum X_{ij}^k = 1$ $\sum \sum X_{ij}^k = 1$ $\sum X_{ij}^k - \sum X_{ji}^k = 0, A_{i,j} \{1,2,\dots,N\}, A_k \in K = \{1,2,\dots,N\}$ $X_{ij}^k \in \{0,1\}, A_{i,j} \in V, i \neq j, K = \{1,\dots,K\}$

D. Saving Matrix

Menurut Ikfan (2013) metode *saving matrix* memberikan suatu hasil penugasan kendaraan sesuai dengan kapasitas muatan ke daerah pengiriman berdasarkan penghematan terbesar. Metode *saving matrix* merupakan metode heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dalam penentuan rute dan jadwal distribusi. Metode *saving matrix* juga dapat digunakan untuk menjadwalkan kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan penggabungan beberapa titik pengiriman (Indrawati, 2016).

Metode *saving matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ogkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Menurut Pujawan (2010) langkah-langkah penggunaan metode *saving matrix* tersebut adalah:

1. Mengidentifikasi matrik jarak

Rahmawati et.al (2014) Pada langkah ini memerlukan jarak antara gudang ke masing-masing toko dan jarak antar toko. Perhitungan jarak dapat dilakukan setelah koordinat masing-masing lokasi diketahui.

$$J(1,2) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots\dots\dots(10)$$

2. Mengidentifikasi matrik penghematan

Rahayu et.al (2015) Pada tahapan ini setiap toko akan dikunjungi secara eksklusif satu kendaraan. *Saving matrix* mempresentasikan penghematan yang bisa dilakukan dengan menggabungkan dua *retailer* ke dalam satu rute.

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \dots\dots\dots(11)$$

Dimana:

$S(x,y)$ adalah penghematan jarak dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu.

J = Jarak

G = Gudang

x = *outlet* ke satu

y = *outlet* ke dua

3. Mengalokasikan *retailer* ke rute

Menurut Rand (2009) pada langkah ini, yang pertama harus dilakukan adalah mengalokasikan tiap toko ke rute yang berbeda, setelah itu menggabungkan toko 1 dengan toko yang lain ke dalam rute dari nilai penghematan terbesar karena tujuannya adalah memaksimalkan penghematan. Melakukan penggabungan yang dimulai dari nilai penghematan terbesar untuk memaksimalkan penghematan.

4. Mengurutkan retailer tujuan dalam rute yang sudah terdefiniskan.

Supriyadi et.al (2017) Setelah mengalokasikan toko kendaraan, selanjutnya adalah mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang terdefinisi. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan urutan kunjungan tersebut diantaranya adalah metode *nearest insert* dan metode *nearest neighbour*. Pada prinsipnya, tujuan dari pengurutan ini adalah untuk meminimumkan jarak perjalanan truk. Metode *nearest insert* menggunakan prinsip memilih toko yang apabila dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada dan menghasilkan tambahan jarak yang minimum. Sedangkan, prinsip *nearest neighbour* juga cukup sederhana. Prinsipnya kita selalu menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang kita kunjungi terakhir (Pujawan, 2010).

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *saving matrix*. Adapun langkah-langkah pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Melakukan pengumpulan data
- b. Mengidentifikasi Matriks Jarak
- c. Mengidentifikasi Matriks Penghematan
- d. Mengalokan tujuan ke kendaraan atau rute
- e. Mengurutkan tujuan dalam rute
- f. Perhitungan total biaya distribusi dan total jarak rute usulan (TJ2)
- g. Rute awal distribusi perusahaan
- h. Perhitungan jarak total rute awal perusahaan
- i. Perhitungan biaya distribusi di rute awal perusahaan
- j. Membandingkan rute awal dan biaya distribusi perusahaan dengan rute usulan dan biaya distribusi menggunakan *saving matrix*
- k. Mengevaluasi dan memilih metode usulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

1. Data Rute Awal Distribusi

Data rute pendistribusian pupuk organik dari gudang ke *customer*, adalah:

TABEL 2
RUTE AWAL PENDISTRIBUSIAN PUPUK ORGANIK

Rute	Rute Perjalanan	Kode
1	PT. XYZ – Toko Budikarti Tani – Toko Pertanian Sumber Makmur – Toko Pertanian Dewi – PT. XYZ	C0-C1-C2-C3-C0
2	PT. XYZ -Toko Tani Sejati - CV. RAJ Organik - PT. XYZ	C0-C4-C5-C0
3	PT. XYZ –Toko Sri Tani – Toko Tani Jaya Makmur – Toko Pertanian Tegal Tani Makmur – PT. XYZ	C0-C6-C7-C8-C0
4	PT. XYZ - UD. Tani Makmur - Toko Sahabat Tani –PT. XYZ	C0-C9-C10-C0
5	PT. XYZ –Toko BENGKEL Tani - Toko Sinar Tani - PT. XYZ	C0-C11-C12-C0

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

2. Jarak Tempuh Perjalanan

TABEL 3
JARAK TOTAL PERJALANAN AWAL PUPUK DARI GUDANG KE TOKO

Rute	Kode	Jarak Total Perjalanan per km	Kendaraan	Beban Order (kg)
1	C0-C1-C2-C3-C0	217,2 km	Truk CDD	5500
2	C0-C4-C5-C0	209,7 km	Truk CDD	10000
3	C0-C6-C7-C8-C0	266 km	Truk CDD	7500
4	C0-C9-C10-C0	269 km	Truk CDD	7500
5	C0-C11-C12-C0	249,2 km	Truk CDD	11000
Total Beban Order (kg)				41500

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

3. Data Kendaraan Angkut

Jenis alat angkut atau armada yang digunakan dalam pendistribusian produk pupuk organik dari perusahaan ke *customer* adalah:

TABEL 4
DATA KENDARAAN ANGKUT

Jenis Alat Angkut	Kapasitas	Jumlah	Keterangan
Truk CDD	14 ton	3	Milik sendiri

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

4. Data Biaya Distribusi

Data biaya yang berkaitan dengan pendistribusian produk pupuk organik sampai pada *customer*.

TABEL 5
DAFTAR HARGA UNTUK BIAYA TRANSPORTASI

No	Jenis Biaya	Jumlah
1	Biaya bahan bakar solar	Rp. 9600,- liter
2	Biaya retribusi: masuk tol, makan, parkir dan lainnya	Rp. 140.000/perjalanan
3	Gaji Sopir	Rp. 3.500.000,-/bulan
4	Ongkos kuli bongkar muat truk	0-50 karung Rp. 50.000,-/toko 50-100 karung Rp. 75.000,-/toko 100-150 karung Rp. 100.000,-/toko 150-200 karung Rp. 125.000,-/toko 200- lebih dari 200 karung Rp. 150.000,-/ toko

Sumber: Data Sekunder/Data Perusahaan

B. Pengolahan Data

1. Menghitung Jarak dari Gudang ke Tiap-Tiap Customer

Dalam pengukuran jarak antar tiap *customer* dipenelitian ini menggunakan aplikasi google maps karena lebih akurat dan cepat. Matriks jarak di bawah ini adalah hasil perhitungan matriks dari gudang ke tiap-tiap *customer* menggunakan bantuan aplikasi *google maps*, untuk rangkuman jaraknya adalah sebagai berikut:

TABEL 6
MARIKS JARAK (SATUAN KM)

	Gudang (C0)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	99	0											
C2	103	15	0										
C3	104	15	0,2	0									
C4	103	15	0,22	0,02	0								
C5	104	16	2,7	2,8	2,7	0							
C6	109	19	5,1	4,8	4,7	5	0						
C7	109	27	17	17	17	19	18	0					
C8	109	13	13	13	13	13	18	30	0				
C9	112	24	11	11	11	8,6	9,9	27	17	0			
C10	119	37	27	27	28	29	28	10	39	38	0		
C11	120	23	30	30	35	36	41	47	20	37	57	0	
C12	124	27	33	34	39	40	45	51	23	41	61	5,2	0

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

2. Mengidentifikasi Matriks Penghematan Jarak (*Saving matrix*)

Dalam menghitung penghematan jarak dari gudang ke tiap-tiap *customer* dan dari *customer* satu ke *customer* lainnya, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S(x,y) = J(G,y) + J(G,y) - J(x,y)$$

Keterangan:

S(x,y) = Penghematan Jarak

x = Customer / outlet ke satu

J = Jarak

y = Customer / outlet ke dua

G = Gudang

Rangkuman hasil perhitungan penghematan jarak ada pada tabel berikut:

TABEL 7
Matriks Penghematan Jarak (*Saving Matrix*)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	0											
C2	187	0										
C3	188	206,8	0									
C4	187	205,78	206,98	0								
C5	188	204,3	205,2	204,3	0							
C6	189	206,9	208,2	207,3	208	0						
C7	181	195	196	195	194	200	0					
C8	195	199	200	199	200	200	188	0				
C9	187	204	205	204	207,4	211,1	194	204	0			
C10	181	195	196	194	194	200	218	189	193	0		
C11	95	193	194	188	188	188	182	209	194	182	0	
C12	196	194	194	188	188	188	182	210	195	182	238,8	0
<i>Order Size</i>	2000	2000	1500	4500	5500	2750	2500	2250	3500	4000	6000	5000

3. Penentuan Toko pada Kendaraan dan Rute Periode Januari 2019-Desember 2019 (usulan)

TABEL 8
Penentuan Toko pada Kendaraan dengan Menggunakan Iterasi

Iterasi	Rute	Jarak Penghematan (Km/jam)	Beban Rute (<i>Order Size</i>) (kg)	Kapasitas kendaraan Max (kg)	Truk yang digunakan	Rute ke-
1	C11-C12	238,8	6000 + 5000 = 11.000	14000	Truk CDD	1
2	C11-C12-C7	218	11.000 + 2500 = 13.500	14.000	Truk CDD	1
3	C10	218	4000	14.000	Truk CDD	2
4	C10-C6-C9	211,1	4000 + 2750 + 3500 = 10.250	14.000	Truk CDD	2
5	C10-C6-C9-C8	210	10.250 + 2250 = 12.500	14.000	Truk CDD	2
6	C10-C6-C9-C8-C3	208,2	12.500 + 1500 = 14.000	14.000	Truk CDD	2
7	C5	208	5500	14.000	Truk CDD	3
8	C5-C4	207,3	5500 + 4500 = 10.000	14.000	Truk CDD	3
9	C5-C4-C2	206,9	10.000 + 2000 = 12.000	14.000	Truk CDD	3
10	C5-C4-C2-C1	196	12.000 + 2000 = 14.000	14.000	Truk CDD	3
Total Beban Order			41.500	41.500		

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

Berdasarkan iterasi 1 sampai 10 diatas, sehingga pada iterasi 11 diperoleh 3 kelompok rute baru yaitu:

TABEL 9
Pengelompokan Rute Baru serta Kapasitas Kendaraan

Rute	Kode Rute	Armada	Kapasitas (kg)
1	C11-C12-C7	Truk CDD	13500
2	C10-C6-C9-C8-C3	Truk CDD	14000
3	C5-C4-C2-C1	Truk CDD	14000

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

4. Mengurutkan Toko dalam Rute yang Teridentifikasi

Dalam mengurutkan pendistribusian pupuk organik dari gudang sampai ke toko hingga kembali ke gudang menggunakan metode *nearest neighbour*, dengan urutan kunjungan sebagai berikut:

1. Rute 1 (C11-C12-C7)

Alternatif:

- a. C0-C11-C12-C7-C0 = $120 + 5,2 + 51 + 109 = 285,2$ km (Dipilih)
- b. C0-C12-C07-C11-C0 = $124 + 51 + 47 + 120 = 342$ km
- c. C0-C07-C11-C12-C0 = $109 + 47 + 5,2 + 124 = 285,2$ km (Dipilih)

Dari tiga alternatif, maka dipilih adalah alternatif 1(C0-C11-C12-C07-C0) atau 3 (C0-C07-C11-C12-C0) karena sama-sama mempunyai jarak terpendek yaitu 285,2 km

2. Rute 2 (C10-C6-C9-C8-C3)

Alternatif:

- a. C0-C10-C6-C9-C8-C3-C0 = $119 + 28 + 9,9 + 17 + 13 + 104 = 290,9$ km (Dipilih)
- b. C0-C6-C9-C8-C3-C10-C0 = $109 + 9,9 + 17 + 13 + 27 + 119 = 294,9$ km
- c. C0-C9-C8-C3-C10-C6-C0 = $112 + 17 + 13 + 27 + 28 + 109 = 306$ km
- d. C0-C8-C3-C10-C6-C9-C0 = $109 + 13 + 27 + 28 + 9,9 + 112 = 298,9$ km
- e. C0-C3-C10-C6-C9-C8-C0 = $104 + 27 + 28 + 9,9 + 17 + 109 = 294,9$ km

Dari lima alternatif tersebut, maka yang dipilih adalah alternatif 1 (C0-C10-C6-C9-C8-C3-C0) karena alternatif 1 jarak tempuh terpendek yaitu 290,9 km.

3. Rute 3 (C0-C5-C4-C2-C1-C0)

Alternatif:

- a. C0-C5-C4-C2-C1-C0 = $104 + 2,7 + 0,22 + 15 + 99 = 220,92$ km (Dipilih)
- b. C0-C4-C2-C1-C5-C0 = $103 + 0,22 + 15 + 16 + 104 = 238,22$ km
- c. C0-C2-C1-C5-C4-C0 = $103 + 15 + 16 + 2,7 + 103 = 239,7$ km
- d. C0-C1-C5-C4-C2--C0 = $99 + 16 + 2,7 + 0,22 + 103 = 220,92$ km (Dipilih)

Dari empat alternatif tersebut, maka yang dipilih adalah alternatif 1 (C0-C5-C4-C2-C1-C0) atau alternatif 4 (C0-C1-C5-C4-C2--C0) karena sama-sama mempunyai jarak tempuh terpendek yaitu 220,92 km.

Berikut tabel pengurutan distribusi pupuk organik dari gudang sampai ke toko hingga kembali ke gudang menggunakan metode *saving matrix*:

TABEL 10
URUTAN RUTE SESUDAH MENGGUNAKAN METODE *SAVING MATRIX*

Rute	Kode Rute	Jarak Tempuh/km
1	C0-C07-C11-C12-C0	285,2
2	C0-C10-C6-C9-C8-C3-C0	290,9
3	C0-C5-C4-C2-C1-C0	220,92
Total Jarak Tempuh (TJ2)		797,02 km

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

5. Perhitungan Biaya Distribusi untuk Metode *Saving matrix*

Jadi total biaya distribusi keseluruhan dalam periode 1 tahun dari ketiga rute di atas adalah sebagai berikut:

TABEL 11
RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI

Rute	Biaya Distribusi Metode <i>Saving matrix</i>
1	Rp. 67.111.680,-
2	Rp. 74.530.560,-
3	Rp. 68.243.328,-
Total	Rp. 209.885.568,-

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

6. Perhitungan Biaya Distribusi di Rute Awal Perusahaan
Jadi total biaya transportasi keseluruhan selama 1 tahun yaitu:

TABEL 12
RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI AWAL PERUSAHAAN

Rute	Biaya Distribusi Rute Awal Perusahaan
1	Rp. 60.900.480,-
2	Rp. 59.412.480,-
3	Rp. 64.279.680,-
4	Rp. 60.489.600,-
5	Rp. 62.129.280,-
Total	Rp. 307.211.520,-

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

7. Perbandingan Jarak dan Biaya Distribusi dari Perusahaan dengan Jarak dan Biaya Distribusi Metode *Saving matrix*

Membandingkan jarak dan biaya distribusi dari perusahaan dengan jarak dan biaya distribusi metode *saving matrix*. Berikut hasil perbandingan jarak dan biaya distribusi sesudah dan sebelum menggunakan metode *saving matrix*:

1. Perbandingan Total Jarak dan Presentase Penghematan Jarak

TABEL 13.
PERBANDINGAN TOTAL JARAK RUTE AWAL DAN METODE

Total Jarak (km)		Penghematan Jarak (km)	Presentase Penghematan Jarak (%)
Perusahaan / Rute Awal	Metode <i>Saving matrix</i>		
1211,1 km	797,02 km	414,08 km	34,19%

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

Keterangan:

$$\text{Presentase Penghematan Jarak} = \frac{\text{Jarak perusahaan} - \text{jarak metode}}{\text{Jarak perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1211,1 \text{ km} - 797,02 \text{ km}}{1211,11 \text{ km}} \times 100\% = 34,19\%$$

2. Hasil Perbandingan Total Biaya dan Presentase Penghematan Biaya

TABEL 14
PERBANDINGAN TOTAL BIAYA RUTE AWAL DAN METODE USULAN DALAM 1 TAHUN

Total Biaya (Rp)		Penghematan Biaya (Rp)	Presentase Penghematan Biaya (%)
Perusahaan / Rute Awal	Metode <i>Saving matrix</i>		
Rp. 307.211.520,-	Rp. 209.885.568,-	Rp. 97.325.952,-	31,68%

Sumber : Data Sekunder yang Diolah

Keterangan:

Presentase Penghematan Biaya

$$= \frac{\text{Total Biaya Perusahaan} - \text{Total Biaya Metode Usulan}}{\text{Total Biaya Perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp. 307.211.520} - \text{Rp. 209.885.568}}{\text{Rp. 307.211.520}} \times 100\% = 31,68\%$$

V. KESIMPULAN

Metode *saving matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak dan ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Maka dari itu didapatkan dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa terdapat 5 rute awal dan terdapat 3 rute usulan dengan menggunakan metode *saving matrix* yaitu: rute 1 C0-C11-C12-C7-C0, rute 2 C0-C10-C6-C9-C8-C3-C0, dan rute 3 C0-C5-C4-C2-C1-C0 dengan total jarak adalah 797,02 km dan total jarak awal dari perusahaan adalah 1211,1 km, maka didapatkan total penghematan jarak sebesar 414,08 km atau dengan presentase penghematan jarak sebesar 34,19%. serta total biaya sebesar Rp. 209.885.568,- per tahun dengan biaya rute awal yang sebesar Rp. 307.211.520,- per tahun, maka didapatkan selisih biaya sebesar Rp. 97.325.952,- dan presentase penghematan biaya sebesar 31,68% per tahun. Jadi dari hasil yang diperoleh, maka metode *Saving matrix* dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan biaya yang minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, Ika & Anggraeni Wiwik. 2016. "Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-up". Jurnal Teknik ITS Jurusan Sistem Informasi:Surabaya. Vol. 1 No.1 391-396.
- Chopra, S.;Meindl, P. 2002. "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation.First Edition". USA: Prentice Hall International, Inc.
- Ikfán, N., dan Masudin, I. 2013. "Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode *Saving matrix*". Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 12(1), 165-178.
- Indrajit, R. Eko dan Djokopranoto, R. 2006. "Manajemen Perguruan Tinggi Modern". C.V ANDI OFFSET: Yogyakarta.
- Indrawati, Eliyati, N., dan Lukowi A. 2016. "Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode *Saving matrix*". Jurnal Penelitian Sains, 18(3),105-110.
- Iskandar. 2010. "Model Optimasi Vehicle Routing Problem dan Implementasinya". Tesis: Institute Pertanian Bogor.
- Karundeng, TN; Mandey, SL; dan Sumarauw, JSB. 2018. "Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus di CV. Karya Abadi, Manado)". Jurnal Emba. Vol 6 No.3 Juli 2018 Hal 1748-1757.
- Leymana, Leonard; BW, Cahyo Suyo; Yuniaristanto, dan Sutopo, Wahyudi. 2019. "Analisis Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbor di PT. KALOG". Seminar dan Konferensi Nasional IDEC ISSN: 2579-64292019 Surakarta, 2-3 Mei 2019
- Muhammad, Baktiar dan Rahmi, M. 2017. "Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup untuk Meminimalkan Biaya. Malikussaleh Industrial Engineering Journal, 6(1), 10-15.
- Martono, R. 2018. "Manajemen Logistik ". PT. Gramedia : Jakarta.
- Nasution, M.N. 2015. "Manajemen Transportasi". Ghalia Indonesia : Bogor.
- Pujawan, I. N., dan Mahendrawathi. 2010. "Supply Chain Management (2nd ed.)". Surabaya: Guna Widya.
- Rahayu, Sri dan Yuliana, Pram Eliyah. 2015. "Perencanaan Jadwal dan Penentuan Rute Distribusi Produk Otomotif dengan Metode Saving Matriks". Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Surabaya.
- Rahmawati, ririn; Nazaruddin dan Sari, Rahmi M. 2014. "Usulan Model dalam Menentukan Rute Distribusi untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dengan Metode *Saving matrix* di PT.XYZ". Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara: e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol 5, No. 2, Maret 2014 pp, 5-10.
- Rand, Graham K. (2009). "The Live and Times of Saving Method for Vehicle Routing Problems". Orion Jurnal Vol 25 (2), PP.125- 145
- Rushton, Alan; Croucher, Phil dan Backer, Peter. 2006. "The Handbook Logistic and Distribution Managemet 3rd Edition". Kogan Page Series: USA.
- Sarjono, H. 2014. "Determination of Best Route to Minimize Transportation Costs Using Nearest Neighbor Procedure". Applied Mathematical Sciences, 8(62), 3063-3074.
- Supriyadi, Marwadi; Kholil, dan Nalhadi; Ahmad, 2017. "Meminimasi Biaya dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode *Saving matrix*". Departemen Teknik Industri Universitas Serang Jaya: Gowa. Seminar Nasional ISLI (Gowa, 18 September 2017).
- Toth dan Vigo.(Ed). 2002 "Vehicle Routing Problem", Philadelphia, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Application.
- Walangi, Maya Sagita dan Djunaidy, Arif. 2012. "Penjadwalan dan Penentuan Rute Kendaraan pada Industri Bahan Kimia Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Algoritma Pencarian Tabu". Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institute Sepuluh Nopember (ITS). Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, 1-7.