



OPTIMALISASI PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI PUPUK UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN METODE SAVING MATRIX

Akhmad Sutoni* , Iman Apipudin

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Suryakencana,
Jl. Pasir Gede Raya, Cianjur, 43216, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received : May 2019

Accepted : October 2019

Keywords:

Transportation

Supply chain

Saving Matrix

ABSTRACT

Product delivery must be in accordance with customer demand in a timely and efficient manner. So that the distribution process does not result in waste of time, distance, and energy. CV. XY is engaged in trading the needs of agricultural materials having problems in the distribution process. The sender's route itself changes over time depending on the driver's wishes. So there will be many different routes with one goal each. The goal is to produce a longer shipping path, without first looking at vehicle capacity and the distance that must be traveled. This results in expensive transportation costs. From data processing distribution using the Matrix Saving method obtained 4 new routes, namely Route 1 (DC - CUS 3 - CUS 10 - CUS 8 - CUS 6- DC), Route 2 (DC - CUS 4 - CUS 2 - CUS 7 - DC) , Route 3 (DC - CUS 5 - CUS - 9 - CUS 11 - DC), Route 4 (DC - CUS 1 - CUS 12 - DC). Distance saving and cost efficiency were obtained from 8 routes to 4 routes and total distance saving of 39.1 km. Saving in transportation costs of Rp. 12,825,120 or 50% per month.

PENDAHULUAN

CV. XY merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang penjualan berbagai kebutuhan untuk pertanian seperti pupuk, bibit, dan obat-obatan kimia. Selain menjual, CV. XY juga mengirimkan pupuk bersubsidi untuk pertanian yaitu pupuk Phonska, Urea, ZA, TSP, NPK, dan Dolomit yang harus dikirimkan kepada pelanggan yang sudah memesan. Dalam aktivitas pendistribusian di CV. XY, jenis-jenis pupuk tersebut dikemas dalam bentuk per karung dengan berat isi 50 kg. Sasaran distribusi CV. XY adalah dapat melakukan waktu pengiriman produk secara tepat, biaya yang efisien, dan pelayanan yang baik. Sehingga CV. XY dituntut untuk dapat merancang kinerja pengiriman yang reliabel. Sedangkan dalam pemenuhan sasaran

* Corresponding author

E-mail address: tbungsu13@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.12928/si.v17i2.13139>

tersebut ada beberapa keterbatasan dari perusahaan, kurangnya perencanaan pengiriman dan pendistribusian barang yang tepat untuk menentukan jalur distribusi ke ritel.

Menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010), *supply chain* adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu barang ke tangan pemakai akhir atau bisa dikatakan *supply chain* adalah jaringan fisiknya, yakni perusahaan-perusahaan yang terlibat dalam memasok barang, memproduksi suatu barang, maupun mengirimkannya ke pemakai akhir. Menurut Chopra dan Meindl (2007), tujuan dari *supply chain* adalah untuk memaksimalkan hubungan potensial di setiap bagian di dalam rantai *supply chain* dengan maksud untuk memberikan hasil atau barang yang terbaik bagi pelanggan dan mengurangi biaya-biaya pada produk akhir. Dari sudut pandang perencanaan logistik, transportasi itu menghubungkan pabrik, gudang, dan pasar yang terpisah-pisah letaknya. Jadi, transportasi itu memberikan tutupan ruang (*spatial closure*) dan memungkinkan spesialisasi. Transportasi hendaklah dipandang sebagai penurun biaya (*cost reducing*), dalam arti pengeluaran memungkinkan penghematan lebih besar dalam proses manufaktur dan pemasaran (Bowersox, 1978).

Salah satu metode heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi dalam penentuan rute dan jadwal distribusi adalah metode saving matrix. Saving matrix merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan menentukan rute distribusi produk dalam rangka meminimalkan biaya transportasi. Metode saving matrix dapat digunakan untuk menjadwalkan kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan penggabungan beberapa titik pengiriman (Indrawati dkk., 2016). Metode saving matrix memberikan suatu hasil penugasan kendaraan sesuai dengan kapasitas muatan ke daerah pengiriman berdasarkan penghematan terbesar (Ikfan dan Masudin, 2013). Perencanaan kebutuhan distribusi dalam penelitian Sutoni dan Agustian (2017) mendapatkan biaya yang optimal dari suatu kebutuhan persediaan berdasarkan biaya persediaan yang dikeluarkan. Pendistribusian rute pengiriman dapat menggunakan beberapa metode untuk menentukan rute, mengoptimalkan jarak, dan meminimasi biaya. Penelitian yang dilakukan dengan membandingkan metode Saving Matrix dengan metode lain seperti Sequential Insertion, Nearest Neighbor, Knapsack, Generalized Assignment, Clarke dan Wright Saving Heuristic, telah dilakukan oleh Hidayat dan Kristinawati (2014), Azizah dan Oesman (2015), Sari dkk. (2016), Baskoro dkk. (2018), dan Arifudin dkk. (2017) dengan tujuan untuk mendapatkan rute yang optimal dan biaya yang minimum.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Saving Matrix*. Metode *Saving Matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal (Demez, 2013).

Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sutoni dan Asilah (2018), mengenai pendistribusian untuk produk yang sama yaitu pupuk, dengan tipe permasalahan Traveling Salesman Problem (TSP). Tujuannya adalah untuk mengetahui rute terpendek yang harus dilalui dari agen ke pangkalan. Penyusunan rute yang baik dapat mempersingkat jarak tempuh dan waktu pengiriman produk, maka hasil akhir akan ada penghematan biaya bagi perusahaan. Sementara metode yang digunakan untuk penelitian yang sekarang adalah Saving Matrix berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Hutabarat (2008), Yuniarti dan Astuti (2013), dan Hudori dan Madusari (2017), dengan tujuan merencanakan rute yang harus ditempuh tiap kendaraan berdasarkan kapasitasnya untuk mengoptimalkan total jarak tempuh, dan mendapatkan penghematan biaya transportasi setelah perbaikan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan rute dengan menggunakan metode ini Clarke dan Wright (1964) adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi matriks waktu

Matriks waktu mengidentifikasi waktu tempuh kendaraan yang digunakan untuk mengirim produk dari depot ke customer ataupun dari customer ke customer yang lain. Waktu tempuh tersebut secara tidak langsung akan mempresentasikan jarak tempuh dari kendaraan yang digunakan dan biaya yang akan ditimbulkan dari setiap kali pengiriman dilakukan. Hubungan antara waktu tempuh dengan jarak tempuh dapat dirumuskan menggunakan persamaan (1) berikut ini :

$$D = v \times t \quad (1)$$

Keterangan :

D = jarak tempuh kendaraan (km)

v = kecepatan rata-rata kendaraan (km / jam)

t = waktu tempuh kendaraan (jam)

2. Mengidentifikasi saving matriks

Saving matriks merupakan presentasi dari pengeluaran yang akan timbul ketika *customer* ditambahkan dalam sebuah armada transportasi. Secara umum dapat digambarkan sebagai berikut :

Pabrik → *Customer* x → Pabrik dan Pabrik → *Customer* y → Pabrik
menjadi

Pabrik → *Customer* x → *Customer* y → Pabrik

Nilai dari saving matriks tersebut, dapat dirumuskan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$S(x,y) = WT_x + WT_y - WT_{xy} \quad (2)$$

Keterangan :

$S(x,y)$ = saving matriks *customer* x ke *customer* y

WT_x = waktu tempuh dari pabrik ke *customer* x

WT_y = waktu tempuh dari pabrik ke *customer* y

WT_{xy} = waktu tempuh dari *customer* x ke *customer* y

3. Membagi *customer* dalam rute

Pada tahapan ini dilakukan pembagian *customer* ke dalam rute suatu kendaraan dengan mempertimbangkan permintaan *customer* dan kapasitas kendaraan yang digunakan. Sebuah rute dikatakan *feasible* jika pengiriman total dalam rute tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan. Prosedur yang digunakan dalam penentuan *customer* dalam sebuah rute yaitu dengan pembagian *customer* berdasarkan nilai saving yang terbesar. Prosedur ini dilakukan berulang hingga semua *customer* telah teralokasi dalam rute yang ada.

4. Melakukan pengurutan kunjungan dalam setiap rute

Tujuan tahap ini yaitu melakukan urutan kunjungan kendaraan yang ada pada setiap rute yang telah dibentuk, sehingga waktu tempuh kendaraan dapat diminimalkan. Beberapa prosedur yang dapat digunakan dalam melakukan pengurutan kunjungan diantaranya :

a. *Farthest insert*

Prosedur ini dilakukan dengan melakukan penambahan *customer* dalam sebuah rute perjalanan, dimulai dari yang memiliki peningkatan jarak yang paling besar atau paling jauh. Prosedur ini akan terus dilakukan hingga seluruh *customer* masuk ke dalam rute.

b. *Nearest insert*

Pengurutan kunjungan dengan metode ini dilakukan dengan memasukkan *customer* dalam sebuah rute kendaraan dengan memulainya dari *customer* yang memiliki peningkatan jarak yang paling kecil atau yang jaraknya paling dekat dengan depot.

c. *Nearest neighbour*

Pengurutan kunjungan *customer* dengan prosedur ini dimulai dari depot kemudian dilakukan penambahan *customer* yang jaraknya paling dekat dengan depot. Pada setiap tahap, rute yang ada dibangun dengan melakukan penambahan *customer* yang jaraknya paling dekat dengan *customer* terakhir yang dikunjungi.

d. *Sweep*

Pada metode ini, sebuah titik dalam grid dipilih (secara umum yaitu depot) dan ditarik sebuah garis yang menyapu dari titik tersebut searah jarum jam ataupun melawan arah jarum jam. Rute perjalanan disusun berdasarkan titik *customer* yang terlebih dahulu bertemu dengan garis tersebut. Rute perjalanan yang diperoleh merupakan tahapan kunjungan sebuah kendaraan yang berotasi sesuai dengan garis yang ditarik dari depot. Setelah seluruh *customer* diurutkan, maka *customer* tersebut diseleksi untuk memulai rute pertama. Rute yang akan dikunjungi setiap *customer* tergantung pada urutan sebelumnya hingga pengiriman yang dilakukan pada rute tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan.

e. 2-OPT

Prosedur 2-OPT dimulai dengan sebuah perjalanan dan memecahnya menjadi dua tempat. Hasil ini dalam perjalanan dipecah menjadi dua jalan kecil, yang dapat dihubungkan kembali menjadi dua jalan yang memungkinkan. Jarak untuk masing-masing *reconnection* dievaluasi, dan yang paling kecil dari keduanya digunakan untuk menetapkan jalan baru. Prosedur ini diteruskan pada perjalanan baru hingga tidak ada lagi perbaikan yang dihasilkan.

f. 3-OPT

Prosedur 3-OPT memecah perjalanan menjadi tiga titik untuk memperoleh tiga jalan kecil yang dapat dihubungkan kembali untuk dibentuk hingga menjadi delapan jalan yang berbeda. Jarak dari tiap-tiap delapan perjalanan yang memungkinkan dievaluasi dan perjalanan yang terpendek disimpan. Prosedur diteruskan pada perjalanan baru hingga tidak ada lagi perbaikan yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi *Customer*/Ritel

CV. XY melakukan pengiriman pendistribusian pupuk ke *Customer* atau ritel-ritel pelanggannya di daerah wilayah Cipanas Jawa Barat. *Node* adalah titik/ simpul pendistribusian, baik itu *Distribution Center* (DC), maupun *Customer* (C). Dalam penelitian ini *node* merupakan DC yaitu CV. XY dan *Customer* merupakan Ritel Gas LPG 3 Kg. Jarak tempuh dari CV.XY (DC) ke *Customer*, atau dari *Customer* 1 ke *Customer* lainnya (Km). Tabel 1 menunjukkan matrik jarak yang memuat jarak antara CV.XY dan 12 ritel pelanggannya.

Tabel 1. Matriks jarak (dalam satuan km)

CUSTOMER	DC	MATRIKS JARAK ANTAR NODE											
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
DC	0												
C1	7,0	0											
C2	5,0	8,0	0										
C3	6,0	9,5	2,0	0									
C4	5,0	12,0	2,0	2,5	0								
C5	5,7	11,0	8,0	9,0	10,0	0							
C6	12,0	17,0	9,0	8,8	8,0	10,0	0						
C7	9,0	14,7	6,0	6,0	5,0	8,0	3,0	0					
C8	10,0	16,0	7,0	6,5	6,0	8,0	2,0	1,0	0				
C9	3,0	9,0	5,0	7,5	7,0	2,0	14,5	11,0	12,0	0			
C10	6,0	12,0	2,5	3,0	1,0	4,0	6,0	3,0	4,0	8,0	0		
C11	6,0	12,0	8,4	10,4	10,0	10,5	17,0	14,0	15,0	3,0	11,0	0	
C12	4,0	8,3	1,0	1,0	1,0	9,0	7,7	5,0	5,0	5,5	2,0	9,0	0

Keterangan :

C1 : *Customer* daerah Gunung Batu, C2 : *Customer* daerah Kayu Manis, C3 : *Customer* daerah Gunung Putri, C4 : *Customer* daerah Pacet, C5 : *Customer* daerah Simpang, C6 : *Customer* daerah Galudra, C7 : *Customer* daerah Hargem, C8 : *Customer* daerah Sarongge, C9 : *Customer* daerah Kubang, C10 : *Customer* daerah Buniaga, C11 : *Customer* daerah Rarahan, C12 : *Customer* daerah Pasir Kampung.

Rute, jenis kendaraan dan kapasitas kendaraan saat ini

Pada Tabel 2 bisa dilihat informasi mengenai jarak tempuh, jenis kendaraan, kapasitas angkut, jarak tempuh dan urutan rute awal yang dilalui kendaraan saat ini dalam melakukan pendistribusian pupuk ke semua *customer* yang dilakukan CV. XY. Pada Tabel 2 juga bisa dilihat urutan jalur dari rute pertama hingga rute terakhir. Untuk total jarak tempuh rute awal adalah 129,4 Km.

Tabel 2. Data Rute dan Kapasitas Kendaraan Saat Ini

Rute	KODE	Jarak Tempuh (km)	Kendaraan (Truk)	Kapasitas Angkut
1	DC – C1 – DC	14	1	8 ton
2	DC – C2 – C3 – DC	12	2	8 ton
3	DC – C4 – C12 – DC	18	3	8 ton
4	DC – C5 – C9 – DC	17,4	1	8 ton
5	DC – C6 – C7 – DC	24	2	8 ton
6	DC – C8 – DC	20	3	8 ton
7	DC – C10 – DC	12	1	8 ton
8	DC – C11 – DC	12	2	8 ton
Total Jarak Tempuh		129,4		

Pada Tabel 3 menunjukkan jenis dan jumlah pupuk yang dikirim dari *Distribution Center* ke masing-masing *customer/ ritel*. Pupuk yang dikirim terdiri dari pupuk urea, ponskha, ZA, NSP, dan TSP.

Tabel 3. Data Pengiriman Pupuk

No	Data Delivery Centre	Data Pengiriman Pupuk							Jumlah (Karung)	Total Berat (Kg)
		Urea (Kg)	Ponskha (Kg)	ZA (Kg)	NPK (Kg)	TS P (Kg)	Dolomt (Kg)			
1	Gunung Batu (C1)	400	600	400	200	400	500	50	2500	
2	Kayu Manis (C2)	400	450	350	200	350	650	48	2400	
3	Gunung Putri (C3)	350	400	300	200	200	600	41	2050	
4	Pacet (C4)	350	250	350	200	350	500	40	2000	
5	Simpang (C5)	600	400	300	100	400	600	48	2400	
6	Galudra (C6)	450	250	250	200	350	500	40	2000	
7	Hargem (C7)	500	350	250	250	350	600	46	2300	
8	Sarongge (C8)	450	300	250	250	200	450	38	1900	
9	Kubang (C9)	700	400	450	350	300	550	55	2750	
10	Buniaga (C10)	400	250	300	250	250	400	37	1850	
11	Rarahan (C11)	650	450	350	200	450	700	56	2800	
12	Pasir Kampung (C12)	800	500	300	300	400	900	64	3200	

Biaya – Biaya Kendaraan

Kendaraan yang digunakan ada 3 buah kendaraan Truk dengan kapasitas 8 ton. Terdapat biaya – biaya yang harus dikeluarkan untuk kendaraan tersebut, yang terdiri dari dua macam biaya, yaitu: *Fixed Cost* (Biaya Tetap) dan *Variabel Cost* setiap bulan.

Pada Tabel 4 adalah biaya tetap kendaraan yang dikeluarkan untuk mendistribusikan pupuk oleh CV. XY. Biaya tetap terdiri dari depresiasi kendaraan dan total gaji karyawan. Gaji karyawan tersebut adalah gaji supir dan kuli angkut. Sedangkan depresiasi kendaraan dihitung berdasarkan data harga mobil, umur pakai, dan harga jual.

Tabel 4. *Fixed Cost*

Fixed Cost Kendaraan				
Depresiasi Kendaraan	Harga mobil Rp. 192.000.000	Umur pakai (bulan) 120	Harga jual Rp. 30.000.000	Depresiasi/bulan Rp. 1.350.000
Supir dan kuli angkut	Gaji supir/ bulan Rp. 975.000	Gaji kuli angkut/bulan Rp. 850.000		Total gaji/bulan Rp. 1.825.000
	Jumlah total <i>fixed cost</i> kendaraan/bulan			Rp. 3.175.000

Pada Tabel 5 adalah *Variabel Cost* kendaraan yang dikeluarkan untuk mendistribusikan pupuk oleh CV. XY. *Variabel Cost* terdiri dari biaya Bahan Bakar, Ganti Oli, Servis Mobil, Ganti Ban, dan Perawatan lain-lain. *Variabel Cost* dihitung berdasarkan biaya yang dihabiskan oleh kendaraan setiap kilometer.

Tabel 5. Biaya *Variabel Cost*

No	Variabel Cost	Jumlah Uang/Km
1	Bahan Bakar	Rp . 550
2	Pengganti Oli	Rp. 41,6
3	Servis Mobil	Rp. 13,4
4	Pengganti Ban	Rp. 75
5	Perawatan lain-lain	Rp. 120
	Total Cost	Rp. 800

Ongkos transportasi

Pada Tabel 2 sudah ada data untuk jumlah rute sebanyak 8, dengan Total Jarak 129,4 Km. Dalam menghitung ongkos transportasi, perlu mengetahui komponen-komponen yang termasuk ke dalam ongkos transportasi. Ongkos transportasi terdiri dari dua macam, yaitu *fixed cost* dan *variable cost*. Dalam 1 (satu) bulan rata-rata terjadi 4 (empat) kali pengiriman. Maka hasil perhitungan untuk ongkos transportasi seperti ditunjukkan Tabel 6.

Tabel 6. Ongkos transportasi awal

Rute	Jarak Tempuh (Km)	Hari Kerja Pengiriman	Kendaraan	Fixed Cost	Variabel Cost	Jumlah Ongkos
1	14	4	1	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.219.800 / Bulan
2	12	4	2	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.213.400 / Bulan
3	18	4	3	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.232.600 / Bulan
4	17,4	4	1	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.230.680 / Bulan
5	24	4	2	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.251.800 / Bulan
6	20	4	3	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.239.000 / Bulan
7	12	4	1	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.213.400 / Bulan
8	12	4	2	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.213.400 / Bulan
Total	129,4				Total Ongkos	Rp. 25.814.080 / Bulan

Penentuan Rute Kendaraan Metode *Saving Matrix*

Untuk memulai langkah ini hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui jarak antar setiap *node*. Jarak antar *node* digambarkan ke dalam bentuk matrik yang dapat dilihat pada tabel 1 di atas. Tabel 7 menunjukkan hasil penghematan dari perhitungan *Saving Matrix*.

Tabel 7. Matrik Penghematan Jarak

		Matriks Penghematan (Saving Matrix)												
Customer	Lokasi	Rute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	CDC													
C1	Gunung Batu													
C2	Kayu Manis		4.0											
C3	Gunung Putri		3.5	9.0										
C4	Pacet		0.0	8.0	8.5									
C5	Simpang		1.7	2.7	2.7	0.7								
C6	Galudra		2.0	8.0	9.2	9.0	7.7							
C7	Hargem		1.3	8.0	9.0	9.0	6.7	18.0						
C8	Saronge		1.0	8.0	9.5	9.0	7.7	20.0	17.5					
C9	Kubang		1.0	3.0	1.5	1.0	6.2	0.5	1.0	1.0				
C10	Buniaga		1.0	8.5	9.0	10.0	7.7	12.0	11.4	12.0	1.0			
C11	Rarahan		1.0	2.6	1.6	1.0	1.2	1.0	0.5	1.0	6.0	1.0		
C12	Pasir Kampung		2.7	8.0	9.0	8.0	0.7	8.3	8.0	9.0	1.5	8.0	1.0	

Untuk penghematan jarak *customer* 1 dan *customer* 2 perhitungannya berdasarkan pada persamaan 2. Penghematan jarak antar dua koordinat yang lain dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang sama.

$$S(C1, C2) = \text{Dist}(DC, C1) + \text{Dist}(DC, C2) - \text{Dist}(C1, C2) \\ = 7 + 5 - 8 = 4$$

$$S(C2, C3) = \text{Dist}(DC, C2) + \text{Dist}(DC, C3) - \text{Dist}(C2, C3) \\ = 5 + 6 - 2 = 9$$

Langkah selanjutnya penentuan kendaraan terhadap *customer*. Tujuan dilakukannya penentuan kendaraan terhadap *customer* adalah untuk memaksimalkan penghematan jarak, untuk itu diperlukan prosedur iterasi yang akan dilakukan dari matriks penghematan. Syarat utamanya adalah dua rute dapat digabung dalam satu rute *feasible* jika total pengiriman kedua rute tidak melebihi kapasitas alat transportasi yang digunakan. Pada perusahaan CV. XY, pihak perusahaan membatasi pengiriman barang dengan batas jumlah pengiriman sebanyak 160 sak/karung atau 8000 kg untuk satu alat transportasi.

Langkah pertama dari prosedur iterasi adalah menggabungkan dua rute dengan penghematan tertinggi menjadi satu rute yang *feasible*. Prosedur ini dilakukan terus menerus sampai tidak ditemukan lagi kombinasi yang *feasible*. Untuk penelitian ini, seperti terlihat pada Tabel 7 penghematan tertinggi adalah 20,0 yang merupakan penggabungan rute pengiriman *customer* 8 dan *customer* 6. Pada proses iterasi ini memungkinkan dilakukan penggabungan karena total pengiriman yang dilakukan adalah untuk *customer* 8 jumlah pupuk yang di pesan adalah 1900 kg dan *customer* 6 jumlah pupuk yang di pesan adalah 2000 kg jadi total penjumlahan pupuk yang di pesan adalah $1900 + 2000 = 3900$ kg, masih di bawah batas kapasitas yang diijinkan yaitu 8000 kg atau 160 sak/karung, sehingga dua *customer* tersebut dapat digabung dalam satu rute pengiriman, yaitu rute pengiriman pertama (RUTE 1) seperti terlihat pada tabel 7 dan selanjutnya penghematan yang sudah dilakukan (20,0) diabaikan dalam prosedur iterasi berikutnya.

Tabel 8. *Saving Matrix* iterasi 1

		Matriks Penghematan (Saving Matrix)												
Customer	Lokasi DC	Rute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1	Gunung Batu													
C2	Kayu Manis		4.0											
C3	Gunung Putri		3.5	9.0										
C4	Pacet		0.0	8.0	8.5									
C5	Simpang		1.7	2.7	2.7	0.7								
C6	Galudra	1	2.0	8.0	9.2	9.0	7.7							
C7	Hargem		1.3	8.0	9.0	9.0	6.7	18.0						
C8	Saronge	1	1.0	8.0	9.5	9.0	7.7	20.0	17.5					
C9	Kubang		1.0	3.0	1.5	1.0	6.2	0.5	1.0	1.0				
C10	Buniaga		1.0	8.5	9.0	10.0	7.7	12.0	11.4	12.0	1.0			
C11	Rarahan		1.0	2.6	1.6	1.0	1.2	1.0	0.5	1.0	6.0	1.0		
C12	Pasir Kampung		2.7	8.0	9.0	8.0	0.7	8.3	8.0	9.0	1.5	8.0	1.0	

Penghematan tertinggi berikutnya adalah 12,0 yang merupakan penggabungan dari *customer* 10 dan *customer* 8. Proses penggabungan dapat dilakukan antara *customer* 8 dan *customer* 6 karena total pengiriman $1900 + 2000 = 3900$ kg, masih di bawah 8000 kg atau 160 sak/karung. Dalam hal ini *customer* 10 akan digabung dalam rute yang sama dengan *customer* 8 karena *customer* 8 sudah tergabung dengan *customer* 6 dan telah memiliki rute.

Tabel 9. *Saving Matrix* iterasi 2

		Matriks Penghematan (Saving Matrix)												
Customer	Lokasi DC	Rute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1	Gunung Batu													
C2	Kayu Manis		4.0											
C3	Gunung Putri		3.5	9.0										
C4	Pacet		0.0	8.0	8.5									
C5	Simpang		1.7	2.7	2.7	0.7								
C6	Galudra	1	2.0	8.0	9.2	9.0	7.7							
C7	Hargem		1.3	8.0	9.0	9.0	6.7	18.0						
C8	Saronge	1	1.0	8.0	9.5	9.0	7.7	20.0	17.5					
C9	Kubang		1.0	3.0	1.5	1.0	6.2	0.5	1.0	1.0				
C10	Buniaga	1	1.0	8.5	9.0	10.0	7.7	12.0	11.4	12.0	1.0			
C11	Rarahan		1.0	2.6	1.6	1.0	1.2	1.0	0.5	1.0	6.0	1.0		
C12	Pasir Kampung		2.7	8.0	9.0	8.0	0.7	8.3	8.0	9.0	1.5	8.0	1.0	

Dengan cara yang sama seperti iterasi 1 maka didapat hasil *Saving Matrix* iterasi 2 sampai dengan iterasi 8. Tabel 10 menunjukkan hasil *Saving Matrix* iterasi terakhir atau iterasi 8.

Tabel 10. *Saving Matrix* iterasi 8

Matriks Penghematan (Saving Matrix)														
Customer	Lokasi DC	Rute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1	Gunung Batu													
C2	Kayu Manis	2	4.0											
C3	Gunung Putri	1	3.5	9.0										
C4	Pacet	2	0.0	8.0	8.5									
C5	Simpang	3	1.7	2.7	2.7	0.7								
C6	Galudra	1	2.0	8.0	9.2	9.0	7.7							
C7	Hargem	2	1.3	8.0	9.0	9.0	6.7	18.0						
C8	Saronge	1	1.0	8.0	9.5	9.0	7.7	20.0	17.5					
C9	Kubang	3	1.0	3.0	1.5	1.0	6.2	0.5	1.0	1.0				
C10	Buniaga	1	1.0	8.5	9.0	10.0	7.7	12.0	11.4	12.0	1.0			
C11	Rarahan	3	1.0	2.6	1.6	1.0	1.2	1.0	0.5	1.0	6.0	1.0		
C12	Pasir Kampung	4	2.7	8.0	9.0	8.0	0.7	8.3	8.0	9.0	1.5	8.0	1.0	

Dari hasil iterasi 1 sampai iterasi 8, didapat empat rute pengiriman yaitu kelompok rute pertama (C3 - C6 - C8 - C10), untuk kelompok rute kedua (C2 - C4 - C7), untuk kelompok rute ketiga (C5 - C9 - C11), dan untuk rute yang terakhir yaitu rute keempat (C1 - C12) yang masing – masing dilayani oleh satu kendaraan Truk.

Tabel 11. Rute pengiriman hasil *Saving Matrix*

Rute	Kode	Kendaraan (Mitsubishi Colt Diesel Fuso)	Jumlah beban Pengiriman (kg)
1	DC - C3 - C6 - C8 - C10 - DC	1	7800 kg
2	DC - C2 - C4 - C7 - DC	2	6700 kg
3	DC - C5 - C9 - C11 - DC	3	7850 kg
4	DC - C1 - C12 - DC	1	5700 kg

Langkah selanjutnya adalah menentukan urutan-urutan kunjungan setiap *customer* dalam setiap rute yang telah dikelompokkan tersebut. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan prosedur *Nearest Neighbor*. Jarak antar *customer* didasarkan pada matriks jarak antar *node* satu ke *node* yang lainnya.

Dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*, rute pertama untuk pelayanan *customer* (C3 - C6 - C8 - C10) dapat dilihat dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil iterasi untuk rute 1

C	LOKASI	RUTE	CDC	3	6	8	10
3	Gunung Putri	1	6,0	0			
6	Galudra	1	12,0	8,8	0		
8	Saronge	1	10,0	6,5	2,0	0	
10	Buniaga	1	6,0	3,0	6,0	4,0	0

Untuk menentukan *customer* mana yang akan dikunjungi terlebih dahulu kemudian dari *customer* yang satu ke *customer* lainnya dilakukan perhitungan untuk menentukan jarak terpendek adalah sebagai berikut. Dimulai dari DC kemudian untuk menentukan tujuan berikutnya di pilih jarak tempuh yang terdekat dengan DC yaitu C3. Hasil jarak perjalanannya adalah DC menuju C3 kemudian kembali ke DC. Tabel 13 menunjukkan prosedur *Nearest Neighbor* kendaraan 1

Tabel 13. Prosedur *Nearest Neighbor* kendaraan 1

DC	C3	C10	C8	C6	
6,0	3,0	4,0	2,0	12,0	27,0

Setelah melakukan proses iterasi pertama untuk rute pertama, hasilnya yang ditampilkan pada tabel 13, kemudian menentukan rute jarak yang terpendek. *Customer* yang akan dikunjungi untuk pertama kali dalam rute pertama adalah CUS 3 yang memiliki jarak terdekat dari *distribution center* (DC) yaitu 6,0. Pada langkah selanjutnya, penambahan C10 pada rute kunjungan (DC - C3 - C10) menghasilkan jarak 15,0, penambahan C6 menghasilkan jarak 26,8, dan penambahan jarak C8 memiliki jarak 22,5. Dengan cara yang sama seperti Rute 1, maka dihasilkan hasil iterasi untuk rute 2 - 4, dan prosedur *Nearest Neighbor* untuk kendaraan Truk 2-4. Tabel 14 menunjukkan hasil urutan customer yang akan dikunjungi dengan dua prosedur yang berbeda.

Dari hasil yang diperoleh dalam Tabel 14, maka dilakukan perbandingan mana yang memiliki jarak tempuh terkecil itulah yang akan digunakan. Hasil perbandingan dari kedua prosedur tersebut ternyata hasilnya memiliki nilai yang sama, seperti ditunjukkan Tabel 15.

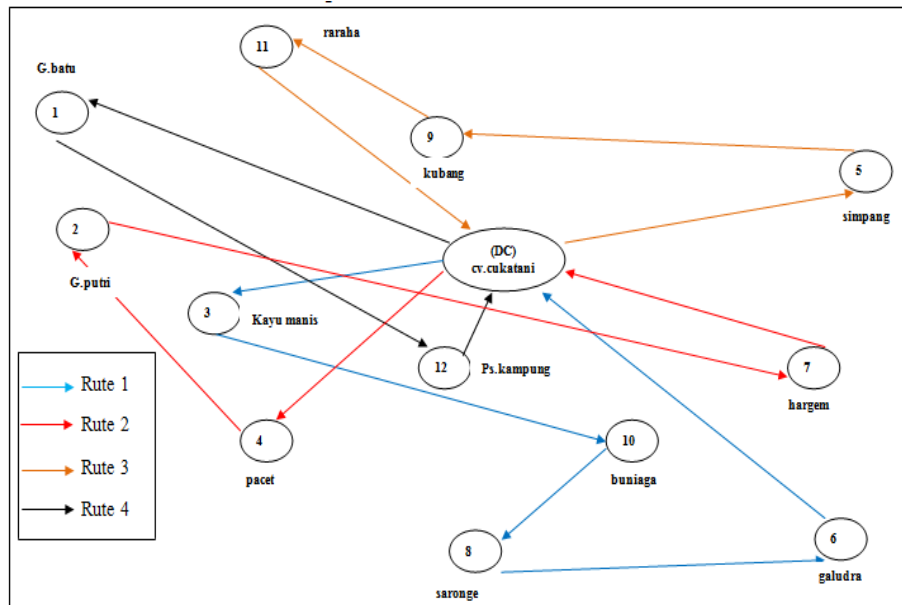
Tabel 14. Hasil urutan *customer* yang akan dikunjungi dengan dua prosedur berbeda

Jenis Prosedur	Hasil urutan perjalanan	Jarak tempuh
rute 1		
Nearest Insert	3,10,8,6	27,0
Nearest Neighbor	3,10,8,6	27,0
rute 2		
Nearest Insert	4,2,7	22,0
Nearest Neighbor	4,2,7	22,0
rute 3		
Nearest Insert	5,9,11	22,0
Nearest Neighbor	5,9,11	22,0
rute 4		
Nearest Insert	1,12	19,3
Nearest Neighbor	1,12	19,3

Tabel 15. Penjadwalan dengan metode *Saving Matrix*

Rute	Lokasi Customer	Jarak Tempuh	Muatan kendaraan
1	3,10,8,6	27,0 km	7800 kg
2	4,2,7	22,0 km	6700 kg
3	5,9,11	22,0 km	7850 kg
4	1,12	19,3 km	5700 kg
	Total	90,3 km	28050 kg

Hasil rute pendistribusian menurut *Saving Matrix* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rute Kunjungan Saving Matrix

Ongkos Transportasi Metode *Saving Matrix*

Dari gambar 4.2 dapat kita lihat pembagian rute akhir dengan penghitungan *Saving Matrix* untuk masing-masing *Node*. Berikut ini adalah urutan jalur dimulai dari rute perubahan pertama hingga rute perubahan terakhir :Rute 1 (DC – C3 – C10 – C8 – C6- DC), Rute 2 (DC – C4 – C2 – C7 - DC), Rute 3 (DC – C5 – C9 – C11 - DC), Rute 4 (DC – C1 – C12 - DC). Jarak total keseluruhan dimulai dari rute 1 hingga rute 4 adalah sepanjang 90,3 km/hari.

Ongkos transportasi terdiri dari dua macam, yaitu *fixed cost* dan *variable cost*. Dalam 1 bulan terdiri dari 4 kali pengiriman. Untuk mendapatkan jumlah ongkos dihitung berdasarkan persamaan (3)

$$\text{Jumlah ongkos} = (\text{Jarak Tempuh} \times \text{Variabel Cost} \times \text{Hari kerja}) + \text{Fixed Cost Ongkos} \quad (3)$$

Maka hasil perhitungan untuk ongkos transportasi rute kendaraan terakhir ditunjukkan Tabel 16.

Tabel 16. Ongkos transportasi pengiriman

Rute	Jarak tempuh (km)	Hari kerja pengiriman	Kendaraan	Fixed cost	Variabel cost	Jumlah ongkos
1	27	4	1	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.261.400 / Bulan
2	22	4	2	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.245.400 / Bulan
3	22	4	3	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.245.400 / Bulan
4	19,3	4	1	Rp. 3.175.000 / Bulan	Rp. 800/Km	Rp. 3.236.760 / Bulan
Total	90,3				Total Ongkos	Rp. 12.988.960 / Bulan

Tabel 17. menunjukkan perbandingan jarak dan dan ongkos antara rute awal dan rute akhir.

Tabel 17. Perbandingan jarak dan ongkos antara rute awal dan rute akhir

Rute	Jarak (km)	Ongkos Transportasi/bulan
Rute Awal	129,4	Rp 25.814.080
Rute Akhir	90,3	Rp 12.988.960
Selisih	39,1	Rp 12.825.120

Dari Tabel 17. dapat kita lihat ongkos transportasi awal diperoleh adalah sebesar Rp. 25.814.080,- setiap bulannya. Sedangkan dari hasil perhitungan *saving matrix* diperoleh ongkos transportasi adalah sebesar Rp. 12.988.960,- setiap bulannya. Hal ini membuat perusahaan menghemat ongkos transportasi sebesar Rp. 12.825.120,-. Jumlah ini sama dengan menghemat sebesar 50% setiap bulannya. Kendaraan yang digunakan terdiri 3 unit. Di antara 3 unit kendaraan tersebut 1 unit kendaraan melakukan 1 kali pengiriman lebih banyak untuk pendistribusian pada rute keempat.

SIMPULAN

Dari 8 rute awal pendistribusian berubah menjadi 4 rute baru dengan total jarak tempuh 129,4 km. Rute baru dan jarak tempuh setelah penerapan metode *saving matrix* pada pengiriman pupuk Phonska, Urea, ZA, TSP, NPK, dan Dolomit ke customer adalah Rute 1 : Sukatani-Gunung Putri-Buniaga-Sarongge-Galudra-Sukatani = 27.0 Km., Rute 2 : Sukatani-Kayu Manis-Hargem-Sukatani = 22.0 Km., Rute 3 : Sukatani-Simpang-Kubang-Rarahan-Sukatani = 22.0 Km., Rute 4 : Sukatani-Gunung Batu-Pasir Kampung-Sukatani = 19.3 Km. Dengan memakai metode *saving matrix* perusahaan dapat menghemat ongkos transportasi sebesar Rp. 12.825.120,- setiap bulannya atau sebesar 50% dari biaya yang dikeluarkan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2012). Analisis Pengaruh Citra Merek, Harga, dan Kualitas Produk Terhadap Arifudin, A., Wisnubroto, P., Parwati, I. (2017). Optimalisasi Vehicle Routing Problem dengan Pendekatan Metode Saving Matrix dan Clarke dan Wright Saving Heuristic. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri (REKAVASI)*, 5(1), 1-9.
- Azizah, N., Oesman, I. (2015). Optimalisasi Biaya Distribusi Produk PT. Madubaru dengan Pendekatan Metode Saving Matrix dan Generalized Assgnment. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri (REKAVASI)*, 3(2), 102-107.
- Baskoro, D., Hidayat, H., Gartika, G. (2018). Efisiensi Proses Distribusi Bahan Bakar Minyak di PT. Pertamina Persero Depot Pelumpang Jakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik (JMBTL)*, 4(3), 381-392.
- Bowersox, D.J. (1978). *Logistical Management : A Systems Integration of Physical Distribution Management and Materials Management*. New York : MacMillan.
- Chopra,S., Meindle, P. (2007). *Supply Chain Management Strategy : Planning, & Operation*. New Jarsey : Pearson, Education International.
- Clarke, G., Wright, J.W. (1964). Scheduling of Vehicles from Central Depo to a Number of Delivery Points. *Operations Research*, 12, 568-581
- Demez, H. (2013). *Combinatorial Optimization : Solution Methods of Travelling Salesman Problem*. Thesis. Turkey : Eastern Mediterranean University.
- Hidayat, P., Kristinawati, A. (2014). Usulan Penentuan Strategi Pendistribusian yang Optimal (Studi Kasus P.T. X). *Jurnal Metris* 15, 111-118.
- Hudori, M., Madusari, S. (2017). Penentuan Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit yang Optimal dengan Metode Saving Matrix. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, IX(1), 25-39.
- Hutabarat, J. (2008). *Penentuan Jalur distribusi pada Rantai Suply dengan Metode Saving Matriks*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII, Surabaya, A.1.1-A.1.7.
- Ikfan, N., Masudin, I. (2013). Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Baya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 165-178.

- Indrawati, Eliyati, N., Lukowi, A. (2016). Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal Penelitian Sains*, 18(3), 105-110.
- Pujawan I., Mahendrawathi. (2010). *Supply Chain Management : Cetakan Kedua*. Surabaya : Guna Widya.
- Sari, M., Dhoruri, A., Eminugroho, R.S. (2016). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Saving Matriks, Sequential Insertion dan Nearest Neighbour di Victoria RO. *Jurnal Matematika-SI*, 5(3), 1-11.
- Sutoni, A., Agustian, D. (2017). Penjadwalan Pengiriman Produk Kaos Oleh C.V. Chronicle Mart Kepada Sub Distributor Cianjur dengan Menggunakan Metoda DRP (Distribution Requirement Planning). *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik (JMIL)*, 1(2), 121-132.
- Sutoni, A., Asilah, Nur. (2018). Penentuan Jarak Pendistribusian Gas LPG 3 Kg dengan Metode Algoritma Heuristik. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri (JMTSI)*, 2(2), 37-42
- Yuniarti, R., Astuti, M. (2013). Penerapan Metode Saving Matrix dan Penentuan Rute Distribusi Pemium di SPBU Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin* 4(1) , 17-26.

