

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI OPTIMAL PT XYZ MENGUNAKAN METODE SAVING MATRIX

Suci Cahyaningtyas¹, Abdul Fatah²

Fakultas Industri Kreatif, Departemen Teknik Industri^{1,2}

Universitas Teknologi Bandung^{1,2}

sucicahyaningtyas31@gmail.com¹, abdufatah@sttbandung.ac.id²

Abstrak

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur komponen otomotif dengan memiliki spesialisasi dan berfokus pada pembuatan piston, baik untuk roda dua atau lebih. Sasaran distribusi PT XYZ adalah pengiriman produk sesuai dengan permintaan pelanggan secara tepat waktu dan efisien. Sedangkan sasaran tersebut masih ada permasalahan dari perusahaan, dimana dalam pendistribusian produknya yaitu perusahaan kerap mengalami keterlambatan dalam pengiriman produk sehingga menimbulkan penumpukan persediaan produk di gudang. Masalah yang lain adalah tidak memaksimalkan kapasitas dari kendaraan alat angkut yang digunakan untuk pendistribusian produk. PT XYZ memiliki 2 jenis kendaraan dengan penggunaan 5 kendaraan alat angkut yang digunakan untuk kegiatan distribusi yaitu Truk GIGA FRR sebanyak 4 dengan kapasitas maksimal 10 ton dan Truk Tronton Wingbox sebanyak 1 dengan kapasitas maksimal 15 ton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rute pengiriman produk yang optimal dengan memperhatikan kapasitas alat angkut. Metode yang digunakan untuk penyelesaian permasalahan yaitu metode *Saving Matrix*. Metode *Saving Matrix* digunakan untuk menentukan rute transportasi yang dituju dengan jarak dan waktu distribusi yang minimum, serta mempertimbangkan utilitas alat angkut. Metode *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbour* digunakan untuk menentukan rute yang optimal. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggabungkan antara beberapa pelanggan ke dalam satu rute dapat dilihat bahwa rute usulan memiliki 3 rute dari 5 rute awal. Total jarak yang dihasilkan berdasarkan rute usulan mengalami penghematan dari total jarak tempuh awal sebesar 415 Km menjadi 282 Km dan menghasilkan penghematan jarak sebesar 133 Km dengan persentase penghematan sebesar 32,05%. Total waktu yang dihasilkan berdasarkan rute usulan mengalami penghematan dari rute awal yaitu dari 543 menit menjadi 379 menit dan menghasilkan penghematan waktu sebesar 164 menit dengan persentase penghematan sebesar 30,2%. Dan hasil akhir penggabungan rute menyebabkan berkurangnya penggunaan alat angkut dari yang awalnya menggunakan 4 Truk GIGA FRR menjadi 2 Truk GIGA FRR dengan kapasitas maksimal 10 ton dan tidak ada pengurangan ataupun penambahan untuk Truk Tronton Wingbox tetap menggunakan 1 Truk Tronton Wingbox dengan kapasitas maksimal 15ton pada rute usulan.

Kata kunci: Distribusi, Alat Angkut, *Saving Matrix*.

Abstract

PT XYZ is a company operating in the automotive component manufacturing industry which specialises and focuses on making pistons, both for two wheels and more. PT XYZ distribution target is to deliver products according to customer requests in a timely and efficient manner. Meanwhile, with this target, there are still problems with the company, where in the distribution of its products, the company often experiences delays in product delivery, resulting in a buildup of product inventory in the warehouse. Another problem is not maximising the capacity of the transportation vehicles used for product distribution. PT The aim of this research is to obtain optimal product delivery routes by taking into account the capacity of the transportation equipment. The method used to solve the problem is the *Saving Matrix* method. The *Saving Matrix* method is used to determine the intended transportation route with minimum distance and distribution time, as well as considering the utility of the means of transportation. The *Nearest Insert* and *Nearest Neighbour* methods are used to determine the optimal route. Based on the research results by combining several customers into one route, it can be seen that the proposed route has 3 routes out of the 5 initial routes. The total distance generated based on the proposed route experienced savings from the initial total distance of 415 Km to 282 Km and resulted in distance savings of 133 Km with a savings percentage of 32.05%. The total time generated based on the proposed route experienced savings from the initial route, namely from 543 minutes to 379 minutes and resulted in time savings of 164 minutes with a savings percentage of 30.2%. And the final result of combining routes resulted in a reduction in the use of transport equipment from initially using 4 GIGA FRR Trucks to 2 GIGA FRR Trucks with a maximum capacity of 10 tons and there was no reduction or addition for the Wingbox Tronton Truck, still using 1 Wingbox Tronton Truck with a maximum capacity of 15 tons. proposed route.

Keywords : Distribution, Transportation Equipment, *Saving Matrix*.

I. PENDAHULUAN

Dunia bisnis, distribusi dan transportasi mempunyai peran yang sangat penting. Kegiatan distribusi merupakan salah satu fungsi pemasaran yang sangat penting dilakukan yaitu untuk mengembangkan dan memperluas arus barang atau jasa mulai dari produsen sampai ke tangan konsumen sesuai dengan jumlah dan waktu yang telah ditentukan. Sehingga dengan kegiatan tersebut maka terdapat tiga hal yaitu adanya muatan yang diangkut, tersedianya kendaraan sebagai alat angkut, dan terdapatnya jalan yang dapat dilalui. Proses pemindahan dari gerakan tempat asal, dimana kegiatan pengangkutan dimulai dan ke tempat tujuan dimana kegiatan diakhiri. Adanya pemindahan barang dan manusia tersebut, maka transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat menunjang kegiatan ekonomi.

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur komponen otomotif dengan memiliki spesialisasi dan berfokus pada pembuatan piston, baik untuk roda dua atau lebih. Salah satu jaminan yang harus

dipenuhi perusahaan kepada pelanggan adalah pengiriman produk sesuai dengan permintaan pelanggan secara tepat waktu dan efisien. Namun, proses distribusi yang sekarang dilaksanakan masih belum efektif karena tidak memperhatikan jarak dan kapasitas alat angkut serta dilakukan secara berulang. Jarak dari PT XYZ ke *customer* dan antar *customer* tersebut dinilai terlalu panjang dan harus dipangkas agar tidak menimbulkan waktu pengiriman yang lama serta harus memperhatikan kapasitas alat angkut. Data jarak dari PT XYZ ke *customer* dan antar *customer* yang diambil terdiri dari 5 kali pengambilan data pada jam-jam sibuk menggunakan aplikasi *Google Maps* dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
JARAK DARI PT XYZ KE *CUSTOMER* DAN DARI *CUSTOMER* KE *CUSTOMER*

No	Dari – Ke	Jarak (Km)					Rata-Rata Jarak (Km)
		Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	
1	PT XYZ – A1	20	20	20	20	20	20
2	PT XYZ – A2	71	71	70,6	71	71,4	71
3	PT XYZ – B1	5	5	5	5	5	5
4	PT XYZ – B2	19	19	19	19	19	19
5	PT XYZ – C	28,9	29	29	29	29	29
6	PT XYZ – D	34	34	34,3	33,7	34	34
7	PT XYZ – E	44,8	45	45	45	45,2	45
8	A1 – A2	62	62,1	62	62	62	62
9	A1 – B1	23	23	23	23	23	23
10	A1 – B2	4	4	4	4	4	4
11	A1 – C	20,1	20	20	20	20	20
12	A1 – D	26	26,2	26	25,8	26	26
13	A1 – E	36	35,9	36	36	36	36
14	A2 – B1	75	75	75	75	75,1	75
15	A2 – B2	63	63	63	63	63	63
16	A2 – C	55	55	55	55	55	55
17	A2 – D	60	60	60	60	60	60
18	A2 – E	46	46	46,3	46	45,7	46
19	B1 – B2	22	22	22	22	22	22
20	B1 – C	32	31,9	32	32	32	32
21	B1 – D	37	37	37	37	37	37
22	B1 – E	47,3	47	47	47	46,7	47
23	B2 – C	20	20	20	20	20	20
24	B2 – D	25	25	25	24,7	25,3	25
25	B2 – E	35	35	35	35	35	35
26	C – D	7	7	7	7	7	7
27	C – E	27	27	27	27	27	27
28	D – E	32,2	32	32	32	31,8	32

Sasaran distribusi PT XYZ adalah pengiriman produk sesuai dengan permintaan pelanggan secara tepat waktu dan efisien. Sedangkan sasaran tersebut masih ada permasalahan dari perusahaan, dimana dalam pendistribusian produknya yaitu perusahaan melakukan pengiriman produk ke setiap pelanggan secara satu persatu dan kerap mengalami keterlambatan dalam pengiriman produk sehingga menimbulkan penumpukan persediaan produk di gudang. Masalah yang lain adalah tidak memaksimalkan kapasitas dari kendaraan alat angkut yang digunakan untuk pendistribusian produk seperti pada Tabel II.

TABEL III
RUTE AWAL PENDISTRIBUSIAN

Rute	Dari - Ke	Total Beban Diangkut (Ton)	Alat Angkut	Kapasitas Angkut (Ton)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)
R1	PT XYZ - A1 - A2 - PT XYZ	11	Tronton <i>Wingbox</i>	15	153	164
R2	PT XYZ - B2 - B1 - PT XYZ	8	Truk GIGA FRR	10	46	81
R3	PT XYZ - C - PT XYZ	3	Truk GIGA FRR	10	58	82
R4	PT XYZ - D - PT XYZ	4	Truk GIGA FRR	10	68	98
R5	PT XYZ - E - PT XYZ	3	Truk GIGA FRR	10	90	118
Total					415	543

Dari Tabel II dapat dilihat pada rute 3 (R3), rute 4 (R4), rute 5 (R5) tidak memaksimalkan kapasitas dari kendaraan alat angkut yang digunakan, maka perusahaan perlu melakukan analisa dalam menentukan jalur/rute perjalanan yang akan ditempuh, agar menghasilkan rute terpendek dengan memaksimalkan kapasitas dari kendaraan alat angkut pada PT XYZ. Permasalahan tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan Metode *Saving Matrix*. Metode *Saving Matrix* digunakan dalam menentukan rute distribusi produk ke setiap *customer* dengan cara menentukan rute distribusi yang akan dilalui dan jenis kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan yang digunakan agar bisa memperoleh rute terpendek. Metode *Saving Matrix* adalah salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menjadwalkan sejumlah armada kendaraan dengan kapasitas yang maksimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Distribusi

Saluran distribusi adalah suatu jalur yang dilalui oleh arus barang-barang dari produsen ke perantara dan akhirnya sampai kepada pemakai [1]. Saluran distribusi merupakan salah satu alat bauran pemasaran yang dapat menentukan berhasil tidaknya pemasaran yang dilakukan oleh sebuah perusahaan. Oleh karena itu, sebuah saluran distribusi yang efektif, pastilah dapat lebih menunjang pelaksanaan pemasaran yang efektif pula. Transportasi merupakan faktor yang harus diperhatikan karena aktivitas pengangkutan meliputi proses mengangkut dan memindahkan barang atau produk ke tempat tujuan yang membutuhkan biaya yang tidak sedikit [2]. Transportasi didefinisikan sebagai usaha dan kegiatan mengangkut atau membawa barang dan atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Selain itu, pengangkutan atau pemindahan penumpang atau barang dengan transportasi adalah untuk mencapai tempat tujuan dan menaikkan utilitas atau kegunaan dari barang yang diangkut. Utilitas yang dapat diciptakan oleh transportasi ada dua macam, yaitu utilitas tempat (*Place Utility*) dan utilitas waktu (*Time Utility*). Setiap bentuk transportasi terdapat empat unsur pokok transportasi, yaitu jalan, kendaraan dan alat angkutan, tenaga penggerak, serta terminal. Pada sistem transportasi modern, transportasi merupakan bagian integral dari fungsi dan aktivitas masyarakat. Terdapat hubungan yang sangat erat dengan gaya hidup, jangkauan, lokasi kegiatan produksi, pemenuhan barang-barang, dan pelayanan yang tersedia untuk konsumsi. Semakin berkembangnya peradaban manusia saat ini, mampu membuat transportasi menjadi satu kesatuan mata rantai kehidupan yang sangat berpengaruh dalam pembangunan masyarakat.

Suatu jaringan fasilitas, transportasi merupakan suatu rantai mata penghubung. Hampir setiap perusahaan dari berbagai ukuran dipastikan mempunyai manajer yang secara penuh bertanggung jawab terhadap pengelolaan program transportasinya. Secara umum, sebuah perusahaan mempunyai tiga alternatif untuk menetapkan kemampuan transportasinya. Alternatif pertama mengenai armada peralatan yang dapat dibeli atau disewa. Kedua, kontrak khusus dapat diatur dengan spesialis transportasi untuk mendapatkan kontrak jasa-jasa pengangkutan. Ketiga, sebuah perusahaan dapat memperoleh jasa-jasa dari suatu perusahaan transportasi berizin (*legally authorized*) yang menawarkan pengangkutan dari suatu tempat ke tempat lain dengan biaya tertentu. Ketiga bentuk transportasi ini dikenal sebagai swasta (*private*), kontrak (*contract*), dan angkutan umum (*common carriage*). Jika dilihat dari sudut

pandang logistik, ada tiga faktor yang memegang peranan utama dalam menentukan kemampuan pelayanan transportasi, yaitu biaya, kecepatan, dan konsistensi [3].

Distribusi bertujuan agar hasil produksi sampai kepada konsumen dengan lancar, tetapi harus memperhatikan sarana yang tersedia, dimana sistem distribusi yang baik akan sangat mendukung kegiatan produksi dan konsumsi. Kegiatan distribusi memiliki tujuan seperti berikut :

- a. Menyalurkan barang dan jasa dari produsen ke konsumen.
- b. Mempercepat sampainya barang ke konsumen.
- c. Menjaga kelangsungan kegiatan produksi.
- d. Penyebaran barang akan merata ke konsumen.
- e. Meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi.
- f. Untuk memperoleh keuntungan.

Fungsi distribusi dan transportasi secara umum adalah mengantarkan produk dari produsen untuk disalurkan ke konsumen. Kegiatan distribusi bisa dilakukan oleh perusahaan manufaktur dengan membentuk bagian distribusi/transportasi sendiri atau diserahkan kepada pihak ketiga. Manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang diantaranya yaitu:

- a. Melakukan segmentasi dan menentukan target tingkat pelayanan.
- b. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.
- c. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
- d. Melakukan penjadwalan dan menentukan rute pengiriman.
- e. Memberikan pelayanan nilai tambah.
- f. Menyimpan persediaan.
- g. Menangani pengambilan atau *return*.

Pengertian sistem distribusi adalah pengaturan penyaluran barang dan jasa dari produsen ke konsumen. Sistem distribusi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Sistem distribusi jalan pendek atau langsung adalah sistem distribusi yang tidak menggunakan saluran distribusi.
- b. Sistem distribusi jalan panjang atau tidak langsung adalah sistem distribusi yang menggunakan saluran distribusi dalam kegiatan distribusinya biasanya melalui agen.

2. Metode *Saving Matrix*

Metode *Saving Matrix* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas untuk mengirimkan barang produksinya ke konsumen dengan meminimumkan jarak tempuh [4]. *Saving matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jarak, rute, waktu atau ongkos dalam pelaksanaan pengiriman barang dari perusahaan kepada konsumen [5]. Metode ini bertujuan agar pengiriman barang yang sesuai pesanan konsumen dapat dilakukan dengan cara yang efektif dan efisien, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya, tenaga, dan waktu pengiriman. Metode *Saving Matrix* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan Matriks Jarak

Pada langkah ini kita perlu jarak antara gudang ke masing-masing pelanggan dan jarak antar pelanggan. Menyederhanakan permasalahan ini, kita akan menggunakan lintasan terpendek sebagai jarak antar lokasi. Jadi dengan mengetahui koordinat masing-masing lokasi maka jarak antara dua lokasi bisa dihitung dengan menggunakan rumus standar. Misalkan kita memiliki dua lokasi masing-masing dengan koordinat (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) maka jarak antara dua lokasi tersebut adalah:

$$j(1,2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Dimana:

$j(1,2)$ = jarak titik koordinat 1 dan titik koordinat 2

x_1 = titik koordinat x

y_1 = titik koordinat y

Apabila jarak riil antar lokasi diketahui, maka jarak riil tersebut lebih baik digunakan dibandingkan dengan jarak teoritis yang kita hitung dengan rumus diatas. Dengan rumus tadi, kita bisa mendapatkan jarak antara pabrik dengan masing-masing pelanggan dan antara pelanggan yang satu dengan pelanggan yang lainnya. Hasil perhitungan jarak ini kemudian akan digunakan untuk menentukan matrik penghematan (*saving matrix*) yang akan dikerjakan pada langkah berikutnya.

b. Menentukan Matriks Penghematan (*Saving Matrix*)

Setelah mengetahui jarak keseluruhan yaitu jarak antara pabrik dengan lokasi dan lokasi dengan lokasi yang lainnya, maka dalam langkah ini diasumsikan bahwa setiap lokasi akan dilewati oleh satu truk secara eksklusif. Artinya akan ada beberapa rute yang berbeda yang akan dilewati untuk tujuan masing-masing. Dengan demikian akan ada penghematan apabila ada penggabungan rute yang dinilai satu arah dengan rute yang lainnya. Untuk mencari matriks penghematan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$S(a,b) = J(G,a) + J(G,b) - J(a,b) \quad (2)$$

Dimana :

$S(a,b)$ = Penghematan jarak

$J(G,a)$ = Jarak dari PT XYZ ke *customer* a

$J(G,b)$ = Jarak dari PT XYZ ke *customer* b

$J(a,b)$ = Jarak dari *customer* a ke *customer* b

3. Pengurutan Lokasi Tujuan Dalam Suatu Rute

Pada langkah ini menentukan urutan kunjungan. Ada beberapa metode dalam menentukan urutan kunjungan, yaitu :

a. Metode *Nearest Insert*

Metode ini menentukan urutan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang kalau dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada menghasilkan jarak yang minimum.

b. Metode *Nearest Neighbour*

Metode ini menentukan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang jaraknya paling dekat dengan lokasi yang dikunjungi terakhir.

4. Penjadwalan Rute

Manfaat penjadwalan salah satunya adalah agar dalam pengiriman barang dapat sesuai dengan waktu dan porsi yang telah ditentukan. Penjadwalan juga mempunyai tujuan. Tujuan dalam penjadwalan adalah agar dalam pengiriman barang dilakukan secara berurutan sesuai dengan jadwal yang dibuat. Jadwal tersebut berupa catatan waktu yang dituangkan menjadi satu kalender yang sangat dibutuhkan oleh para pelaksana. Beberapa hasil dari penjadwalan salah satunya adalah pengiriman sesuai rute yang telah tersedia didalam tabel hasil pengelompokkan sehingga pengiriman tidak melebihi kapasitas alat angkut dalam mengirim.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

1. Analisis Data

a. Data Permintaan *Customer*

Berikut data permintaan produk yang harus dikirim ke *customer* dalam satuan box yang merupakan variabel rata-rata besarnya permintaan produk dalam sehari selama satu pekan pada November 2022 seperti pada Tabel III.

TABEL III
DATA PERMINTAAN *CUSTOMER* SATUAN BOX

No	Kode Produk	Pack/ Box	Permintaan <i>Customer</i> (Box)						
			PT A1	PT A2	PT B1	PT B2	PT C	PT D	PT E
1	A	16	150	100	-	-	-	-	-
2	B	16	250	350	-	-	-	-	-
3	C	32	263	357	200	200	-	-	-
4	D	32	120	158	100	210	-	-	-
5	E	32	375	428	510	360	-	-	-
6	F	32	-	-	-	-	602	-	-
7	G	40	-	-	-	-	-	675	-
8	H	32	-	-	-	-	-	-	580
Total Load (Box)			1158	1393	810	770	602	675	580

Pada Tabel III menunjukkan bahwa setiap box yang didistribusikan memiliki 8 model produk berbeda sesuai dengan pesanan *customer*. Dikarenakan beban kapasitas alat angkut yang diketahui satuannya ton, maka permintaan *customer* yang awalnya dalam satuan box dikonversikan menjadi satuan ton seperti pada Tabel IV.

$$\begin{aligned} \text{Konversi ton} &= \frac{1 \text{ Kg}}{1000} \quad (3) \\ &= 0,001 \text{ ton} \end{aligned}$$

TABEL IV
DATA PERMINTAAN *CUSTOMER* SATUAN TON

No	Kode Produk	Pack/ Box	Kg/ Box	Konversi Ton	Permintaan <i>Customer</i> (Ton)						
					PT A1	PT A2	PT B1	PT B2	PT C	PT D	PT E
1	A	16	3	0,003	0,45	0,3	-	-	-	-	-
2	B	16	3	0,003	0,75	1,05	-	-	-	-	-
3	C	32	5	0,005	1,31	1,78	1	1	-	-	-
4	D	32	5	0,005	0,6	0,79	0,5	1,05	-	-	-
5	E	32	5	0,005	1,87	2,14	2,55	1,8	-	-	-
6	F	32	5	0,005	-	-	-	-	3	-	-
7	G	40	6	0,006	-	-	-	-	-	4	-
8	H	32	5	0,005	-	-	-	-	-	-	2,9
Total Load (Ton)					5	6	4	4	3	4	3

b. Kapasitas Alat Angkut

Data terkait jenis kendaraan dan kapasitas angkutan yang digunakan dalam pendistribusian barang dapat dilihat pada Tabel V dibawah ini.

TABEL V
KAPASITAS ALAT ANGKUT

Jenis Kendaraan	Ukuran Kendaraan			Kapasitas Angkut (Ton)	Jumlah Kendaraan
	Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Tinggi (Cm)		
Tronton <i>Wingbox</i>	730	220	230	15	1
Truk GIGA FRR	570	220	230	10	4

c. Data Jarak Tempuh Distribusi

Jarak dari PT XYZ ke masing-masing *customer* dan jarak antar *customer* yang pengukuran jaraknya menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps*. Jarak tersebut didapatkan dari hasil rata-rata jarak, kemudian akan digunakan untuk menentukan matrix penghematan (*saving matrix*) yang akan dihitung pada langkah selanjutnya.

TABEL IVI
DATA MATRIKS JARAK (KM) DARI PT XYZ KE *CUSTOMER* DAN ANTAR *CUSTOMER*

Ke Dari	PT XYZ	A1	A2	B1	B2	C	D	E
A1	20	0						
A2	71	62	0					
B1	5	23	75	0				
B2	19	4	63	22	0			
C	29	20	55	32	20	0		
D	34	26	60	37	25	7	0	
E	45	36	46	47	35	27	32	0

2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data pada penelitian ini yaitu menggunakan Metode *Saving Matrix*, sedangkan untuk mengurutkan tujuan dalam rute menggunakan Metode *Nearest Insert* dan Metode *Nearest Neighbour*.

a. Metode *Saving Matrix*

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi matriks penghematan jarak (*saving matrix*). Contoh perhitungan matriks penghematan untuk setiap *customer* A1 dan *customer* A2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S(A1,A2) &= J(G,A1) + J(G,A2) - J(A1,A2) \quad (4) \\ &= 20 + 71 - 62 \\ &= 29 \end{aligned}$$

Maka matriks penghematan dari *customer* A1 dan *customer* A2 sebesar 29. Dengan menggunakan rumus yang sama dihasilkan matriks penghematan jarak (*saving matrix*) seperti pada Tabel VII.

TABEL VII
MATRIKS PENGHEMATAN JARAK (*SAVING MATRIX*)

Dari \ Ke	A1	A2	B1	B2	C	D	E
A1	0						
A2	29	0					
B1	2	1	0				
B2	35	27	2	0			
C	29	45	2	28	0		
D	28	45	2	28	56	0	
E	29	70	3	29	47	47	0

Langkah selanjutnya adalah pengalokasian *customer* ke kendaraan dan rute. Untuk angka yang diberi warna kuning merupakan angka penghematan dan penggabungan rute yang nantinya akan digunakan pada perhitungan berikutnya. Penggabungan akan dimulai dari nilai penghematan terbesar dengan tujuan memaksimalkan penghematan. Jadi, dimulai dari angka 70 yang merupakan penghematan terbesar dari penggabungan antara A2 dan E. Jumlah beban masing-masing adalah A2 seberat 6 ton dan E seberat 3 ton, sehingga penggabungannya layak dilakukan karena lebih kecil dari kapasitas truk. Rute untuk A2 digabung dengan E menjadi rute 7. Total beban untuk rute 7 menjadi $6 + 3 = 9$ ton dan seterusnya.

TABEL VIII
ALOKASI *CUSTOMER* KE KENDARAAN DAN RUTE

Dari \ Ke	Rute	A1	A2	B1	B2	C	D	E
A1	R1	0						
A2	R2	29	0					
B1	R3	2	1	0				
B2	R4	35	27	2	0			
C	R5	29	45	2	28	0		
D	R6	28	45	2	28	56	0	
E	R7	29	70	3	29	47	47	0
Permintaan <i>Customer</i> (Ton)		5	6	4	4	3	4	3

Penggabungan selanjutnya tidak mungkin dilakukan lagi dikarenakan setiap rute sudah tidak bisa ditambah ataupun digabungkan. Sehingga ada 3 rute usulan yang dihasilkan dari langkah penggabungan berdasarkan metode *Saving Matrix*. Hasil akhir penghematan rute dapat dilihat pada Tabel IX.

TABEL IX
HASIL AKHIR PENGHEMATAN RUTE

Rute	Urutan <i>Customer</i>	Jumlah Beban (Ton)	Alat Angkut	Kapasitas Angkut (Ton)
R'1	A2, B1, E	13	Tronton <i>Wingbox</i>	15
R'2	C, D	7	Truk GIGA FRR	10
R'3	A1, B2	9	Truk GIGA FRR	10

Pada Tabel IX dapat dilihat notasi R' merupakan hasil akhir penggabungan rute setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *Saving Matrix*. Namun, rute tersebut belum diketahui *customer* mana yang akan dikunjungi pertama kali dan seterusnya disetiap kelompok rute tersebut.

b. Metode *Nearest Insert*

a. Urutan *Customer* untuk Rute R'1

Jarak *customer* ke PT XYZ untuk rute R'1 dapat dilihat pada Tabel X.

TABEL X
JARAK ANTAR *CUSTOMER* DAN PT XYZ RUTE 1 (KM)

Dari \ Ke	PT XYZ	A2	B1	E
PT XYZ	0			
A2	71	0		
B1	5	75	0	
E	45	46	47	0

Jarak PT XYZ - A2 - PT XYZ : $71 + 71 = 142$

Jarak PT XYZ - B1 - PT XYZ : $5 + 5 = 10$

Jarak PT XYZ - E - PT XYZ : $45 + 45 = 90$

Karena jarak yang paling minimum adalah 10 dari ketiga alternatif, maka yang dikunjungi terlebih dulu adalah B1. Alternatif selanjutnya yang akan dikunjungi setelah B1 sebagai berikut :

Jarak PT XYZ - B1 - A2 - PT XYZ : $5 + 75 + 5 = 85$

Jarak PT XYZ - B1 - E - PT XYZ : $5 + 47 + 5 = 57$

Karena jarak yang paling minimum adalah 57 dari kedua alternatif, maka yang dikunjungi setelah B1 adalah E. Urutan rute yang terbentuk untuk rute 1 adalah :

PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 1 adalah $5 + 47 + 46 + 71 = 169$ Km.

b. Urutan *Customer* untuk Rute R'2

Jarak *customer* ke PT XYZ untuk rute R'2 dapat dilihat pada Tabel XI.

TABEL XV
JARAK ANTAR *CUSTOMER* DAN PT XYZ RUTE 2 (KM)

Dari \ Ke	PT XYZ	C	D
PT XYZ	0		
C	29	0	
D	34	7	0

Jarak PT XYZ - C - PT XYZ : $29 + 29 = 58$

Jarak PT XYZ - D - PT XYZ : $34 + 34 = 68$

Karena jarak yang paling minimum adalah 58 dari kedua alternatif, maka yang dikunjungi terlebih dulu adalah C. Urutan rute yang terbentuk untuk rute 2 adalah :

PT XYZ - C - D - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 2 adalah $29 + 7 + 34 = 70$ Km.

c. Urutan *Customer* untuk Rute R'3

Jarak *customer* ke PT XYZ untuk rute R'3 dapat dilihat pada Tabel XII.

TABEL XVI
JARAK ANTAR *CUSTOMER* DAN PT XYZ RUTE 3 (KM)

Dari \ Ke	PT XYZ	A1	B2
PT XYZ	0		
A1	20	0	
B2	19	4	0

Jarak PT XYZ - A1 - PT XYZ : $20 + 20 = 40$

Jarak **PT XYZ - B2 - PT XYZ** : $19 + 19 = 38$

Karena jarak yang paling minimum adalah 38 dari kedua alternatif, maka yang dikunjungi terlebih dulu adalah B2. Urutan rute yang terbentuk untuk rute 3 adalah :

PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 3 adalah $19 + 4 + 20 = 43$ Km.

Setelah dilakukan perhitungan dengan Metode *Nearest Insert* maka didapatkan hasil akhir pengurutan *customer* dalam suatu rute seperti pada Tabel XIII.

TABEL XIII
PENGURUTAN *CUSTOMER* DENGAN METODE *NEAREST INSERT*

Rute	Urutan <i>Customer</i>	Jarak (Km)	Waktu (Menit)
R'1	PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ	169	204
R'2	PT XYZ - C - D - PT XYZ	70	102
R'3	PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ	43	73
Total		282	379

c. Metode *Nearest Neighbour*

a. Urutan *Customer* untuk Rute R'1

TABEL XIV
LANGKAH PERTAMA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'1

Rute	Jarak (Km)
PT XYZ - A2	71
PT XYZ - B1	5
PT XYZ - E	45

Dari Tabel XIV dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat ke titik awal (PT XYZ) adalah B1 dengan jarak 5 Km. Selanjutnya untuk menentukan *customer* kedua dengan memilih *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (B1) dari *customer* yang tersisa.

TABEL XV
LANGKAH KEDUA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'1

Rute	Jarak (Km)
B1 - A2	75
B1 - E	47

Dari Tabel XV dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (B1) adalah E dengan jarak 47 Km. Setelah E ditetapkan menjadi *customer* kedua, sehingga yang tersisa yaitu A2, dan A2 akan menjadi *customer* terakhir yang akan dikunjungi, maka kendaraan tersebut akan kembali ke titik awal (PT XYZ). Sehingga didapatkan urutan rute yang terbentuk untuk rute 1 adalah :

PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 1 adalah $5 + 47 + 46 + 71 = 169$ Km.

b. Urutan *Customer* untuk Rute R'2

TABEL XVI
LANGKAH PERTAMA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'2

Rute	Jarak (Km)
PT XYZ - C	29
PT XYZ - D	34

Dari Tabel XVI dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat ke titik awal (PT XYZ) adalah C dengan jarak 29 Km. Selanjutnya untuk menentukan *customer* kedua dengan memilih *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (C) dari *customer* yang tersisa.

TABEL XVII
LANGKAH KEDUA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'2

Rute	Jarak (Km)
C - D	7

Dari Tabel XVII dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (C) adalah D dengan jarak 7 Km, dan D akan menjadi *customer* terakhir yang akan dikunjungi, maka kendaraan tersebut akan kembali ke titik awal (PT XYZ). Sehingga didapatkan urutan rute yang terbentuk untuk rute 2 adalah :

PT XYZ - C - D - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 2 adalah $29 + 7 + 34 = 70$ Km.

c. Urutan *Customer* untuk Rute R'3

TABEL XVIII
LANGKAH PERTAMA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'3

Rute	Jarak (Km)
PT XYZ - A1	20
PT XYZ - B2	19

Dari Tabel XVIII dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat ke titik awal (PT XYZ) adalah B2 dengan jarak 19 Km. Selanjutnya untuk menentukan *customer* kedua dengan memilih *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (B2) dari *customer* yang tersisa.

TABEL XIX
LANGKAH KEDUA PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOUR* PADA RUTE R'3

Rute	Jarak (Km)
B2 - A1	4

Dari Tabel XIX dapat dilihat bahwa *customer* yang memiliki jarak terdekat dengan *customer* pertama (B2) adalah A1 dengan jarak 4 Km, dan A1 akan menjadi *customer* terakhir yang akan dikunjungi, maka kendaraan tersebut akan kembali ke titik awal (PT XYZ). Sehingga didapatkan urutan rute yang terbentuk untuk rute 3 adalah :

PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ

Dengan jarak yang ditempuh untuk rute 3 adalah $19 + 4 + 20 = 43$ Km.

Setelah dilakukan perhitungan dengan Metode *Nearest Neighbour* maka didapatkan hasil akhir pengurutan *customer* dalam suatu rute seperti pada Tabel XX.

TABEL XX
PENGURUTAN *CUSTOMER* DENGAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR*

Rute	Urutan <i>Customer</i>	Jarak (Km)	Waktu (Menit)
R'1	PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ	169	204
R'2	PT XYZ - C - D - PT XYZ	70	102
R'3	PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ	43	73
Total		282	379

3. Perbandingan Rute Awal Dan Rute Usulan

TABEL XXI
PERBANDINGAN RUTE AWAL DAN RUTE USULAN

No	Rute Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	No	Rute Usulan	Jarak (Km)	Waktu (Menit)
1	PT XYZ - A1 - A2 - PT XYZ	153	164	1	PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ	169	204
2	PT XYZ - B2 - B1 - PT XYZ	46	81	2	PT XYZ - C - D - PT XYZ	70	102
3	PT XYZ - C - PT XYZ	58	82	3	PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ	43	73
4	PT XYZ - D - PT XYZ	68	98				
5	PT XYZ - E - PT XYZ	90	118				
Total		415	543	Total		282	379

Berdasarkan pada Tabel XXI total jarak yang dihasilkan berdasarkan rute usulan mengalami penghematan jarak sebesar 133 Km dari rute awal 415 Km menjadi 282 Km rute usulan. Dan total waktu yang dihasilkan berdasarkan rute usulan mengalami penghematan waktu sebesar 164 menit dari rute awal 543 menit menjadi 379 menit rute usulan. Besar penghematan jarak dan waktu untuk rute usulan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penghematan Jarak} &= \frac{\text{Jarak Awal} - \text{Jarak Usulan}}{\text{Jarak Awal}} \times 100\% \quad (5) \\ &= \frac{415 - 282}{415} \times 100\% \\ &= 32,05\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penghematan Waktu} &= \frac{\text{Waktu Awal} - \text{Waktu Usulan}}{\text{Waktu Awal}} \times 100\% \quad (6) \\ &= \frac{543 - 379}{543} \times 100\% \\ &= 30,2\%\end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa metode *Saving Matrix* lebih baik dibandingkan dengan metode awal perusahaan. Dengan demikian hasil yang diperoleh dari metode *Saving Matrix* akan dipilih sebagai jalur usulan, dengan persentase penghematan jarak 133 Km sebesar 32,05% dan persentase penghematan waktu 2 jam 44 menit sebesar 30,2%. Jadi, dari hasil yang diperoleh maka metode *Saving Matrix* dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan jarak yang lebih minimum.

4. Analisis Utilisasi Kapasitas Alat Angkut Berdasarkan Metode *Saving Matrix*

TABEL XVIII
UTILITAS ALAT ANGKUT PADA RUTE USULAN

Rute	Urutan Customer	Total Beban Diangkut (Ton)	Alat Angkut	Kapasitas Angkut (Ton)	Utilitas (%)
R'1	PT XYZ - B1 - E - A2 - PT XYZ	13	Tronton Wingbox	15	86,6
R'2	PT XYZ - C - D - PT XYZ	7	Truk GIGA FRR	10	70
R'3	PT XYZ - B2 - A1 - PT XYZ	9	Truk GIGA FRR	10	90
Rata - Rata					82,2

Berdasarkan pada Tabel XXII, menunjukkan bahwa penggunaan alat angkut untuk rute usulan sudah cukup efisien dengan nilai utilitas alat angkut rata-rata dari 3 rute usulan adalah sebesar 82,2%..Hal ini menyebabkan berkurangnya penggunaan alat angkut dari yang awalnya menggunakan 4 Truk GIGA FRR menjadi 2 Truk GIGA FRR dengan kapasitas maksimal 10 ton dan tidak ada pengurangan ataupun penambahan untuk Truk Tronton Wingbox pada rute usulan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Saving Matrix*, maka diperoleh 3 rute usulan dari 5 rute awal dengan total jarak yang dihasilkan berdasarkan rute usulan mengalami penghematan dari total jarak tempuh awal sebesar 415 Km menjadi 282 Km dan menghasilkan penghematan jarak sebesar 133 Km dengan persentase penghematan sebesar 32,05%. Sehingga total waktu yang dihasilkan berdasarkan rute usulan juga mengalami penghematan dari rute awal yaitu dari 543 menit menjadi 379 menit dan menghasilkan penghematan waktu sebesar 164 menit dengan persentase penghematan sebesar 30,2%. Nilai utilitas alat angkut rata-rata dari 3 rute usulan adalah sebesar 82,2%. Rute yang efektif dan efisien dalam pendistribusian produk ke *customer* berdasarkan permintaan dan menghasilkan penghematan jarak dan waktu yang optimal, serta penggunaan alat angkut untuk rute usulan sudah cukup efisien karena jauh lebih optimal dari penggunaan alat angkut rute awal.

REFERENSI

- [1] Suparjo. (2017). Metode *Saving Matrix* Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi (Studi Empirik pada perusahaan angkutan kayu gelondongan di Jawa Tengah). Semarang : Fakultas Ekonomika dan Bisnis UNTAG.
- [2] Gunawan, Herry. (2014). Pengantar Transportasi Dan Logistik. Jakarta: Rajawali Pers.
- [3] Bowersox, Donald J., Closs, David J., Cooper, M. Bixby., dan Bowersox, John C. (2013). Supply Chain Management, 4th edition. McGraw-Hill, Singapore.
- [4] Hartati, M., Kusumanto, I., Fauzi, R. (2019). Optimalisasi Rute dan Penjadwalan Pengangkutan Sampah di Kota Pekanbaru (Kec. Tampan) Menggunakan Metode *Saving Matrix*. Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri Vol. 5, No. 1. UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- [5] Istantiningrum, M. (2010). Penentuan Rute Pengiriman Dan Penjadwalan Dengan Menggunakan Metode *Saving Matrix* Study Kasus Pada PT. Sukanda Djaya Yogyakarta. Yogyakarta: Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga.