

Usulan Penentuan Strategi Pendistribusian yang Optimal (Studi Kasus : PT. X)

Trifenaus Prabu Hidayat, Anastasia Kristinawati

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknik
Universitas Katolik Atma Jaya – Jakarta
e-mail : trifenausprabuhidayat@gmail.com

Received 01 September 2014; Accepted 10 October 2014

Abstract

The purposes of this research is to analyze the optimal distribution system at PT. X. There are three alternatives given. The method used is saving matrix method and Knapsack using distance and time data. This research is considered the traffic conditions so the distance matrix is transformed into time matrix. The result show the distribution route and sequence of optimal methods. Distribution route is obtained using Farthest Insert, Nearest Insert and Nearest Neighbor. The sequence of methods is placed saving matrix method at first and then Knapsack or vice versa. After this, the distribution cost is calculated for three alternatives given. This cost calculation is considered penalty cost which is the value of opportunity cost when truck is not fully used. The results of cost calculation show, when considered penalty cost, the best alternative is alternative three that deliveries all consumer demand with freight forwarding services. However, this penalty charge is not real value (not spending money) so the company does not consider the cost of this penalty. When calculating cost without penalty cost, the best alternative is alternative one that deliveries all consumer demand with the company's truck. In the first alternative, the best method is saving matrix distance – knapsack. This method aims to select nearby consumers then optimize the distribution fleet.

Key words : Distribution Route, Saving Matrix Methods, Knapsack

1. PENDAHULUAN

PT. X merupakan industri manufaktur yang bergerak dalam pembuatan spont. Perusahaan mengirimkan produknya langsung kepada konsumen pada wilayah Jabodetabek. Pada konsumen yang terletak diluar jabodetabek, perusahaan menggunakan jasa ekspedisi untuk mengirimkan produknya. Penentuan kelompok konsumen dilakukan oleh bagian marketing dan penentuan rute distribusi dilakukan oleh kapsala pengiriman berdasarkan pengalaman yang diasumsikan merupakan rute terpendek.

Saat ini, pengiriman dilakukan dengan dua cara yaitu pengiriman menggunakan armada perusahaan sendiri dan menggunakan jasa ekspedisi. Penentuan cara pengiriman ini perlu dipertimbangkan keefektifannya sehingga diperlukan sebuah penelitian.

Pada penelitian terdahulu, metode *saving matrix* dinilai dapat menurunkan biaya distribusi cukup signifikan. Penurunan ini didapatkan dengan mengatur rute optimal sehingga semua pengiriman dapat terpenuhi dengan biaya minimum. Pada penelitian terdahulu menggunakan metode *saving matrix distance* dimana terdapat asumsi bahwa tidak terjadi kemacetan. Penelitian ini berusaha

untuk mempertimbangkan kondisi lalu lintas yaitu kemungkinan terjadinya kondisi jalan yang mengalami kemacetan. Faktor kondisi lalu lintas ini dipertimbangkan dengan mentransformasikan matrix jarak menjadi matrix waktu.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat Perumusan masalah yang diambil dari situasi perusahaan saat ini adalah penentuan rute distribusi dan memaksimalkan armada distribusi untuk meminimasi biaya distribusi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sistem distribusi saat ini, menentukan rute distribusi dan memaksimalkan armada distribusi, meminimasi biaya distribusi serta membandingkan ketiga usulan alternatif yang diberikan. Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah seperti penelitian dilakukan pada PT. X, Tangerang dan data yang digunakan merupakan data historis bulan Juli 2013. Beberapa asumsi juga digunakan dalam penelitian ini seperti jarak dari warehouse menuju konsumen diperoleh menggunakan alat bantu *google maps*, kondisi jalan tidak mengalami kemacetan, armada distribusi berfungsi dengan baik, kegiatan distribusi berjalan dengan lancar, rute yang dipilih merupakan jalan tol dan jalan

raya, serta ekspedisi dapat mengirimkan semua permintaan konsumen.

2. METODOLOGI PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini didapatkan melalui observasi, wawancara dan data historis perusahaan. Data tersebut berupa data produk, data pengiriman, data lokasi ekspedisi dan konsumen, data armada, dan data yang berhubungan dengan biaya pendistribusian produk. Pengolahan Data diawali dengan membuat model matematis. Model matematis ini bertujuan untuk menggambarkan sistem distribusi secara kuantitatif. Peneliti membuat tiga alternatif distribusi. Dari ketiga alternatif ini akan dibentuk rute yang optimal dengan menggunakan metode *saving matrix*.

Perancangan rute distribusi dengan metode *Saving Matrix Distance*:

- a. Penentuan jarak (*distance matrix*) antar konsumen dengan menggunakan alat bantu *Google Maps*
- b. Perhitungan *saving value*
Saving value merupakan penghematan jarak yang dapat dilakukan. Semakin besar nilai *saving value* menunjukkan jarak yang dihemat semakin besar.
- c. Pengelompokkan beberapa konsumen menjadi satu rute
Dalam mengelompokkan konsumen menjadi satu rute mempertimbangkan kapasitas armada yang dipakai. Jika kapasitas armada perusahaan masih mencukupi, konsumen dapat ditambahkan menjadi satu rute perjalanan
- d. Hasil Rute
Daerah yang telah dimasukkan dalam sebuah rute, diabaikan untuk penggabungan selanjutnya. Tahapan ini dilakukan terus menerus hingga kapasitas dari armada perusahaan terpenuhi.

Selain menggunakan *saving matrix distance*, penentuan kelompok konsumen juga dilakukan menggunakan *saving matrix time*. Data matrix waktu didapatkan dengan bantuan *google maps* lalu lintas. *Google maps* lalu lintas ini menampilkan kondisi riil dari jalan raya sehingga dapat diketahui jarak perjalanan yang macet ataupun lancar. Jarak pada kondisi lalu lintas dengan warna tertentu dikonversikan menjadi satuan waktu dengan asumsi kecepatan tertentu. Masing-masing warna, yaitu merah, kuning dan hijau memiliki asumsi kecepatan. Asumsi kecepatan yang digunakan adalah 10Km/jam untuk warna merah, 30 Km/jam untuk warna kuning dan 60Km/jam untuk warna hijau. Penggunaan matrix waktu ini diharapkan mampu mempertimbangkan aspek kondisi riil lalu lintas.

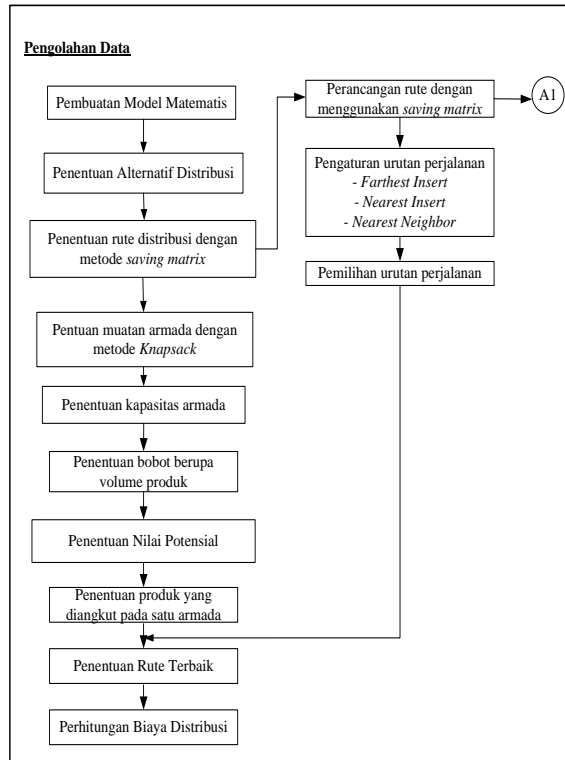
Pada pembuatan rute menggunakan matrix waktu, terdapat 4 daerah waktu, yaitu pukul 08.00-10.00, 10.00-12.00, 12.00-14.00 dan 14.00-16.00. Hal ini dilakukan karena kondisi lalu lintas akan berubah-ubah sering berubahnya waktu. Pada penelitian pendahuluan, didapatkan bahwa tingkat kemacetan pada pukul tertentu pada hari kerja mempunyai pola yang sama. Untuk pengelompokkan rute, setelah melalui *saving matrix* pukul 08.00, dilanjutkan melihat *saving matrix* pukul 10.00 dan seterusnya.

Setelah didapatkan kelompok konsumen, akan dilakukan pengaturan urutan perjalanan dengan menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbor*. Dari urutan perjalanan ini didapatkan jarak tempuh dan biaya transportasi. Pada alternatif kedua terdapat biaya ekspedisi yang ditambahkan pada perhitungan biaya distribusi.

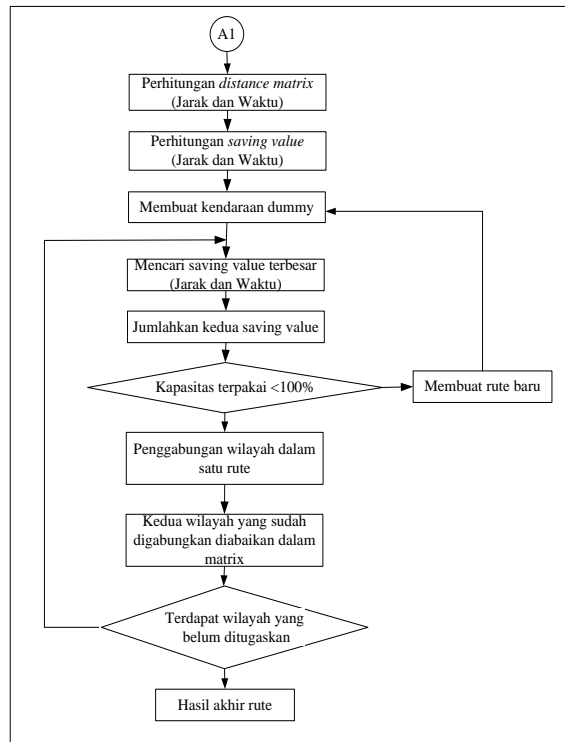
Penentuan kelompok konsumen juga dilakukan dengan metode *knapsack*. Metode ini menentukan cara pemilihan barang dimana setiap barang memiliki volume dan profit masing-masing sehingga didapatkan profit yang maksimum. Langkah yang dilakukan berupa list semua himpunan bagian, hitung nilai potensial dari himpunan bagian serta pilih himpunan bagian yang memiliki nilai potensial paling tinggi. Nilai potensial disini merupakan nilai *opportunity cost* berupa keuntungan yang mungkin didapatkan oleh perusahaan jika pengiriman dilakukan secara penuh pada sebuah armada. Metode *knapsack* ini diselesaikan menggunakan bantuan Software Lingo.

Dalam menentukan kelompok konsumen dan rute, ada 4 urutan metode yang digunakan yaitu *Saving Matrix Distance – Knapsack*, *Saving Matrix Time – Knapsack*, *Knapsack – Saving Matrix Distance*, dan *Knapsack – Saving Matrix Time*. *Saving Matrix* merupakan metode yang mengutamakan konsumen yang memiliki lokasi berdekatan dan *knapsack* merupakan metode yang mengutamakan penggunaan kapasitas armada perusahaan secara penuh.

Dari hasil pengolahan data, dilakukan analisa alternatif strategi distribusi yang memberikan biaya distribusi yang optimal, serta membandingkan ketiga usulan alternatif distribusi. Setelah itu ditarik sebuah kesimpulan sesuai dengan tujuan dan diberikan saran bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya.



Gambar 1. Pengolahan Data



Gambar 2. Metode Saving Matrix

3. Hasil Penelitian

Model Matematis sebuah model distribusi yang dibuat untuk mengetahui biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan setiap harinya. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah minimum biaya distribusi.

Minimasi : Biaya distribusi per hari = Z

$Z = \text{Gaji Supir} + \text{Gaji Kenek} + \text{Biaya Perawatan} + \text{Biaya Pajak Kendaraan} + \text{Biaya Transportasi} + \text{Biaya Pinalti}$

Peneliti mempunyai beberapa usulan alternatif, diantaranya:

- a. Alternatif 1
Perusahaan menggunakan armada milik perusahaan sendiri untuk distribusi semua wilayah. Rute yang digunakan merupakan hasil perancangan menggunakan metode *Saving Matrix*.
- b. Alternatif 2
Perusahaan tetap menggunakan armada milik perusahaan sendiri untuk distribusi wilayah Jabodetabek serta menggunakan jasa ekspedisi untuk wilayah luar Jabodetabek.
- c. Alternatif 3
Perusahaan menggunakan jasa ekspedisi untuk pendistribusian produk ke semua konsumen.

Hasil dari metode *saving matrix* ini berupa rute distribusi untuk setiap periode yang dapat dilihat pada Tabel 1. Keterangan kode WH pada Tabel 1 menunjukkan gudang perusahaan PT. XYZ. Sedangkan kode C1 sampai dengan C48 menunjukkan kode untuk konsumen ke 1 sampai dengan ke 48. Pada Tabel 1 terdapat kode E.Bdg yang menunjukkan kode untuk Ekspedisi Bandung. Tabel 2 menunjukkan rute distribusi untuk alternatif 2, dimana terdapat rute distribusi menuju ekspedisi dan rute distribusi menuju konsumen. Tabel 3 menunjukkan biaya distribusi untuk keempat metode dan ketiga alternatif yang diberikan.

3. ANALISIS HASIL PENELITIAN

Sistem pendistribusian produk saat ini menggunakan armada perusahaan dan jasa ekspedisi. Perusahaan melayani pengiriman produk untuk wilayah Jabodeabek dan untuk wilayah Jabodetabek perusahaan menggunakan jasa ekspedisi. Dalam menentukan jadwal pengiriman, perusahaan mempertimbangkan kapasitas mobil dan letak pelanggan. Hal pertama yang ditentukan adalah mengelompokkan pelanggan sesuai dengan wilayahnya. Setelah itu, perusahaan akan melihat apakah target muatan telah tercapai. Target muatan ini merupakan kapasitas mobil yaitu 10-12 bal untuk truk *engkel* dan 21-24 bal untuk truk *double*. Pengelompokan pelanggan dilakukan oleh bagian *marketing* dan penentuan rute pengiriman dilakukan oleh kepala pengiriman. Penentuan rute ini ditentukan oleh kepala pengiriman berdasarkan pengalaman yang diasumsikan merupakan rute dengan jarak terpendek.

Tabel 1. Rute Distribusi Alternatif 1

Periode	Metode SM Distance - Knapsack	Metode SM Time - Knapsack	Metode Knapsack – SM Distance	Metode Knapsack – SM Time
1	WH-C7-C6-C43-C42C-43-WH	WH-C11-C6-C43-C42C-43-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C11-C4-C10-WH	WH-C7-C2-WH	WH-C29-C10-C42-WH	WH-C29-C10-C42-WH
	WH-C20-C19-C18-WH	WH-C19-C4-C10-WH	WH-C7-C18-C38-WH	WH-C38-C18-C7-WH
	WH-C29-C34-WH	WH-C18-C20-C19-WH	WH-C27-WH	WH-C27-WH
	WH-C38-C17-WH	WH-C29-C34-WH	WH-C17-C11-C6-C43-C44-WH	WH-C17-C11-C6-C43-C44-WH
	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C23-WH
	WH-C33-WH	WH-C38-WH	WH-C4-C19-WH	WH-C19-C4-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C20-WH	WH-C20-WH
	WH-C2-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C27-WH	WH-C27-WH	WH-C2-WH	WH-C2-WH
2	WH-C22-C7-C2-C9-WH	WH-C22-C7-C2-C9-WH	WH-C38-C27-WH	WH-C38-C27-WH
	WH-C36-C33-C35-C11-WH	WH-C36-C33-C35-C11-WH	WH-C40-C36-C7-C9-WH	WH-C40-C36-C7-C9-WH
	WH-C38-C27-WH	WH-C38-C27-WH	WH-C33-C25-WH	WH-C25-C33-WH
	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH
	WH-C32-WH	WH-C32-WH	WH-C22-C32-WH	WH-C32-C22-WH
	WH-C25-WH	WH-C25-WH	WH-C11-C2-WH	WH-C11-C2-WH
	WH-C40-WH	WH-C40-WH	WH-C35-WH	WH-C35-WH
	WH-C29-C40-WH	WH-C40-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
3	Wh-C7-C2-C13-C1-C9-WH	WH-C7-C2-C1-C9-C13-WH	WH-C7-C26-C38-WH	WH-C38-C26-C7-WH
	WH-C31-C28-C24-C8-WH	WH-C31-C26-C24-C8-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C32-C26-WH	WH-C32-C28-WH	WH-C25-WH	WH-C25-WH
	WH-C25-WH	WH-C25-WH	WH-C8-C28-C37-WH	WH-C37-C28-C8-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C30-C13-WH	WH-C30-C13-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C24-C9-C1-C2-WH	WH-C24-C9-C1-C2-WH
	WH-C37-WH	WH-C37-WH	WH-C31-WH	WH-C31-WH
	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C32-WH	WH-C32-WH
4	WH-C20-C15-C1-C2-C44-C42-WH	WH-C15-C1-C2-C20-C42-C44-WH	WH-C38-C39-C20-C15-WH	WH-C38-C39-C20-C15-WH
	WH-C18-C8-C11-WH	WH-C18-C8-C11-WH	WH-C37-C35-C1-C2-WH	WH-C37-C35-C2-C1-WH
	WH-C39-C35-C19-WH	WH-C39-C35-C19-WH	WH-C19-C8-C11-WH	WH-C19-C8-C11-WH
	WH-C37-C38-WH	WH-C37-C38-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH
	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C18-C44-C42-WH	WH-C18-C44-C42-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
5	WH-C20-C9-C1-C6-C2-C13-C10-WH	WH-C20-C9-C1-C6-C2-C10-C13-WH	WH-C38-C22-C15-C6-WH	WH-C22-C15-C6-C38-WH
	WH-C22-C19-C15-WH	WH-C22-C19-C15-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C34-C38-WH	WH-C38-C34-WH	WH-C20-C19-C9-C1-C2-C13-C10-WH	WH-C1-C2-C19-C9-C10-C20-C13-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C35-WH	WH-C35-WH
	WH-C35-WH	WH-C35-WH	WH-C23-WH	WH-C23-WH
	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
6	WH-C11-C2-C37-WH	WH-C37-C11-C2-WH	WH-C37-C34-WH	WH-C37-C34-WH
	WH-C35-C10-WH	WH-C35-C10-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH

Tabel 2. Rute Distribusi Alternatif 2

Periode	Metode SM Distance - Knapsack	Metode SM Time - Knapsack	Metode Knapsack – SM Distance	Metode Knapsack – SM Time
1	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	Wh-C29-C20-C17-WH	WH-C19-C20-C17-WH	WH-C29-C20-C17-WH	WH-C29-C20-C17-WH
	WH-C29-C34-WH	WH-C29-C34-WH	WH-C27-WH	WH-C27-WH
	WH-C38-C17-WH	WH-C38-C18-WH	WH-C34-C18-C19-WH	WH-C34-C18-C19-WH
	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C23-WH
	WH-E.Tsk-WH	WH-E.Tsk-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Tsk-WH	WH-E.Tsk-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C27-WH	WH-C27-WH	WH-C38-WH	WH-C38-WH
2	Wh-C33-C22-C35-WH	WH-C22-C33-C35-WH	WH-C38-C27-WH	WH-C38-C27-WH
	WH-C38-C27-WH	WH-C38-C27-WH	WH-C25-C33-WH	WH-C25-C33-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH
	WH-C29-C25-WH	WH-C29-C25-WH	WH-C32-C22-WH	WH-C32-C22-WH
	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C36-C40-WH	WH-C40-C36-WH
	WH-C32-WH	WH-C32-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-C40-WH	WH-C40-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
3	WH-C31-C26-C28-C24-WH	WH-C31-C26-C28-C24-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C37-C32-WH	WH-C37-C32-WH	WH-C25-WH	WH-C25-WH
	WH-C25-WH	WH-C25-WH	WH-C37-C31-C26-C28-WH	WH-C37-C31-C26-C28-WH
	WH-C38-WH	WH-C38-WH	WH-C24-C38-WH	WH-C38-C24-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C34-WH
	WH-C34-WH	WH-C34-WH	WH-C32-WH	WH-C32-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
4	WH-C20-C15-C18-C19-C35-WH	WH-C18-C15-C20-C19-C35-WH	WH-C38-C39-C20-C15-WH	WH-C38-C39-C20-C15-WH
	WH-C38-C39-WH	WH-C38-C39-WH	WH-C37-C35-C19-WH	WH-C37-C35-C19-WH
	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH	WH-C21-WH
	WH-C37-WH	WH-C37-WH	WH-C18-WH	WH-C18-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-E.Tsk-WH	WH-C29-WH	WH-E.Tsk-WH	WH-E.Tsk-WH
	WH-C33-C29-WH	WH-C33-C29-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C29-C33-WH	WH-C33-C29-WH
5	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-C22-C20-C15-C19-WH	WH-C22-C20-C19-C15-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C34-C38-WH	WH-C38-C34-WH	WH-C34-C22-C15-WH	WH-C22-C34-C15-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C38-C23-WH	WH-C38-C23-WH
	WH-C33-WH	WH-C33-WH	WH-C35-C19-WH	WH-C35-C19-WH
	WH-C35-WH	WH-C35-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH
	WH-C23-WH	WH-C23-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
6	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH	WH-E.Bdg-WH
	WH-C34-C26-WH	WH-C26-C34-WH	WH-C34-C37-WH	WH-C37-C34-WH
	WH-C37-C32-C35-WH	WH-C37-C32-C35-WH	WH-C29-WH	WH-C29-WH
	WH-C29-WH	WH-C29-WH	WH-C30-WH	WH-C30-WH
	WH-C30-WH	WH-C30-WH	WH-C33-WH	WH-C33-WH

Tabel 3. Biaya Distribusi

Metode	Alternatif	Biaya Total	Biaya Pinalti	Biaya Tanpa Pinalti	Total Biaya
<i>SM Distance</i>	1	69,065,461	44,110,286	24,955,175	93,946,432
	2	76,028,459	45,637,202	30,391,257	
	3	38,600,000	0	38,600,000	
<i>SM Time</i>	1	61,982,772	44,110,286	17,872,486	83,909,086
	2	73,073,802	45,637,202	27,436,600	
	3	38,600,000	0	38,600,000	
<i>Knapsack-SM Distance</i>	1	71,277,332	44,039,682	27,237,650	96,482,183
	2	73,874,321	43,229,788	30,644,533	
	3	38,600,000	0	38,600,000	
<i>Knapsack-SM Time</i>	1	62,196,200	44,039,682	18,156,518	83,947,642
	2	70,420,912	43,229,788	27,191,124	
	3	38,600,000	0	38,600,000	

Pada metode pertama yaitu *Saving Matrix Distance – Knapsack* dilakukan pengelompokan konsumen yang mengutamakan nilai *saving value* terbesar. Kelompok konsumen yang terbentuk adalah konsumen yang memiliki letak berdekatan. *Saving Matrix* ini terus melakukan iterasi hingga memenuhi kapasitas armada sehingga ketika konsumen yang memiliki wilayah berdekatan telah terpilih, memungkinkan terpilih konsumen yang memiliki jarak jauh. Pada pemilihan armada, diutamakan armada yang memiliki kapasitas lebih besar terlebih dahulu. Menurut Ballou (1999), rute yang paling efisien dibangun dengan menggunakan kendaraan dengan kapasitas terbesar. Penggunaan metode *saving matrix* ini memiliki batasan kapasitas armada yaitu sebesar 16,2 m³ untuk truk double dan 9m³ untuk truk engkel. Pada penentuan kelompok konsumen ini pembatasan menurut kapasitas armada tidak dilakukan sedangkan pada kondisi dilapangan, memungkinkan terjadinya muatan berlebih. Truk yang digunakan memiliki atap terbuka dan kemudian dilapisi dengan terpal. Pada kondisi real dapat terjadi muatan yang berlebih sedikit.

Setelah melakukan pengelompokan konsumen akan dibuat pengaturan urutan perjalanan. Pengaturan urutan perjalanan ini dilakukan menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, dan *Nearest Neighbor*. Dari ketiga metode ini akan dipilih metode yang memberikan jarak terpendek dan kemudian dicari jumlah bahan bakar yang diperlukan.

Metode *saving matrix distance* ini akan dilanjutkan dengan metode *knapsack*. Metode *knapsack* ini akan memperhitungkan biaya pinalti. Biaya pinalti ini berupa nilai *opportunity cost* atau nilai kesempatan yang hilang jika armada tidak terisi secara penuh. Biaya pinalti ini bukan

merupakan nilai uang riil yang dikeluarkan oleh Perusahaan (Perusahaan mengeluarkan uang). Biaya pinalti ini juga perlu dipertimbangkan karena terdapat kesempatan yang hilang untuk mendapatkan keuntungan. Biaya pinalti ini dapat berupa biaya kekurangan muatan ataupun kelebihan muatan. Armada yang membawa muatan berlebih akan dikenakan denda ketika terjadi pemeriksaan.

Penggabungan metode *saving matrix distance* dengan *knapsack* ini bertujuan untuk melakukan penghematan jarak dan dilanjutkan dengan pemaksimalan kapasitas armada. Metode *knapsack* pada langkah ini kurang efektif karena pada metode *saving matrix* sendiri telah terdapat batasan kapasitas armada. Hasil rute distribusi dan biaya distribusi dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3.

Metode yang kedua adalah metode *Saving Matrix Time – Knapsack* dimana langkah yang diterapkan sama dengan metode *saving matrix distance* namun berbeda pada jenis data dan jumlah matrix yang digunakan. Metode *saving matrix time* ini memiliki 4 matrix waktu, dikarenakan kondisi lalu lintas pada setiap waktu akan mengalami perubahan dan berdasarkan data historis satu armada melakukan pengiriman menuju 4 konsumen. Penentuan kelompok konsumen berdasarkan nilai *saving value* terbesar pada matrix pertama dan dilanjutkan dengan nilai *saving value* terbesar pada matrix kedua. Setelah mendapatkan rute distribusi dilakukan konversi dari waktu yang didapat menjadi jumlah bahan bakar yang diperlukan. Nilai konversi yang digunakan adalah 0,38 Liter/hour. Hasil rute metode *saving matrix time* dan *saving matrix distance* ini hampir sama, sebab data yang didapatkan pada *google maps* lalu lintas terbatas pada kondisi lalu lintas wilayah kota

besar. Dari hasil rute akan dibuat urutan perjalanan dengan menggunakan metode *Shortest Insert*.

Metode *saving matrix time* ini akan dilanjutkan dengan metode knapsack. Penggabungan metode *Saving Matrix Time* dan *Knapsack* ini berfungsi untuk mencari rute distribusi yang tercepat dan dilanjutkan dengan pengoptimalan kapasitas armada distribusi. Tabel 1 sampai Tabel 3 menunjukkan hasil rute distribusi dan biaya distribusi metode kedua.

Metode yang ketiga adalah metode *Knapsack – Saving Matrix Distance*. Metode *knapsack* diselesaikan menggunakan software Lingo. Metode *knapsack* ini akan mengutamakan pengelompokkan konsumen yang memberikan profit lebih besar bagi perusahaan namun tetap sesuai dengan kapasitas armada distribusi. Pada pengerjaannya terdapat pesanan konsumen yang tidak dapat dimasukkan kedalam armada. Hal ini dikarenakan volume pesanan melebihi kapasitas armada. Pada kondisi riil, pesanan ini yg lebih ini dapat ditumpuk pada box truk, namun pada metode *knapsack*, pesanan ini tidak akan diterima. Peneliti melakukan adjustment dengan membagi pesanan menjadi dua. Pesanan pertama volumenya sesuai dengan kapasitas armada dan pesanan kedua merupakan sisanya. Metode *knapsack* ini dilakukan beberapa kali iterasi sesuai dengan jumlah armada yang dimiliki. Armada yang diutamakan adalah armada yang memiliki volume lebih besar yaitu truk double. Hasil *knapsack* ini dapat menghasilkan kelompok konsumen yang berasal dari daerah yang berbeda. Metode *knapsack* akan dilanjutkan dengan *saving matrix distance*, yang bertujuan untuk melakukan penghematan jarak dari kelompok konsumen yang telah dibuat. Urutan perjalanan ini dibuat menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, dan *Nearest Neighbor*. Hasil rute distribusi dan biaya distribusi dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3.

Metode yang keempat adalah *knapsack – Saving Matrix Time*. Metode *knapsack* yang dilakukan sama seperti sebelumnya, menggunakan software Lingo. Hasil dari metode *knapsack* pada langkah ini sama seperti langkah sebelumnya. Hasil pengelompokkan konsumen dari metode *knapsack* akan dilakukan penghematan waktu pengirimannya dengan metode *Shortest Insert*. Hasil rute distribusi dan biaya distribusi untuk metode keempat dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3.

Pada alternatif pertama dan kedua, terdapat pengiriman yang dilakukan dengan armada perusahaan. Pengiriman ini akan diatur pengelompokkan dan urutannya dengan metode *Saving Matrix* dan *Knapsack*. Kedua metode tersebut akan menentukan biaya transportasi dan biaya pinalti. Rute distribusi untuk alternatif 1 dan 2 ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Berdasarkan total biaya seperti ditunjukkan pada Tabel 3, alternatif yang memberikan biaya paling minimum adalah alternatif 3 yaitu melakukan semua pengiriman dengan menggunakan jasa ekspedisi. Pada alternatif 3 ini tidak terdapat biaya pinalti sehingga biaya yang dikeluarkan lebih kecil. Namun, biaya pinalti ini bukan merupakan nilai uang riil yang dikeluarkan oleh Perusahaan sehingga perusahaan tidak mempertimbangkan biaya pinalti. Jika perhitungan tidak mempertimbangkan biaya pinalti, alternatif yang memberikan biaya distribusi paling minimum adalah alternatif 1 yaitu melakukan semua pengiriman menggunakan armada Perusahaan.

Apabila membandingkan metode *Saving Matrix Distance – Knapsack* dengan *Knapsack – Saving Matrix Distance*, metode yang menghasilkan biaya distribusi paling minimum adalah metode *Saving Matrix Distance – Knapsack* untuk alternatif 1, yaitu melakukan pengelompokkan konsumen yang memiliki jarak tempuh dekat antar sesama konsumen dan dilanjutkan dengan pengoptimalan armada distribusi. Pengelompokkan konsumen yang dibentuk metode *saving matrix* akan menghasilkan kelompok konsumen yang memiliki lokasi berdekatan sehingga biaya transportasi yang dikeluarkan lebih minimum.

Apabila membandingkan metode *Saving Matrix Time – Knapsack*, metode yang menghasilkan biaya minimum adalah metode *Saving Matrix Time – Knapsack* untuk alternatif 1 yaitu melakukan pengelompokkan konsumen yang saling berdekatan dan dilanjutkan dengan pengoptimalan armada distribusi.

Pada alternatif 2, biaya total distribusi metode *Saving Matrix Distance – Knapsack* hanya terdapat sedikit selisih biaya dibandingkan metode *Knapsack – Saving Matrix Distance*. Hal ini dikarenakan menurut metode *Saving Matrix Distance*, pada periode 5 membutuhkan 9 armada sedangkan menurut metode *Knapsack – Saving Matrix Distance* membutuhkan 8 armada. Metode *Saving Matrix* dan *Knapsack* dapat menghasilkan kelompok konsumen yang berbeda. Metode *Saving Matrix* mengutamakan kelompok konsumen yang memiliki penghematan jarak terbesar sedangkan metode *Knapsack* mengutamakan kelompok konsumen yang memberikan keuntungan terbesar sesuai dengan kapasitas armada. Pada kondisi seperti ini, metode *knapsack* akan memberikan biaya lebih kecil. Jika metode *saving matrix* dan *knapsack* memberikan jumlah armada yang sama, maka metode *knapsack* akan memberikan biaya yang lebih kecil.

Metode *Saving Matrix Distance* dan *Saving Matrix Time* untuk saat ini belum dapat dibandingkan. Faktor untuk mengkonversi dari satuan waktu menjadi jumlah bahan bakar kurang

mewakili sehingga hasil biaya transportasi untuk *saving matrix distance* jauh lebih besar dibandingkan untuk *saving matrix time*.

Biaya distribusi saat ini sejumlah Rp 31.962.360. Pengaturan pengiriman dengan usulan yaitu semua pengiriman dilakukan menggunakan armada perusahaan dan pengaturan rute menggunakan metode *Saving Matrix Distance – Knapsack* akan memberikan pengurangan biaya distribusi sebesar 22%.

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, antara lain:

- a. Sistem distribusi yang dilakukan saat ini masih berdasarkan pengalaman. Bagian marketing akan melakukan pengelompokan pelanggan dan penentuan rute pengiriman dilakukan oleh kepala pengiriman. Penentuan rute ini ditentukan oleh kepala pengiriman berdasarkan pengalaman yang diasumsikan merupakan rute dengan jarak terpendek.
- b. Dari ketiga alternatif yang diberikan, bila memperhitungkan biaya penalti, alternatif yang terpilih adalah alternatif 3 yaitu melakukan semua pengiriman menggunakan jasa ekspedisi. Bila tidak mempertimbangkan biaya penalti, alternatif yang terpilih adalah alternatif 1 yaitu semua pengiriman dilakukan dengan menggunakan armada perusahaan sendiri.

- c. Usulan metode yang dilakukan adalah Metode *Saving Matrix Distance – Knapsack* dimana metode ini dapat memberikan penghematan biaya sebesar 22%.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Ballou, R. H. (1999). *Business Logistic Management*. Ed ke-4. New Jersey: Prentice Hall.
2. Bowersox, D. J. (1995). *Manajemen Logistik I Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. Jakarta: Bumi Aksara.
3. Chopra, S. & Meindl, P. (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. New Jersey: Prentice-Hall.
4. Gaspersz, V. (2002). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT. Framedia Pustaka Utama.
5. Kotler, P., Sindoro, A., & Armstrong, G. (2002). *Dasar-Dasar Pemasaran* (Jilid ke-2). Ed ke-9. Jakarta: Indeks.
6. Nasution, H. M. N. (1996). *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
7. Pisinger, D. (1995). *Algorithm for Knapsack Problem*. <http://www.diku.dk/~pisinger/95-1.pdf>.
8. Subagya, M.S. (1998). *Manajemen Logistik*. Jakarta: CV Haji Masagung.