

PENENTUAN JARAK OPTIMAL GUNA MEMINIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI MENGGUNAKAN METODE *MINIMAL SPANNING TREE*

Jono

Program studi Teknik Industri-Universitas Widya Mataram Yogyakarta
Dalem Mangkubumen KT III/ 237 Ngasem Yogyakarta
Email : Yonuwmm@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri mebel dan ukir kayu, dengan hasil produksinya berupa almari, buffet, kursi dan meja tamu, kursi teras, jam hias, relief serta soufenir. Hasil produksi tersebut didistribusikan oleh perusahaan secara langsung ke daerah pemasarannya menggunakan armada milik perusahaan yaitu truk dan mobil pick up. Dalam operasionalnya, perusahaan mengeluarkan biaya transportasi yang cukup besar, yang menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan seperti yang diharapkannya. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan biaya transportasi, Dengan menggunakan analisa jarak tempuh optimal dan Metode Minimal Spanning Tree, dapat memberikan solusi optimal dengan menghasilkan total jarak tempuh yang minimal dengan prosedur penghubungan langsung pada titik-titik (node) yang ada pada sebuah jaringan seperti pada jaringan distribusi. Hasil perhitungan biaya transportasi distribusi produk setelah analisa menggunakan metode Minimal Spanning Tree ini dapat memberikan penghematan biaya transportasi pada bulan Juli 2010 sebesar Rp.659.800 atau dengan persentase sebesar 8,9 % dan penghematan pada bulan Agustus sebesar Rp.1.837.500 dengan persentase sebesar 20,69 %.

Kata Kunci : Jarak, Biaya, *Minimal Spanning Tree* (MST)

ABSTRACT

PT. XYZ is a company in the furniture and wood carving field, with its products such as cabinets, buffets, chairs and coffee table, patio chairs, decorative clock, reliefs and soufenir. The output was distributed by the company directly to the area of marketing that uses the company's fleet of trucks and pick ups. In operation, the company issued a sizable transportation costs, which caused the company to lose the opportunity to gain as he had hoped. This research is aims to minimize transportation costs, the use of analysis of optimum mileage and Minimal Spanning Tree method, can provide the optimal solution to produce a minimum total mileage by directly linking procedures at points (nodes) that exist on a network such as distribution network . The results of the calculation of the cost of transporting the product distribution after analysis using Minimal Spanning Tree method is able to provide transportation cost savings in July 2010 amounted to Rp.659.800 or by a percentage of 8.9% and savings in August of Rp.1.837.500 with a percentage of 20 , 69%.

Keyword: Distance, Cost, *Minimal Spanning Tree* (MST)

PENDAHULUAN

Jaringan transportasi, listrik dan komunikasi merupakan sesuatu yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Jaringan kerja muncul pada sejumlah perencanaan dan berbagai bidang. Persoalan transportasi atau distribusi yang berkaitan dengan masalah pengiriman komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan dengan ongkos transportasi minimum, model transportasi dapat direpresentasikan dan diselesaikan sebagai suatu jaringan. Suatu jaringan kerja terdiri atas suatu gugus titik dan sisi yang menghubungkan pasangan titik tertentu.

Persoalan penting dalam jaringan kerja terdiri atas persoalan rute terpendek (*shortest route*), persoalan minimasi jaringan atau pohon rentang minimum, dan persoalan aliran maksimum (*maximal flow*). Persoalan rute terpendek merupakan lintasan dengan bobot yang minimum. Dalam hal ini bobot dapat berupa jarak, waktu tempuh atau ongkos transportasi dari satu titik ke titik lainnya yang berbentuk rute tertentu. Sedangkan persoalan pohon rentang minimum merupakan variasi dari persoalan rute terpendek yang perbedaannya terletak pada lintasan yang dicari, yaitu menentukan sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik yang ada pada jaringan sehingga diperoleh panjang sisi total yang minimum [1].

Masalah pohon rentang minimum memiliki sejumlah penerapan praktis yang penting untuk diaplikasikan, salah satu contohnya yaitu menentukan jalur transportasi apa yang harus disediakan untuk melayani seluruh lokasi dengan total biaya yang paling minimum. Hal ini erat kaitannya dengan sistem pendistribusian produk, terutama pada perusahaan yang mendistribusikan produknya secara langsung kepada konsumennya tanpa melalui jasa agen maupun distributor.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri mebel dan ukir kayu. Perusahaan ini memproduksi secara *meke to order* dengan mendistribusikan produknya secara langsung ke daerah pemasarannya dengan memakai armada milik perusahaan yakni armada truk dan mobil *pick up*. Hasil produksi perusahaan yang berupa almari, buffet, kursi dan meja tamu, kursi teras, jam hias, relief serta souvenir tersebut didistribusikan ke sebelas kota pemasaran yang ada di Pulau Jawa maupun sekitarnya. Daerah pemasaran di Pulau Jawa ini meliputi Ambarawa, Magelang, Muntilan, Surakarta, Wonogiri,

Purwokerto dan Jakarta, sedangkan kota pemasaran yang berada di luar Pulau Jawa meliputi Lampung, Jambi, Palembang dan Makasar.

Oleh karena itu perusahaan perlu membuat perencanaan yang tepat berkaitan dengan rute jarak tempuh optimal dalam mendistribusikan produknya. Rute jarak tempuh optimal tersebut dapat dicari dengan menggunakan metode *Minimal Spanning Tree* yang dapat menghasilkan panjang sisi total yang minimal dengan menghubungkan secara langsung seluruh titik (node) yang ada pada jaringan, yang dalam penelitian ini jaringan tersebut direpresentasikan dengan jaringan distribusi produk. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh sistem jaringan dan rute jarak tempuh pengiriman produk yang optimal yang dapat menghemat biaya transportasi perusahaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian distribusi

Distribusi adalah suatu proses penyimpanan barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan para pemakai, sewaktu dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan.

Dalam menciptakan ketiga faedah tersebut, terdapat dua aspek penting yang terlibat didalamnya, yaitu :

- 1) Lembaga yang berfungsi sebagai saluran industri (*Channel of distribution/marketing channel*).
- 2) Aktivitas yang menyalurkan arus fisik barang (*Physical distribution*)

Istilah distribusi atau transportasi terkandung makna yakni adanya perpindahan atau aliran barang dari satu tempat ke tempat lain [2].

Saluran Distribusi

Saluran distribusi adalah serangkaian organisasi yang saling tergantung dan terlibat dalam proses untuk menjadikan suatu barang atau jasa siap untuk digunakan atau dikonsumsi. Agar suatu kegiatan penyaluran barang dapat berjalan dengan baik (efektif dan efisien) maka para pemakai saluran pemasaran harus mampu melakukan sejumlah tugas penting, yaitu :

1. Penelitian, yaitu melakukan pengumpulan informasi
2. Promosi
3. Kontak, yaitu melakukan pencarian dan menjalin hubungan dengan pembeli.

4. Penyelarasan, yaitu mempertemukan penawaran yang sesuai dengan permintaan pembeli
5. Negoisasi, yaitu melakukan usaha untuk mencapai persetujuan akhir.
6. Distribusi fisik, yaitu penyediaan sarana transportasi dan penyimpanan barang.
7. Pembiayaan, yaitu penyediaan permintaan dan pembiayaan dana untuk menutup biaya dari saluran pemasaran tersebut.
8. Pengambilan resiko, yaitu melakukan perkiraan mengenai resiko sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan saluran tersebut.

Ada beberapa alternatif saluran (tipe saluran) yang dapat dipakai. Biasanya alternatif saluran tersebut didasarkan pada golongan barang konsumsi dan barang industri [3].

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih saluran distribusi, faktor tersebut antara lain :

- 1 Jenis barang yang dipasarkan
- 2 Produsennya
- 3 Penyalur yang bersedia ikut mengambil bagian
- 4 Pasar sasaran

Distribusi Fisik

Manajemen distribusi fisik hanyalah satu diantara istilah deskriptif yang digunakan untuk menggambarkan suatu pengendalian atas pemindahan barang. Namun demikian, apapun istilah yang digunakan konsep dasarnya adalah sama.

Secara terperinci, kegiatan yang ada dalam kegiatan distribusi fisik dapat dibagi kedalam lima macam yaitu [4] :

1. Penentuan lokasi persediaan dan sistem penyimpanannya
 - a. Penentuan lokasi penyediaannya
 - b. Sistem penyimpanan persediaan
 - c. Sistem penanganan barang
2. Sistem penanganan barang yang dapat digunakan antara lain :
 - a. Paletisasi
Dalam paletisasi, penanganan barang-barang baik itu berupa bahan baku maupun barang jadi dipakai suatu alat yang disebut palet.
 - b. Pengemasan
Barang-barang yang ditangani ditempatkan dalam suatu kemasan atau peti kemas baik dari logam, kayu, ataupun bahan yang lain.
3. Sistem pengawasan persediaan

Faktor penting yang lain dalam sistem distribusi fisik adalah mengadakan pengawasan secara efektif terhadap komposisi dan besarnya persediaan.

4. Prosedur memproses pesanan

Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan untuk memproses pesanan antara lain yaitu menyelenggarakan kegiatan kantor secara teratur, membuat barang dengan baik serta menyampaikan kepada pembeli

5. Pemilihan metode pengangkutan

Dalam hal ini, rute dan rit pengangkutan merupakan faktor yang penting, dan mempunyai hubungan yang erat dengan pasar atau daerah penjualan, serta lokasi persediaannya. Selain itu fasilitas pengangkutan yang ada juga merupakan faktor penentu.

Riset Operasi

Riset operasi adalah penerapan metode-metode ilmiah terhadap masalah-masalah rumit yang muncul dalam pengarahannya dan pengelolaan dari suatu sistem besar yang terdiri dari manusia, mesin, bahan dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan. Pendekatan khusus ini bertujuan membentuk suatu model ilmiah dari sistem, menggabungkan ukuran-ukuran faktor-faktor seperti kesempatan dan risiko, untuk meramalkan dan membandingkan hasil-hasil dari beberapa keputusan, strategi atau pengawasan. Tujuannya adalah membantu pengambil keputusan menentukan kebijaksanaan dan tindakannya secara ilmiah.

OR, dalam arti luas, dapat diartikan sebagai penerapan metode-metode, teknik-teknik, dan alat-alat terhadap masalah-masalah yang menyangkut operasi-operasi dari sistem-sistem, sedemikian rupa memberikan penyelesaian optimal [5].

Tahap-Tahap Dalam Riset Operasi

1) Merumuskan masalah

Dalam perumusan masalah ini ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab, yaitu :

- a. Variabel keputusan yaitu unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan.
- b. Tujuan (*objective*). Penetapan tujuan membantu pengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi. Tujuan

ini diekspresikan dalam variabel keputusan.

- c. Kendala (*constrain*) adalah pembatas-pembatas terhadap alternatif tindakan yang tersedia.
- 2) Pembentukan Model
Sesuai dengan definisi persoalannya, pengambil keputusan menentukan model yang paling cocok untuk mewakili sistem. Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variabel keputusan
- 3) Mencari penyelesaian masalah
Pada tahap ini bermacam-macam teknik dan metode solusi kuantitatif yang merupakan bagian utama dari OR memasuki proses. Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih teknik-teknik ini terhadap model. Seringkali, solusi terhadap model berarti nilai-nilai variabel keputusan yang mengoptimalkan salah satu fungsi tujuan dengan nilai fungsi tujuan lain yang diterima.
- 4) Validasi Model
Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus absah. Dengan kata lain, model harus diperiksa apakah ia mencerminkan berjalannya sistem yang diwakili. Suatu metode yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan *performance*-nya dengan data masa lalu yang tersedia.
- 5) Penerapan Hasil Akhir
Tahap terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas.

Model Jaringan

Jaringan merupakan suatu istilah yang sudah dikenal luas dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang bisnis. Jaringan pemasaran misalnya, merupakan kumpulan antara produsen, pedagang, dan konsumen untuk produk tertentu, dimana dalam jaringan tersebut terdapat perpindahan arus barang atau jasa dari produsen melalui pedagang ke konsumen, dan sebaliknya terdapat perpindahan arus uang dari konsumen, dan sebaliknya terdapat perpindahan arus uang dari konsumen ke produsen melalui pedagang.

Secara sederhana model arus jaringan dapat dideskripsikan sebagai susunan sisi yang

terhubung pada berbagai titik, di mana pada setiap sisi dapat memiliki kriteria kapasitas arus yang berasal dari titik tertentu menuju titik lainnya, atau jarak dari titik tertentu ke titik lainnya. Suatu jaringan pada umumnya diilustrasikan sebagai diagram yang terdiri dari titik-titik, sisi, dan parameter (besaran angka yang menunjukkan kapasitas arus atau jarak).

Terminologi Jaringan

Model arus jaringan dapat dideskripsikan sebagai susunan sisi yang terhubung pada berbagai titik, dimana pada setiap sisi dapat memiliki kriteria kapasitas arus yang berasal dari titik tertentu menuju titik lainnya, atau jarak dari titik tertentu ke titik lainnya [6].

Sumber suatu jaringan, yaitu titik yang menjadi awal bagi sisi-sisinya, dimana aliran bergerak meninggalkannya.

Tujuan suatu jaringan, yaitu titik yang dituju oleh sisi-sisinya, dan aliran masuk ke titik tersebut. Adapun persoalan jaringan ini dapat dibagi menjadi 3 macam persoalan:

- 1) Persoalan rute terpendek (*shortest route*)
- 2) Persoalan minimasi jaringan atau pohon rentang minimum (*minimal spanning tree*)
- 3) Persoalan aliran maksimum (*maximal flow*)

Menentukan Jarak Minimum dengan Pohon Rentang Minimum (*Minimal Spanning Tree*)

Pohon rentang minimum digunakan untuk memecahkan persoalan dalam menentukan sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik yang ada pada jaringan sehingga dapat diperoleh panjang sisi total yang minimum.

Minimal Spanning Tree dalam Aplikasi Program *Network (NET)* pada *Software QS Versi 3.0*

Program *Network (NET)* ini digunakan untuk memecahkan masalah jaringan (*network*), yakni digunakan untuk mencari jalur terpendek dari suatu jaringan. Program ini berisi tiga jaringan yang meliputi jaringan terpendek (*Shortest Route Algorithm*), algoritma aliran maksimal (*Maximal Flow Algorithm*) dan algoritma rentangan minimum (*Minimal Spanning Tree*).

Dengan *software QS Versi 3.0*, Program *NET* dapat digunakan untuk menampilkan seluruh langkah pemecahan masalah. Dalam hal ini, masalah pohon rentang minimum dipecahkan dengan prosedur penghubungan langsung (*direct connecting procedure*).

Pada penelitian ini, akan dicoba pemecahan permasalahan yang berkaitan dengan konsep biaya transportasi dengan menggunakan metode *Minimal Spanning Tree*. Adapun perbedaan dari pemakaian metode *Minimal Spanning Tree* dengan metode Transportasi adalah :

- Melalui metode *Minimal Spanning Tree* ini dapat digunakan untuk mencari solusi optimal dari masalah jaringan dengan menghasilkan panjang sisi total yang minimal dengan cara penghubungan langsung (*direct connecting procedure*) ke seluruh *node* yang ada pada sebuah jaringan.
- Metode *Minimal Spanning Tree* ini tidak memerlukan solusi awal maupun uji optimalisasi yang digunakan pada metode Transportasi dalam mencapai solusi optimalnya.
- Metode ini tidak memerlukan penyamaan input yang berupa jumlah sumber beserta tujuannya seperti pada metode Transportasi.
- Metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai problem jaringan tanpa dikaitkan dengan batasan-batasan dalam inputnya seperti kapasitas sumber maupun kapasitas permintaan harus dengan jumlah tertentu seperti yang disyaratkan pada metode Transportasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PT.XYZ yang berlokasi di Jl. Raya Menganti-Jepara Km. 7, Jepara, Jawa Tengah.

Data Yang Diperlukan

- Data daerah pemasaran beserta jumlah permintaan di tiap-tiap daerah pemasaran.
- Data biaya transportasi pengiriman produk yang dikeluarkan perusahaan selama bulan Juli – Agustus 2010.
- Data jarak yang ditempuh dari sumber (PT.XYZ) ke tujuan (daerah pemasaran).

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung data, antara lain :

- Mencari jarak tempuh optimal dalam pengiriman produk dengan menggunakan Metode *Minimal Spanning Tree* dengan aplikasi *Software QS Versi 3.0*.
- Menghitung biaya pengiriman produk berdasarkan jarak tempuh optimal dari hasil analisa Metode *Minimal Spanning Tree*.
- Menghitung total biaya pengiriman produk yang telah dikeluarkan perusahaan dan total biaya pengiriman produk dari hasil analisa Metode *Minimal Spanning Tree*.
- Menghitung selisih biaya pengiriman produk dari hasil analisa Metode *Minimal Spanning Tree* dengan biaya pengiriman produk sebelum penggunaan Metode *Minimal Spanning Tree*.

Data Permintaan Produk

PT.XYZ yang memproduksi secara *make to order* melayani permintaan produk yang berbeda-beda dari tujuh daerah pemasarannya yang ada di Pulau Jawa. Permintaan produk tersebut adalah Kursi dan Meja Tamu Hongkong yang terdiri dari 5 jenis yakni Hongkong Bambu, Anggur, Piala, Bambu Mawar/Mawar Blok dan Kipas.

Data Jarak Tempuh

Berikut ini disajikan data kode daerah pemasaran beserta data jarak tempuh pengiriman produk dari sumber (PT.XYZ) ke tiap-tiap tujuan (daerah pemasaran).

Tabel 1. Data Jarak Tempuh Sumber ke Tujuan

	Ke							
	B	C	D	E	F	G	H	
Dari								
A	158	98	328					
B		57			29			
C			222	55	90			
D				157			173	
E						21	494	
F						170		
G							473	
H								

Sumber : CV.Kurnia Agung Jepara

Tabel 2. Rekapian Biaya Transportasi Distribusi Produk Bulan Juli 2010 (Sebelum Analisa)

No	Kota Tujuan	Biaya
1	Ambarawa	391.200
2	Surakarta	550.200
3	Purwokerto	868.200
4	Ambarawa	391.200
5	Surakarta	555.200
6	Magelang	545.700
7	Muntilan	585.600
8	Purwokerto	878.200
9	Wonogiri	610.300
10	Jakarta	2.025.000
Jumlah total		7.400.800

Tabel 3. Rekapian Biaya Transportasi Distribusi Produk Bulan Agustus 2010 (Sebelum Analisa)

No	Kota Tujuan	Biaya Transportasi
1	Ambarawa	391.200
2	Muntilan	585.600
3	Magelang	545.700
4	Surakarta	545.200
5	Purwokerto	878.200
6	Wonogiri	595.300
7	Ambarawa	381.200
8	Surakarta	555.200
9	Wonogiri	610.300
10	Ambarawa	386.200
11	Magelang	520.700
12	Purwokerto	878.200
13	Jakarta	2.005.000
Jumlah total		8.878.000

Perhitungan biaya transportasi distribusi produk sesudah analisa

Berdasarkan gambar pola distribusi produk dengan jarak optimal yang terdapat pada gambar 4.2, dapat dihasilkan 7 alternatif rute yang dapat dilalui dalam pengiriman produk, antara lain :

Rute 1 : Jepara – Ambarawa

Rute 2 : Jepara – Ambarawa – Surakarta

Rute 3 : Jepara – Ambarawa – Surakarta – Wonogiri

Rute 4 : Jepara – Ambarawa – Magelang

Rute 5 : Jepara – Ambarawa – Magelang – Muntilan

Rute 6 : Jepara – Ambarawa – Magelang – Purwokerto

Rute 7 : Jepara – Ambarawa – Magelang – Purwokerto – Jakarta

Sedangkan untuk menghitung jarak yang ditempuh ke masing-masing kota tujuan, maka diambil contoh perhitungan biaya jarak tempuh per kilometernya berdasarkan armada yang digunakan, yaitu :

Perhitungan biaya transportasi pendistribusian produk bulan Juli 2010 (Sesudah Analisa)

Distribusi I

Distribusi ini meliputi distribusi ke Kota Ambarawa, Surakarta dan Purwokerto yang dilakukan dalam 1 kali pengiriman pada tanggal yang sama yaitu tanggal 7 Juli 2010, karena rute pengiriman produk berdasarkan hasil analisa Metode *Minimal Spanning Tree* pada Kota tujuan Surakarta dan Purwokerto sama-sama melewati Kota Ambarawa terlebih dahulu, sehingga pengiriman ini dapat dilaksanakan dalam 1 kali keberangkatan yaitu dengan mempertimbangkan jumlah permintaan pada masing-masing kota tersebut. Perhitungan biaya ini dapat dilihat pada tabel 4.

Distribusi II

Distribusi produk ke Kota Ambarawa, Magelang dan Surakarta dapat dilaksanakan dalam 1 kali pengiriman pada tanggal yang sama yaitu tanggal 15 Juli 2010 karena berdasarkan rute jarak optimal untuk distribusi ke Kota Purwokerto melewati Kota Ambarawa dan Magelang terlebih dahulu, sehingga distribusi ini dapat dilakukan sekaigus

dalam 1 kali keberangkatan yaitu dengan memakai armada truk yang dapat memuat permintaan sebanyak 60 set kursi. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 5.

Distribusi III

Distribusi produk ke Kota Wonogiri terlebih dahulu, kemudian ke Kota Muntilan, setelah itu melewati daerah Magelang Untuk menuju ke Purwokerto, yang dilaksanakan pada tanggal 22 Juli dengan 1 kali keberangkatan dengan memakai armada truk dengan muatan sebanyak 60 set kursi. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 6.

Distribusi IV

Karena jumlah permintaan Kota Jakarta ini sebanyak 60 set kursi, maka distribusi ini hanya dilaksanakan secara khusus, dengan tanggal keberangkatan yang sesuai dengan pesanan yaitu tanggal 28 Juli 2010 dengan memakai armada truk. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 7.

Perhitungan biaya transportasi pendistribusian produk bulan Agustus 2010

Distribusi I

Distribusi produk ke Kota Ambarawa, Magelang dan Muntilan ini dapat dilaksanakan dalam 1 kali pengiriman pada tanggal yang sama yaitu tanggal 8 Agustus 2010, karena rute pada pengiriman Muntilan melewati Kota Ambarawa dan Magelang terlebih dahulu, sehingga pengiriman ini dapat dilaksanakan dalam 1 kali keberangkatan dengan memakai armada truk yang memuat permintaan produk sebanyak 60 set kursi. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 8.

Distribusi II

Distribusi produk ke Kota Surakarta, Wonogiri dan Purwokerto ini dapat dilaksanakan dalam 1 kali

pengiriman yaitu pada tanggal 21 Agustus 2010, dengan mengirimkan produk ke Kota Surakarta terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan ke Kota Wonogiri dan yang terakhir menuju ke Kota Purwokerto. Perhitungan biaya ini dapat dilihat pada tabel 9.

Distribusi III

Distribusi produk ke Kota Ambarawa, Surakarta dan Wonogiri ini dapat dilaksanakan dalam 1 kali pengiriman yaitu pada tanggal 15 Agustus 2010, karena rute pengiriman ke Kota Surakarta dan Wonogiri keduanya sama-sama melewati Kota Ambarawa terlebih dahulu sehingga distribusi ini dapat dilaksanakan sekaligus dengan memakai armada truk yang memuat permintaan produk sebanyak 58 set kursi. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 10.

Distribusi IV

Distribusi produk ke Kota Ambarawa, Magelang dan Purwokerto dapat dilaksanakan dalam 1 kali pengiriman yaitu pada tanggal 21 Agustus 2010, karena berdasarkan rute jarak optimal distribusi ke Kota Purwokerto tersebut melewati Kota Ambarawa dan Magelang terlebih dahulu, sehingga pengiriman produk ini dapat dilakukan secara bersama-sama. Pada tabel 11 berikut ini disajikan perhitungan biaya transportasi distribusi produk ke IV ini.

Distribusi V

Distribusi produk ke Kota Jakarta ini dilaksanakan secara khusus (tidak digabungkan dengan distribusi ke kota lain) karena jumlah permintaan produk yang dikirim mencapai 56 set kursi, sehingga tidak memerlukan tambahan lagi. Perhitungan biaya transportasi ini dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 4. Perhitungan Biaya Transportasi Distribusi Produk I Bulan Juni 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Ambarawa	Jepara – Ambarawa	98	147.000	100.000	-	247.000
2. Surakarta	Ambarawa –Surakarta	57	85.500	95.000	150.000	330.500
3. Purwokerto	Surakarta-Ambarawa-Magelang-Purwokerto	269	403.500	90.000	150.000	643.500
	Kembali ke Sumber : (Purwokerto-Magelang-Ambarawa-Jepara)	310	465.000			465.000
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.691.000

Sumber : Data Olahan

Tabel 5. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk Ke II Bulan Juli 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Ambarawa	Jepara - Ambarawa	98	147.000	100.000	-	247.000
2. Magelang	Ambarawa -Magelang	55	82.500	100.000	150.000	332.500
3. Surakarta	Magelang–Ambarawa - Surakarta	112	168.000	100.000	150.000	418.000
	Kembali ke Sumber (Surakarta-Ambarawa -Jepara)	155	232.500			232.500
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.235.000

Tabel 6. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk Ke III Bulan Juli 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Wonogiri	Jepara – Ambarawa – Surakarta – Wonogiri	184	276.000	100.000	150.000	526.000
2. Muntilan	Wonogiri –Surakarta - Ambarawa–Magelang - Muntilan	162	243.000	100.000	-	343.000
3. Purwokerto	Muntilan–Magelang–Purwokerto	178	267.000	100.000	150.000	517.000
	Kembali ke Sumber (Purwokerto-Magelang-Ambarawa-Jepara)	310	465.000			465.000
Biaya Retribusi Jalan Tol						5000

Jono, Penentuan jarak optimal guna meminimalkan....

Jumlah Biaya Transportasi	1.856.000
---------------------------	------------------

Tabel 7. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk Ke IV Bulan Juli 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
Jakarta	Jejara – Ambarawa – Magelang – Purwokerto – Jakarta	483	724.500	300.000	200.000	1.224.500
	Kembali ke Sumber (Jakarta-Purwokerto-Magelang-Ambarawa-Jepera)	483	724.500			724.500
Biaya Retribusi Jalan Tol						10.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.959.000

Tabel 8. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk Ke I Bulan Agustus 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Ambarawa	Jepera - Ambarawa	98	147.000	100.000	-	247.000
2. Magelang	Ambarawa -Magelang	55	82.500	100.000	-	182.500
3. Muntilan	Magelang – Muntilan	21	31.500	100.000	150.000	281.500
	Kembali ke Sumber (Muntilan-Magelang-Ambarawa-Jepera)	174	261.000			261.000
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						977.000

Tabel 9. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk ke II Bulan Agustus 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak Tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Surakarta	Jepera – Ambarawa - Surakarta	155	232.500	90.000	-	322.500
2. Wonogiri	Surakarta – Wonogiri	29	43.500	85.00	150.000	278.500
3. Purwokerto	Wonogiri-Surakarta-Ambarawa-Magelang - Purwokerto	298	447.000	100.000	150.000	697.000
	Kembali ke Sumber (Purokerto- Magelang-Ambarawa-Jepera)	310	465.000			465.000
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.768.000

Tabel 10. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk ke III Bulan Agustus 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya Jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Ambarawa	Jepara - Ambarawa	98	147.000	90.000	-	237.000
2. Surakarta	Ambarawa -Surakarta	57	85.500	100.000	-	185.500
3. Wonogiri	Surakarta – Wonogiri	29	43.500	100.000		
	Kembali ke Sumber (Wonogiri-Surakarta-Ambarawa-Jepara)	187	280.500		150.000	293.500
						280.500
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.001.500

Tabel 11. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk ke IV Bulan Agustus 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
1. Ambarawa	Jepara - Ambarawa	98	147.000	95.000	-	242.000
2. Magelang	Ambarawa -Magelang	55	82.500	75.000	-	
3. Purwokerto	Magelang-Purwokerto	157	235.500	100.000	150.000	157.500
	Kembali ke Sumber (Purwokerto-Magelang-Ambarawa-Jepara)	310	465.000			485.500
						465.000
Biaya Retribusi Jalan Tol						5.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.355.000

Tabel 12. Perhitungan Biaya Transportasi Pada Distribusi Produk ke V Bulan Agustus 2010 (Sesudah Analisa)

Kota Tujuan	Keterangan Rute yang dilalui	Jarak tempuh (Km)	Biaya jarak tempuh/ Km	Biaya Packing	Biaya Driver	Jumlah Biaya (Rupiah)
Jakarta	Jepara – Ambarawa – Magelang – Purwokerto – Jakarta	483	724.500	280.000	200.000	1.204.500
	Kembali ke Sumber (Jakarta-Purwokerto-Magelang-Ambarawa-Jepara)	483	724.500			724.500
Biaya Retribusi Jalan Tol						10.000
Jumlah Biaya Transportasi						1.939.000

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data yang selanjutnya akan menjadi bahan masukan/informasi bagi perusahaan dalam

menentukan rute jarak tempuh distribusi/pengiriman produk secara optimal. Dengan adanya informasi jarak tempuh optimal

dapat memberikan penghematan biaya transportasi pengiriman produk yang dilaksanakan perusahaan.

Perbandingan Biaya Transportasi Distribusi Produk Sebelum dan Sesudah Analisa Menggunakan Metode *Minimal Spanning Tree*

Biaya Transportasi Distribusi Produk Sebelum Analisa

Biaya transportasi distribusi produk sebelum analisa diambil dari data biaya transportasi yang telah dikeluarkan oleh perusahaan yang terdapat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9

Biaya Transportasi Distribusi Produk Sesudah Analisa

Berdasarkan solusi optimal dari Metode *Minimal Spanning Tree* dengan menggunakan *Software QS Versi 3.0*, diperoleh besarnya biaya transportasi pendistribusian produk pada tiap-tiap daerah pemasaran yang dapat disajikan pada tabel 4.10 s/d tabel 10.18

Pengaruh Penggunaan Jarak Tempuh Optimal Terhadap Biaya Transportasi Distribusi Produk

Penentuan jarak tempuh optimal dalam pengiriman produk dengan menggunakan Metode *Minimal Spanning Tree* dapat mengadakan penghematan biaya transportasi bagi perusahaan yang dapat ditunjukkan pada tabel 4.10 s/d tabel 4.18 . Dari tabel terdapat beberapa selisih yaitu :

1. Selisih biaya transportasi diperoleh dengan pengurangan antara biaya transportasi sebelum dan sesudah analisa, yaitu :
Selisih biaya transportasi sebelum dan sesudah analisa untuk bulan Juli = Rp. 7.400.800 – Rp. 6.741.000 = Rp. 659.800

Selisih biaya transportasi sebelum dan sesudah analisa untuk bulan Agustus = Rp. 8.878.000 – Rp. 1.837.500 = Rp. 1.837.500

2. Persentase biaya, dicari dengan perhitungan :
$$\frac{\text{Selisih Biaya Transportasi Sebelum dan Sesudah Analisa}}{\text{Biaya Transportasi Total Sebelum Analisa}} \times 100\%$$

$$\text{Bulan Juli : } \frac{\text{Rp.}959.800}{\text{Rp.}7.400.800} \times 100\% = 8,9\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Bulan} \qquad \qquad \qquad \text{Agustus} \qquad \qquad \qquad : \\ \frac{\text{Rp.}1.837.500}{\text{Rp.}8.878.000} \times 100\% = 20,69\% \end{array}$$

Hal ini dapat diartikan bahwa dengan menggunakan rute jarak tempuh optimal sebagai hasil dari penggunaan Metode *Minimal Spanning Tree*, perusahaan dapat memperoleh penghematan pengeluaran biaya transportasi pendistribusian produknya sebesar Rp. 659.800 pada bulan Juli dan Rp. 1.837.500 bulan Agustus 2010.

SIMPULAN

Berdasarkan dari pengamatan, pengolahan dan analisa data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

- a. Dengan Metode *Minimal Spanning Tree* didapatkan jarak tempuh optimal dari tiap-tiap daerah pemasaran PT.XYZ, yaitu: Jarak Kota Jepara – Ambarawa = 98 Km, Jarak Kota Ambarawa – Surakarta = 57 Km, Jarak Kota Surakarta – Wonogiri = 29 Km, Jarak Kota Ambarawa – Magelang = 55 Km, Jarak Kota Magelang – Muntilan = 21 Km, Jarak Kota Magelang – Purwokerto = 157 Km, Jarak Kota Purwokerto – Jakarta = 173 Km
- b. Penghematan terhadap biaya transportasi pendistribusian produk setelah menggunakan hasil dari aplikasi Metode *Minimal Spanning Tree* adalah sebesar Rp 659.800 untuk bulan Juli 2010 dan Rp. 1.837.500 pada bulan Agustus 2010.
- c. Pengolahan data dengan menggunakan Metode *Minimal Spanning Tree* secara manual sama dengan pengolahan data menggunakan *Software QS Ver 3.0*.

Saran

- a. Untuk menghemat biaya transportasi yang dikeluarkannya .Sebaiknya perusahaan dapat menggunakan rute jarak tempuh minimal pada bulan-bulan selanjutnya dan tidak menutup kemungkinan untuk diaplikasikan apabila

terjadi perluasan daerah pemasaran diwaktu yang akan datang.

- b. Perusahaan perlu memperbaiki jadwal keberangkatan distribusi produknya dengan memperhatikan jumlah permintaan dan pemakaian armada yang sesuai dengan kebutuhan.
- c. Perusahaan hendaknya mencari alternatif rute yang dapat ditempuh untuk mencapai daerah pemasarannya selain dari yang biasa dilaluinya.
- d. Perusahaan dapat melakukan ekspansi dengan membuka cabang di sekitar daerah pemasarannya dengan melakukan survey pada tempat-tempat yang dianggap strategis untuk didirikan pabrik/gudang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hillier, Frederick S., et all, 1990. *Pengantar Riset Operasi*, Edisi kelima Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [2] Prawirosentono, Suyadi, 2007. *Manajemen Operasi, Suatu Pengantar*, Edisi kelima, Bina Rupa Aksara, Bandung.
- [3] Swastha, Basu dan Irawan, 1990. *Manajemen Pemasaran Modern*, Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- [4] Swastha, Basu, 1997. *Saluran Pemasaran; Konsep dan Strategi Analisis Kuantitatif*, Edisi Satu, BPFE UGM, Yogyakarta.
- [5] Mulyono, Sri, 2002. *Riset Operasi*, LPFE UI, Jakarta.
- [6] Sitinjak, Tumpul JR., 2006. *Riset Operasi untuk Pengambilan Keputusan Manajerial dengan Aplikasi Excel*, Graha Ilmu, Yogyakarta.