

ISSN: 2086-8561

TOPIC THIS
VOLUME

- Distribution
- Transport
- Cost Issues
- Inventory Planning

ISSUES :

Passenger
Transport 1

VRP-Heuristic 2

LCL 3

Clarck and
Wright
Method 4

TSP Method 5

DMAIC 6

MRP 7

Jurnal Logistik Bisnis

VOLUME 1 NO 2

NOVEMBER 2010

Distributions Aspects of Logistic

Competition analysis Passenger Transport Executive Moda Between Railway and Bus CROSS BANDUNG - JAKARTA

Suntoro

A Threshold Accepting Heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem

Arif Imran, Liane Okdinawati

Pemilihan Co-loader Untuk Pengiriman Konsolidasi Barang Import LCL Di PT SCHENKER PETROLOG UTAMA

Rd. Adriyani Oktora, Made Dewi Lyana Apriyanti

Penentuan Rute Pengiriman Dan Biaya Transportasi Dengan Menggunakan Metode Clark And Wright Saving Heuristic (Studi Kasus di PT TEH BOTOL SOSRO BANDUNG)

Agus Purnomo

Aplikasi Traveling Salesman Problem (TSP) Dalam Pendistribusian Surat Kabar Se Bandung Raya (Studi Kasus Pada PT REPUBLIKA MANDIRI JAKARTA)

Made Irma Dwiputranti

Analisis Kompetisi Antar Moda Angkutan Peti Kemas Lintas Bandung-Jakarta (Studi Kasus antara KA-Truk)

Hilman Setiadi

Optimalisasi Biaya Operasional Consignee Pada Ocean Customs Clearance Import Dengan Metode DMAIC DI PT SPU

Erna Mulyati, Irma Fachriani

Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Komponen Kursi Yamato Menggunakan Metode Material Requirement Planning (Studi Kasus di PT Chitose Indonesia Manufacturing)

Syafrianita, Popy Aryani



Politeknik Pos Indonesia

J. Logistik Bisnis Vol. 1 No. 2 Hal. 1-107 Bandung, November 2010 ISSN: 2086-8561

ISSN : 2086-8561

JURNAL LOGISTIK BISNIS

Volume 1 Nomor 1 Mei 2010

Pelindung:

Direktur Politeknik Pos

Penasehat:

Para Pembantu Direktur

Pembina:

Ketua Jurusan Logistik Bisnis

Ketua Tim Redaksi:

Dodi Permadi., ST., MT

Penyunting Ahli:

Sutrisno., Ph.D

DR. Bambang Jatmiko., SE., MSi

Markus Josep Hiller., M.Log

Penyunting:

Suntoro, Ir., MT

Liane Okdinawati., ST., MT

Eduard Sondakh., S.Si., MT

Dodi Permadi., ST., MT

Tata Usaha;

Tety Rohaety., A.Md

Emay Marsita ., A.Md

Alamat Redaksi/Penerbit:

Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

Jl. Sariasih No 54-Bandung 40151

Telp 022-2009570, Fax 022-2009568

Jurnal Logistik Bisnis diterbitkan oleh Jurusan Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia. Redaksi Mengundang para professional di dunia industri, pendidikan dan peneliti untuk menuliskan hasil karya ilmiah dan pengalaman praktis dilapangan terkait implementasi logistic dan supply chain. Jurnal Logistik Bisnis diterbitkan 3 kali dalam satu tahun pada bulan Februari, Mei, dan November.

CONTENTS

Competition analysis Passenger Transport Executive Moda Between Railway and Bus CROSS BANDUNG - JAKARTA

Suntoro

A Threshold Accepting Heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem

Arif Imran¹, Liane Okdinawati²

PEMILIHAN *CO-LOADER* UNTUK PENGIRIMAN KONSOLIDASI BARANG *IMPORT LCL* DI PT SCHENKER PETROLOG UTAMA

Rd. Adriyani Oktora¹, Made Dewi Lyana Apriyanti²

PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC (Studi Kasus di PT TEH BOTOL SOSRO BANDUNG)

Agus Purnomo

APLIKASI TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) DALAM PENDISTRIBUSIAN SURAT KABAR SE BANDUNG RAYA (STUDI KASUS PADA PT REPUBLIKA MANDIRI JAKARTA)

Made Irma Dwiputranti

Analisis Kompetisi Antar Moda Angkutan Peti Kemas Lintas Bandung-Jakarta (Studi Kasus antar KA – KA – Truk)

Hilman Setiadi

OPTIMALISASI BIAYA OPERASIONAL CONSINEE PADA OCEAN CUSTOMS CLEARANCE IMPORT DENGAN METODE DMAIC DI PT. SPU

Erna Mulyati, Irma Fachriani

Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Komponen Kursi Yamato Menggunakan Metode Material Requirement Planning (Studi kasus di PT Chitose Indonesia Manufacturing)

Syafrianita dan Popy Aryani

**COMPETITION ANALYSIS PASSENGER TRANSPORT EXECUTIVE
MODA BETWEEN RAILWAY AND BUS CROSS BANDUNG - JAKARTA**

SUNTORO

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,
Jl. Sariasih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568
toro_2000@yahoo.com
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

Abstract

On route Bandung to Jakarta , there are several modes that serve these routes of Buses and Railways executive. The important thing to do transport service operators in maintaining its market share even win is to understand the true behavior of the service user in choosing transport modes are offered. Further work to identify the variables considered in the service user to choose a mode

Identification of variables that affect the mode selection is good for quantitative variables and the qualitative variables and the research was conducted through surveys in choosing a mode.

Next to get the mode selection probability model used logistic regression analysis or binary logit model where the PARAMETERIZES process aided by SPSS software version 11:05. And based on the results of parameter estimation for a significant level of electoral 0:05 modes of the model is as follows

$$\text{Prob (Bus)} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,558 + 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14)}}$$

Where: P (bus) : the probability of executive bus choice

X1: length of time travel, X4: time travel on schedule, X5: safety of passenger on the travel, X11: the frequency of departure mode on one day time (convenient), X14: entertainment facilities (prestige). From the sensitivity analysis of 5 variables in increasing the market segment of executive bus mode, it can be conclude that the most important variable that should be increased is: the discipline of departure time as a schedule, the second is safety of passenger on the travel, the third is the frequency of departure mode on one day time (convenient), the forth is the length of time travel, and the last is entertainment facilities (prestige).

Key Words : market segment analysis, modal choice, utility modal variable, sensitivity analysis

1. Pendahuluan

Transportasi sebagai urat nadi kehidupan berbangsa dan bernegara, mempunyai fungsi sebagai penggerak, pendorong dan penunjang pembangunan. Transportasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari sarana dan prasarana yang didukung oleh tata laksana dan sumber daya manusia membentuk jaringan prasarana dan jaringan pelayanan.

Hasil pembangunan transportasi yang mampu menunjang upaya pemerataan dan penyebaran pembangunan, pertumbuhan ekonomi serta stabilitas nasional dengan jaringan transportasi yang semakin berkembang luas, perlu terus dimantapkan dan dikembangkan sejalan dengan peningkatan tuntutan kualitas pelayanan akibat makin meningkatnya kebutuhan mobilitas manusia dan barang serta tuntutan peningkatan kualitas pelayanan di masa yang akan datang.

Propinsi Jawa Barat sangat berdekatan dengan Propinsi DKI Jakarta. Dua propinsi ini mempunyai intensitas kegiatan yang semakin tinggi, hal ini diindikasikan oleh adanya perkembangan industri, pendidikan, perdagangan dan wisata yang semakin meningkat pesat. Seiring dengan meningkatnya pendapatan ditambah dengan aktivitas – aktivitas lainnya seperti perjalanan dinas, wisata, bisnis serta aktivitas lainnya menyebabkan semakin tingginya mobilitas manusia maupun barang dari Bandung ke Jakarta.

Lalu lintas angkutan barang dan penumpang kereta api dari Bandung - Jakarta dari tahun ke tahun hal ini dapat dilihat pada tabel.1.1. di bawah ini:

Tabe.1.1.
Lalu lintas angkutan barang dan penumpang
kereta api di Jawa Barat

Tahun	Barang (Ton)	Penumpang (Orang)
2006	10.004.322	1.465.441
2005	10.075.134	1.391.567
2004	9.578.698	1.146.971
2003	9.351.192	959.588
2002	8.493.076	1.023.643

Sumber: Perusahaan umum kereta Daop Jawa Barat 2007

Adanya moda angkutan umum penumpang yang relatif banyak pilihan yang melayani rute Bandung - Jakarta belum dapat memenuhi keinginan pengguna jasa. Oleh karena itu, perlu diteliti apakah tingkat pelayanan yang diberikan penyedia jasa angkutan sudah memenuhi harapan keinginan konsumen. Jika pelayanan yang diberikan dapat memenuhi kebutuhan konsumen, maka kepuasan konsumen akan membawa pengaruh terhadap loyalitas konsumen untuk tetap menggunakan suatu moda angkutan tertentu.

Melihat kondisi ini Persaingan antara moda tersebut semakin kuat apabila jasa angkutan yang ditawarkan berada dalam segmen pasar yang sama seperti bus eksekutif dan kereta api eksekutif. Oleh karena itu studi ini akan mengidentifikasi variabel-variabel pelayanan

yang secara signifikan mempengaruhi konsumen dalam memilih moda antara bus eksekutif dan kereta api eksekutif.

Dengan fenomena diatas, maka perlu kiranya untuk mencari tau moda apa yang paling cocok digunakan aktivitas Bandung – Jakarta. Sehingga bisa dijadikan bahan masukan untuk meningkatkan kualitas moda angkutan sekaligus membantu mendefinisikan variabel - variabel apa saja yang sangat mempengaruhi pemilihan konsumen terhadap moda yang ditawarkan.

Setelah dilakukan evaluasi maka dapat diketahui atau diprediksi proses variabel mana yang menjadi penyebab gejala tadi, sehingga dapat dilakukan business process improvement.

Dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat menjawab research question sebagai berikut;

- Variabel pelayanan moda apa saja yang dominan mempengaruhi pengguna jasa dalam memilih moda angkutan umum rute Bandung - Jakarta
- Bagaimana bentuk model pemilihan moda angkutan umum rute Bandung – Jakarta .
- Bagaimana kontribusi masing-masing variabel pelayanan moda terhadap peningkatan pangsa pasar kedua moda.

2. Tinjauan Pustaka

Transportasi diartikan sebagai pergerakan atau perpindahan orang dan barang dari tempat asal kegiatan transportasi dimulai, ke tempat tujuan yaitu tempat kegiatan transportasi diakhiri, nilai yang diberikan oleh kegiatan transportasi adalah nilai tempat (*Place utility*) dan nilai waktu (*time utility*). (Edward, K Morlok, 1978).

Sistem Transportasi Makro

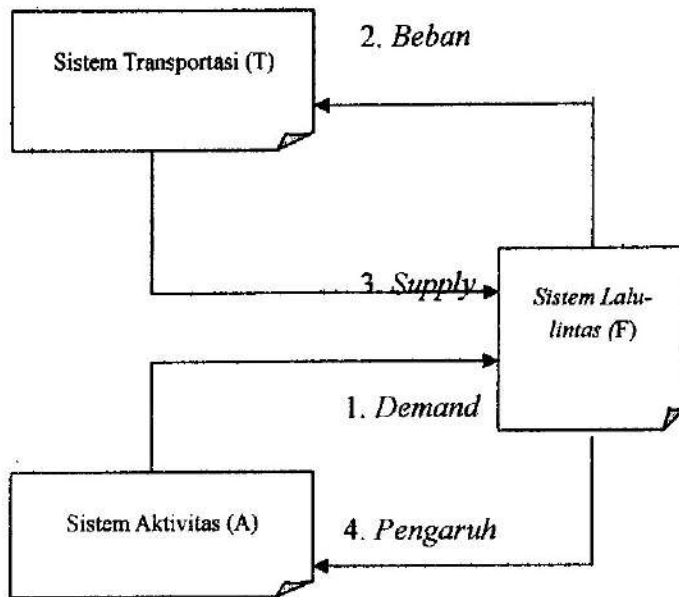
Menurut Manheim, sistem transportasi tersebut dapat dibagi menjadi tiga sistem yaitu:

- T : Sistem transportasi
- A : Sistem aktivitas (pola aktivitas sosial dan ekonomi)
- F : Sistem lalu-lintas

Perhatian utama dalam menganalisis sistem transportasi adalah mengantisipasi konsekuensi perubahan dalam sistem transportasi. Karena Sistem tersebut berlangsung terus-menerus untuk mendapatkan keseimbangan antara ketiga sistem tersebut.

Pemilihan Moda

Permintaan transportasi (dalam skala individu adalah pemilihan moda) yang merupakan element dari pola aliran oleh karena itu pemilihan moda akan sangat dipengaruhi oleh tingkat pelayanan sebagai bagian dari sistem aktivitas.



Gambar 1.1

Hubungan dasar antara sistem transportasi, aktivitas, dan lalu lintas

Ada dua pertimbangan dalam proses pemilihan moda:

- Aspek *Demand*
- Aspek *Supply*

Kemudian dijelaskan oleh Tamin (2000: 230) bahwa dari semua model pemilihan moda, pemilihan peubah bebas yang digunakan sangat tergantung pada :

- orang yang memilih model tersebut,
- tujuan pergerakan , dan
- jenis model yang digunakan.

Atribut Pelayanan Sistem Transportasi

Menurut **Manheim** (1979: 66) beberapa contoh atribut untuk pelayanan jasa transportasi adalah sebagai berikut :

1. Waktu, meliputi :
 - waktu perjalanan, keandalan (*variance in trip time*), waktu yang dibutuhkan pada tempat perpindahan, frekuensi pelayanan, jadwal waktu.
2. Ongkos pengguna jasa, meliputi :
 - ongkos transportasi langsung, seperti: tarif, toll, bahan bakar, parkir.
 - ongkos operasi langsung lainnya, seperti pemuatan, dokumentasi.

- ongkos tak langsung, seperti perawatan, asuransi, pergudangan, bunga cicilan dan lain lain.
- 3. Keamanan, meliputi :
 - Probabilitas kecelakaan atau kerusakan barang, Probabilitas kecelakaan, distribusi probabilitas dari tipe kecelakaan, rasa keamanan.
- 4. Kenyamanan dan kesenangan pengguna jasa, meliputi :
 - Jarak perjalanan, keperluan pergantian jumlah kendaraan
 - kesenangan fisik (suhu, kelembaban, kebersihan, kualitas pelayanan dan keadaan cuaca), kesenangan psikologis (status, kebebasan)

Parameter Fungsi Utilitas

Dalam menentukan tingkat kepuasan fungsi utilitas moda para calon pengguna jasa untuk menggunakan moda bus dan kereta api masing-masing moda dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$U_{KA} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \dots \beta_{14} X_{14} + \epsilon$$

$$U_{Bus} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \dots \beta_{14} X_{14} + \epsilon$$

Dimana :

$U_{KA} + U_{Bus}$ = Tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap masing - masing moda.

β_0 = Konstanta

β_1 s/d β_{14} = Parameter (koefisien regresi)

ϵ = Variabel random mengikuti distribusi tertentu

X_1, X_2, \dots, X_{14} = Variabel - variabel bebas yang mempengaruhi tingkat kepuasan dan peluang moda tertentu untuk dipilih.

3. Pemodelan

Bentuk fungsi distribusi dari ϵ_n ini yang akan membentuk bangun dari model pemilihan stokastik tersebut. Aplikasi yang paling umum dari model tersebut adalah : Model Probit dan Model Logit, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

Model Logit

Menurut Akiva (1985: 71) untuk kasus pemilihan 2 alternatif disebut model Logit Biner. Model ini merupakan model pemilihan yang menggambarkan probabilitas seseorang dalam memilih suatu alternatif. Asumsi dasar dalam model probabilitas pemilihannya adalah bahwa : $\epsilon_n = \epsilon_{jn} - \epsilon_{in}$ akan bersifat bebas dan terdistribusi secara identik (Independent and Identically Distributed) menurut distribusi logistik atau Gumbel, yaitu sebagai berikut :

$$F(\epsilon_n) = \frac{1}{(1 + e^{-\mu \epsilon_n})} \quad \mu > 0, \quad -\infty < \epsilon_n < \infty \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

di mana μ merupakan skala parameter positif dan diasumsikan besarnya sama dengan 1 (satu), bentuk distribusi ini sebenarnya mirip dengan distribusi normal.

Tabel 1.2.
Parameter Utilitas Moda

Parameter	Utilitas Moda Kereta Api	Utilitas Moda Bus
β_0	0	1
β_1	Total Waktu perjalanan	Total Waktu perjalanan
β_2	Total biaya perjalanan	Total biaya perjalanan
β_3	Ketepatan waktu tempuh perjalanan sesuai jadwal jika menggunakan KA	Ketepatan waktu tempuh perjalanan sesuai jadwal jika menggunakan bus
β_4	Ketepatan waktu keberangkat	Ketepatan waktu keberangkat
β_5	Keselamatan jiwa	Keselamatan jiwa
β_6	Keamanan barang bawaan	Keamanan barang bawaan
β_7	Tingkat kebisingan dan guncangan	Tingkat kebisingan dan guncangan
β_8	Kenyamanan tempat duduk dan keleluasaan bergerak didalam KA	Kenyamanan tempat duduk dan keleluasaan bergerak didalam bus
β_9	Pelayanan petugas	Pelayanan petugas
β_{10}	Kemudahan membawa barang kaitannya dengan letak dan ukuran bagasi	Kemudahan membawa barang kaitannya dengan letak dan ukuran
β_{11}	Frekuensi keberangkatan dalam sehari	Frekuensi keberangkatan dalam sehari
β_{12}	Kemudahan pelayanan reservasi tiket	Kemudahan pelayanan reservasi tiket
β_{13}	Kecocokan moda/angkutan ini terhadap pelaku golongan ekonomi menengah keatas	Kecocokan moda/angkutan ini terhadap pelaku golongan ekonomi menengah keatas
β_{14}	Tingkat kondisi sarana hiburan yang ada (audio visual, majalah, koran, dsb)	Tingkat kondisi sarana hiburan yang ada (audio visual, majalah, koran, dsb)

Dengan asumsi ϵ_n terdistribusi secara logistik maka probabilitas individu n memilih moda i dapat dirumuskan dalam suatu persamaan (Akiva, 1985) :

$$P_n(i) = \text{Prob.} (U_{in} \geq U_{jn}) \dots\dots\dots (2.5)$$

$$= \frac{1}{1 + e^{-\mu(V_{in} - V_{jn})}}$$

$$= \frac{e^{\mu V_{in}}}{e^{\mu V_{in}} + e^{\mu V_{jn}}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Karena V_{in} dan V_{jn} adalah linier dalam parameter, sehingga persamaan di atas dapat ditulis menjadi :

$$P_n(i) = \frac{e^{\mu\beta x_{in}}}{e^{\mu\beta x_{in}} + e^{\mu\beta x_{jn}}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$= \frac{1}{1 + e^{-\mu\theta(x_n - x_\mu)}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan asumsi V_{in} dan V_{jn} linier dalam parameter, maka persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut :

$$P_N(I) = \frac{1}{1 + e^{-Z}} \dots\dots\dots (2.9)$$

di mana Z merupakan kombinasi linier :

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k$$

Dan probabilitas tidak terjadinya suatu kejadian adalah:

$$\text{Prob } P_n(j) = 1 - P_n(i)$$

Kalibrasi Parameter Model Logit

Selanjutnya model ini dapat digunakan untuk pilihan angkutan penumpang antara Kereta Api dan Bus dengan variabel bebas 1. Total Waktu perjalanan, 2. Total biaya perjalanan, 3. Ketepatan waktu tempuh, 4. Ketepatan waktu keberangkat, 5. Keselamatan jiwa, 6. Keamanan barang bawaan, 7. Tingkat kebisingan dan guncangan, 8. Kenyamanan tempat duduk dan keleluasaan bergerak, 9. Pelayanan petugas selama dalam perjalanan, 10. Kemudahan membawa barang kaitannya dengan letak dan ukuran bagasi, 11. Frekuensi keberangkatan dalam sehari, 12. Kemudahan pelayanan reservasi tiket, 13. Kecocokan moda/angkutan ini terhadap pelaku golongan ekonomi menengah keatas, 14. Tingkat kondisi sarana hiburan yang ada didalam (audio visual, majalah, koran, dsb). dan dapat dianalogikan dengan rumus sebagai berikut;

$$P_n(i) = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_k X_k)}}$$

4. Analisis dan Interpretasi

Analisis

Dengan menggunakan metode forward selection maka Proses *output logistic regression* membentuk model dengan melalui tahapan atau step 0 s/d 5 sebagai berikut;

Step 0 s/d 5.

- Step 0. Adalah **Variabel Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan (X5)** skor yang paling tinggi yaitu 99,979 tingkat keberartian (α) sebesar 0,00 .

- Step 1. adalah Variabel Total Waktu Perjalanan (X1). Skor tertinggi 11,779 tingkat keberartian (α) sebesar 0,001.
- Step 2. adalah Variabel Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari (X11) skor tertinggi sebesar 7,884 tingkat keberartian (α) sebesar 0,05 .
- Step 3. adalah Variabel ketepatan waktu keberangkatan sesuai dengan jadwal (X4). Skor tertinggi 4,760 tingkat keberartian (α) sebesar 0,029.
- Step 4 adalah Variabel sarana hiburan pada kendaraan (X14). Skor tertinggi 4,869 tingkat keberartian (α) sebesar 0,027.
- Step 5. adalah tidak ada variabel yang masuk pada model karena tingkat keberartian (α) sebesar diatas 0,05, sehingga proses variabel yang masuk pada model selesai.

Untuk menilai tingkat keberartian (α) pada tabel Omnibus Uji Koefisien Model

(Omnibus Test of Model Coefficients) untuk Model Chi Square seperti berikut;

- Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan (X5) tingkat keberartian Model Chi Square ini sebesar 0,00.
- Total Waktu Perjalanan (X1). tingkat keberartian Model Chi Square ini sebesar 0,00.
- Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari (X11) tingkat keberartian Model Chi Square ini sebesar 0,00.
- Ketepatan waktu keberangkatan sesuai dengan jadwal (X4). tingkat keberartian Model Chi Square ini sebesar 0,00.
- Sarana hiburan pada kendaraan (X14). tingkat keberartian Model Chi Square ini sebesar 0,00.

Semua Variabel pada tingkat keberartian Model Chi Square masih di bawah nilai yang disyaratkan yaitu 0.05, artinya variabel – variabel tersebut diatas dapat dimasukkan kedalam model. Berikut tabel dalam persamaan.

Tabel 1.3
Variabel yang Masuk Dalam Persamaan

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0%.C.I.for. EXP(B)		
							Lower	Upper	
Step 5	X1	1.011	.369	7.506	1	.0066	2.7488	1.0333	5.6632
	X4	1.402	.626	5.015	1	.025	4.064	1.191	13.864
	X5	1.389	.671	4.276	1	.039	4.009	1.075	14.949
	X11	1.222	.454	7.245	1	.0077	3.3944	1.3944	8.2644
	X14	.705	.344	4.205	1	.0400	2.0244	1.0322	3.9669
	Constant	-.558	1.059	.278	1	.5988	.5722		

Sumber: Output Regresi Logistik; 2009

Kemudian dilakukan pengujian -2 log Likelihood Ratio (model if term removal) untuk menentukan apakah variabel yang digunakan dalam model memenuhi kriteria sebagai removal variabel. Lihat tabel 1.4

Tabel 1.4
Kriteria Removal Model

Variable	Model Log Likelihood	Change in -2 Log Likelihood	df	Sig. of the Change
Step 5 X1	-26.105	10.170	1	.001
X4	-23.970	5.901	1	.015
X5	-23.490	4.939	1	.026
X11	-26.337	10.634	1	.001
X14	-23.747	5.455	1	.020

Sumber: Output Regresi Logistik, 2009

Interpretasi Variabel Pembentuk Model Utilitas

Dari hasil akhir terdapat 5 (lima) variabel yang dominan berikut besaran-besaran koefisiennya yang berpengaruh terhadap pemilihan moda.

Tabel 1.5
Variabel-variabel yang Masuk Dalam Model

No	Keterangan Variabel	Koefisien
1	Total Waktu Perjalanan (X1)	1,011
2	Ketepatan waktu keberangkatan sesuai jadwal (X4)	1,402
3	Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan (X5)	1,389
4	Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari (Kemudahan) (X11)	1,222
5	Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi) (X14)	0,705
Konstanta		-0,558

Sumber : Output Regresi Logistik, 2009

Adapun model fungsi utilitas masing-masing moda adalah sebagai berikut:

- $U_{(Bus)} = -0,558 + 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14$
- $U_{(KA)} = 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14$

Dimana:

- X1 = Total waktu perjalan
- X4 = Ketepatan Waktu Keberangkatan sesuai jadwal
- X5 = Keselamatan Perjalanan

- X11 = Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari
- X14 = Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi)

Model Pemilihan Moda

Dari model fungsi utilitas akan dapat diperoleh besarnya probabilitas pemilihan moda Bus Eksekutif sebagai berikut:

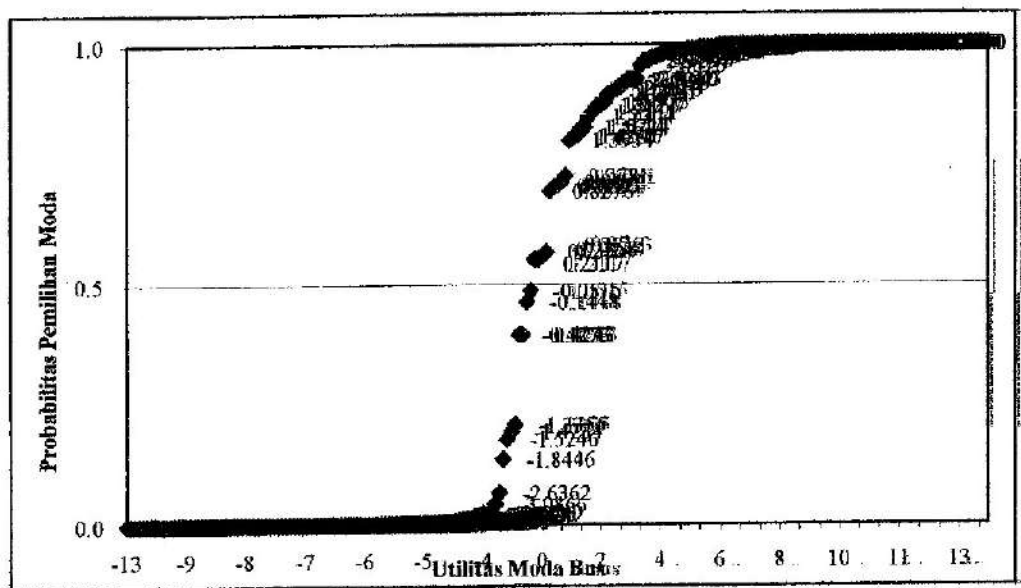
Dimana:

- $Z = U_{(Bus)}$
- $U_{(Bus)} = -0,558 + 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14$

Dengan demikian model probabilitas pemilihan moda Bus Eksekutif yang terbentuk adalah sebagai berikut:

1.

$$• \text{Prob (Bus)} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,558 + 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14)}}$$



Gambar 33
Grafik Probabilitas Pemilihan Moda

Pangsa Pasar

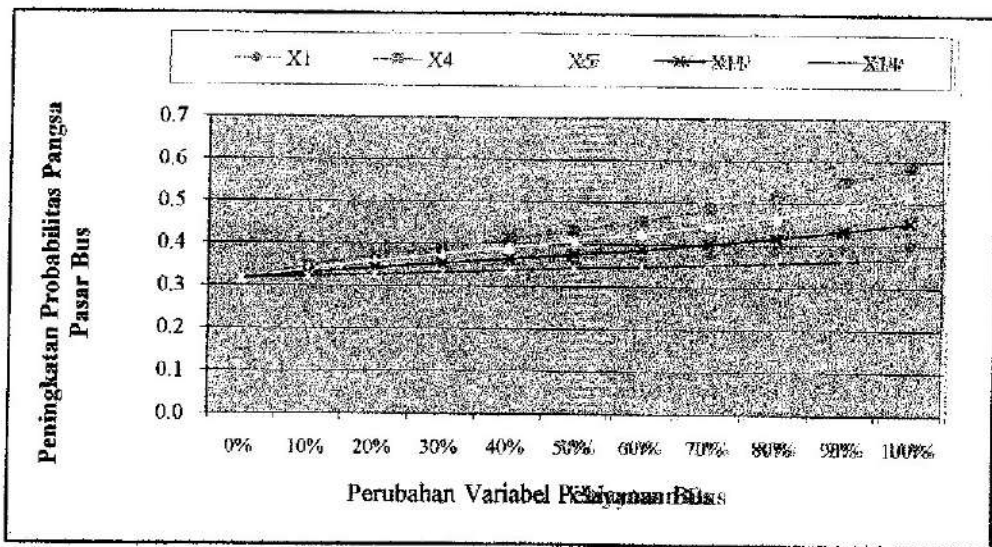
Dalam usaha meningkatkan probabilitas pemilihan moda bus eksekutif, maka harus diketahui terlebih dahulu variabel mana yang paling sensitif terhadap pangsa pasar moda bus eksekutif. Maka dilakukan perubahan berupa kenaikan terhadap variabel pelayanan pada model yang terbentuk dengan perubahan per 10%

pada 5 variabel yang berpengaruh, adapun hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel 5.9 dan gambar 5.2.

Tabel 1.66
Peningkatan variabel pelayanan terhadap perubahan
Pangsa Pasar Moda Bus Eksekutif

Peningkatan Variabel	Probabilitas Pemilihan Moda Bus Eksekutif				
	X1	X4	X5	X11	X14
0%	31.61%	31.61%	31.61%	31.61%	31.61%
10%	32.67%	34.75%	33.87%	33.02%	32.17%
20%	33.64%	37.14%	35.81%	34.26%	32.71%
30%	34.54%	39.15%	37.52%	35.40%	33.24%
40%	35.38%	41.11%	39.13%	36.49%	33.76%
50%	36.19%	43.22%	40.77%	37.61%	34.27%
60%	36.97%	45.65%	42.55%	38.80%	34.77%
70%	37.76%	48.47%	44.52%	40.13%	35.27%
80%	38.57%	51.64%	46.73%	41.63%	35.77%
90%	39.42%	55.03%	49.18%	43.35%	36.28%
100%	40.33%	58.50%	51.86%	45.30%	36.80%

Sumber: Hasil Pengolahan Data; 2009



Gambar 1.44
Perkembangan Pangsa Pasar Moda Bus Eksekutif

5. Kesimpulan

- Variabel-variabel yang mempengaruhi pengguna jasa angkutan umum transportasi dalam memilih moda Bus eksekutif dan Kereta Api eksekutif adalah variabel Total Waktu Perjalanan (X1) dengan koefisien regresi sebesar 1,011,

variabel Ketepatan Waktu Keberangkatan Sesuai Jadwal (X4) dengan koefisien regresi sebesar 1,402, variabel Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan (X5) dengan koefisien regresi sebesar 1,389, dan variabel Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari (Kemudahan) (X11) dengan koefisien regresi sebesar 1,222, serta variabel Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi) (X14) dengan koefisien regresi sebesar 0,705.

- Berdasarkan urutan besarnya nilai koefisien regresi variabel, dapat disimpulkan bahwa pengguna jasa angkutan umum transportasi dalam memilih moda Bus eksekutif dan Kereta Api eksekutif, variabel terpenting pertama yang dipertimbangkan adalah Ketepatan Waktu Keberangkatan Sesuai Jadwal, selanjutnya Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan, kemudian Frekuensi Keberangkatan Moda dalam Satu Hari (Kemudahan), setelah itu Total Waktu Perjalanan serta variabel Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi).
- Nilai konstanta bertanda negatif sebesar -0,558 terdapat pada persamaan utilitas moda bus eksekutif, ini menunjukkan adanya hipotesis bahwa preferensi pengguna jasa cenderung memilih moda Kereta Api eksekutif.
- Semua nilai koefisien regresi variabel persamaan utilitas bertanda positif ini menunjukkan dengan meningkatnya variabel-variabel pada persamaan utilitas akan meningkatkan utilitas moda yang pada akhirnya akan mempengaruhi probabilitas pemilihan moda.
- Berdasarkan persamaan utilitas moda, maka model logit biner probabilitas pemilihan moda Bus Eksekutif rute Bandung - Jakarta adalah sebagai berikut:

11

$$\text{Prob (Bus)} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,558 + 1,011X1 + 1,402X4 + 1,389X5 + 1,222X11 + 0,705X14)}}$$

Dimana:

X1 : Total Waktu Perjalanan

X4 : Ketepatan Waktu Keberangkatan Sesuai jadwal

X5 : Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan

X11 : Frekuensi Keberangkatan Moda Dalam Satu Hari (Kemudahan)

X14 : Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi)

- Probabilitas agregat pemilihan moda angkutan umum transportasi Bus Eksekutif sebesar 31,6%, sedangkan untuk moda Kereta Api Eksekutif sebesar 68,4%.
- Berdasarkan analisis sensitifitas masing-masing variabel pembentuk model terhadap probabilitas pemilihan moda, maka untuk meningkatkan pangsa pasar moda angkutan umum transportasi Bus Eksekutif, variabel pelayanan terpenting pertama adalah variabel Ketepatan Waktu Keberangkatan Sesuai Jadwal, selanjutnya Keselamatan Jiwa Penumpang dalam Perjalanan, kemudian Frekuensi Keberangkatan Moda dalam Satu Hari (Kemudahan), setelah itu Total Waktu Perjalanan serta variabel terakhir yaitu variabel Sarana Hiburan (Prastige/Gengsi).

Daftar Pustaka

- [1] **Akiva, Moshe Ben.** (1985), *Discrete Choice Analysis, Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, London England.
- [2] **Bruton, M.J.** (1975), *Introduction to Transport Planning*, Hutchinson & Co. Ltd, London.
- [3] **Black, J.** (1981), *Urban Transport Planning Theory and Practice*, London Cromn Helm.
- [4] **Dajan, Anto.** (1987), *Pengantar Metode Statistik Jilid II*, LP3ES
- [5] **Wahjuningrum, Jujun E.** (2000), *Pengaruh rencana pembangunan KA cepat terhadap perubahan pangsa pasar pada moda pesawat terbang dan KA koridor Jakarta-Surabaya*, Tesis Program Studi Transportasi, Program Pascasarjana, ITB
- [6] **Khanafani, Adib,** (1983), *Transportation Demand Analysis*, McGraw-Hill.
- [7] **Manheim, Marvin L,** (1979), *Fundamentals Of Transportation System Analysis, Volume 1, Basic Concept*, MIT Press
- [8] **Mangkusubroto, Kuntoro, DR, IR, MSc dan Listiarini Trisnadi, IR,** (1997) *Analisa Keputusan Pendekatan Sistem dalam Manajemen Usaha dan Proyek*, ITB.
- [9] **Morlok Edward K,** (1985), *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga Jakarta.
- [10] **Nasution, H.M.N, Drs, MS .Tr,** (1996), *Manajemen Transportasi*, Ghalia Indonesia.
- [11] **Prabu Mangkunegara, A.A. Anwar,** (1988), *Perilaku Konsumen*, PT. Eresco Bandung
- [12] **Ortuzar, J.D and Willumsen, L.G,** (1994), *Modelling Transport*, John Wiley & Sons.
- [13] **Pearmain, D., Swanson, J., Kroes, E. And Bradley, M.** (1991), *Stated Preference Technique: A Guide To Practice*, Second Edition, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.
- [14] **Papacostas and P.D. Prevedouros,** (1993), *Fundamentals Of Transportation Engineering*, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [15] **Tamin, O. Z,** (2000), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.
- [16] **Santoso, Singgih,** (2001), *SPSS Versi 10, Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Gramedia Jakarta.
- [17] **Walpole, Roland. E and Myers, Raymond. H.** (1995), *Ilmu Peluang dan Statistik Secara Profesional*, terjemahan dan terbitan ITB.

A THRESHOLD ACCEPTING HEURISTIC FOR THE HETEROGENEOUS FLEET VEHICLE ROUTING PROBLEM

ARIF IMRAN¹, LIANE OKDINAWATI²

¹Industrial Engineering Department Institut Teknologi Nasional, Bandung 40125.

E-mail: arifimr@yahoo.com

²Business Logistics Department Politeknik Pos Indonesia, Bandung 40191

Email: aneu88@yahoo.com

Abstract

The heterogeneous fleet vehicle routing problem (HFVRP) is investigated using the Threshold Accepting (TA) heuristic. Here we apply a non-monotonic TA heuristics as it produces better solution than the monotonic one. The initial solution is obtained by Dijkstra's algorithm based on a cost network constructed by the sweep algorithm and the 2-opt. Our TA algorithm uses a number of local search methods. The algorithm is then tested on the data sets from the literature and produces good results.

Key words: threshold accepting, metaheuristic, routing, heterogeneous fleet.

1. Introduction

The heterogeneous fleet vehicle routing problem is a variant of the vehicle routing problem (VRP) where the vehicles do not necessary have the same capacity, vehicle fixed cost and unit variable cost. We are also given a set of customers, N , a certain number of vehicle types, M , each of which has a vehicle capacity Q_m , a fixed cost F_m and a unit variable cost R_m ($m = 1, \dots, M$). As in the classical VRP, each customer must be served by one vehicle only, each vehicle must start and finish its journey at a central depot and the capacity of a vehicle and the maximum length of a route must not be exceeded. The objective of the HFVRP is to minimize the total cost which includes both the vehicle variable and fixed costs. The idea is not only to consider the routing of the vehicles, but also the composition of the vehicle fleet. According to Liu and Shen [16] the HFVRP can be regarded as a short-term or mid-term (or long-term) issue, depending on the planning purpose.

There are a number of published papers addressing the HFVRP. Golden et al. [12] were among the first authors to tackle this problem using a constant unit variable cost. They developed algorithms based on the Clarke and Wright [4] saving technique for the VRP as well as two implementations of the giant tour based algorithm. Desrochers and Verhoog [5] proposed a savings based algorithm using the idea of matching. Salhi and Rand [23] put forward an interactive route perturbation procedure (RPERT) which contains seven refinement phases, each aimed at constructing a newly constructed fleet with a lower total cost. Osman and Salhi [18] proposed two algorithms; the first one based on a tabu search and the second is a modification of RPERT. Ochi et al. [17] presented an evolutionary hybrid metaheuristic which combines a parallel genetic

algorithm with scatter search. Gendreau et al. [10] implemented a tabu search approach using GENIUS, initially developed by Gendreau et al. [8] for the TSP, and some search strategies from Gendreau et al. [9] as well as the adaptive memory procedure originally developed for the VRP by Rochat and Taillard [20]. Taillard [26] presented a heuristic using a column generation method. Renaud and Boctor [19] proposed a sweep-based algorithm to generate a large set of good routes, which are then used in a set partitioning algorithm. Wassan and Osman [31] developed tabu search variants including reactive tabu search that uses special data memory structures and hashing functions. Yaman [32] put forward six interesting formulations for the HFVRP which are enhanced by valid inequalities and lifting. Tighter lower bounds and comparable upper bounds are found when tested on the Golden et al. [12] instances. The first four formulations are based on Miller-Tucker-Zemlin constraints whereas the last two, which proved to be more successful, use flow variables. Choi and Tcha [3] used an efficient application of column generation technique which is enhanced by dynamic programming schemes. New tight lower bounds as well as very competitive upper bounds for the Golden et al. [12] instances are obtained. Lee et al. [14] put forward an algorithm that uses tabu search and set partitioning. More recently, Brandao [2] developed two variants of the deterministic tabu search algorithm and Imran et al. [13] put forward an adaptation of the VNS algorithm, which produce excellent results when tested to three data sets from the literature.

The remaining parts of the paper are organized as follows. The proposed TA algorithm is presented in Section 2. The explanation of its main steps is provided in Section 3. The computational results are given in Section 4. The last section summarizes our findings.

2. The Threshold Accepting

The Threshold Accepting (TA) metaheuristic was introduced by Dueck and Scheuer in [7]. This method constitutes a modification of Simulated Annealing. Instead of using a probabilistic function in accepting nonimproving solutions, TA uses deterministic thresholds. In this method, all better solutions are accepted and those inferior ones that have a cost smaller or equal to a threshold say T_h are also accepted. The value of T_h is determined by the user or can be adaptively produced. Defining the way the threshold is defined is one of the challenges in the TA.

```

Initialize the maximum number of iterations (max iteration),
steps
(max step), and the initial threshold  $T_h$ 
Generate an initial solution  $x$ .

for  $t = 1$  to max iteration do

    for  $i = 1$  to max step do
        Generate randomly  $x' \in N(x)$ 
        if  $c(x') - c(x) \leq T_h$  then  $x = x'$ 
    end for
    Update  $T_h$ 
end for.
    
```

Figure 1: A Basic Threshold Accepting Algorithm

The search begins by initializing the number of iterations, the number of steps needed within each iteration to explore neighbourhoods, and a threshold value. Threshold values during the search process can be determined by a function $g(t)$, where t is the iteration number. It is followed by generating randomly a solution s' from the neighbourhood $N(x)$ of the current solution x . s' is accepted if $c(x') - c(x) \leq T_h$ where $T_h > 0$. The threshold value is gradually decreased during the search process and approaches to zero at the end of the search, which means only the improving moves are accepted. A flexible update where T_h is also allowed to increase or to reset does also exist. A basic algorithm of the TA is displayed in Figure 1.

Non-Monotonic TAs for the HFVRP

In research, we propose a non-monotonic threshold heuristics for the HFVRP as the non-monotonic threshold algorithm produced better results than the monotonic one (see see Tarantilis et al. [27] and Tarantilis et al. [28]). In non-monotonic TA, instead of decreasing the threshold in a monotonic fashion as in the Classical TA, we allow the threshold value to be increased if a certain condition which we will be defined later is fulfilled.

Initial Investigation

We modify the current TA heuristic by applying a non-monotonic schedule. The following notations are used here:

- max iter : Maximum number of iterations,
- Nmax : Minimum number of acceptance to reduce the threshold value,
- l_{max} : Maximum number of local searches,
- T0 : A certain percentage of the initial solution,
- mg : Maximum number of generations within each local search,
- m : The number of feasible solutions within each local search,
- NAI : Number of acceptances within local search l ,
- R_l : l th local search.

Step (0) Initialization. Define a set of local searches R_l , for $l = 1, \dots, l_{max}$, generate an initial solution x , set $x_{best} = x$, and define maxiter = 5000, T0, mg, m = 100 and Nmax = 5.

Step (1) Repeat the following steps until $iter = max\ iter$:

- a) For each local search $l = 1, \dots, l_{max}$, set NAI = 0 and generate m feasible solutions $x' (x' \in R_l(x))$ at random.
 If $c(x') - c(x) \leq T_h$, then
 Set NAI = NAI + 1 and $x = x'$; check if $c(x) < c(x_{best})$ then set $x_{best} = x$;
 Compute $NA_{max} = \text{Max}\{NA_l, l = 1, \dots, l_{max}\}$, where NAmax denotes the largest number of acceptances from all local searches.

- b) Compare the solutions obtained from each local search and select the best one.

Compute $\overline{NA} = \frac{(\sum_{l=1}^{l_{max}} NA_l)}{l_{max}}$

- c) Update T_h using \overline{NA} :

If ($\overline{NA} > N_{max}$), reduce the threshold as follows:
 $T_{new} = T_h (1 - ((iter / max\ iter) \rho))$, where $\rho = \overline{NA} / NA_{max}$

Else if ($0 < \overline{NA} \leq N_{max}$) keep the last threshold, T_h

Else if ($\overline{NA} = 0$) raise threshold

$T_{new} = T_h + 0.5 (T_{h0} - T_h)$, where T_{h0} denotes threshold value before T_h .

Step (2) Report the best solution obtained, x_{best} .

Figure 2: TA Algorithm

3. Explanation of Main Steps

The algorithm of the TA is displayed in Figure 2. In the initialization phase (Step 0), the initial solution is generated using the procedure as follows:

Initial solution (Step 0)

The initial solution is obtained in three steps; (a) construct a giant tour using the sweep algorithm of Gillett and Miller [11], (b) improve this tour using the 2-opt of Lin [15], and (c) construct the cost network and then apply Dijkstra's algorithm [6] to find the corresponding optimal fleet size. Dijkstra's algorithm systematically provides an initial solution that contains routes with their appropriate types of vehicles. This partitioning procedure based on solving the shortest path problem was presented by Beasley [1] for solving the VRP and by Golden et al. [12] for the HFVRP. Since then, this partitioning approach has been used by several authors, including Ulusoy [30] for the fleet size and mix problem for the capacitated arc routing problem, Ryan et al. [21] and Salhi and Sari [24] for the multi-depot HFVRP. However, it is worth noting that this partitioning procedure cannot be used in its original form when the number of vehicles of each type is required. To avoid using the largest distance between two successive customers in a given route, the starting points, in the construction of the cost network, are used as those that generate the highest largest distances between two successive customers (i.e. gaps) in the giant tour. The number of gaps (NG) generated is defined as follows: $NG =$

$$\text{Min}\{\max(8, \frac{NR}{2}), |\{(i, i+1) : g_i > \min(\bar{g}, \frac{g^+}{2})\}|\}$$

where, NR is the number of routes found by Dijkstra's algorithm, $(i, i+1)$ the ordered sequence of customers, g_i the i th gap (i.e. the distance between customer i and $i+1$), \bar{g} the average gap, and g^+ the largest gap. The reasoning of using (1) is based on the idea of linking the value of NG to the number of routes and also to the number of gaps that relate to the average as well as the largest gap. For each of the NG selected gaps, say $(i1, i1+1)$, two cost networks are then generated starting from $i1$ anticlockwise and from $i1+1$ clockwise. Dijkstra's algorithm is then applied to each of these $2 \times NG$ cost networks. Note that since the network on which the shortest path to be found is acyclic, one could obviously use the standard dynamic programming algorithm instead. In this paper we implement the former as it is available to us.

Construction of a cost network

In order to apply Dijkstra's algorithm, we first construct the cost network considering customer data, capacity constraint, distance constraint, and vehicle variable and fixed costs. For illustration, consider 11 customers in a giant tour made up in the following sequence $i = (1, 2, \dots, 11)$ with corresponding demand $q_i (2, 1, 2, 3, 4, 1, 2, 1, 2, 2, 3)$. In this example we have two types of vehicles with maximum capacity of 6 units (type 1) and 9 units (type 2).

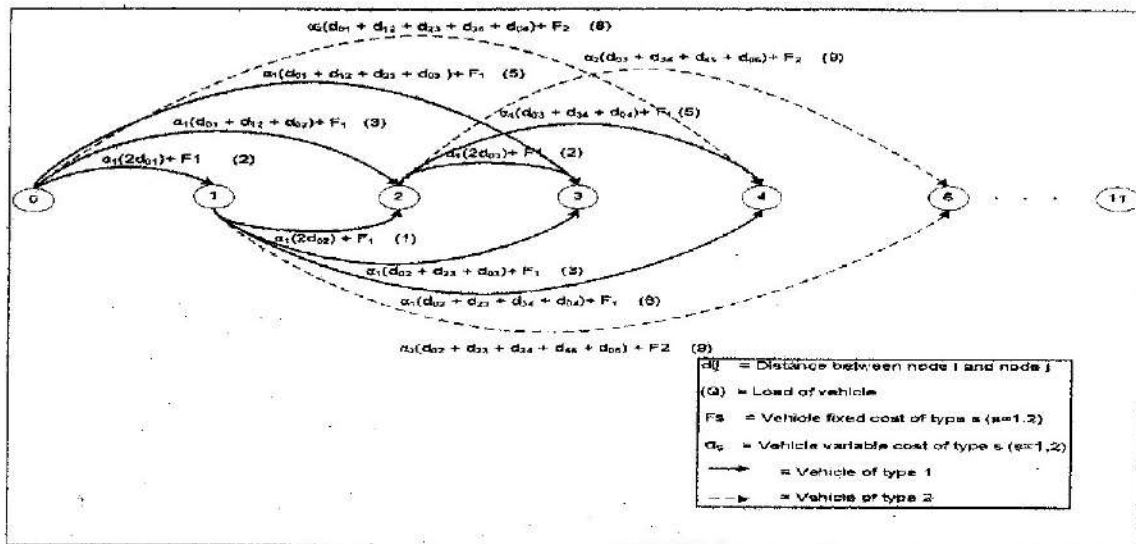


Figure 3: Network construction for Dijkstra's algorithm

We start to construct a network by calculating the cost from the depot to customer 1 and from customer 1 to the depot (return journey) as the cost of the arc 0-1. This is expressed as $C_{01} = F_1 + \alpha_1(2d_{01})$. If having customer 2 and customer 1 together do not violate the capacity constraint of the vehicle of type 1, we calculate the cost of the arc 0-2 as $C_{02} = F_1 + \alpha_1(d_{01} + d_{12} + d_{20})$. We continue with this cost construction until the vehicle of type 1 is full, and then we start using the vehicle of type 2. Figure 3 shows that we can only put customers 1, 2, and 3 together in the vehicle of type 1. Customers 1, 2, 3, and 4 are served by the vehicle of type 2. It is represented by the arc 0-4 which has a cost $C_{04} = F_2 + \alpha_2(d_{01} + d_{12} + d_{23} + d_{34} + d_{04})$. If the vehicle of type 2 is full we start again by using the vehicle of type 1 and calculate the distance from the depot to customer 2 and from customer 2 to the depot (arc 1-2). Customer 3 (arc 1-3) will be added to the vehicle of type 1 if the maximum capacity of this vehicle is not violated, otherwise the vehicle of type 2 is used. The process is continued until all customers are connected. The cost of arc ij is defined as follows:

$$C_{ij} = F_s + \alpha_s \left(d_{0,i+1} + \sum_{k=i+1}^{j-1} d_{k,k+1} + d_{j,0} \right) \sum_{k=i}^j Q_k$$

where, s denotes the smallest vehicle type that accommodate $\sum_{k=i}^j Q_k$. After creating this cost network, whose origin is depot '0' and the destination is the last node in the giant tour, we apply Dijkstra's algorithm to produce the least cost path from the origin to the destination.

We also select a positive value of the threshold $T0$, the maximum number iterations (maxiter), a minimal number of acceptance in order to reduce the threshold ($Nmax$), and a set of local searches to be employed in Step (1). Local searches we use in this work are the 2-opt intra-route, 2-opt inter-route, 1-1 interchange (swap) inter-

route, 1-1 interchange intra-route, 1-insertion intra-route, 2-insertion intra-route, and the 1-insertion inter-route (1-0 interchange).

The 1-1 interchange (inter-route and intra-route)

The swap intra-route is aimed at reducing the total cost of a route by swapping positions of a pair of customers within the route. Meanwhile the intra-route one reducing the total cost by by swapping positions of a pair of customers from different route.

The 1-insertion procedures (inter-route and intra-route)

Two types of the 1-insertion procedures are used. The first is the 1-insertion intra-route and the second is the 1-insertion inter-route. In the 1-insertion intra-route we remove a customer from its position in a route and try to insert it elsewhere within that route in order to have a better solution. Meanwhile, in the 1-insertion inter-route, each customer from a route is shifted from its position and tried to be inserted elsewhere into another route. If this shifting does not violate any constraints and improves the solution, the selected customer is then permanently removed.

The 2-insertion (intra-route)

The 2-insertion intra-route allows us to remove two consecutive customers and insert them elsewhere within a route to produce a cheaper route.

The 2-opt (inter-route and intra-route)

The 2-opt intra-route, usually refer to as the 2-opt (see Lin [15]), is an old but a simple and an effective improvement procedure that works by removing two non adjacent arcs and adding two new arcs while maintaining the tour structure. A given exchange is accepted if the resulting total cost is lower than the previous total cost. The exchange process is continued until no further improvement can be found. The 2-opt inter-route is similar to the 2-opt intra-route except that it considers two routes where each of the two arcs belong to a different route and reverse directions of the corresponding affected path of each route.

In Step (1a), for each local search we generate 500 solutions or 100 feasible solutions whichever is satisfied first. Also here each local search starts from the same initial solution. The number of acceptances for each local search, the best solution, the local search which produces the best solution and the largest number of acceptances from all local searches are recorded. In Step (1b), we compare the best solutions obtained from all local searches and the best one is selected to be used as the next initial solution in Step (1a). We also compute the average number of acceptance, \overline{NA} which is obtained by using the formula in Step (1b). If \overline{NA} is larger than a certain value N_{max} , the threshold value is reduced, but if \overline{NA} is between zero and N_{max} we keep the threshold value. Meanwhile, if there is no acceptance (i.e. $\overline{NA}=0$ or all $NA_i=0$), the threshold value is increased by using the bisection method (i.e. select a value at the middle of the range (T_h, T_{h0})). The formulas for decreasing and increasing the threshold can be found in Figure 5.6. For

clarity, the formula for decreasing the threshold is given again here by the following equation.

$$T_{new} = T_h + (0.5(T_{ho} - T_h))$$

The

equation ensures that the new threshold value T_{new} will be larger than T_h but always smaller than the threshold value found before T_h namely T_{ho} . This is important as we want to achieve the accepted moves by increasing the threshold as a small amount as possible only. The search process then reverts to Step (1a) until the maximum number of iterations is reached. As the search process evolves and the threshold value decreases, the accepted moves will be more difficult to find. To overcome this drawback, Nmax is reduced by 1/5 each time the number of iterations is increased by a maxiter/5 iterations. In the last step (Step (2)), the best solution obtained is reported.

4. Computational Experience

The algorithm is programmed in C++ and tested to solve a data set of HFVRP from Golden et al. [12]. The lower bounds we record in this study are found by Choi and Tcha [3] except when noted otherwise (i.e. tighter bounds by Yaman [32]). In the subsequent tables the best solutions are recorded in bold and the new best solutions are underlined. For each instance, say k , we compute the relative percentage deviation as $((cost_k - best_k)/best_k) \times 100$, where $cost_k$ and $best_k$ denote, for the k th instance, the cost found by our heuristic and the best known solution respectively. The average deviation is then computed over all instances in the data set.

For our experiment, we apply several initial threshold values. We repeat the search process 10 times as randomly generated solutions are implemented within the TA algorithm. The threshold values we use are 0.5%, 1%, 2% and 5% of the initial solution as this generates a large enough initial threshold value. The CPU time and the solutions obtained are displayed in Table 1 and Table 2 respectively.

In Table 1 we report the total CPU time over ten runs for VNS1 and the corresponding number of runs for VNS2 (usually 5 to 7 runs). Our algorithm is executed on a Pentium M 1.7 GHz PC with 1GB RAM. The total CPU time of Osman and Salhi [18] was obtained from a Vax 4500 machine (5.5 Mflop/s). Renaud and Boctor [19] use Pentium II 233 MHz computer and record the average CPU time over several runs. The CPU time of Wassan and Osman [31] is the total time from five runs on a Sun Sparc 1000 with 50 MHz (10 Mflop/s). Choi and Tcha [3] found their results from five runs on a Pentium IV 2.6 GHz with 526 MB RAM. Lee et al. [14] use a Pentium IV 1.8 PC. Brandao [2] uses a Pentium M 1.4 GHz with 256 MB RAM and the CPU time is the CPU time of one variant. The faster heuristic is that by [18], but this method produced much lower solution quality due to its simple though well structured tabu search. Based on these results, though it is difficult to compare the CPU time under different machines, it is clear that our heuristic methods require a reasonable amount of CPU time.

Table 2 shows that the best result is given by the TA algorithm with 1% threshold. The results are better than the ones of Osman and Salhi [18] and Renaud and Boctor [19]. Meanwhile, TA with other threshold values produced results that are better than the one of Osman and Salhi [18] but using more CPU time.

The drawback of this algorithm is that it spends a relatively large CPU time when compared with other CPU time of the previous researchers. Note that our CPU times displayed in Table 1 are the average CPU times of 10 runs.

Table 1: CPU Time of TA (in Seconds)

No	Size	Osman & Salhi	Renaud & Boctor *	Wassan & Osman	Choi & Tcha +	Lee et al.	Bran-dao**	TA (0.5%) *	TA (1%) *	TA (2%) *	TA (5%) *
3	20	5	4	88	0	59	21	96	92	92	81
4	20	6	6	80	1	79	22	77	77	77	76
5	20	5	5	52	1	41	20	84	83	84	76
6	20	4	9	88	0	89	25	79	77	81	74
13	50	62	50	2084	10	258	145	203	182	180	140
14	50	71	160	1660	51	544	220	155	157	156	131
15	50	46	45	2349	10	908	110	165	183	159	138
16	50	35	28	689	11	859	111	154	157	158	133
17	75	85	652	1874	207	1488	322	234	232	217	179
18	75	116	1037	2261	70	2058	267	259	259	327	263
19	100	289	1110	8570	1179	2503	438	277	278	282	207
20	100	306	307	2692	264	2261	601	292	246	298	217

+ CPU time for the best run only.

* The average CPU time.

** CPU time of version 2.

Table 2:

No	Size	Lower Bounds	Best Solution	Osman & Sathi	Renaud & Boctor	Wassan & Orman	Choi & Tcha	Lee et al.	Brandao	TA1 (0.5%)	TA(1%)	TA(2%)	TA(5%)
3	20	931.61	961.03	961.03	963.61	961.03	961.03	961.03	961.03	961.03	961.03	961	961.03
4	20	6369.15	6437.33	6445.10	6437.3	6437.33	6437.3	6437.3	6437.33	6437.3	6437.3	6437	6437.3
5	20	988.01	1007.05	1009.15	1007.96	1007.05	1007.1	1007.1	1007.05	1009.15	1007.1	1007	1007.1
6	20	6466.94	6516.47	6516.56	6537.74	6516.47	6516.5	6516.5	6516.47	6516.5	6516.5	6516	6516.5
13	50	2392.77	2406.36	2471.07	2406.43	2422.10	2406.4	2408.41	2406.36	2426.85	2411.96	2424.91	2408.41
14	50	8943.94	9119.03	9125.65	9122.01	9119.86	9119	9160.42	9119.03	9119	9119.92	9119.28	9120.16
15	50	2544.84	2586.37	2606.72	2618.03	2586.37	2586.4	2586.4	2586.37	2612.60	2598.80	2625.95	2600.78
16	50	2685.92	2720.43	2745.01	2761.96	2730.08	2720.4	2724.35	2728.14	2732.89	2728.14	2728.44	2726.48
17	75	1709.85	1734.98	1762.05	1757.21	1755.10	1744.83	1745.45	1734.88	1763.04	1756.54	1756.54	1770.87
18	75	2342.84	2369.65	2412.56	2413.39	2385.52	2371.49	2373.63	2369.65	2413.41	2406.10	2420.98	2455.91
19	100	8574.33	8659.74	8685.71	8697.31	8659.74	8664.29	8699.98	8661.81	8683.87	8683.94	8688.56	8690.43
20	100	3995.16	4039.49	4166.73	4094.54	4061.64	4039.5	4043.47	4042.59	4081.33	4087.06	4093.65	4091.39
# Best Solutions				1	1	6	9	5	9	4	4	4	4
Average Deviation (%)				0.919	0.656	0.249	0.028	0.170	0.032	0.731	0.378	0.764	0.834

6. Conclusions

We have put forward a non monotonic TA algorithm to tackle the HFVRP. This algorithm adopting a set of local search procedures. It was found that our proposed TA heuristics (TA 1%) yield competitive results when compared to the best known results found in the literature. Finally, this study shows that a suitable implementation of TA can be applied successfully to solve the HFVRP. For further investigation the algorithm can be improved by adopting other local search such as GENI and it can be used to tackle other related distribution problems.

References

- [1] Beasley, J., 1983. Route First-Cluster Second Methods for Vehicle Routing. Omega 11, 403-408.
- [2] Brandao, J., 2008. A Deterministic Tabu Search Algorithm for the Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem. European Journal of Operational Research, doi:10.1016/j.ejor.2007.05.059.
- [3] Choi, E., Tcha D.-W., 2007. A Column Generation Approach to the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem. European Journal of Operational Research 34, 2080-2095.
- [4] Clarke, G., Wright, J.W., 1964. Scheduling of Vehicle from Central Depot to a Number of Delivery Points. Operations Research 12, 568-581.

- [5] Desrochers, M., Verhoog, T.W., 1991. A New Heuristic for the Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem. *Computers & Operations Research* 18, 263-274..
- [6] Dijkstra, E.W., 1959. A Note on Two Problems in Connection with Graphs. *Numerische Mathematik* 1, 269-271.
- [7] Dueck, G. and Scheuer, T. (1990). Threshold Accepting: A General Purpose Optimization Algorithm Appearing Superior to Simulated Annealing. *Journal of Computation Physics* 90, 161-175.
- [8] Gendreau, M., Hertz, A., Laporte, G., 1992. New Insertion and Post Optimization Procedures for the Traveling Salesman Problem. *Operations Research* 40, 1086-1094.
- [9] Gendreau, M., Hertz, A., Laporte, G., 1994. A Tabu Search Algorithm for the Vehicle Routing Problem. *Management Science* 40, 1276-1290.
- [10] Gendreau, M., Laporte, G., Musaraganyi, C., Taillard, E.D., 1999. A Tabu Search Heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem. *Computers & Operations Research* 26, 1153-1173.
- [11] Gillett, B.E., Miller, L.R., 1974. A Heuristic Algorithm for the Vehicle Dispatch Problem. *Operations Research* 22, 340-344.
- [12] Golden, B., Assad, A., Levy, L., Gheysens, F., 1984. The Fleet Size and Mix Vehicle Routing. *Computers & Operations Research* 11, 49-66.
- [13] Imran, A., Salhi, S. and Wassan N.A. (2009). A Variable Neighborhood-Based Heuristic for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research* 197, 509-518.
- [14] Lee, Y.H., Kim, J.I., Kang, K.H., Kim, K.H., 2008. A Heuristic for Vehicle Fleet Mix Problem Using Tabu Search and Set Partitioning. *Journal of the Operational Research Society* 59, 833-841.
- [15] Lin, S., 1965. Computers Solutions of the Traveling Salesman Problem. *Bell System Technical Journal* 44, 2245-2269.
- [16] Liu, F.H., Shen, S.H., 1999. The Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Journal of the Operational Research Society* 50, 721-732.
- [17] Ochi, L.S., Viana D.S., Drummond L.M.A., Victor A.O., 1998. A parallel Evolutionary Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet. *Future Generation Computation System* 14, 285-292.
- [18] Osman, I.H., Salhi, S., 1996. Local Search Strategies for the Mix Fleet Routing Problem. In: Rayward-Smith, V.J., Osman, I.H., Reeves, C.R., Smith, G.D. (Eds.), *Modern Heuristic Search Methods*, pages 132-153. John Wiley & Sons.
- [19] Renaud, J., Boctor, F.F., 2002. A Sweep-Based Algorithm for the Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research* 140, 618-628.
- [20] Rochat, Y., Taillard, E.D., 1995. Probabilistic Diversification and Intensification in Local Search Vehicle Routing. *Journal of Heuristic* 1, 147-167.
- [21] Ryan, D.M., Hjorring, C., Glover, F., 1993. Extensions of the Petal Method for the Vehicle Routing. *Journal of the Operational Research Society* 44, 289-296.
- [22] Salhi, S., Rand, G.K., 1987. Improvements to Vehicle Routing Heuristics. *Journal of the Operational Research Society* 38, 293-295.
- [23] Salhi, S., Rand, G.K., 1993. Incorporating Vehicle Routing into the Vehicle Fleet Composition Problem. *European Journal of Operational Research* 66, 313-360.

- [24] Salhi, S., Sari, M., 1997. A Multi-Level Composite Heuristic for the Multi-Depot Vehicle Fleet Mix Problem. *European Journal of Operational Research* 103, 95-112.
- [25] Salhi, S., Sari, M., Sadi, D., Touati, N., 1992. Adaptation of Some Vehicle Fleet Mix Heuristic. *OMEGA* 20, 653-660.
- [26] Taillard, E.D., 1999. A Heuristic Column Generation Method for the Heterogeneous Fleet VRP. *Recherche Operationnelle* 33, 1-14.
- [27] Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., 2007. A Flexible Adaptive Memory-Based Algorithm for Real-Life Transportation Operations: Two Case Studies from Dairy and Construction Company. *European Journal of Operational Research* 179, 806-822.
- [28] Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., Vassiliadis, V.S., 2003. A List Based Threshold Accepting Metaheuristic for the Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem. *Journal of the Operational Research Society* 54, 65-71.
- [29] Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., Vassiliadis, V.S., 2004. A Threshold Accepting Metaheuristic for the Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research* 152, 148-158.
- [30] Ulusoy, G., 1985. The Fleet Size and Mix Problem for Capacitated Arc Routing. *European Journal of Operational Research* 22, 329-337.
- [31] Wassan, N.A., Osman, I.H., 2002. Tabu Search Variants for the Mix Fleet Vehicle Routing Problem. *Journal of the Operational Research Society* 53, 768-782.
- [32] Yaman, H., 2006. Formulations and Valid Inequalities for the Heterogeneous Vehicle Routing Problem. *Mathematical Programming* 106, 365-390.

PEMILIHAN CO-LOADER UNTUK PENGIRIMAN KONSOLIDASI BARANG IMPORT LCL DI PT SCHENKER PETROLOG UTAMA

RD. ADRIYANI OKTORA¹, MADE DEWI LYANA APRIYANTI²

1,2Politeknik Pos Indonesia,
Jl. Sari Asih No. 54 Bandung Telp. (022) 2009562 Fax (022) 2009568
a_oktora@yahoo.co.id
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

ABSTRAK

Kualitas layanan yang baik sangat dibutuhkan dari setiap co-loader untuk tetap menjaga nama baik perusahaan. Untuk itulah penelitian ini mengacu pada co-loader manakah yang sebaiknya dijadikan prioritas utama sebagai mitra bisnis bagi PT Schenker Petrolog Utama dalam melakukan pengiriman konsolidasi barang import LCL. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Analytical Hierarchy Process (AHP) yang merupakan suatu metode pengambilan keputusan dengan prinsip kerja yang tersusun mulai dari penyusunan hirarki, penilaian kriteria, sub kriteria dan alternative co-loader melalui kuisioner, perhitungan dan pengolahan data, penentuan prioritas dan konsistensi logis. Berdasarkan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data, didapatkan prioritas utama pada kriteria yaitu rate (27.83%), prioritas utama pada sub kriteria yaitu negosiasi (13.54%) dan prioritas utama pada alternative co-loader adalah Link pasifik dengan prosentase bobot prioritas sebesar 36.80%, kemudian disusul secara berurutan oleh Awards Shipping, Multilink, NTL, dan terakhir Indonanshin. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa co-loader terbaik berdasarkan hasil penilaian perusahaan adalah Link pasifik. PT Schenker Petrolog Utama sebaiknya menetapkan prioritas utama pada co-loader ini sebagai mitra bisnisnya dalam melakukan pengiriman konsolidasi barang import LCL dari beberapa negara Asia serta tetap melakukan penilaian secara rutin terhadap kualitas kinerja co-loader agar loyalitas customer pada perusahaan tetap terjaga dan dapat terus ditingkatkan.

Kata kunci : Co-loader, Consolidation, Import, Analytical Hierarchy Process (AHP), Bobot Prioritas.

1. PENDAHULUAN

Pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama sangat diperlukan guna menentukan *co-loader* mana yang pantas dijadikan prioritas utama sebagai mitra bisnis perusahaan dengan harapan dapat memilih *co-loader* dengan harga yang murah, waktu pengiriman cepat dan tentunya diimbangi dengan kualitas layanan yang prima. Untuk itu, adapun beberapa rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini antara lain :

1. Kriteria apa saja yang digunakan untuk menentukan prioritas utama dalam pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama?

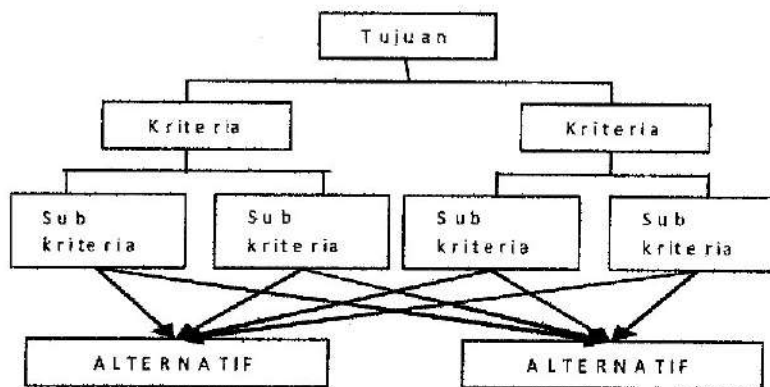
2. Bagaimana urutan prioritas dalam pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama dan *co-loader* mana yang menjadi prioritas utamanya?

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui kriteria-kriteria yang digunakan untuk menentukan prioritas utama dalam pemilihan *co-loader* di PT Schenker petrolog Utama.
2. Untuk mengetahui urutan prioritas dan prioritas utama dalam pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama

2. MODEL, ANALISA, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan suatu model pemecahan masalah yang dikenal dengan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Metode ini menggunakan suatu model pemecahan masalah yang disusun dalam suatu hirarki permasalahan seperti pada gambar berikut :



Gambar 1. Model Struktur Hirarki

1. Level 0 : Tujuan
Pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama
2. Level 1 : Kriteria
Rate, Waktu, Performa, dan *Stripping*
3. Level 2 : Sub Kriteria
Negosiasi, murah, diskon; cepat, tepat, jadwal akurat; ramah, *responsibility*, fasilitas lengkap, *online service*; kecepatan, keamanan, keakuratan.
4. Level 3 : Alternatif *co-loader*
Link pasifik, *Award shipping*, *Multilink*, *Indo-nanshin*, *NTL*

Adapun langkah-langkah penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penelitian pendahuluan
2. Merumuskan masalah
3. Melakukan studi lapangan dan literatur
4. Menentukan tujuan penelitian
5. Menentukan variabel penelitian
6. Merancang kuisisioner
7. Pengumpulan data berdasarkan kuisisioner
8. Pengolahan data dengan menggunakan metode AHP
9. Analisis dan pembahasan
10. Membuat kesimpulan dan saran-saran

Dalam melakukan pengolahan data berdasarkan hasil penilaian dari kuisisioner yang disebarkan ke beberapa responden, berikut langkah-langkah perhitungannya :

1. Menghitung nilai *geometric mean* dengan rumus :

$$a_{ij} = (z_{1ij} \cdot z_{2ij} \cdot z_{3ij} \dots z_{nij})^{1/N}$$

dimana:

a_{ij} = nilai *geometric mean*

z_{nij} = jawaban responden

N = Jumlah responden

2. Menghitung nilai *eigen vector*, *eigen value*, *consistency index* dan *consistency ratio*.

Menghitung nilai *eigen vector* dilakukan dengan cara menjumlahkan hasil pembagian antara setiap elemen pada baris ke i kolom ke j dengan jumlah kolom kemudian dibagi dengan n dimana n merupakan jumlah kriteria.

Selanjutnya, menghitung nilai *eigen value* atau λ maks dengan cara:

$$\lambda \text{ maks} = \sum_{i=1}^n (X_i \times Y_i)$$

dimana:

X_i = Jumlah kolom ke- i

Y_i = Nilai bobot normalisasi ke- i

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *consistency index* yaitu dengan rumus :

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1}$$

Dengan n = jumlah kriteria

Setelah memperoleh nilai CI, selanjutnya dilakukan perhitungan *consistency ratio* dengan rumus :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Dengan RI = nilai random index

Nilai CR dikatakan konsisten bila tidak melebihi atau kurang dari 0.1

3. Menghitung konsistensi hirarki (CRH) dengan rumus:

$$CRH = \frac{C_{CI}}{C_{RI}}$$

$$C_{CI_2} = CI_1 + (B_1)(CI_2)$$

$$C_{RI_2} = RI_1 + (B_1)(RI_2)$$

dimana :

CCI = Konsistensi hirarki terhadap konsis-tensi indeks

CRI = Konsistensi hirarki terhadap indeks random

CI1 = Konsistensi indeks pada hirarki level 1

CI2 = Konsistensi indeks pada hirarki level 2 berupa vektor kolom.

B1 = Bobot normalisasi pada hirarki level 1, berupa vektor baris.

RI1 = Indeks random pada hirarki level 1 (j).

RI2 = Indeks random pada hirarki level 2 (j + 1).

Nilai CRH dikatakan konsisten apabila tidak melebihi atau kurang dari 0.1

4. Menghitung bobot komposit untuk setiap sub kriteria dengan cara mengalikan nilai bobot normalisasi dari masing-masing subkriteria dengan bobot normalisasi masing-masing kriteria di atasnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Bobot Komposit untuk Setiap Sub Kriteria

Sub-Kriteria	Rate	Waktu	Performa	Shipping	Bobot Komposit
	0.2783	0.2476	0.2661	0.2080	
Negosiasi	0.4866				0.1354
Murah	0.3202				0.0891
Diskon	0.1932				0.0538
Cepat		0.2281			0.0565
Tepat		0.2698			0.0668
Jadwal akurat		0.5021			0.1243
Ramah			0.0555		0.0148
Responsibility			0.3505		0.0933
Fasilitas lengkap			0.4014		0.1068
Online service			0.1926		0.0513
Kecepatan				0.2615	0.0544
Keamanan				0.3419	0.0711
Keakuratan				0.3966	0.0825

5. Setelah mendapatkan nilai bobot komposit untuk setiap sub kriteria, maka langkah selanjutnya adalah menghitung bobot prioritas keseluruhan untuk masing-masing alternative *co-loader*. Caranya yaitu dengan menjumlahkan hasil pengalihan antara bobot komposit setiap sub kriteria dengan bobot normalisasi pada setiap *alternative co-loader*.

3. HASIL DAN DISKUSI

Dari hasil perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

3.1 Analisis Hasil Penilaian untuk Setiap Kriteria

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Urutan Bobot Prioritas pada Kriteria

No.	Kriteria	Bobot	Prosentase	Urutan Prioritas
1	<i>Rate</i>	0.2783	27.83 %	1
2	Performa	0.2661	26.61 %	2
3	Waktu	0.2476	24.76 %	3
4	<i>Stripping</i>	0.2080	20.80 %	4

Dari Tabel di atas dapat dilihat bahwa kriteria *Rate* memiliki bobot prioritas paling tinggi dari yang lainnya yaitu sebesar 27.83% .Kemudian diikuti dengan kriteria performa pada urutan kedua, lalu kriteria waktu dan kriteria *stripping* pada urutan terakhir dengan bobot sebesar 20.80%.

3.2 Analisis Hasil Penilaian untuk Setiap Sub Kriteria

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil seperti pada tabel 3. Dari tabel dapat dilihat bahwa urutan prioritas tertinggi ada pada sub kriteria Negosiasi dengan bobot prioritas sebesar 13.54% kemudian diikuti sub kriteria jadwal akurat, fasilitas lengkap, responsibility, hingga urutan prioritas terakhir yaitu pada sub kriteria ramah dengan bobot prioritas sebesar 1.48%.

Tabel 3. Urutan Bobot Prioritas pada Sub Kriteria

No.	Sub Kriteria	Bobot	Prosen-tase	Urutan Prioritas
1	Nego-siasi	0.1354	13.54 %	1
2	Jadwal Akurat	0.1243	12.43 %	2
3	Fasilitas Lengkap	0.1068	10.68 %	3
4	<i>Responsibility</i>	0.0933	9.33 %	4
5	Murah	0.0891	8.91 %	5
6	Keakuratan	0.0825	8.25 %	6
7	Keamanan	0.0711	7.11 %	7
8	Tepat	0.0668	6.68 %	8
9	Cepat	0.0565	5.65 %	9
10	Kecepatan	0.0544	5.44 %	10
11	Diskon	0.0538	5.38 %	11
12	<i>Online service</i>	0.0513	5.13 %	12
13	Ramah	0.0148	1.48 %	13

3.3 Analisis Hasil Penilaian untuk Setiap Alternatif Co-loader

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Urutan Prioritas pada Alternative Co-loader

ELEMEN	BOBOT	PRIORITAS
<i>Link pasifik</i>	0.3680	1
<i>Awards Shipping</i>	0.2567	2
<i>Multilink</i>	0.1402	3
<i>NTL</i>	0.1237	4
<i>Indo-nanshin</i>	0.1115	5

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa prioritas utama pada pemilihan *co-loader* adalah *Link pasifik* dengan bobot prioritas sebesar 36.80%. Kemudian diikuti oleh *Award shipping* pada urutan prioritas kedua dengan bobot prioritas sebesar 25.67%, lalu pada urutan ketiga yaitu *Multilink*, kemudian *NTL* hingga urutan prioritas terakhir yaitu *Indo-nanshin* dengan bobot prioritas sebesar 11.15%.

3.4 Analisis Hasil Pengujian Konsistensi

Dari hasil perhitungan uji konsistensi rasio dan konsistensi hirarki yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagaimana tabel 5.

Tabel 5. Konsistensi Rasio terhadap Kriteria

No	Kriteria	CR
1	Rate	0.0020
2	Waktu	0.0358
3	Performa	0.0342
4	Stripping	0.0014

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai CR pada setiap kriteria kurang dari 0.1 atau 10 %, sehingga dapat dinyatakan bahwa jawaban dari setiap responden konsisten.

Tabel 6. Konsistensi Rasio terhadap Sub Kriteria

No	Kriteria	CR
1	Negosiasi	0.0283
2	Murah	0.0213
3	Diskon	0.0195
4	Cepat	0.0085
5	Tepat	0.0130
6	Jadwal Akurat	0.0129
7	Ramah	0.0107
8	Responsibility	0.0246
9	Fasilitas Lengkap	0.0241
10	Online service	0.0153
11	Kecepatan	0.0138
12	Keamanan	0.0170
13	Kecakuratan	0.0167

Pada tabel ini juga dapat dilihat bahwa nilai CR pada setiap sub kriteria kurang dari 0.1 atau 10 %, sehingga dapat dinyatakan bahwa jawaban dari setiap responden konsisten.

Tabel 7. Consistency ratio Hierarchy terhadap Kriteria

No	Kriteria	CRH
1	Rate	0.0168
2	Waktu	0.0201
3	Performa	0.0274
4	Stripping	0.0111

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai CRH dari setiap kriteria kurang dari 0.1 atau 10 %, sehingga dapat dinyatakan bahwa susunan hirarki permasalahan pada penelitian ini konsisten.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan, pengolahan data, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam penelitian tentang pemilihan *co-loader* yang penulis lakukan ini, ada beberapa kriteria dan sub kriteria yang digunakan sebagai acuan dalam proses pemecahan masalah, antara lain :

Tabel 8. Kriteria dan Sub Kriteria dalam Pemilihan Co-loader

NO	KRITERIA	SUB KRITERIA
1	Rate	Negosiasi
		Murah
		Diskon
2	Waktu	Cepat
		Tepat
		Jadwal Akurat
3	Performa	Ramah
		Responsibility
		Fasilitas lengkap
		Online service
4	Stripping	Kecepatan
		Keamanan
		Keakuratan

2. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh urutan prioritas dalam pemilihan *co-loader* di PT Schenker Petrolog Utama yaitu sebagai berikut :

Tabel 9. Urutan Prioritas dari Alternatif Co-loader

ELEMEN	BOBOT	PROSENTASE	PRIORITAS
<i>Link pasifik</i>	0.3680	36.80 %	1
Awards Shipping	0.2567	25.67 %	2
<i>Multilink</i>	0.1402	14.02 %	3
<i>NTL</i>	0.1237	12.37 %	4
<i>Indo-nanshin</i>	0.1115	11.15 %	5

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *co-loader* yang memiliki bobot prioritas tertinggi dan sekaligus menjadi prioritas utama sebagai mitra bisnis PT Schenker Petrolog Utama yaitu *Link pasifik* serta urutan prioritas berikutnya dari masing-masing *alternative co-loader*.

SARAN

1. Dalam melakukan pemilihan *co-loader* untuk kegiatan *import* LCL dari negara-negara di Asia, sebaiknya perusahaan juga mempertimbangkan kualitas yang dimiliki para *co-loader* berkaitan dengan kriteria-kriteria pemenuhan sesuai dengan penilaian yang diberikan pada kuisisioner yang penulis ajukan dalam penelitian ini dan juga tidak hanya terpaku pada nominasi yang diberikan dari Schenker *overseas* saja.
2. Sesuai dengan hasil perhitungan yang didapat dari penelitian ini, penulis menyarankan, sebaiknya perusahaan memprioritaskan pilihan pada *Link pasifik* sebagai mitra kerja dalam pengiriman konsolidasi barang *import* dari negara-negara di Asia karena *co-loader* tersebut memiliki kualitas layanan yang lebih baik dibandingkan dengan *co-loader* yang lainnya berdasarkan hasil penilaian dari responden-responden ahli yang memiliki pengalaman dan wawasan luas dalam hal penggunaan jasa *co-loader* bagi perusahaan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Buku

- [1] Amir, MS. 1999. *Ekspor-Import*. Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo
- [2] Hutabarat, Roselyne. 1989. *Transaksi Ekspor Import*. Jakarta: Erlangga
- [3] Marimin. 2004. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- [4] Ronosentono, Drs. HM. Noch Idris. 2006. *Freight Forwarding*. Jakarta: CV Indomedika
- [5] Saaty, T. L. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*. Jakarta: PT Pustaka Binaman Presindo.
- [6] Suranto, SE. 2004. *Operasional Angkutan Laut dan Pelabuhan serta Prosedur Import Barang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [7] Suryadi, K. & Ramdhani, A. 2002. *Sistem pendukung keputusan, cetakan ketiga*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- [8] Suyono, R. P. 2003. *Shipping : Pengangkutan Intermodal Ekspor Import Melalui Laut*. Jakarta: PPM

Makalah

- [9] Marjan, Yakuttinah. 2009. *Pemilihan Shipping Line Terbaik PT Senator International Indonesia Dengan Menggunakan Metode Analytic Hierarchy*

Process (AHP). Tugas Akhir tidak diterbitkan. Bandung: Jurusan Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia.

- [10] Sugianta, Komang Adi. 2009. Analisis Pemilihan Supplier Accessories Filter Cap Adapter Terbaik Untuk Komponen Pesawat CN-235 di Satuan Usaha Aerostructure PT Dirgantara Indonesia Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Tugas Akhir tidak diterbitkan. Bandung: Jurusan Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia.

Internet

- [11] Getuk. 2006. Prinsip Kerja AHP : Penyusunan Hirarki, (Online), (<http://www.google.com/M/Search>, diakses 5 April 2010)
- [12] Getuk. 2006. Prinsip Kerja AHP : Penentuan Prioritas, (Online), (<http://www.google.com/M/Search>, diakses 5 April 2010)
- [13] Mayhoneys. 2008. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP), (Online), (<http://www.google.com/M/Search>, diakses 5 April 2010)

**PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAN BIAYA TRANSPORTASI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING
HEURISTIC (STUDI KASUS DI PT TEH BOTOL SOSRO BANDUNG)**

AGUS PURNOMO

Universitas Pasundan Bandung
Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung-40153 Telp. (022)2019433 Fax. (022)2019329
agsprnm@gmail.com
Jurusan Teknik Industri, Universitas Pasundan Bandung

ABSTRAK

This research would contribute to solving problems Fruit Tea Sosro bottled distribution route in order to obtain the shortest distance will be the delivery route and determine the number of vehicles that will be used in the process of delivery and to determine the minimum transportation cost. This issue is included in the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) and problem-solving approach used is by using the method of Clark and Wright Saving Heuristic. The result of solving the problem resulted in two routes, namely the route 1: Depot - Lembang - Ciburuy - Pasar Cimahi - Cibiru - Rancaek - Depot by using a Mitsubishi Colt Diesel PS 100, the distance is 152.5 km., Travel time is 228.8 minutes, and transportation cost is Rp. 226.250,-/vehicle/day. While Route 2: Depot - Bale Endah - Kopo - Pasar Baru - Sarijadi - Dago - Arcamanik - Depot by using a Mitsubishi Colt Diesel PS 100, and the distance is 118.8 km, travel time was 178.2 minutes, and costs Transportation is Rp. 209.400,-/vehicle/day.

Keywords: Route, Distance, Transportation Costs, Vehicle Routing Problem, Clark and Wright Saving Heuristic.

1. PENDAHULUAN

Kinerja sistem transportasi memegang peranan penting dalam pelayanan kepada pelanggan karena harus menjamin mobilitas produk di antara berbagai simpul sistem dengan efisiensi tinggi dan ketepatan waktu serta pada saat yang sama harus dapat mengurangi biaya transportasi, yang dalam kasus tertentu, dapat mengkonsumsi 50% dari total biaya logistik perusahaan (Srivastava dan Benton, 1990). Biaya pengiriman, tergantung pada rute kendaraan pengiriman dan kapasitas angkut kendaraan yang dikaitkan dengan total permintaan pelanggan yang dilayani pada suatu rute (Bektas, 2006). Permasalahan rute ini termasuk dalam *Vehicle Routing Problem (VRP)* yaitu permasalahan penentuan sejumlah rute untuk sejumlah kendaraan yang berada pada satu atau lebih depot yang tersebar secara geografis supaya bisa melayani konsumen-konsumen yang tersebar. Tujuan dari VRP adalah mengantarkan barang pada konsumen

dengan biaya minimum melalui rute-rute kendaraan yang keluar-masuk depot. (Lenstra dan Rinnooy Kan, 1981).

Menurut Solomon (1987), dalam penggunaan VRP untuk dunia nyata, banyak faktor sampingan yang muncul. Faktor-faktor tersebut berpengaruh pada munculnya variasi dari VRP, antara lain:

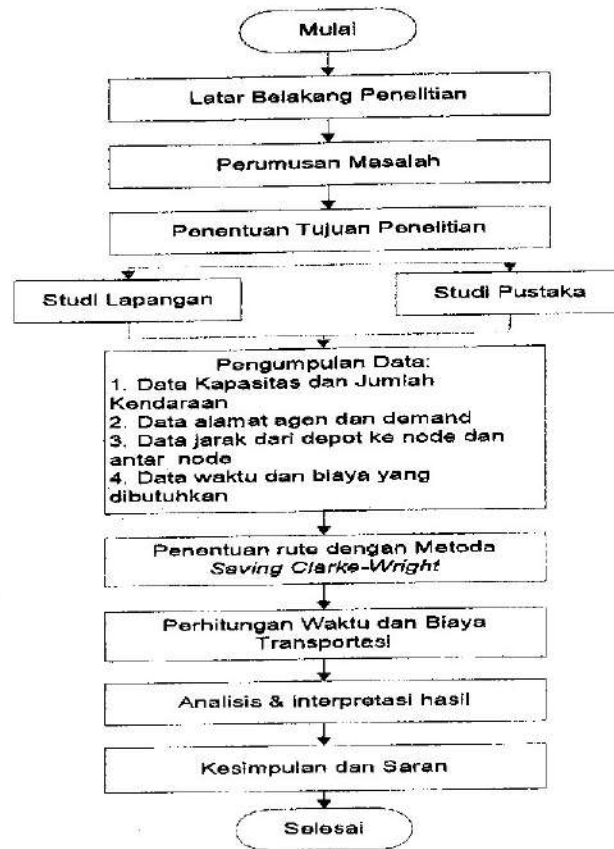
- *Capacitated VRP(CVRP)*, yaitu setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.
- *VRP with Time Windows(VRPTW)*, yaitu setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.
- *Multiple Depot VRP(MDVRP)*, yaitu distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
- *VRP with Pick-Up and Delivering(VRPPD)*, yaitu pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal.
- *Split Delivery VRP(SDVRP)*, yaitu pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.
- *Stochastic VRP(SVRP)*, yaitu munculnya 'random values'(seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).
- *Periodic VRP*, yaitu pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu.

VRP adalah sebuah problem pemrograman integer yang masuk kategori *NP-Hard Problem*, yang berarti usaha komputasi yang digunakan akan semakin sulit dan banyak seiring dengan meningkatnya ruang lingkup masalah (Desrosiers et al., 1995). Untuk masalah-masalah seperti ini, biasanya yang dicari adalah aproksimasi solusi yang terdekat, karena solusi tersebut dapat dicari dengan cepat dan cukup akurat. Biasanya masalah ini diselesaikan dengan menggunakan berbagai variasi dari metode heuristik yang memerlukan sedikit pengamatan pada ruang lingkup masalah (Kolen et al., 1987).

PT Teh Botol Sosro Bandung merupakan distributor produk Fruit Tea Sosro kemasan botol yang saat ini menggunakan 3 buah truk untuk mendistribusikannya ke agen-agen yang berada di kota Bandung dan sekitarnya. Dari penelitian lapangan yang telah dilakukan, ternyata rute pengiriman ditentukan oleh supir dan berubah-ubah dari waktu ke waktu tergantung dari keinginan supir. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini hendak memberikan kontribusi dalam memecahkan persoalan rute distribusi sehingga diperoleh jarak terpendek yang akan menjadi rute pengiriman Fruit Tea Sosro dan menentukan jumlah kendaraan yang akan dipakai dalam proses pengirimannya serta menentukan biaya transportasi yang minimum. Persoalan ini termasuk dalam *Capacitated VRP(CVRP)* dan pendekatan pemecahan masalah yang digunakan adalah dengan menggunakan Metode Clark and Wright Saving Heuristic.

2. PENDEKATAN PENELITIAN

Langkah-langkah dalam pemecahan masalah penelitian ini disajikan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flow chart Pemecahan Masalah

Sedangkan algoritma Metode Clark and Wright Saving Heuristic untuk menyelesaikan adalah sebagai berikut (Clark and Wright, 1964):

- 1) Mendaftar jumlah kapasitas maksimum kendaraan yang tersedia dan alokasi kendaraan yang digunakan untuk pengiriman barang ke *customer*, mengasumsikan bahwa setiap node permintaan pada rute awal dipenuhi secara individual oleh suatu kendaraan secara terpisah. Dimana setiap node membentuk rute tersendiri yang dilayani oleh kendaraan yang berbeda.
- 2) Membuat matriks jarak yaitu matriks jarak antardepot dengan node dan jarak antar node. Pengukuran jarak dari node *A* ke *B* sama dengan jarak dari node *B* ke *A* sehingga matriks jarak ini termasuk matriks *symmetric*. Bentuk umum matriks jarak ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Bentuk Umum Matriks Jarak

	P_0						
P_0	0	P_1					
P_1		0	P_i				
P_i	C_{oi}		0	...			
...				0	P_j		
P_j			C_{ij}		0	...	
...						0	P_n
P_n							0

Dimana:

P_0 = depot

P_i = node ke i

P_j = node ke j

C_{oi} = jarak dari depot ke node i = jarak dari node i ke depot

C_{ij} = jarak dari node i ke node j = jarak dari node j ke node i

- 3) Menghitung nilai penghematan ($S_{i,j}$) berupa jarak tempuh dari suatu kendaraan yang menggantikan dua kendaraan untuk melayani node i dan j .

$$S_{i,j} = C_{oi} + C_{oj} - C_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

C_{oi} = jarak dari depot ke node i

C_{ij} = jarak dari node i ke node j

S_{ij} = nilai penghematan jarak dari node i ke node j

Nilai penghematan ($S_{i,j}$) adalah jarak yang dapat dihemat jika rute $o-i-o$ digabungkan dengan rute $o-j-o$ menjadi rute tunggal $o-i-j-o$ yang dilayani oleh satu kendaraan yang sama.

- 4) Membuat matriks penghematan, dimana bentuk umum dari matriks penghematan yang dikembangkan oleh Clarke dan Wright dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Bentuk Umum Matriks Penghematan

Q	P ₀						
	0	P ₁					
		0	P _i				
...	C _{oj}		0	...			
			t _{ij}				
q _i			S _{ij}	0	P _j		
q _j					0	...	
...						0	P _n
q _n							0

Dimana:

- q_i = permintaan node ke-i
- q_j = permintaan node ke-j
- P₀ = depot
- P_i = node ke i
- P_j = node ke j
- S_{ij} = nilai penghematan jarak dari node i ke node j

Nilai-nilai dalam t_{ij} menentukan apakah kombinasi P_i dengan P_j berada dalam satu rute. Petunjuk ini mempunyai nilai-nilai berikut:

$t_{ij} = 0$, jika node tidak dihubungkan oleh satu rute kendaraan

- 1, jika dua node dihubungkan pada satu rute kendaraan
- 2, jika node dilayani tersendiri oleh satu kendaraan

Pemasukan (*entries*) t_{ij} tidak ditunjukkan dalam matriks penghematan, pada awalnya tetapkan $t_{ij} = 2$, yang berarti bahwa satu kendaraan dipakai untuk melayani masing-masing node.

Pada tahap ini proses berulang itu digerakkan sampai masing-masing matriks penghematan itu dievaluasi untuk perbaikan rute lebih lanjut. Prosedur ini adalah untuk mencari penghematan terbesar dari matriks itu berdasarkan kondisi yang berikut untuk setiap sel (i,j) :

- a. $t_{i,0}$ dan $t_{j,0} = 0$
- b. P_i dan P_j belum dialokasikan pada jalur kendaraan yang sama
- c. Memperbaiki matriks penghematan, dengan memindahkan kendaraan-kendaraan yang dialokasikan pada muatan q_i dan q_j serta menambah sebuah kendaraan untuk

menutup muatan q_i dan q_j tidaklah menyebabkan kendaraan-kendaraan yang tersedia dalam setiap kolom dari matriks penghematan.

- 5) Memilih sebuah sel dimana 2 rute yang dapat dikombinasikan menjadi satu rute tunggal. Sebuah nilai dari $t_{ij} = 1$ ditempatkan dalam sel itu, dan semua nilai t_{ij} disesuaikan sedemikian rupa sehingga jumlah t_{ij} sepanjang suatu baris dan t_{ij} ke bawah kolom dimana $i = j$, adalah selalu sama dengan 2. Apabila $t_{j,o} = 0$, pasanglah $q_j = 0$ dan buatlah q_j sama dengan total muatan pada rute itu untuk semua j yang lain. Prosedur ini berakhir apabila tidak ada lagi kemungkinan konsolidasi lebih lanjut.

3. HASIL PENELITIAN

1) Data Permintaan

Data permintaan Fruit Tea Sosro kemasan botol untuk setiap agen selama satu minggu pada bulan Maret 2010 disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Data Permintaan setiap Agen Fruit Tea Sosro kemasan botol
(dalam satuan botol)

Tujuan	Hari Ke-							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
Sarijadi (A)	700	800	600	750	600	750	720	700
Bak Endah (B)	800	700	600	600	800	600	800	700
Lembang (C)	800	500	600	500	300	600	800	586
Cibiru (D)	600	700	800	700	800	600	800	714
Rancaek (E)	600	800	600	800	800	600	900	729
Pasar Cimahi (F)	500	600	500	700	400	400	600	529
Ciburuy (G)	700	500	600	400	600	400	800	571
Pasar Baru (H)	600	400	600	400	600	500	600	529
Kopo (I)	800	600	400	600	500	500	600	571
Arcamanik (J)	600	600	600	400	700	600	900	629
Dago (K)	900	700	700	600	600	700	800	714
Jumlah	7100	6300	6300	5000	5200	5400	8500	6972

2) Jumlah dan kapasitas kendaraan

Distributor memiliki 3 buah kendaraan jenis *Mitsubishi Colt Diesel* PS 100. Kapasitas angkut maksimum dari truk tersebut adalah 4000 botol.

3) Matriks Jarak

Matriks jarak ini merupakan matriks jarak antara depot (gudang) dengan node dan antar node. Matriks jarak ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Matriks Jarak asal-tujuan (km)

Dari/ke	Depot	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Depot	0											
A	42.6	0										
B	47.5	9.8	0									
C	46.4	3.5	8.2	0								
D	53	19.7	13.5	24.7	0							
E	49.2	15.2	5.8	14.4	7.6	0						
F	63.2	14.9	26.5	14.1	41.9	32.1	0					
G	51.6	11.2	15.5	10.4	36.4	21.1	5.3	0				
H	46.4	4.9	7.8	2.7	20.7	13.4	12.7	8.5	0			
I	47.7	13.6	2.7	11.9	13	6	21.6	18.5	10.5	0		
J	36.8	7.3	15.2	9.7	25.9	18.3	19.5	14	19.7	15.5	0	
K	39.7	6.5	7.6	9	18.9	10.7	19.5	16.3	13.1	8	9.9	0

4) Pembuatan Matriks Penghematan

Matriks penghematan ini dibuat berdasarkan matriks jarak, sehingga matriks penghematan juga merupakan matriks *symmetric*. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan nilai penghematan untuk Pasar Baru dan Dago, yaitu:

$$S_{Sarijadi,Bale Endah} = C_{Depot, Sarijadi} + C_{Depot,Bale Endah} - C_{Bale Endah}$$

$$S_{Sarijadi,Bale Endah} = 42,6 + 47,5 - 9,8 = 80,3$$

Matriks penghematan terhadap jarak untuk semua node ini, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Matriks Penghematan (km)

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	110				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

5) Pengelompokkan Rute Berdasarkan Nilai Penghematan

Setelah matriks penghematan terbentuk, selanjutnya menentukan kelompok rute berdasarkan dari nilai penghematan yang terbesar sampai yang terkecil dari matriks penghematan. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, dimana jika nilai penghematan terbesar terdapat pada node i dan j maka baris i dan kolom j dicoret, lalu i dan j digabungkan dalam satu kelompok rute, demikian

seterusnya sampai iterasi yang terakhir. Selanjutnya pengelompokan rute berdasarkan nilai penghematan diperoleh dari node gabungan hasil iterasi matriks penghematan. Kemudian mengurutkan daftar agen sesuai dengan kelompok rute yang berdasarkan nilai penghematan tersebut.

Langkah-langkah pembentukan kelompok rutanya adalah sebagai berikut:

- a. Pilih nilai penghematan terbesar dalam matrik penghematan, yaitu 109,5 antara node G dan node F. Gabungkan node G dan node F menjadi satu rute, kemudian coret semua kolom pada baris G dan coret semua baris pada kolom F. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F = Ciburuy – Pasar Cimahi. Untuk rute ini Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 1100 botol, dan masih belum melampaui kapasitas dari kendaraan yaitu 4000 botol. Pengelompokan ini dapat dilihat pada tabel .

Tabel 6. Iterasi 1 Pengelompokan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7					
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- b. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 95,5 antara node F dan node C. Gabungkan node F dan node C menjadi satu rute dengan rute 1, kemudian coret semua baris pada kolom C dan coret semua kolom pada baris F. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F – C = Ciburuy – Pasar Cimahi – Lembang. Untuk rute ini Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 1686 dan masih belum melampaui kapasitas kendaraan yaitu 4000 Fruit Tea Sosro botol. Pengelompokan ini dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Iterasi 2 Pengelompokan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2		74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- c. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 94,6 antara node D dan node E. Gabungkan node D dan node E menjadi satu rute dengan rute 1, kemudian coret semua baris pada kolom D dan coret semua baris pada kolom E. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F – C – D – E = Ciburuy – Pasar Cimahi – Lembang – Cibiru – Rancaekek. Untuk rute ini Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 3129 dan masih belum melampaui kapasitas kendaraan yaitu 4000 Fruit Tea Sosro botol. Pengelompokan ini dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Iterasi 3 Pengelompokan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2							
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- d. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 92,5 antara node B dan node I. Gabungkan node B dan node I menjadi satu rute salam rute 2 karena jika digabungkan dengan rute 1 maka melebihi kapasitas angkut dari kendaraan, kemudian coret semua baris pada kolom B dan coret semua kolom pada baris I. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F – C – D – E = Ciburuy – Pasar Cimahi – Lembang – Cibiru – Rancaekek. Untuk rute ini Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 3129 dan masih belum melampaui kapasitas kendaraan yaitu 4000 Fruit Tea Sosro botol. Namun apabila node B dan I digabungkan dalam rute pertama makan kapasitasnya melebihi kapasitas kendaraan itu sendiri sehingga untuk node B dan I dibuat menjadi rute baru. Rute 2 = B – I = Bale Endah – Kopo. Untuk rute kedua ini Fruit Tea Sosro

yang dikirim adalah sebanyak 1271 Fruit Tea Sosro botol. Pengelompokkan ini dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Iterasi 4 Pengelompokkan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7		73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- e. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 89,5 antara node G dan node H. Gabungkan node G dan node H menjadi satu rute dengan rute 2, kemudian coret semua baris pada kolom G dan coret semua kolom pada baris H. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G - F - C - D - E = Ciburuy - Pasar Cimahi - Lembang - Cibiru - Rancaekek. Untuk rute pertama total Fruit Tea Sosro botol yang dikirim adalah 3129 Fruit Tea Sosro botol dan tidak melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Rute 2 = B - I - H = Bale Endah - Kopo - Pasar Baru. Untuk rute kedua Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 1800 Fruit Tea Sosro dan belum melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Pengelompokkan ini dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Iterasi 5 Pengelompokkan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9				
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- f. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 85,5 antara node A dan node C. Gabungkan node A dan node C menjadi satu rute dengan rute 2, kemudian coret semua baris pada kolom A dan semua kolom pada baris C. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G - F - C - D - E = Lembang - Ciburuy - Pasar Cimahi - Cibiru - Rancaekek. Untuk rute

pertama total Fruit Tea Sosro botol yang dikirim adalah 3129 Fruit Tea Sosro botol dan tidak melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Rute 2 = B – I – H - A = Bale Endah – Kopo – Pasar Baru – Sarijadi. Untuk rute kedua Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah 2500 dan belum melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 susu kemasan. Pengelompokkan ini dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Iterasi 6 Pengelompokkan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C		85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

- g. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 79,4 antara node I dan node K. Gabungkan node I dan node K menjadi satu rute dengan rute 2, kemudian coret semua baris pada kolom I dan coret semua kolom pada baris K. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F – C – D – E = Lembang – Ciburuy – Pasar Cimahi– Cibiru – Rancaekek. Untuk rute pertama total Fruit Tea Sosro botol yang dikirim adalah 3129 Fruit Tea Sosro botol dan tidak melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Rute 2 = B – I – H – A - K = Bale Endah – Kopo – Pasar Baru – Sarijadi – Dago. Untuk rute kedua Fruit Tea Sosro yang dikirim adalah sebanyak 3214 dan belum melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 susu kemasan. Pengelompokkan ini dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Iterasi 7 Pengelompokkan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73		66.6

- h. Pilih nilai penghematan terbesar berikutnya dalam matrik penghematan, yaitu 67,7 antara node E dan node J. Gabungkan node E dan node J menjadi satu rute dengan rute 2, kemudian coret semua baris pada kolom E dan coret semua kolom pada baris J. Rute yang terbentuk adalah : Rute 1 = G – F – C – D – E = Lembang – Ciburuy – Pasar Cimahi– Cibiru – Rancaek. Untuk rute pertama total Fruit Tea Sosro botol yang dikirim adalah 3129 Fruit Tea Sosro botol dan tidak melebihi kapasitas dari kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Rute 2 = B – I – H – A – K - J = Bale Endah – Kopo – Pasar Baru – Sarijadi – Dago – Arcamanik. Total Fruit Tea Sosro yang dikirim untuk rute kedua ini adalah 3843 Fruit Tea Sosro botol dan belum melebihi kapasitas kendaraan yaitu sebanyak 4000 Fruit Tea Sosro botol. Pengelompokkan ini dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Iterasi 8 Pengelompokkan Node berdasarkan Matriks Penghematan

Dari/ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	80.3									
C	85.5	85.7								
D	75.9	87	74.7							
E	76.6	90.9	81.2	94.6						
F	90.9	84.2	95.5	74.3	80.3					
G	83	83.6	87.6	68.2	79.7	109.5				
H	84.1	86.1	90.1	78.7	82.2	96.9	89.5			
I	76.7	92.5	73.5	87.7	90.9	89.3	80.8	83.6		
J	72.1	69.1	73.5	63.9	67.7	80.5	74.4	63.5	69	
K	75.8	79.6	77.1	73.8	78.2	83.4	75	73	79.4	66.6

6) Penentuan Rute Terpendek dan Biaya Transportasi

Dari hasil pengolahan data diperoleh 2 kelompok rute untuk mendistribusikan Fruit Tea Sosro botol dari depot (PT Teh Botol Sosro yang terletak di Jalan Sockarno Hatta) yaitu:

- a. Rute 1 : Depot – Lembang – Ciburuy – Pasar Cimahi– Cibiru – Rancaekek – Depot dengan menggunakan 1 buah Mitsubishi *Colt Diesel* PS 100, dan jarak tempuh total adalah 152,5 km. Bila diasumsikan kecepatan kendaraan adalah 40 km/jam maka : Waktu Tempuh = $152,5 \text{ km} : 40 \text{ km/jam} = 228,8 \text{ menit}$. Bila waktu operasional = waktu tempuh + (waktu istirahat + waktu persiapan + waktu pelayanan), maka waktu operasional = 228,8 menit + 100 menit = 338,8 menit.
Biaya Transportasi = *fixed cost* + *variable cost*.
Fixed cost = gaji pengemudi + gaji asisten pengemudi + biaya administrasi = Rp. 150.000,- /kendaraan/hari.
Variable cost = biaya bahan bakar solar (Rp. 500,-/kendaraan/km jarak) = Rp. 500,/km x 152,5 km = Rp. 76.250,-/kendaraan/hari.
Dengan demikian Biaya Transportasi rute 1 = Rp. 150.000,- /kendaraan/hari + Rp. 76.250,-/kendaraan/hari = Rp. 226.250,- /kendaraan/hari.
- b. Rute 2 : Depot – Baie Endah – Kopo – Pasar Baru – Sarijadi – Dago – Arcamanik – Depot dengan menggunakan 1 buah Mitsubishi *Colt Diesel* PS 100, dan jarak tempuh total adalah 118,8 km, serta Waktu Tempuh = $118,8 \text{ km} : 40 \text{ km/jam} = 178,2 \text{ menit}$. Sedangkan waktu operasional = 178,2 menit + 100 menit = 278,2 menit. Biaya Transportasi rute 2 = Rp. 150.000,- /kendaraan/hari + Rp. 59.400,-/kendaraan/hari = Rp. 209.400,- /kendaraan/hari.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari hasil survei awal ke perusahaan maka diperoleh 3 rute pengiriman barang dengan menggunakan 3 buah Mitsubishi *Colt Diesel* PS 100. Berdasarkan data tersebut peneliti melakukan perbandingan performansi rute perusahaan saat ini dengan rute hasil penelitian, yang disajikan pada tabel 14. Dapat dilihat bahwa hasil penelitian ini memberikan kontribusi penghematan Total Jarak Tempuh sebesar 101,4 km dan Penghematan Biaya Transportasi/hari sebesar Rp. 200.700,-.

Tabel 14. Penghematan Jarak & Biaya Transportasi antara Rute Perusahaan Saat Ini dengan

Rute Metode Clark & Wright Saving Heuristic

	Rute 1	Rute 2	Rute 3	Total
Kondisi perusahaan saat ini				
Rute	Depot - Kopo - Bale Endah - Ciburuy - Depot	Depot - Pasar Baru - Sarijadi - Pasar Cimahi - Lembangm Depot	Depot - Dago - Arcamanik - Rancaekek - Cibiru - Depot	
Jarak Tempuh	117,5 km	126,7 km	128,5 km	372,7 km
Biaya Transportasi	Rp. 208.750,-	Rp. 213.350,-	Rp. 214.250,-	Rp. 636.350,-
Solusi dg. Metode Clark & Wright Saving Heuristic				
Rute	Depot - Lembang - Ciburuy - Pasar Cimahi - Cibiru - Rancaekek - Depot	Depot - Bale Endah - Kopo - Pasar Baru - Sarijadi - Dago - Arcamanik - Depot	Tidak ada	
Jarak Tempuh	152,5 km	118,8 km	0	271,3 km
Biaya Transportasi / kendaraan /hari	Rp. 226.250,-	Rp. 209.400,-	0	Rp. 435.650,-
Penghematan Jarak (km)				101,4 km
Penghematan Biaya Transportasi / hari				Rp. 200.700,-
% Penghematan Biaya Transportasi / hari				46,07%

5. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rute pengiriman Fruit Tea Sosro botol terdiri dari 2 rute, yaitu rute 1 : Depot – Lembang – Ciburuy – Pasar Cimahi– Cibiru – Rancaekek – Depot dengan menggunakan 1 buah Mitsubishi *Colt Diesel* PS 100, dan jarak tempuh total adalah 152,5 km., waktu tempuh adalah 228,8 menit, waktu operasional adalah 338,8 menit, serta biaya transportasi adalah Rp. 226.250,- /kendaraan/hari. Sedangkan rute 2 : Depot – Bale Endah – Kopo – Pasar Baru – Sarijadi – Dago – Arcamanik – Depot dengan menggunakan 1 buah Mitsubishi *Colt Diesel* PS 100, jarak tempuh total adalah 118,8 km, waktu tempuh adalah 178,2 menit, waktu operasional adalah 278,2 menit, dan biaya transportasi adalah Rp. 209.400,- /kendaraan/hari.
2. Rute pengiriman dengan Metode Clark and Wright Saving Heuristic berhasil memberikan kontribusi penghematan Total Jarak Tempuh sebesar 101,4 km dan Penghematan Biaya Transportasi/hari sebesar Rp. 200.700,- (46,07%) dibandingkan dengan rute perusahaan saat ini.

6. Saran

Saran hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bila Perusahaan akan menerapkan rute hasil penelitian ini, maka Perusahaan dapat mengalokasikan 1 truk yang tidak digunakan untuk pengiriman produk Teh Sosro yang lainnya.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan evaluasi rute hasil penelitian ini, bila terjadi perubahan : jumlah agen, permintaan agen, kapasitas kendaraan, dan jarak jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bektas, T. (2006). *The multiple travelling salesman problem: an overview of formulations and solution procedures*. The International Journal of Management Science vol. 34, no. 3, 209-219.
- [2] Clarke, G., Wright, J.W.: (1964). *Scheduling of Vehicles from Central Depo to a Number of Delivery Points*. Operations Research, 12, 568-581
- [3] Desrosiers, J., J., Dumas, Y., Solomon, M. and Soumis, F. (1995). *Time constrained routing and scheduling*. Network Routing. In: Handbooks in Operations Research and Management Science, North Holland, Amsterdam.
- [4] Kolen, A.W.J., Rinnooy, A.H.G. and Trienekens, H.W.J.M. (1987). *Vehicle routing with time windows*. Operations Research, 35, p.266-273.
- [5] Lenstra, J. K. and Rinnooy Kan, A.H.G. (1981). *Complexity of vehicle and scheduling problems*. Networks, 11, p.221-227.
- [6] Solomon, M. M. (1987). *Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints*. Operations Research, 35, p.254-265.
- [7] Srivastava, R. and Benton, W.C. (1990). *The location routing problem: Considerations in physical distribution system*. Computers and Operations Research, vol. 17, no. 5, pp. 427-435.

APLIKASI TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) DALAM PENDISTRIBUSIAN SURAT KABAR SE BANDUNG RAYA (STUDI KASUS PADA PT REPUBLIKA MANDIRI JAKARTA)

MADE IRMA DWIPUTRANTI

Politeknik Pos Indonesia, Jurusan Logistik Bisnis
E-mail : irma_dwiputranti@yahoo.com

Dalam penelitian ini akan dilakukan penelusuran lapangan langsung buncak/Node dan perhitungan jarak dengan *metode Travelling Salesman Problem*, sehingga akan diperoleh jarak alternatif rute terpendek dan menganalisis jarak tersebut yang akan mempengaruhi pengeluaran biaya distribusi perusahaan pada moda transportasi yang digunakan dan performansi pengantaran. Dimana PT Republika merupakan salah satu distributor koran terbesar di Indonesia yang memiliki banyak agen di seluruh Indonesia. Dalam penelitian ini daerah yang diteliti adalah wilayah yang berada pada untuk daerah distribusi Bekasi-Cikarang yang memiliki lima belas agen/point of demand dengan menggunakan dua moda transportasi yakni truk elf dan mini bus.

Kata Kunci: Rute Terpendek, Rute Alternatif, Penelusuran Buncak, Biaya Distribusi, *Travelling Salesman Problem*.

1. Pendahuluan

Perkembangan informasi sangat cepat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kebutuhan akan informasi semakin bertambah setiap harinya, salah satu sarana penyedia informasi tersebut adalah surat kabar yang biasa disebut dengan koran. Dengan minat membaca yang semakin meningkat terdapat banyak perusahaan yang menyebarkan surat kabar.

Salah satu surat kabar di kota Jakarta adalah PT Republika yang memiliki tujuan menyediakan informasi yang tepat waktu untuk seluruh masyarakat. Untuk merealisasikan tujuan tersebut PT Republika perlu memperluas saluran distribusinya yang bertujuan membantu media informasi tersebut sampai ketangan konsumen. Adapun strategi yang harus dijalankan oleh seorang pengecer menurut Fandy Tjiptono (1997:198) terdapat unsur 7R yaitu: *right product, right quantity, right price, right time, right service, right place and right appeal/ promotion*.

Bauran usaha eceran merupakan bagian yang sangat penting yang harus dijalankan pengecer karena dengan melaksanakan bauran usaha eceran yang sesuai dengan apa yang diharapkan oleh pelanggan akan tercapai. Menurut Berry Berman dan Gary J.Evans (1998:131) ada lima faktor yang harus diperhatikan dalam bisnis eceran, yaitu: lokasi, prosedur operasi, penetapan harga, pelayanan, dan promosi.

Permasalahan dihadapi oleh PT Republika wilayah Jakarta adalah semakin banyaknya persaingan yang dihadapi dari perusahaan penerbitan surat kabar di kota Jakarta, maka PT

Republika harus menciptakan strategi agar koran dapat terdistribusi dan sampai ke pembaca tepat waktu. Salah satunya adalah memperbanyak jumlah agen yang memiliki wewenang berdasarkan kontrak menjual seluruh produksi koran. Agen penjualan juga berpengaruh terhadap harga, persyaratan dan kondisi penjualan. Selain itu waktu yang tersedia untuk mendistribusikan surat kabar/koran sangat terbatas sehingga diperlukan Optimasi pemilihan agen yang terbaik agar waktu antar lebih efisien. PT Republika berkomitmen untuk melayani secara optimal kebutuhan informasi para pembaca, dan berusaha memperluas daerah pemasarannya ke berbagai daerah di Indonesia.

Dengan memilih jarak yang lebih pendek dan cepat, efisiensi biaya dapat dilakukan dengan perhitungan yang maksimal dan akurat dengan menggunakan metode tertentu yang optimal disesuaikan dengan situasi yang terdapat di lapangan sehingga kesalahan pada pemilihan rute yang digunakan dapat diminimalisir serta dapat memperoleh hasil yang maksimal untuk mengurangi pengeluaran biaya operasional yang digunakan. Sehingga pemilihan lokasi-lokasi agen yang tepat sangat diperlukan.

Untuk itu penulis mengangkat suatu judul tentang "Aplikasi Traveling Salesman Problem (TSP) Dalam Pendistribusian Surat Kabar (Studi Kasus pada PT Republika)" wilayah Jakarta. Dengan melakukan analisa pada permasalahan yang diangkat untuk dapat memperoleh pemilihan rute yang optimal sehingga pendistribusian dapat lebih efisien dan meningkatkan kualitas jasa informasi yang diberikan dan menciptakan kepuasan pelanggan pada perusahaan.

Dari uraian latar belakang masalah penelitian tersebut di atas, maka masalah penelitian ini dapat dirumuskan atau di identifikasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan rute alternatif terpendek yang akan digunakan dalam pendistribusian surat kabar pada wilayah Jakarta di PT Republika?
2. Seberapa besar efisiensi biaya operasional pengantaran pada alternatif rute pengiriman terpendek dalam pendistribusian Harian Umum PT Republika ke agen-agen yang berada di kota Jakarta dengan menggunakan metode Travelling Salesman Problem model Branch and Bound?

2. Tinjauan Pustaka

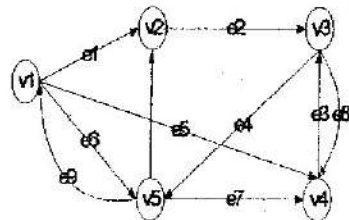
2.1. Travelling Salesman Problem (TSP)

Travelling Salesman Problem merupakan suatu masalah yang dihadapi oleh seorang "Salesman" dalam mencari alternatif rute terpendek untuk mengunjungi tempat-tempat yang ditentukan, dimana mereka hanya mulai dan kembali dalam tempat yang sama serta hanya mengunjungi tempat-tempat tersebut satu kali.

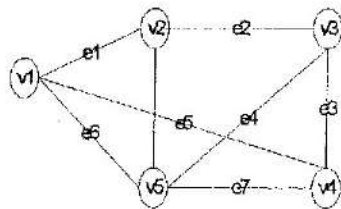
TSP dapat juga dinyatakan dalam Suatu *graph* $G=(V,E)$ dinyatakan sebagai pasangan terurut dari dua himpunan berhingga; himpunan berhingga V yaitu himpunan node yang juga disebut himpunan *vertex* dan himpunan berhingga E yaitu himpunan link yang disebut himpunan *edge*. Setiap *edge* diidentifikasi sebagai sepasang *vertex*. Jika *edge* pada *graph* G merupakan pasangan terurut dari *vertex-vertex*, maka *graph* G disebut *graph* berarah. Jika selain itu maka *graph* G disebut *graph* tak berarah. Simbol $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ digunakan untuk merepresentasikan *vertex* dan simbol $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$ digunakan untuk merepresentasikan *edge*.

Untuk suatu *graph* $G=(V,E)$ dapat digambarkan secara geometris sebagai berikut:

- Setiap *vertex* v_i digambarkan dengan titik atau lingkaran berlabel v_i untuk $i=1,2,3,\dots,n$.
- Setiap *edge* $e_k=(v_i,v_j) \in E$ digambarkan dengan garis yang menghubungkan dua *vertex* v_i ke v_j (biasanya diberi label e_k) untuk i,j dan $k = 1,2,3,\dots,n$.
- Representasi matriks angka 1 menunjukkan bahwa antar *vertex* dihubungkan oleh *edge*, apabila tidak ditunjukkan oleh "X".



(a)



(b)

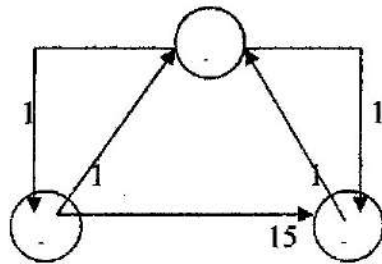
V	1	2	3	4	5
1	X	1	X	1	1
2	1	X	1	X	1
3	X	1	X	1	1
4	1	X	1	X	1
5	1	1	1	1	X

(c)

Gambar 2.5 (a) *Graph* Berarah (b) *Graph* Tak Berarah

(c) Matriks Adjacency

Sirkuit dengan setiap *vertex*nya dalam *graph* G yang dilintasi hanya tepat sekali dinamakan sirkuit **Hamilton**. Sirkuit Hamilton dengan jarak total terpendek dinamakan sirkuit Hamilton optimum dan merupakan solusi untuk persoalan *salesman*. Namun suatu sirkuit *salesman* optimum tidak selamanya merupakan sirkuit Hamilton optimum. Berbentuk contoh *graph* sebagai berikut:



Gambar 2.1 Bentuk *Graph* Sirkuit Hamilton

Sirkuit Hamilton dalam *graph* adalah $(1,2);(2,3);(3,1)$ dengan total jarak $1+15+1=17$ unit. Sedangkan optimumnya adalah $(1,2);(2,1);(1,3);(3,1)$ yang melalui *vertex* 1 sebanyak dua kali dengan jarak $1+1+1+1=4$ unit. Sehingga terlihat sirkuit salesman optimum tidak selalu merupakan sirkuit Hamilton optimum.

Maka sirkuit Hamilton adalah sebuah solusi optimum (bila solusi ada) untuk persoalan *salesman* umum untuk *graph* G . Kondisi ini berarti jarak langsung dari i ke z tidak melebihi jarak melalui setiap *vertex* lainnya (j). Kondisi ini dinamakan **Triangular Inequality** masalah ini sederhana dan mudah untuk dimengerti tetapi memerlukan pemecahan yang unik, karena banyak alternatif rute yang dapat dipilih. Kita harus mengunjungi dan mengevaluasi dari semua alternatif rute tersebut dan memilih satu rute yang terpendek. Banyaknya rute yang harus dipilih adalah rute yang berbeda. Sebagai gambaran untuk 10 tempat yang berbeda, maka akan terdapat 1000 alternatif rute yang berbeda. Hal ini akan sulit untuk dapat memilih satu rute yang terpendek dari semua alternative rute yang ada, apalagi bila dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual.

2.1.2. Model-model dari *Travelling Salesman Problem*

a. Model Depot Tunggal

Merupakan suatu masalah yang berhubungan dengan kunjungan seorang *salesman* satu kali ke setiap lokasi dalam suatu wilayah kerjanya sebelum dia kembali ke lokasi asal, sehingga akan didapat lintasan kerja yang minimal.

b. Model Depot Jamak (*m-TSP*)

Merupakan suatu masalah dari bentuk pelayanan yang terdiri atas beberapa fasilitas pelayanan untuk melayani fasilitas-fasilitas yang telah ditentukan guna menentukan jumlah fasilitas yang harus ditempatkan dan biasanya telah ditetapkan terlebih dahulu. Penetapan jumlah fasilitas dapat dilakukan dengan berbagai cara dan perhitungan

Contoh 1 : M.E Harvey mendapatkan jumlah fasilitas dengan aturan bahwa jumlah fasilitas yang harus ditetapkan (k) diambil lebih dari setengah bucak ($k > 0,5$ bucak).

Contoh 2 : Jumlah fasilitas ditentukan atas dasar perbandingan antar jumlah kebutuhan yang harus dilayani dengan kapasitas yang dimiliki oleh fasilitas pelayanan.

2.1.3. Metode-metode Pemecahan *Traveling Salesman Problem*

a. Teknik Eksak (Metode Optimasi)

Teknik ini memiliki jaminan menemukan solusi optimal tetapi memerlukan banyak langkah-langkah pengerjaan dalam melakukan perhitungan untuk ukuran yang besar.

b. Teknik Pendekatan (Metode Heuristik)

Teknik ini paling sering dipergunakan untuk pemecahan masalah transportasi karena waktu pengerjaan yang sangat singkat dan langkah-langkah pengerjaan dalam perhitungan sederhana, namun tidak selalu memberikan jaminan menemukan solusi optimal.

Terdapat banyak solusi yang telah dikembangkan tapi sebagian besar dipercaya memberikan yang lebih maju didalam program linear, program non linear, program dinamika dan teori grafik. Sebagian kegagalan teknik solusi tersebut dikarenakan halangan akan kebutuhan tempat penyimpanan dan waktu penyelesaian yang sangat besar dimana menambah banyak polinomial dengan ukuran masalah.

3. Metode Penelitian

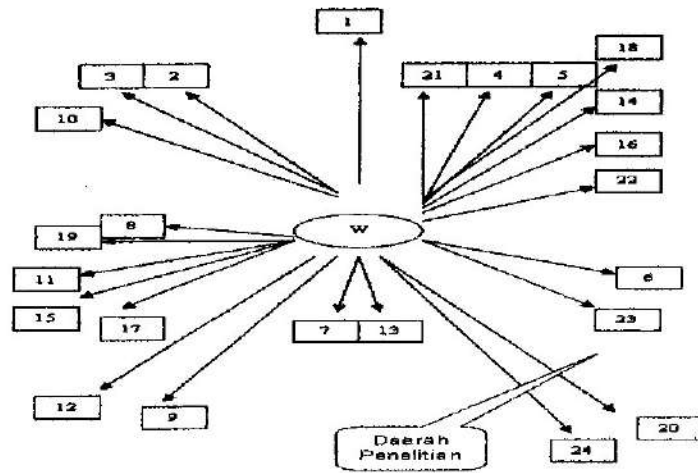
Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah studi kasus. Studi kasus adalah penelitian mengenai status subjek penelitian yang berkenaan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas (Ikbal Hasan, 2004:10).

Dalam melakukan penelitian pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara oleh penulis untuk mendapatkan data yang akurat dan konsisten, Beberapa cara pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis adalah:

1. Penelitian kepustakaan Menurut Moh. Nazir (1983: 212) "penelitian kepustakaan merupakan kegiatan menelusuri literatur yang ada serta menelaah secara tekun yang sangat diperlukan dalam mengerjakan penelitian".
2. Survey merupakan metode pengumpulan data dengan cara melakukan peninjauan langsung dilapangan untuk mendapatkan data-data tentang perusahaan secara langsung (Moh. Nazir, 1983:212). Peneliti mencari dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk menerapkan metode yang telah ditentukan. Wawancara langsung pada divisi-divisi yang akan diteliti untuk mendapatkan data yang tepat dan akurat.
3. Menggunakan peta lokasi penelitian dan daerah agen yang dimiliki oleh perusahaan.
4. Mencari dan memperoleh data peta ke Badan Perencanaan Pembangunan Kota Bekasi.
5. Menggunakan data tarif Tol Gol. I untuk Rute jalan Tol yang dilalui.

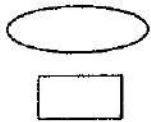
Daerah Penelitian Distribusi Harian Umum Republika

Gudang dan percetakan PT Republika berlokasi didaerah Cibubur sehingga Rute distribusi dimulai dan berakhir di daerah Cibubur. Untuk nama jalan untuk agen-agen distribusi selanjutnya disebut sebagai node. Berikut penentuan daerah penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah:



Gambar 3.1. Penentuan Daerah Penelitian

Keterangan:



Gudang dan percetakan PT Republika berlokasi didaerah Cibubur sehingga Rute distribusi dimulai dan berakhir di daerah Cibubur. Untuk nama jalan untuk agen-agen distribusi selanjutnya disebut sebagai node. Daerah distribusi yang dimiliki oleh PT Republika cukup banyak untuk itu penulis hanya melakukan penelitian pada daerah atau rute no. 23 untuk wilayah Bekasi – Cikarang. Berikut nama jalan yang dilalui untuk mencapai rute no.23:

1. JL. Raya Cibubur (Warehouse)
2. JL. Raya Industri Jababeka (Pasar Konci)
3. JL. Industri Utama (Kawasan JABABEKA 2000)
4. JL. Imam Bonjol
5. JL. Teuku Umar (Pasar cibitung)
6. JL. Sultan Hasanudin (Tambun)
7. JL. Kalimalang
8. Komplek Puri Mutiara
9. JL. Djoyo Martono
10. JL. Jati Mulya
11. JL. Ir. H. Djuanda (Ps. Baru)
12. JL. Raya Sultan Agung (Rs.PMI)
13. JL. Perjuangan (St. Bekasi)
14. JL. Alexindo
15. JL. Pertigaan Rawa Kuning

Dalam penelitian ini jarak diukur dengan menggunakan peta skala 1: 25.000, dimana 1 cm pada peta mewakili 0,25Km pada jarak sebenarnya. Berikut Jarak yang ditempuh untuk rute – rute alternatif yang terbentuk

Tabel 3.1.Matrix Data Jarak Relasi Antar Node(dalam Km)

From / To	Node1	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Node9	Node10	Node11	Node12	Node13	Node14	Node15
Node1		47.6	48.8	44.3	41.5	37.55	34.05	32.65	33	33.25	30.45	29.61	29.75	28.14	33.25
Node2	47.6		1.2	3.2	6.09	11.55	12.95								
Node3	48.8	1.2		3.5											
Node4	44.3		3.5		3.85										
Node5	41.5			3.8		3.01									
Node6	40.7				3.01		3.15		4.9	5.11	7				
Node7	34.65	12.95				3.15		2.66	1.61						
Node8	28.35						2.66		1.05	2.45					
Node9	33.6						1.61	1.05		3.5					
Node10	33.25					5.11		2.45			4.55				
Node11	32.95									2.1		0.35			
Node12	32.55										0.35		4.69	7.21	
Node13	29.75											4.69		2.45	
Node14	32.9												2.45		0.49
Node15	33.25										7.21		2.49	0.49	

Perbandingan antara rute lama dengan rute baru memiliki nilai efisiensi sebesar 14% dengan analisis sebagai berikut:

$$\text{Jarak tempuh rute baru} = \frac{99.03 \text{ Km}}{115,3} \times 100\% = 86\%$$

$$\text{Persentase Efisiensi Jarak} = 100\% - 86\%$$

4. Pembahasan

Pemilihan metode yang digunakan berdasarkan pada teori yang telah terbukti dan dapat memecahkan masalah mengenai penentuan jaringan rute terpendek juga menggunakan penelusuran buncak secara langsung yang dilakukan dengan penelusuran rute diantara deret lokasi dimana rute yang dilalui hanya satu kali dan tidak berulang, rute berawal dan berakhir pada poin asal tanpa adanya pengulangan perjalanan.

Rute terpendek yang digunakan untuk pemecahan masalah hanya satu alternatif yang digunakan sebagai tujuan penelitian yakni: total jarak yang dilalui, total biaya perjalanan, serta total waktu perjalanan. Jumlah sampel yang digunakan untuk meminimasi lokasi yang akan diteliti adalah dengan menggunakan alternatif sampel sebanyak (n). Untuk mencapai tujuan penelitian penulis *Software WinQSB* sebagai alat pendukung dalam memecahkan permasalahan yang diteliti dengan metode *Branch and Bound* dalam perhitungan dan perencanaan rute dengan jarak terpendek.

Analisis dan Pembahasan Rute Pendistribusian Terpendek

Perhitungan yang dilakukan pada pengolahan data guna mendapatkan rute alternatif terpendek yang akan digunakan dalam meningkatkan efisiensi biaya pendistribusian (biaya bahan bakar dan biaya tol) yang dapat mempengaruhi pengeluaran biaya yang dilakukan oleh perusahaan, dan meminimasi jarak pendistribusian harian umum.

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data maka diperoleh rute alternatif baru yang lebih efisien dibandingkan rute distribusi yang digunakan oleh PT. Republika Media Mandiri untuk mendistribusikan harian umum Republika. Perbandingan jarak antara rute lama dengan rute alternatif baru dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Rekapitulasi Jarak Tempuh Rute Distribusi PT. Republika

Jarak Tempuh Rute Distribusi		
Awal		
No	Dari - Ke	Jarak / Km
1	1-2	47.6
2	2-3	1.2
3	3-4	3.5
4	4-5	3.85
5	5-6	3.01
6	6-7	3.15
7	7-8	2.66
9	9-10	3.5
10	10-11	4.55
11	11-12	0.35
12	12-13	4.69
13	13-14	2.45
14	14-15	0.49
15	15-1	33.25
Jumlah		115.3

Tabel 4.2. Jarak Tempuh Rute Alternatif 13/Baru

Jarak Tempuh Rute Alternatif		
13		
No	Dari - Ke	Jarak / Km
1	1 - 14	28.14
2	14 - 15	0.49
3	15 - 13	2.49
4	13 - 12	4.69
5	12 - 11	0.49
6	11 - 10	2.1
7	10 - 6	5.11
8	6 - 5	3.01
9	5 - 4	3.85
10	4 - 3	3.5
11	3 - 2	1.2
12	2 - 7	12.95
13	7 - 9	1.61
14	9 - 8	1.05
15	8 - 1	28.35
Jumlah		99.03

Analisis Biaya Distribusi

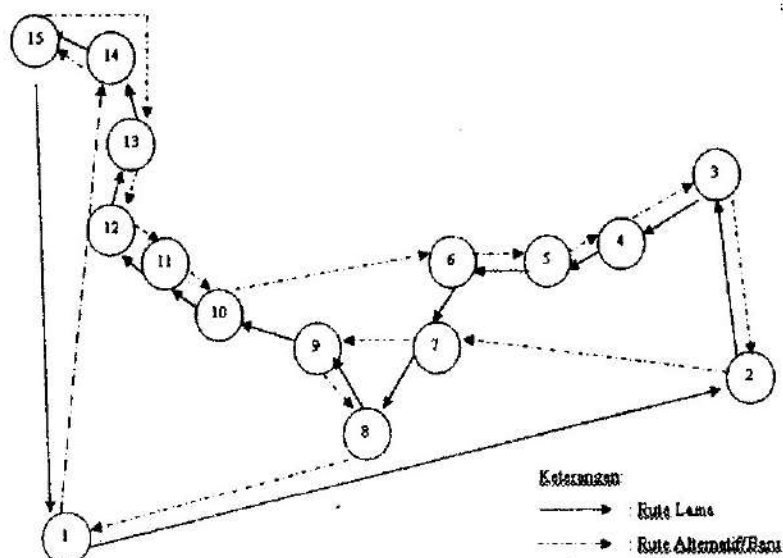
Analisis yang dilakukan adalah dengan membandingkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan jarak tempuh yang digunakan pada rute distribusi awal dengan biaya yang akan dikeluarkan setelah menggunakan rute terpendek hasil dari pengolahan data dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem*. Data biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Republika Mandiri untuk pendistribusian produk pada rute No. 23 selama ini adalah sebesar:

1. Truk elf : Rute lama = Rp 90.900
 Rute baru = Rp 81.700 -
 Penghematan = Rp 9.200
2. Mini Bus : Rute Lama = Rp 90.900
 Rute Baru = Rp 81.700 -
 Penghematan = Rp. 9.200

Dari hasil perbandingan diatas maka dapat dinyatakan bahwa penentuan rute terpendek dengan menggunakan model *Travelling Salesman Problem* dengan metode *Branch and Bound*. Dapat mereduksi jarak dan biaya distribusi yang digunakan untuk mendistribusikan produk perusahaan dengan moda transportasi truk elf dan mini bus sebesar Rp. 9.200.

Tabel 4.3. Perbandingan Performansi Rute Lama dan Rute Baru

No.	Jarak		Biaya Distribusi	
			Truk Elf	Mini Bus
1	Rute Lama	115,3 Km	Rp 90.900	Rp 81.700
2	Rute Baru	99,03 Km	Rp 90.900	Rp 81.700



Gambar 4.1. Rute Lama dan Rute Baru

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil terhadap penulisan penelitian di PT. Republika Media Mandiri yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. PT. Republika dalam melakukan pendistribusian pada rute no. 23 belum efisien, terbukti dengan perbandingan jarak yang digunakan oleh perusahaan dengan rute yang diperoleh dari pengolahan data dengan menggunakan model *Travelling Salesman Problem* dengan metode *Branch and Bound* memiliki prosentasi efisiensi 14% dibandingkan rute distribusi awal, dengan jarak tempuh yakni 115,3Km (rute lama) dan 99.03Km (rute baru/rute alternatif 13) .
2. Penentuan rute alternatif terpendek mempengaruhi efisiensi pengeluaran biaya distribusi seperti biaya BBM, biaya Tol dan lainnya, dalam melakukan satu kali pendistribusian pada rute no. 23 dengan menggunakan dua moda transportasi yakni truk elf, dan mini bus.
3. Dari hasil analisis penentuan rute terpendek antara rute lama dengan rute baru maka diperoleh penghematan biaya distribusi dengan menggunakan moda truk elf dan mini bus sebesar Rp. 9.200,-.

6. Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka penulis merekomendasikan untuk pendistribusian pada rute No. 23 wilayah Bekasi-Cikarang menggunakan rute alternatif 13.

1. Perencanaan rute – rute wilayah yang akan dilalui sebelum melakukan pendistribusian Harian Umum Republika perlu dilakukan dan dibicarakan pada pengantar agar jarak dan waktu yang digunakan akan lebih efisien dan efektif.

2. Pada penelitian ini pendistribusian diasumsikan berjalan normal, namun penulis menyarankan perlu diuraikan data-data keadaan lalu lintas yang sebenarnya sebagai pendukung realisasi penentuan rute terpendek yang akan dilakukan oleh perusahaan.

Daftar Pustaka

- [1] Berman, B.1998, *Retail Management Strategic Approach*, 7th Edition, New York.
- [2] Fandy Tjiptono,1997, *Strategi Pemasaran*, Edisi ke-2, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Gani, Anang. Z. 1987. *The Application of The Interaction Theory for Solving Problem The Travelling Salesman Problem* Presented At The Orsa/Tims Joint Meeting St. Louis, Mo.
- [4] Hiller, Frederick. S. & Lieberman, Gerald. J. 1990. *Introduction To Operation Research*. McGraw-Hill International Education.
- [5] Hassan ,Ikbal. 2004. *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [6] Kusumah,Ery Ira.2006.*Aplikasi Algoritma Tabu Search Dalam Pendistribusian Surat Kabar (Studi Kasus: Ekspedisi Mandiri (Jawa Pos)*).Skripsi tidak diterbitkan.Surabaya:Institut Teknologi Surabaya.
- [7] Nazir, Moh. 1983. *Metodologi Penelitian*. Darussalam:Balai Aksara dan Yudhistira
- [8] Salim, H.A. Abbas. 1997 *Manajemen Transportasi*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [9] Taha, Hamdy A. 1993. *Riset Operasi*. Terjemahan oleh Daniel Wirajaya. Jakarta: Binarupa Aksara.
- [10] Usma Thoib,1998, *Manajemen Perdagangan Eceran*, Edisi Ke-1, Cetakan 1, Yogyakarta.
- [11] Whitehouse, Gary E. and Wechsler, Ben L. 1976 . *Applied Operation Research: A Survey*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- [12] Woodward, H. Frank. 1985. *Manajemen Transpor*. Terjemahan oleh P. Hadinoto. Jakarta: Bina Print.

ANALISIS KOMPETISI ANTAR MODA ANGKUTAN PETI KEMAS LINTAS BANDUNG-JAKARTA (STUDI KASUS ANTARA KA – TRUK)

HILMAN SETIADI

Politeknik Pos Indonesia, Bandung
Jl Sariasih No. 54 Bandung Telp (022) 2009570 Fax: (022) 2009568
hilman_setiadi@yahoo.com
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

Abstrak

Pengambilan keputusan untuk menggunakan jasa angkutan tertentu, sangat memerlukan evaluasi terhadap atribut pelayanan suatu moda angkutan, apakah dapat memenuhi kepuasan atau tidak. Hal ini sangat tergantung pada sejauh mana tingkat layanan yang diberikan oleh operator angkutan. Dalam penelitian akan dikaji: 1) Variabel pelayanan moda apa yang cukup representatif dan dominan dalam menentukan persaingan pangsa angkutan peti kemas antara moda Kereta Api dan Truk? 2) Bagaimana merumuskan model persaingan antara moda Truk dan KA untuk prediksi perubahan pangsa pasar potensial? 3) Bagaimana potensi perubahan daya saing kedua moda tersebut apabila dipengaruhi oleh variable-variable pelayanan?. Penelitian ini menggunakan Model logit biner dengan variable utama biaya, waktu dan keterlambatan. Hasil studi dihasilkan bahwa variabel waktu, ongkos dan lama pengurusan dokumen adalah dominan. Dari hasil estimasi parameter yang diperoleh, maka Model Logit Biner dapat dirumuskan sebagai berikut: $\ln(V_i/V_k) = -0.00046(Ct-Ck) - 0.41588(Wt-Wk) - 0.12534(Bt-Bk)$. Hasil survai preferensi ordinal menunjukkan bahwa 57% dari jumlah responden menyatakan bahwa waktu perjalanan sebagai variabel terpenting pertama, 48% dari jumlah responden menyatakan bahwa lama pengurusan dokumen sebagai variabel terpenting kedua, dan 55 % dari jumlah responden menyatakan bahwa ongkos sebagai variabel terpenting ketiga.

Keyword: Logit Biner, pengambilan keputusan, moda truk dan KA

1. PENDAHULUAN

Wilayah metropolitan Bandung merupakan suatu sentra produksi komoditi ekspor, khususnya komoditi tekstil dan pakaian jadi. Karena wilayah Bandung terletak jauh dari pelabuhan laut maka hampir seluruh komoditi ekspor tersebut diangkut melalui darat menuju ke pelabuhan ekspor Tanjung Priok yang terletak di Jakarta. Dalam pengangkutan komoditi tersebut terdapat kecenderungan yang sangat kuat, bahwa peti kemas makin lama merupakan suatu cara pengangkutan komoditi ekspor yang lebih disukai.

Pengangkutan komoditi ekspor dengan peti kemas dapat dilakukan lewat jalan baja yaitu menggunakan moda kereta api, dan dapat juga lewat jalan raya yaitu menggunakan moda truk.

Dilihat dari sisi moda kereta api, adanya Terminal Peti Kemas Gede Bage yang berfungsi sebagai perpanjangan pelabuhan sekaligus ditetapkan sebagai kawasan berikat di Kota Bandung dan sangat membantu dalam pengiriman komoditi ke luar negeri, maupun penerimaan komoditi dari luar negeri. Manfaat terminal peti kemas tersebut, pengusaha tidak perlu harus mengirim peti kemas serta mengurus dokumennya ke Tanjung Priok, tapi cukup di Gede Bage. Begitu peti kemas naik kereta api bisa diartikan bahwa peti kemas tersebut sudah naik ke kapal.

Perkembangan arus peti kemas dengan moda KA dari Gede Bage ke Tanjung Priok menunjukkan *trend* peningkatan, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel-1
Perkembangan Arus Peti Kemas Terminal Peti Kemas Bandung - Tanjung Priok dengan moda KA

Tahun	Peti Kemas 20 Feet	Peti Kemas 40 Feet	Jumlah (Teus)
2004	13.400	7.374	28.148
2005	14.591	7.687	29.665
2006	15.734	7.646	31.026
2007	17.083	8.618	34.319
2008	20.117	10.230	40.577

Sumber: Laporan Tahunan 2009
TPK Gede Bage, Bandung

Pengiriman peti kemas dari Bandung ke Tanjung Priok melalui truk tidak tercatat secara terpadu, sehingga tidak mudah untuk membandingkan antara peti kemas yang dikirim dari Bandung ke Tanjung Priok melalui truk dengan yang melalui kereta api. Akhir-akhir ini Dinas Lalu Lintas Jalan Raya Kabupaten Bandung telah memulai pencatatan peti kemas yang diangkut dengan truk melalui jalan Tol Padalarang, terlepas dari faktor kelalaian dan kealpaan petugas pengambilan sampel yang dikakukan dan dicatatkan pada laporan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2
Hasil Pengambilan Sampel Arus Peti Kemas dari Bandung ke Jakarta

Aktivitas Tanggal	Jumlah Teus
02/12/2007	149
15/12/2007	168
27/12/2007	89
03/04/2008	124
15/05/2008	102
25/05/2008	97
03/06/2008	139
15/02/2009	201

Sumber: DLLAJ Kabupaten Bandung

Jika dilakukan perhitungan rata-rata untuk jumlah TEUS pada tabel 1.2, maka diperoleh arus sebesar 34 TEUS per hari atau 35.846 TEUS per tahun. Angka rata-rata ini dapat dipakai

untuk memperkirakan angka TEUS pada tahun 2009/2010. Jika angka ini dibandingkan dengan data tahun 2007 untuk kereta api (tabel 1.1) maka diperkirakan pangsa angkutan peti kemas melalui kereta api dibandingkan dengan melalui truk adalah 54% dibanding 46%.

Sebelum mengambil keputusan untuk menggunakan jasa angkutan tertentu, pengguna jasa melakukan evaluasi terhadap atribut pelayanan suatu moda angkutan, apakah dapat memenuhi kepuasan atau tidak. Hal ini sangat tergantung pada sejauh mana tingkat layanan yang diberikan oleh operator angkutan. Oleh karena itu masalah utama yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah 1) Variabel pelayanan moda apa yang cukup representatif dan dominan dalam menentukan persaingan pangsa angkutan peti kemas antara moda Kereta Api dan Truk? 2) Bagaimana merumuskan model persaingan antara moda Truk dan KA untuk prediksi perubahan pangsa pasar potensial? 3) Bagaimana potensi perubahan daya saing kedua moda tersebut apabila dipengaruhi oleh variable-variable pelayanan?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Nilai Tambah Transportasi

Transportasi diartikan sebagai pergerakan atau perpindahan orang dan barang dari tempat asal kegiatan transportasi dimulai, ke tempat tujuan yaitu tempat kegiatan transportasi diakhiri, dalam jangkauan jarak tertentu menurut jenis atau moda angkutannya. Transportasi dilakukan karena nilai yang diangkut tersebut akan lebih tinggi ke tempat tujuan dari pada di tempat asalnya. Karena itu dikatakan transportasi memberikan nilai kepada suatu yang diangkut. Nilai itu lebih besar dari biaya-biaya yang dikeluarkan untuk pengangkutan tersebut. Nilai yang diberikan oleh kegiatan transportasi adalah nilai tempat (*Place utility*) dan nilai waktu (*time utility*). Kedua nilai ini diperoleh jika sesuatu yang telah diangkut ketempat dimana nilainya lebih tinggi dan dapat dimanfaatkan tepat pada waktunya (Morlok, 1991).

1. Membuat suatu obyek menjadi lebih mudah diangkut, dan mampu untuk diangkut tanpa membuat kerusakan.
2. Menyediakan kontrol dari gerakan yang terjadi, dengan pemakaian gaya secukupnya untuk dapat mempercepat ataupun memperlambat gerakan obyek tersebut, serta mengatasi hambatan-hambatan yang mungkin terjadi dan mengarahkan obyek tersebut tanpa kerusakan.
3. Melindungi obyek tersebut dari kerusakan atau kehancuran yang dapat terjadi sebagai akibat samping dari pergerakan tadi.

Perilaku Pemilihan Konsumen

Perilaku diartikan sebagai aktivitas manusia berupa tindakan dalam rangka memberikan reaksi terhadap rangsangan (stimulus) yang diterimanya, dapat berasal dari luar lingkungannya maupun dari dalam diri manusia itu sendiri. Engel (1997) berpendapat bahwa perilaku konsumen didefinisikan sebagai tindakan individu yang secara langsung terlibat dalam usaha memperoleh keputusan yang menentukan tindakan tersebut. Loudon and Bitta (1993) mendefinisikan bahwa perilaku konsumen sebagai proses pengambil keputusan dan aktivitas individu secara fisik yang dilibatkan dalam mengevaluasi, memperoleh, menggunakan barang dan jasa. Premis dasar perilaku konsumen menurut Mayer and Miller (1984) menyatakan bahwa setiap individu selalu

berusaha memilih kepuasan maksimal. Menurut Lancaster (1996) dalam menilai suatu produk barang atau jasa, sebenarnya konsumen lebih menekankan pada nilai dari sekumpulan atribut yang ditawarkan oleh barang atau jasa itu, bukan barang atau jasa itu sendiri melainkan Nilai setiap atribut tersebut, yang disebut *Utility*

Variabel Pelayanan Sistem Transportasi

Variabel pelayanan merupakan variabel dari sistem transportasi yang akan mempengaruhi keputusan konsumen seperti kapan, untuk apa, dengan moda apa, dengan rute mana melakukan perjalanan. Konsumen yang berbeda akan mempertimbangkan variabel pelayanan yang berbeda pula yang mencerminkan perbedaan dalam karakteristik sosial ekonomi dan preferensinya. Dalam kenyataannya konsumen tidak mempertimbangkan semua variabel pelayanan yang ada pada suatu jenis pelayanan tertentu akan tetapi hanya mengidentifikasi beberapa variabel pelayanan yang dianggap paling besar pengaruhnya terhadap preferensinya.

Menurut Manheim (1979) beberapa contoh variabel untuk pelayanan jasa transportasi adalah sebagai berikut:

1. Waktu, meliputi:
 - a) waktu perjalanan.
 - b) keandalan (*variance in trip time*).
 - c) waktu yang dibutuhkan pada tempat perpindahan.
 - d) frekuensi pelayanan.
 - e) jadwal waktu.
2. Ongkos pengguna jasa, meliputi:
 - a) ongkos transportasi langsung, seperti: tarif, toll, bahan bakar, parkir.
 - b) ongkos operasi langsung lainnya, seperti pemuatan, dokumentasi.
 - c) ongkos tak langsung, seperti perawatan, asuransi, pergudangan, bunga cicilan dan lain lain.
3. Keamanan, meliputi:
 - a) probabilitas kecelakaan atau kerusakan barang
 - b) probabilitas kecelakaan
 - c) distribusi probabilitas dari tipe kecelakaan
 - d) rasa keamanan
4. Kenyamanan dan kesenangan pengguna jasa, meliputi:
 - a) jarak perjalanan
 - b) keperluan pergantian jumlah kendaraan
 - c) kesenangan fisik (suhu, kelembaban, kebersihan, kualitas pelayanan dan keadaan cuaca)
 - d) kesenangan psikologis (status, kebebasan)
 - e) kesenangan lainnya (penanganan bagasi, tiket, pelayanan makanan dan minuman dalam perjalanan)

- f) pengalaman estetika

Mutu Pelayanan Angkutan Peti Kemas.

Persaingan angkutan peti kemas antara moda kereta api dengan moda truk adalah persaingan mutu pelayanan dan ongkos dari masing-masing moda alternatif. Mutu Pelayanan pada moda angkutan peti kemas dipengaruhi oleh variabel-variabel sebagai berikut:

- a) waktu
- b) kehandalan -keamanan
- c) lama pengurusan dokumen (birokrasi)
- d) frekuensi
- e) eksternalitas
- f) ongkos

Fungsi Utilitas

Pendekatan utilitas untuk menganalisis keinginan konsumen sudah dikembangkan sejak beberapa waktu yang lalu, dengan melihat perilaku manusia berkaitan pada suatu kebutuhan yang menyenangkan dan tentunya berusaha menghindari hal yang menyakitkan. Para pakar ekonomi berprinsip bahwa konsumen yang rasional mengatur seefisien mungkin pembelian barang dan jasa diperlukan untuk memperoleh seoptimal mungkin keuntungan dan se-minimal mungkin kerugian sehingga keberadaan kondisi tersebut populer dinyatakan sebagai utilitas.

Konsep utilitas ini berkaitan dengan kepuasan konsumen dalam menggunakan atau mengkonsumsi barang dan jasa. Utilitas yang berada pada suatu barang diperoleh berdasarkan sifat yang dimiliki barang tersebut dalam memenuhi kepuasan. Oleh karena itu, utilitas memiliki sifat-sifat objektif dan subjektif sehingga sangat berkaitan erat dengan masalah selera konsumen, persepsi konsumen dan preferensi konsumen.

Utilitas total yang didapat oleh konsumen dari suatu barang dan jasa didefinisikan sebagai jumlah keseluruhan kepuasan yang diperoleh dari jumlah barang tertentu per periode waktu. Dengan demikian fungsi utilitas total merupakan hubungan kuantitatif antara kepuasan yang dihasilkan oleh suatu produk dengan tingkat konsumsinya.

Untuk merumuskan perilaku individu dalam memilih moda untuk mengirimkan barang dari bandung ke seluruh Indonesia dapat dilakukan beberapa pendekatan.

Pendekatan Disagregat Deterministik.

Pendekatan ini mempunyai syarat-syarat antara lain:

- a) Pemakai (user) mampu mengidentifikasi semua alternatif yang ada.
- b) Pemakai mampu mengidentifikasi semua atribut yang ada pada setiap alternatif.
- c) Pemakai mampu merumuskan persepsi dan preferensi tentang atribut-atribut secara eksplisit.
- d) Pemakai mampu menggunakan semua informasi diatas untuk mengambil keputusan.

Salah satu model yang dapat digunakan untuk mempelajari perilaku pemilihan ini adalah utilitas yang merupakan fungsi linier dari atribut-atributnya. Berikut adalah bentuk persamaan utilitas

$$U = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

Dimana : U = Nilai Utilitas dari moda

x_1 = Variabel yang menyatakan biaya

x_2 = Variabel yang menyatakan waktu kiriman

x_3 = Variabel yang menyatakan keterlambatan

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = Parameter fungsi utilitas untuk masing-masing variable

Contoh penggunaan model diatas untuk dua jenis moda adalah sebagai berikut (Manheim, hal 72-75) Karakteristik moda yang berkompetisi

	K. Api	Truk
Ongkos	\$ 4 / ton	\$ 5 / ton
In-vehicle time	2,5 hari	2 hari
Excess time	1 hari	0,3 hari

Bila seorang pengguna jasa memberikan pembobotan untuk masing-masing variabel sebagai berikut: a = -2, b = -4, c = -1, maka nilai utilitas untuk kedua moda adalah sebagai berikut:

$$U_{KA} = (-2 \times 2,5) + (-4 \times 1) + (-1 \times 4) = -13 \text{ (utilitas negatif)}$$

$$U_{TR} = (-2 \times 2) + (-4 \times 0,3) + (-1 \times 5) = -10,2 \text{ (utilitas negatif)}$$

Nilai utilitas kedua moda adalah negatif ini berarti bahwa kedua moda mempunyai nilai yang rugi (bukan nilai guna). Dengan pertimbangan ketiga variabel diatas dalam hal ini user akan memilih truk yang mempunyai nilai lebih rendah.

Pendekatan Disagregat dengan Unsur Stokastik.

Pendekatan diatas kurang operasional atau terlalu teoritis, karena manusia mempunyai keterbatasan kemampuan untuk mengumpulkan informasi secara lengkap baik untuk alternatif moda maupun atributnya. Untuk mengatasinya diperlukan unsur error atau unsur residual yang bersifat random (stokastik). Model stokastik ini lebih menguntungkan karena:

- a) Tidak tersedianya informasi yang lengkap untuk memperoleh sampel mengenai alternatif yang ada bagi setiap pelaku perjalanan.
- b) Pilihan individu tidak selamanya mengikuti aturan pemilihan yang selalu tepat dan pasti. Keanehan perilaku perjalanan (*traveller*) tidak dapat seluruhnya diantisipasi model deterministik.
- c) Biasanya tidak mungkin memasukan semua variabel yang dapat mempengaruhi pemilihan ke dalam *model choice*.
- d) Adanya peubah yang bersifat instrumental (*proxy*)

- e) Adanya variasi dari individu yang tidak teramati (*unobserved taste variation*).
- f) Adanya kesalahan pengukuran (*instrumen errors*) karena informasi dan perhitungan yang tidak sempurna.

Sehingga untuk mendapatkan model pilihan yang cukup sempurna diperlukan suatu fungsi pemilihan yang mengandung fungsi random dan dapat memberikan nilai yang berbeda pada probabilitas tertentu, dikarenakan tiap orang mempunyai nilai yang berbeda pada situasi yang sama maupun situasi yang berbeda. Adapun model yang tepat untuk pendekatan stokastik yaitu:

$$U_{in} = V_{in} + E_{in}...$$

Dimana:

U_{in} = Utilitas alternatif i bagi pembuat keputusan n

E_{in} = Kesalahan acak atau komponen stokastik dan fungsi distribusi tertentu

V_{in} = Fungsi deterministik (komponen sistematik) utilitas moda i bagi individu n

Model Pemilihan Moda

Menurut Akiva (1985) Model ini merupakan model pemilihan yang menggambarkan probabilitas seseorang dalam memilih suatu alternatif. Asumsi dasar dalam model probabilitas pemilihannya adalah bahwa: $\epsilon_n = \epsilon_{jn} - \epsilon_{in}$ akan bersifat bebas dan terdistribusi secara identik (Independent and Indentically Distributed) menurut distribusi logistik atau Gumbel, yaitu sebagai berikut:

$$F(\epsilon_n) = \frac{1}{(1 + e^{-\mu\epsilon_n})} \quad \mu > 0, \quad -\infty < \epsilon_n < \infty$$

di mana μ merupakan skala parameter positif dan diasumsikan besarnya sama dengan 1 (satu), bentuk distribusi ini sebenarnya mirip dengan distribusi normal. Dengan asumsi ϵ_n terdistribusi secara logistik maka probabilitas individu n memilih moda i dapat dirumuskan dalam suatu persamaan (Akiva, 1985):

$$P_N(I) = \frac{1}{1 + e^{-Z}}$$

DI MANA Z MERUPAKAN KOMBINASI LINIER :

$$Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_K X_K$$

Dan probabilitas tidak terjadinya suatu kejadian adalah:

$$\text{Prob } P_n(j) = 1 - P_n(i)$$

Dalam penyelesaian persamaan di atas sering digunakan model Selisih.

Model selisih dapat di ilustrasikan sebagai berikut;

X_{in} dan X_{jn} = nilai variabel utilitas ke-n yang diekspresikan dalam ongkos masing-masing moda, sehingga bentuknya menjadi :

C_i dan C_j = harga karcis (*cost*)

Secara matematis diperoleh :

dengan mengasumsikan $Y = \text{Ln} \frac{(1 - P_{(i)})}{P_{(i)}}$, serta $X = \Delta C$

maka diperoleh bentuk persamaan linier : $Y = A + B X$.

Dengan menggunakan analisis regresi linier, bisa diperoleh nilai A dan B. Ada beberapa tes yang dapat dilakukan untuk menguji model regresi logistik ini, yaitu:

a) Uji koefisien persamaan

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah koefisien parameter berbeda signifikan terhadap nol.

b) Uji korelasi parsial

Sebagaimana pada kasus Multiple Regression kontribusi dari masing-masing variabel dalam regresi logistik sulit ditentukan. Kontribusi dari masing-masing variabel tergantung pada variabel lain yang ada dalam model. Untuk itu diuji signifikansi konstanta dan setiap variabel independent terhadap model.

c) Uji kesesuaian model

Uji ini bertujuan untuk menentukan seberapa baik model regresi logistik terhadap data observasi. Atau dengan kata lain untuk menguji seberapa sesuai sampel terhadap model.

Probabilitas hasil observasi, dengan menggunakan parameter estimasi, inilah yang disebut dengan likelihood. Karena likelihood adalah suatu nilai yang lebih kecil dari satu, biasanya digunakan minus dua kali log likelihood (-2LL) untuk mengukur seberapa baik model mengestimasi data.

Kalibrasi Model Pilihan Moda

Kalibrasi model pilihan akan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{P(i)}{P(j)} = \frac{e^{X(i)}}{e^{X(j)}}$$

Untuk 2 jenis traffic dengan atribut masing masing pilihan yang berbeda, maka model logit biner dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$P(1) = \frac{e^{\beta X_1}}{e^{\beta X_1} + e^{\beta X_2}}$$

$$P(2) = \frac{e^{\beta X_2}}{e^{\beta X_1} + e^{\beta X_2}}$$

X1 dan X2 adalah atribut masing masing pilihan, b adalah parameter yang diperoleh dari persamaan regresi (kalibrasi). Kalibrasi model dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\ln \frac{P(1)}{P(2)} = X(1) - X(2)$$

diperoleh $\frac{P(1)}{P(2)} = e^{b(X_1 - X_2)}$

$$\ln \frac{P(1)}{P(2)} = \beta (X_1 - X_2)$$

Selanjutnya model ini dapat digunakan untuk pilihan moda Truck dan Kereta Api dengan variabel bebas Biaya, Waktu perjalanan, lama pengurusan Dokumen, dan dapat dianalogikan dengan rumus diatas dijabarkan sebagai berikut;

$$\ln (V_t/V_k) = ac(C_t - C_k) + aw(W_t - W_k) + ab(B_t - B_k) \pm s$$

Dimana:

- V_t = Volume Peti Kemas yang diangkut dengan Truck.
- V_k = Volume Peti Kemas yang diangkut dengan Kereta Api (KA).
- C_t = Ongkos Pengangkutan Peti Kemas dengan Truck.
- C_k = Ongkos Pengangkutan Peti Kemas dengan Kereta Api (KA).
- W_t = Waktu yang diperlukan Pengangkutan Peti Kemas dengan Truck
- W_k = Waktu yang diperlukan Pengangkutan Peti Kemas dengan KA.
- B_t = Lamanya Pengurusan Dokumen bila menggunakan moda Truck.
- B_k = Lamanya Pengurusan Dokumen bila menggunakan moda Kereta Api (KA).
- ac = Konstanta Ongkos.
- aw = Konstanta Waktu.
- ab = Konstanta pengurusan dokumen.
- S = Simpangan.

Stated Preference

Teknik 'Stated Preference' melakukan pendekatan berdasarkan pernyataan masyarakat dalam merespon situasi yang berbeda. Penggunaan secara luas mengarah kepada 'conjoint analysis'. Metoda ini menggunakan desain percobaan dengan membuat sekelompok alternatif Individu diminta untuk memberikan respon mereka pada berbagai situasi . Peneliti harus mempunyai kontrol terhadap faktor-faktor yang dimunculkan dalam setiap situasi.

Teknik ini memberikan informasi berdasarkan prioritas terhadap tingkah laku demand. Memahami teknik *Stated Preference* lebih luas hampir sama dengan metoda '*conjoint analysis*'. Dalam hal ini teknik *Stated Preference* memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) Meminta pendapat dari individual terhadap option-option.
- 2) Option merepresentasikan suatu paket kondisi dengan atribut - atribut yang berbeda. Biasanya, sebagai suatu produk atau pelayanan.
- 3) Nilai atribut dari setiap option adalah spesifik dan biasanya dinyatakan dalam konteks responden pada situasi saat ini.
- 4) Option biasanya dibangun berdasarkan desain eksperimental, yang menjamin variasi dalam atribut dan secara statistika tidak tergantung terhadap yang lain.

3. ANALISIS DAN INTERPRESTASI HASIL

Dalam analisis data ini hasil pengolahan sebagai rujukan untuk mengetahui apa yang akan dicapai dalam penelitian, parameter yang digunakan akan menunjukan betapa penting parameter tersebut untuk memilih moda angkutan petikemas dari Bandung ke Jakarta.

Interprestasi Parameter

Tabel- 5.1. Koefisien Parameter

Unstandardized Coefficients			Standardized Coefficients	t			
Model	B	Std. Error	Beta	Statistic	P - Value	lower 95%	Upper 95%
(Constant)	0	#N/A					
W	0.00046	0.000528	.350	-0.8754	0.394308	-0.0016	0.000679
C	0.41588	0.043459	.199	956.948	5.05E-08	-	-0.3219
B	0.12534	0.196255	.079	0.63866	0.53208	-	0.298643

Dari pengolahan data diatas melalui proses regresi didapat angka estimasi parameter parameter yang akan dijadikan model pilihan moda, berikut estimasi koefisien parameter angkutan petikemas:

- Ct - Ck dengan koefisien - 0,00046
- Wt - Wk dengan koefisien - 0,41588
- Bt - Bk dengan koefisien - 0,12534

sehingga model Logit Biner dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln(Vt/Vk) = - 0.00046 (Ct-Ck) - 0.41588 (Wt-Wk) - 0.12534 (Bt-Bk)$$

Untuk mengetahui bahwa koefisien variabel-variabel dalam model logit biner tersebut diatas tidak berharga sama dengan 0 maka perlu dilakukan pengujian, yaitu melalui uji F. Karena F yang diamati adalah (18.79364) lebih besar nilainya dari nilai kritis yaitu (3.49), maka dikatakan bahwa persamaan regresi tersebut berguna didalam menilai pangsa yang ditafsirkan. Sedangkan untuk mengetahui keberartian variabel-variabel yang ada dalam persamaan regresi tersebut, perlu dilakukan uji t terhadap estimasi koefisien variabel ongkos sebesar -0,8754, estimasi koefisien variabel waktu tempuh sebesar -9,56946 serta estimasi koefisien variabel waktu pengurusan dokumen sebesar -0,63866. Uji t pada tingkat keberartian 0,05 dan derajat kebebasan 12 adalah sebesar 1,782. Berdasarkan uji t ini maka variabel ongkos (C) dan variabel lama pengurusan dokumen (B) dinyatakan tidak memegang peranan secara signifikan, sedangkan variabel waktu tempuh (W) dinyatakan memegang peranan secara signifikan.

R Square atau R² pada tabel -4.6 sebesar 0.812629, atau 81.26% ini berarti variasi Ln V_t/V_k dapat diterangkan oleh variasi dari ongkos, waktu tempuh perjalanan dan waktu pengurusan dokumen. Sehingga struktur model serta variabelnya dapat dinyatakan cukup representatif. Sebagaimana diketahui bahwa R² digunakan untuk melihat berapa besar dan variabel dependen dapat diterangkan oleh variasi dan variabel -variabel independen. Nilai R² berada diantara 0 sampai dengan 1, semakin mendekati nilai 1 maka dikatakan bahwa regresi itu semakin representatif.

Secara statistik variabel ongkos dan variabel waktu pengurusan dokumen dapat diabaikan, namun secara logika kedua variabel tersebut selayaknya dimasukkan dalam persamaan pada model yang diperoleh, hal ini didukung oleh besarnya R² yang mencapai 81,26%. Sebab apabila variabel ongkos dan variabel waktu pengurusan dokumen tersebut tidak dimasukkan maka R² akan turun menjadi sebesar 76,67%. Artinya masih lebih baik bila kedua variabel tersebut dimasukkan.

Semakin besar nilai absolut koefisien variabel berarti variabel tersebut semakin penting, maka dikatakan bahwa variabel tersebut memiliki sensitifitas yang tinggi. Terlihat nilai tiap koefisien negatif sebagai berikut; $a_c = -0.00046$, $a_w = -0.41588$ dan $a_b = -0.12534$,

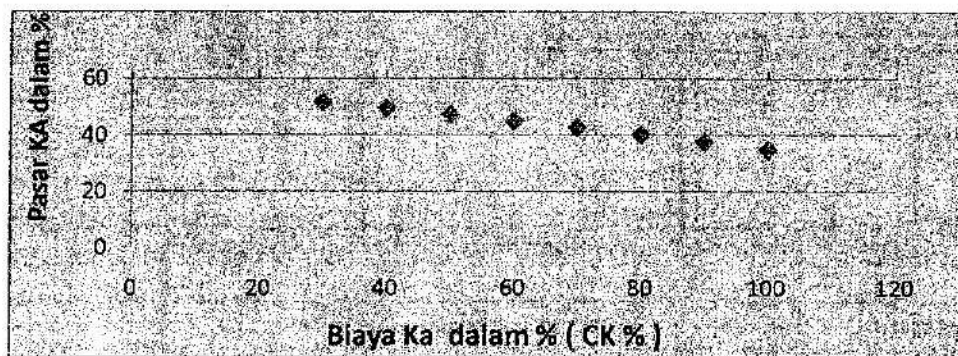
Hal ini dapat diterangkan bahwa, bila nilai C_k (ongkos kereta api) turun maka $(C_t - C_k)$ akan naik, sehingga nilai Ln (V_t/V_k) menjadi turun dan V_k (pangsa pasar kereta api) akan naik. Hal ini seperti apa yang diharapkan.

Begitu juga apabila W_k (waktu tempuh kereta api) menjadi lebih singkat maka $(W_t - W_k)$ akan naik, sehingga nilai Ln (V_t/V_k) Akan turun, dan V_k (pangsa pasar kereta api) akan naik. Sama halnya dengan birokrasi, bila waktu pengurusan dokumen kereta api semakin lama maka hal ini akan menurunkan pangsa pasar kereta api.

Tabel 5.2 s.d. table 5.4 dan gambar 5.1 s.d. gambar 5.3 memperlihatkan pengaruh perubahan masing-masing variabel pada model kereta api terhadap pangsa kereta api.

Tabel- 5.2. Perubahan Ongkos terhadap Pangsa Pasar KA
 $\ln(Vt/Vk) = - 0.00046 (Ct-Ck)$

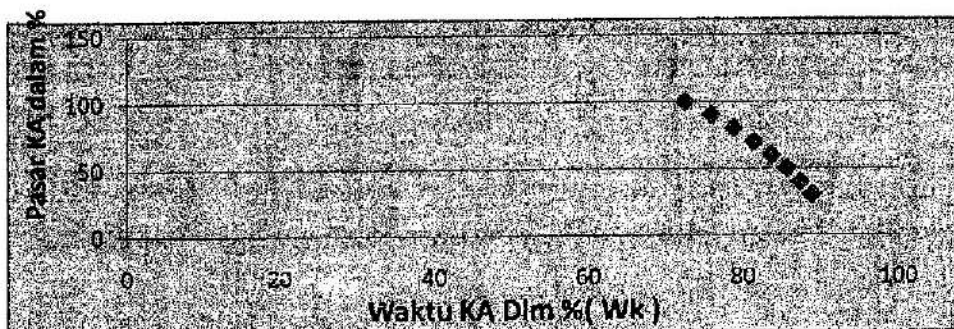
Ck %	Ck (Rp 1000)	Ln (Vt/Vk)	Vt/Vk	Vk %
100	1198	-0,4281	0,65172	35
90	1078	-0,4709	0,62441	38
80	958	-0,5138	0,59824	40
70	839	-0,5566	0,57317	43
60	719	-0,5994	0,54915	45
50	599	-0,6422	0,52613	47
40	479	-0,685	0,50408	50
30	359	-0,7278	0,48296	52



Gambar-5.1
 Pengaruh Perubahan Biaya terhadap Perubahan Pasar Kereta Api

Tabel- 5.3. Perubahan Waktu Tempuh terhadap Pangsa Pasar KA
 $\ln(Vt/Vk) = - 0.41588 (Wt-Wk)$

Wk %	Wk (jam)	Ln (Vt/Vk)	Vt/Vk	Vk %
100	10,02	-1,2892	0,2755	72
90	9,018	-1,4182	0,2422	76
80	8,016	-1,5471	0,2129	79
70	7,014	-1,676	0,1871	81
60	6,012	-1,8049	0,1645	84
50	5,01	-1,9338	0,1446	86
40	4,008	-2,0628	0,1271	87
30	3,006	-2,1917	0,1117	89

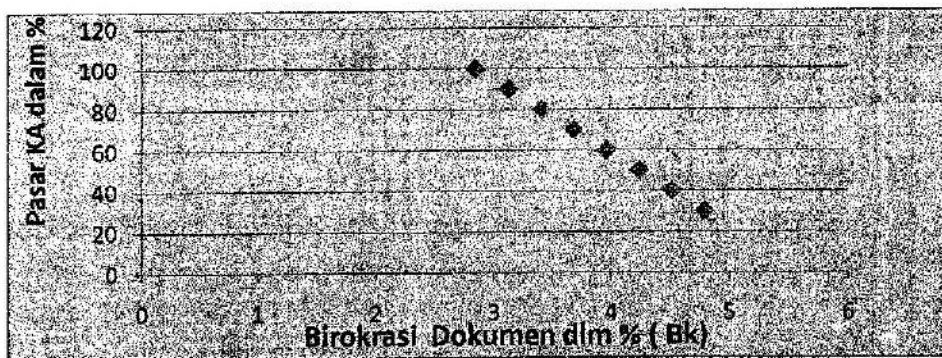


Gambar-5.2

Pengaruh Perubahan Waktu terhadap Perubahan Pasar Kereta Api

Tabel- 5.4. Perubahan Birokrasi Dokumen terhadap Pangsa Pasar KA
 $\ln(Vt/Vk) = -0,12534 (Bt-Bk)$

Bk %	Bt (Hari)	$\ln(Vt/Vk)$	(Vt/Vk)	Vk %
100	1,717	-0,0288	0,9716	3
90	1,545	-0,0317	0,9688	3
80	1,374	-0,0346	0,966	3
70	1,202	-0,0375	0,9632	4
60	1,03	-0,0404	0,9604	4
50	0,859	-0,0432	0,9577	4
40	0,687	-0,0461	0,9549	5
30	0,515	-0,049	0,9522	5



Gambar-5.3

Pengaruh Perubahan Birokrasi terhadap Perubahan Pasar Kereta Api

Tingkat Kepentingan Faktor

Tingkat kepentingan faktor/variabel berdasarkan regresi, dari yang paling penting diurutkan sebagai berikut:

1. Biaya/ongkos, dengan nilai koefisien - 0,00046
2. waktu, dengan nilai koefisien -0,41588.
3. Birokrasi/Lama Pengurusan Dokumen, dengan nilai koefisien - 0.12534

Tingkat kepentingan faktor/variabel berdasarkan statistical mode lihat Tabel-4.3 dijelaskan sebagai berikut:

1. Biaya/Ongkos = preferensi terpenting III, statistical mode 55%
2. Waktu = preferensi terpenting I, statistical mode 57%
3. Birokrasi/Pengurusan Dokumen = preferensi terpenting II, statistical mode 48%

Dilihat dari basil kedua metoda tersebut maka antara perhitungan regresi dengan jawaban yang diperoleh secara langsung dari observasi terdapat kesesuaian.

Tabel- 5.5. Prioritas Faktor – Faktor Pemilihan Moda dengan dua Metode

Metode	Prioritas Faktor -Faktor		
	I	II	III
Mode Statistik Sikap Responden	Waktu Perjalanan	Birokrasi/Pengurusan Dokumen	Biaya/Ongkos
Koefisien Regresi Logit Biner	Waktu Perjalanan	Birokrasi/Pengurusan Dokumen	Biaya/Ongkos

Prospektif Kompetisi Antar Moda.

Moda truk dan moda kereta api digunakan untuk mengangkut peti kemas pada jalur Bandung-Jakarta. Sudah barang tentu kedua moda tersebut terjadi persaingan untuk memperebutkan pangsa pasar yang ada.

Pengguna jasa tersebut adalah pengambil keputusan untuk memilih moda truk atau moda kereta api untuk mengangkut peti kemasnya, sesuai dengan kepentingan yang dibutuhkan, yaitu layanan yang mencakup waktu perjalanan yang singkat dan tepat serta penyelesaian birokrasi yang mudah dan cepat disamping itu tentu saja ongkos yang terjangkau.

Dalam keadaan seperti sekarang kereta api diharapkan sebagai moda yang paling tepat digunakan karena memenuhi jalan termonopoli, Namun demikian moda kereta api memiliki tingkat fleksibilitas yang rendah karena kenyataannya frekuensi keberangkatannya yang rendah, hal ini dapat dilihat dari rata-rata jadwal keberangkatan setiap harinya. Pada hari Senin, Selasa,

Rabu masing-masing diberangkatkan hanya 2 rangkaian, Kamis 3 rangkaian, Jumat dan Sabtu 4 rangkaian dan minggu 2 rangkaian.

Skenario.

Berdasarkan preferensi responder, pada saat ini keadaan ongkos, waktu serta lama pengurusan dokumen adalah sebagai berikut:

Untuk moda Truk:

- a. Ongkos angkut Rata rata (Ct) = Rp 2.128.3000,00 per TEUS
- b. Waktu tempuh (Wt) = 6,9 jam
- c. Birokrasi (Bt) = 1,9 hari

Untuk moda kereta api:

- a. Ongkos angkut Rata-rata (Ck) = Rp 1.198.000,00 per TEUS
- b. Waktu tempuh (Wk) = 10.02 jam
- c. Birokrasi (Bk) = 1.7 hari

Dengan kondisi seperti tersebut diatas, maka luas pangsa masing-masing moda dapat dihitung, dengan menggunakan model Logit Biner seperti pada tabel- 5.2, 5.3 dan 5.4. sebagai berikut:

- a) Apabila biaya/ongkos yang digunakan seperti pada tabel diatas diperoleh gambaran bahwa luas pangsa pasar kereta api sebesar 35 % dan Truk sebesar 65 %. Apabila biaya diturunkan sebesar 10% pangsa pasar naik dari 35 % menjadi 38 % dan seterusnya.
- b) Apabila yang digunakan adalah waktu maka luas pangsa pasar kereta api sebesar 72 %, dan Truk sebesar 28 %. Dan apabila dipercepat waktu tempuh 10%, maka pangsa pasar kereta api menjadi naik dari 72 % menjadi 76 % dan seterusnya.
- c) Apabila yang digunakan adalah birokrasi pengurusan dokumen maka luas pangsa pasar kereta api sebesar 3 %, dan Truk sebesar 97 %. Dan apabila dipercepat waktu pengurusan dokumen 10%, maka pangsa pasar kereta api tetap dari 3 % menjadi 3% dan seterusnya.

4. Kesimpulan

1. Studi ini dimulai dengan dugaan bahwa variabel waktu, ongkos dan lama pengurusan dokumen adalah dominan.
2. Dari hasil estimasi parameter yang diperoleh, maka Model Logit Biner dapat dirumuskan sebagai berikut: $\ln(V/V_k) = -0.00046(Ct-Ck) - 0.41588(Wt-Wk) - 0.12534(Bt-Bk)$
3. Hasil survei preferensi ordinal menunjukkan bahwa 57% dari jumlah responden menyatakan bahwa waktu perjalanan sebagai variabel terpenting pertama, 48% dari jumlah responden menyatakan bahwa lama pengurusan dokumen sebagai variabel terpenting kedua, dan 55 % dari jumlah responden menyatakan bahwa ongkos sebagai variabel terpenting ketiga.
4. Sedangkan berdasarkan Multi Regresi Logit Biner dapat diinterpretasikan bahwa sebenarnya hanya waktu perjalanan (dengan koefisien -0,41588) yang memegang

peranan secara signifikan dalam pemilihan moda, diikuti dengan lama proses birokrasi (dengan koefisien $-0,12534$) dan ongkos (dengan koefisien $-0,00045$) meskipun dua variabel yang terakhir ini tidak mempunyai peranan yang signifikan. Jadi pada dasarnya persaingan antar moda akan terletak pada sejauh mana setiap moda dapat memperpendek waktu perjalanan, walaupun disertai dengan kenaikan ongkos.

5. Dari ketiga aspek/faktor tersebut diatas moda kereta api harus memperbaiki pangsa pasar melalui 2 faktor yang harus diinterferensi yaitu biaya dan lamanya birokrasi yang masing masing ketertarikan pasar masih rendah yaitu sebesar 35% untuk biaya/Ongkos dan 3 % untuk pengurusan dokumen. Sedangkan faktor waktu tempuh ketertarikan pasar sebesar 72 %. Cukup baik.

5. Saran.

1. Karena hasil pengolahan menunjukkan bahwa waktu perjalanan merupakan variabel terpenting maka disarankan kepada pihak PT KAI untuk menjajaki kemungkinan teknis dalam meningkatkan kecepatan rangkaian angkutan peti kemas.
2. Bagi para pengusaha angkutan truk disarankan untuk memperhitungkan langkah pengembangannya berdasarkan konteks kecenderungan peningkatan kinerja angkutan kereta api maupun antar operator angkutan peti kemas melalui truk itu sendiri.
3. Disarankan agar penelitian lebih lanjut dapat menambahkan variabel-variabel yang belum dimasukkan dalam model ini serta diharapkan pula penelitiannya lebih bersifat probabilistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akiva, Moshe Ben. (1985), *Discrete Choice Analysis, Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, London England.
- [2] Black, J. (1981), *Urban Transport Planning Theory and Practice*, London Crom Helm.
- [3] Dajan, Anto. (1987), *Pengantar Metode Statistik Jilid II*, LP3ES
- [4] Khanafani, Adib, (1983), *Transportation Demand Analysis*, McGraw-Hill.
- [5] Manheim, Marvin L, (1979), *Fundamentals Of Transportation System Analysis, Volume 1*, Basic Concept, MIT Press
- [6] Mangkusburoto, Kuntoro, DR, IR, MSc dan Listiarini Trisnadi, IR, (1997) *Analisa Keputusan Pendekatan Sistem dalam Manajemen Usaha dan Proyek*, ITB.
- [7] Morlok Edward K, (1985), *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga Jakarta.
- [8] Nasution, H.M.N, Drs, MS .Tr, (1996), *Manajemen Transportasi*, Ghalia Indonesia.

- [9] **Prabu Mangkunegara, A.A. Anwar, (1988), *Perilaku Konsumen*, PT. Eresco Bandung**
- [10] **Pearmain, D., Swanson, J., Kroes, E. And Bradley, M. (1991), *Stated Preference Technique: A Guide To Practice, Second Edition*, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.**
- [11] **Tamin, O. Z, (2000), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.**
- [12] **Santoso, Singgih, (2001), *SPSS Versi 10, Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Gramedia Jakarta.**
- [13] **Subandi, “ Manajemen Peti Kemas “ Penerbit Arcan, Cetakan ke 2, Jakarta 1993.**
- [14] **Walpole, Roland. E and Myers, Raymond. H. (1995), *Ilmu Peluang dan Statistik secara Profesional*, terjemahan dan terbitan ITB.**

OPTIMALISASI BIAYA OPERASIONAL CONSIGNEE PADA OCEAN CUSTOMS CLEARANCE
IMPORT DENGAN METODE DMAIC DI PT. SPU

ERNA MULYATI, IRMA FACHRIAN

Dosen Politeknik Pos Indonesia
Jl. Sariasih No. 54 Bandung
rna_rian@yahoo.com

ABSTRAK

PT. SPU sebagai *freight forwarder* yang menawarkan jasa *customs brokerage* berusaha meningkatkan pelayanan yang intensif terhadap para pemakai jasanya. Salah satu dimensi yang menjadi perhatian perusahaan adalah mengenai *ocean customs clearance import* dalam menjalankan *ocean import shipment* yang dipercayakan kepadanya. Namun, pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* masih juga ditemui sehingga perlu dikendalikan agar pemborosan (*waste*) itu bisa dikurang.

Six Sigma DMAIC merupakan suatu metode pengendalian yang sistematis, tahap *Six Sigma DMAIC* meliputi *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Tahap *define* dilakukan untuk mencari proses yang mempunyai kontribusi terbesar dalam penyebab pemborosan yang berpengaruh terhadap biaya operasional *consignee* pada *ocean customs clearance import* dan penentuan faktor kritis kualitas (*Critical to Quality-CTQ*). Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur level *Sigma* sehingga diketahui tingkat pelayanan jasa *ocean customs clearance import* perusahaan berkaitan dengan pemborosan (*waste*). *analyze* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab timbulnya masalah pemborosan (*waste*) yang berpengaruh terhadap biaya operasional *consignee* pada *ocean customs clearance import* dan untuk mengetahui pengaruh paling signifikan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analyze (FMEA)*. Pada tahap *improve* akan diberikan saran perbaikan untuk meminimasi timbulnya pemborosan sedangkan tahap *control* untuk memberikan saran rencana pengendalian agar perbaikan yang dilakukan berjalan dengan baik.

Berdasarkan data pada *daily report* bagian *customs clearance of ocean freight import* serta informasi pada *database* perusahaan (ProCars) diketahui bahwa optimalisasi biaya operasional *consignee* pada *ocean customs clearance import* terjadi pada proses *pick up original documents from consignee* dan pada proses *customs clearance*. Dengan menggunakan diagram pareto maka diketahui bahwa yang menjadi CTQ kunci adalah *demurrage* dan kemudian diketahuilah bahwa faktor yang paling berpengaruh menimbulkan *demurrage* adalah proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapatkan respon jalur merah) yang menyebabkan penundaan proses *unloading* kontainer. Perbaikan yang disarankan adalah perusahaan membuat sistem *online* berisi informasi mengenai *report status customs clearance* mulai dari proses persiapan dokumen-dokumen *import* sampai barang tersebut mendapatkan Surat Persetujuan Pengeluaran Barang (SPPB) dan juga membuat *monitoring sheet* berisi informasi kelengkapan dokumen

Kata Kunci: Pemborosan (*Waste*), *Import*, *Freight Forwarding*, *Demurrage*, *Six Sigma DMAIC*.

I. PENDAHULUAN

PT SPU merupakan salah satu perusahaan yang menawarkan jasa *freight forwarding* dan logistik yang terintegrasi (*integrated logistics*), memiliki beberapa aktivitas, yaitu *air freight*, *ocean freight*, *project*, *special services*, dan *customs clearance*, yang ditawarkan kepada para pemakai jasanya untuk mendukung aktivitas pengiriman/ pengangkutan barang.

Pada *ocean import shipment handling*, barang yang di-*import* harus melalui proses *customs clearance* saat barang tersebut masuk di daerah pabean Indonesia. PT Schenker Petrolog Utama sebagai *custom broker* yang bertindak untuk dan atas nama *consignee* telah menetapkan waktu standar dalam proses *ocean customs clearance import* adalah :

1. Waktu standar proses *ocean customs clearance* untuk barang yang mendapat respon jalur merah adalah >7 hari
2. Waktu standar proses *ocean customs clearance import* untuk barang yang mendapat respon jalur kuning adalah 5 hari tetapi waktu kenyataannya adalah > 5 hari
3. Waktu standar proses *ocean customs clearance import* untuk barang yang mendapat respon jalur hijau adalah 3-4 hari tetapi waktu kenyataannya adalah > 4 hari.

Dalam proses *ocean customs clearance import* terkadang ditemui kesalahan-kesalahan (*errors*) yang memungkinkan penanganan proses tersebut melebihi waktu standar. Penanganan proses yang melebihi waktu standar inilah yang dikategorikan dalam pemborosan (*waste*). Pemborosan (*waste*) ini berakibat pada bertambahnya biaya operasional yang ditagihkan kepada *consignee* yang meliputi biaya *demurrage* (PENGENAAN CHARGE DIDASARKAN ATAS KELEBIHAN WAKTU PENGGUNAAN KONTAINER DI LUAR FREE TIME DEMURRAGE), biaya *detention* (PENGENAAN DENDA PENAHANAN KONTAINER OLEH PENYEWAWA SETELAH MELAKUKAN UNLOADING BARANG TERSEBUT SAMPAI DIKEMBALIKAN KE DEPO), dan biaya perpanjangan *Delivery Order* (D/O).

Dari data perusahaan diketahui bahwa terdapat 130 *shipment* dari 772 *ocean customs clearance import shipment* yang dijalankan PT Schenker Petrolog Utama selama tiga bulan (5 Januari 2010- 5 April 2010) atau terdapat 16.84% *ocean customs clearance import shipment* yang dijalankannya dibebani pungutan tersebut. Dengan demikian, perlu diperhatikan peningkatan sistem kualitas dalam proses pelayanan *ocean customs clearance import* perusahaan sehingga mencapai tingkat kualitas 3.4 *Defects per Million Opportunities* (DPMO).

Sehubungan dengan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis mengambil beberapa perumusan masalah di PT. SPU diantaranya adalah :

- a. Hal apa saja yang menyebabkan terjadinya pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* di PT Schenker Petrolog Utama?
- b. Bagaimana saran perbaikan dan pengendalian kualitas proses *ocean customs clearance import* di PT Schenker Petrolog Utama?

Dari perumusan masalah yang telah penulis uraikan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menemukan penyebab terjadinya pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* di PT Schenker Petrolog Utama.
- b. Menghasilkan saran perbaikan dan pengendalian kualitas proses *ocean customs clearance import* di PT Schenker Petrolog Utama.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Six Sigma

Pada dasarnya pelanggan akan puas jika mereka menerima nilai yang mereka harapkan. Apabila produk (barang/ jasa) diproses pada tingkat kinerja kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau bahwa 99,99966 % dari apa yang diharapkan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja proses produksi tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara industri dan pelanggan.

2.2 Metodologi Six Sigma

Berbagai upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* dapat dilakukan menggunakan dua metodologi, yaitu *Six Sigma-DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)* dan *Design for Six Sigma-DFSS DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify)*.

Six Sigma-DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

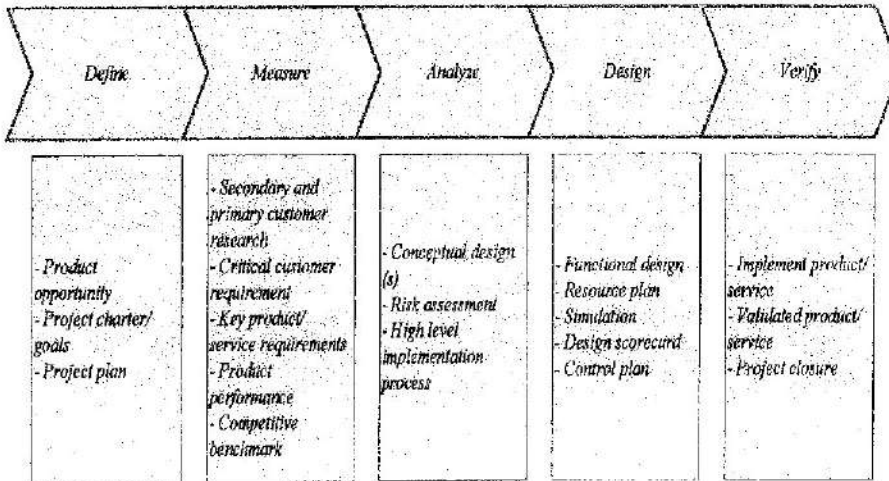
DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada. DMAIC terdiri atas lima tahap utama :

- (a) *Define*; Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan (*action plans*) yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci itu. Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*
- (b) *Measure*; Terdapat 3 hal penting dalam langkah pengukuran ini, yaitu :
 - (1) Memilih karakteristik *Critical to Quality (CTQ)* kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan pelanggan.
 - (2) Mendefinisikan standar-standar pengukuran.
 - (3) Melakukan validasi terhadap sistem pengukuran itu.
- (c) *Analyze*; Terdapat 3 hal penting dalam langkah analisis ini, yaitu :
 - (1) Menetapkan kapabilitas proses (*Capability Process-Cp*)
 - (2) Mendefinisikan target-target kinerja
 - (3) Mengidentifikasi sumber-sumber variasi
- (d) *Improve*; Langkah *improve* akan meningkatkan elemen-elemen sistem mencapai sasaran kinerja. Penggunaan manajemen proyek dan alatalat manajemen akan sangat intensif dalam langkah ini. Penggunaan alat-alat statistika, juga sangat intensif dalam tahap ini. Dalam langkah *improve* ini akan terdapat 3 hal pokok yang harus dikerjakan, yaitu :
 - (1) Mengetahui penyebab potensial yang menyebabkan variasi proses.
 - (2) Menemukan hubungan variabel-variabel kunci penyebab variasi.
 - (3) Menetapkan batas-batas toleransi operasional.

(e) *Control*; Langkah *control* akan mengendalikan karakteristik sistem yang kritis terhadap nilai untuk pelanggan. Terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam langkah pengendalian, yaitu :

- (1) Melakukan validasi terhadap sistem pengukuran
- (2) Menentukan kapabilitas proses yang telah tercapai sekarang
- (3) Menerapkan rencana-rencana pengendalian proses

Penggunaan metodologi DMAIC secara sederhana ditunjukkan dalam gambar 2.3.

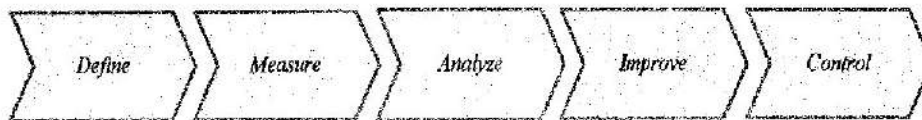


Gambar 2.1 Metodologi

DMADV Six Sigma

3.METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :



Pengolahan Data Menggunakan Metode DMAIC

a. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap *define* bertujuan untuk mencari proses *ocean customs clearance import* yang mempunyai kontribusi terbesar dalam penyebab kecacatan atau terjadinya pemborosan (*waste*). Tahap *define* ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

- 1) Pemetaan proses operasional penanganan *ocean customs clearance import*

Pemetaan bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses operasional penanganan *ocean customs clearance import*.

2) Identifikasi karakteristik pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*

Dilakukan untuk mengetahui karakteristik pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*.

3) Penentuan *CTQ (Critical to Quality)* kunci dengan diagram pareto

Dalam penelitian ini diagram pareto digunakan untuk menggambarkan persentase kasus pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* berdasarkan *CTQ (Critical to Quality)* yang didapatkan. *CTQ (Critical to Quality)* kunci adalah *CTQ (Critical to Quality)* dengan persentase kegagalan terbesar yang menyebabkan besarnya jumlah kasus pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*.

b. Tahap Measure (Pengukuran)

Tahap *measure* dilakukan sebagai tahap mengukur level *Sigma*. Pengukuran level *Sigma* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efisiensi biaya operasional pengiriman/ pengangkutan barang. Dengan mengetahui tingkat level *Sigma* dapat dijadikan sebagai salah satu parameter keberhasilan pencapaian target efisiensi biaya operasional *ocean customs clearance import*. Semakin tinggi level *Sigma* akan membuat tingkat kasus pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* dalam operasi per satu juta kesempatan (*Defect Per Million Opportunity-DPMO*) semakin rendah. Perhitungan *Defect Per Million Opportunity (DPMO)* dan nilai *sigma* dilakukan manual. Langkah-langkah perhitungannya adalah:

1) *DPO (Defect per Opportunities)*

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Unit yang Diperiksa} \times \text{Peluang Cacat}}$$

2) *DPMO (Defect per Million Opportunities)*

$$\text{Formula DPMO} = DPO \times 1000000$$

3) Mengukur *level sigma* dengan mengkonversikan nilai *DPMO* ke tabel *sigma*.

c. Tahap Analyze (Analisis)

Tahap ini mengidentifikasi kemungkinan penyebab pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*. Langkah-langkahnya adalah:

1) Pembuatan *Fishbone Diagram*

Dari *CTQ (Critical to Quality)* kunci akan dilakukan analisis dan penelusuran akar penyebab masalah yang menyebabkan pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* dimana fokus *Six Sigma* ialah mengurangi jumlah kasus pemborosan (*waste*).

2) Analisa *Failure Modes Effect Analysis (FMEA)*

Setelah diketahui penyebab pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*, langkah selanjutnya adalah pembuatan *Failure Modes Effect Analysis (FMEA)* sebagai dasar dalam tahap selanjutnya yaitu tahap *improve*. *Failure Modes Effect Analysis (FMEA)* menggambarkan pengaruh yang paling signifikan dari suatu kegagalan.

Adapun tahap *Failure Modes Effect Analysis (FMEA)* yaitu:

- (a) Mengidentifikasi pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*.
- (b) Mengidentifikasi kegagalan potensial atau modus kegagalan yang sering terjadi (*potential failure mode*). Dalam langkah ini akan dicari penyebab pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* dalam menghasilkan *CTQ (Critical to Quality)*.
- (c) Mengidentifikasi akibat kegagalan (*potential effect of failure*), yaitu akibat yang ditimbulkan oleh kegagalan (*failure mode*) dalam memberikan kontribusi terhadap kegagalan *CTQ (Critical to Quality)* kunci pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*.
- (d) Menganalisis tingkat keseriusan kegagalan (*severity*).
- (e) Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*potential causes of failure*) yang menyebabkan *CTQ (Critical to Quality)*.
- (f) Menganalisis frekuensi kegagalan (*occurrence*).
- (g) Mengidentifikasi *control* yang dapat dilakukan berdasarkan penyebab kegagalan.
- (h) Menghitung *Risk Priority Number (RPN)*

d. Tahap *Improve (Perbaikan)*

Pada tahap *Improve* dibangun rencana tindakan perbaikan dan peningkatan kualitas untuk menghilangkan akar-akar penyebab dan mencegah penyebab-penyebab itu berulang kembali sehingga menjadi sebuah prosedur operasi baru. Usulan perbaikan diberikan kepada nilai *Risk Priority Number (RPN)* terbesar yang didapatkan dari *Failure Modes Effect Analysis (FMEA)* serta kepada *CTQ (Critical to Quality)* prioritas. Rencana-rencana perbaikan tersebut diharapkan dapat menurunkan jumlah pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import*.

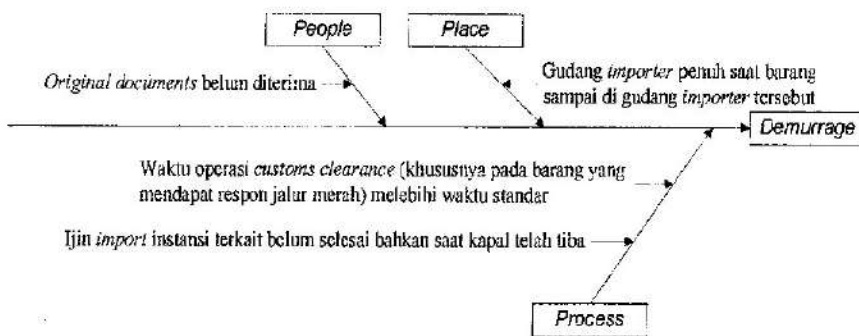
e. Tahap Control (Pengendalian)

Tahap ini merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma DMAIC*. Kegiatan yang dilakukan adalah menyusun rencana-rencana pengendalian agar perbaikan yang dilakukan dapat berjalan dengan baik serta memberikan usulan pengendalian.

4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

4.1 Analisis Penyebab Terjadinya Pemborosan (Waste) pada Ocean Customs Clearance Import

Pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* perusahaan terjadi pada proses *pick up original documents from consignee* dan pada proses *customs clearance* dimana pemborosan (*waste*) pada kedua proses tersebut disebabkan oleh kesalahan *consignee*. Akibatnya adalah bertambahnya biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh *consignee*.



Gambar 2.2 : Cause Effect Diagram of Demurrage

Berdasarkan hasil keterangan dari bagian *ocean customs clearance import*, karakteristik pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* dari segi tambahan biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh *consignee* adalah *demurrage* (PENGENAAN CHARGE DIDASARKAN ATAS KELEBIHAN WAKTU PENGGUNAAN KONTAINER DI LUAR FREE TIME DEMURRAGE), *detention* (PENGENAAN DENDA PENAHANAN KONTAINER OLEH PENYEWA SETELAH MELAKUKAN UNLOADING BARANG TERSEBUT SAMPAI DIKEMBALIKAN KE DEPO), dan biaya perpanjangan *Delivery Order (D/O)*. Sampel data yang dianalisis adalah data pada *daily report of customs clearance of ocean import department* tanggal 5 Januari 2010-5 April 2010.

Tabel Perincian Karakteristik Pemborosan (*Waste*) pada *Ocean Customs Clearance Import* dari Data pada

Daily Report of Customs Clearance of Ocean Import Department Tanggal 5 Januari 2010-5 April 2010

No.	Karakteristik Pemborosan (<i>Waste</i>)	Total Frekuensi Kasus
1	<i>Demurrage</i>	113 <i>shipment</i>
2	<i>Detention</i>	2 <i>shipment</i>
3	Perpanjangan <i>Delivery Order (D/O)</i>	15 <i>shipment</i>
Total		130 <i>shipment</i>

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2010.

Dari data di atas diketahui bahwa level *Sigma* per tiga bulan operasi (5 Januari 2010-5 April 2010) adalah pada level 3.09 *Sigma* sebagaimana perhitungan pada tahap *measure* (pengukuran). Dari karakteristik pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* tersebut diketahui pula bahwa yang menyebabkan $\geq 80\%$ dari total karakteristik pemborosan (*waste*) yang terjadi (Chodariyanti, 2009:78) adalah kasus *demurrage* sehingga *demurrage* menjadi *CTQ (Critical to Quality)* kunci. Dalam menganalisis kasus *demurrage*, digunakan *cause effect diagram* yang dianalisa dari faktor proses dan diperoleh bahwa penyebab *demurrage* adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu operasi *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapat respon jalur merah) melebihi waktu standar yaitu 5 hari
- 2) Waktu operasi *pick up original documents from consignee* melebihi waktu standar (satu hari) bahkan terkadang *original documents* belum diterima saat kapal telah tiba

Untuk dapat lebih menggambarkan dan menjelaskan *potential cause* dan efek yang ditimbulkan, maka selanjutnya akan digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Dari metode tersebut diketahui bahwa *potential cause* dari *demurrage* adalah proses pemeriksaan fisik dan pemeriksaan dokumen yang membutuhkan waktu lama pada proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapat respon jalur merah) yang menyebabkan penundaan proses *unloading* kontainer. Selain itu, *potential cause* dari *demurrage* adalah keterlambatan dokumen dari *shipper* dan ijin *import* dari instansi terkait belum selesai pada proses *pick up original documents from consignee* yang menyebabkan pelaksanaan proses *customs clearance* diundur.

4.2 Analisis Perbaikan dan Pengendalian Kualitas Proses *Ocean Customs Clearance Import*

Pada tabel diketahui saran perbaikan dari rangkaian proses *ocean customs clearance import* yang

Dinilai menyebabkan terjadinya peluang *demurrage* sebagai *Critical to Quality (CTQ)*:

- 1) Untuk memperbaiki proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapat respon jalur merah) menjadi proses dengan nilai *Risk Priority Number (RPN)* terbesar yang dimana waktu operasinya melebihi waktu standar (lima hari) ini, perusahaan disarankan membuat sistem *online* berisi informasi mengenai *report status customs clearance* mulai dari proses persiapan dokumen-dokumen *import* sampai barang tersebut mendapatkan Surat Persetujuan Pengeluaran Barang (SPPB). Informasi mengenai *report status customs clearance* tersebut menjadi media bagi *consignee* untuk memonitor status barangnya selama proses *customs clearance* sehingga *consignee* bisa memberikan solusi secara langsung setiap terjadi permasalahan.
- 2) Dalam rangka memperbaiki proses *pick up original documents from consignee*, perusahaan disarankan membuat *monitoring sheet* berisi informasi kelengkapan dokumen yang dilengkapi alarm yang berbunyi jika dokumen belum lengkap pada satu hari sebelum tanggal perkiraan kedatangan kapal.

Setelah dilakukan tindakan perbaikan, maka PT Schenker Petrolog Utama perlu melakukan tindakan pengendalian terhadap perbaikan tersebut, terutama yang langsung berhubungan dengan proses. Adapun beberapa tindakan pengendalian yang akan diusulkan adalah melakukan pemeriksaan sebelum proses jasa, perlunya mengadakan sosialisasi mengenai importasi yang patuh peraturan dan efisien serta melakukan pengawasan pada setiap proses, dan menciptakan tim kerja serta menyediakan formulir identifikasi pemborosan sebagaimana pada tabel 4.15 yang disediakan setiap terjadi permasalahan pada proses.

5. KESIMPULAN

1. Pemborosan (*waste*) pada *ocean customs clearance import* PT Schenker Petrolog Utama terjadi pada proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapatkan respon jalur merah) dan proses *pick up original documents from consignee* yang mengakibatkan penambahan biaya operasional *consignee*. Terdapat 130 *ocean import shipment* dari 772 *ocean import shipment* yang dijalankan perusahaan yang dikenai biaya *demurrage*, *detention*, atau perpanjangan D/O sehingga dapat diketahui bahwa kualitas pelayanan jasa *import handling* perusahaan berada pada level 3.09 *Sigma*. Adapun kasus yang paling sering terjadi adalah pada pengenaan *demurrage* dimana *potential cause* dari *demurrage* tersebut adalah proses pemeriksaan fisik dan pemeriksaan dokumen yang membutuhkan waktu lama pada proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapat respon jalur merah) yang menyebabkan penundaan proses *unloading* kontainer. Selain itu, *potential cause* dari *demurrage* adalah keterlambatan dokumen dari *shipper* dan ijin *import* dari instansi terkait belum selesai pada proses *pick up original documents from consignee* yang menyebabkan pelaksanaan proses *customs clearance* diundur.
2. Untuk memperbaiki proses *customs clearance* (khususnya pada barang yang mendapat respon jalur merah) menjadi proses dengan nilai *Risk Priority Number (RPN)* terbesar yang dimana waktu operasinya melebihi waktu standar (lima hari) ini, perusahaan disarankan membuat sistem *online* berisi informasi mengenai *report status customs clearance* mulai dari proses persiapan dokumen-dokumen *import* sampai barang tersebut mendapatkan Surat Persetujuan Pengeluaran

Barang (SPPB). Informasi mengenai *report status customs clearance* tersebut menjadi media bagi *consignee* untuk memonitor status barangnya selama proses *customs clearance* sehingga *consignee* bisa memberikan solusi secara langsung setiap terjadi permasalahan.

Dalam rangka memperbaiki proses *pick up original documents from consignee*, perusahaan disarankan membuat *monitoring sheet* berisi informasi kelengkapan dokumen yang dilengkapi alarm yang berbunyi jika dokumen belum lengkap pada satu hari sebelum tanggal perkiraan kedatangan kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dimiyati, Ahmad. 2010. *Modul Teknik Kepabeanan Lanjutan di Bidang Impor Diklat Fungsional Pejabat Fungsional Pemeriksa Dokumen*. Jakarta: Departemen Keuangan Republik Indonesia.
- [2] Gaspersz, Vincent. 2001. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Goetsch, David, 2002. *Pengantar Manajemen Mutu*. Jakarta: PT Prenhalindo.
- [5] Pande, Peter S. 2000. *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [6] Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- [7] Ronosentono, H.M. Noeh Idris. 2006. *Pengetahuan Dasar Tatalaksana Freight Forwarding Edisi II*. Jakarta: Infomedika.

**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN KURSI
YAMATO MENGGUNAKAN METODE MATERIAL REQUIREMENT
PLANNING (STUDI KASUS DI PT CHITOSE INDONESIA
MANUFACTURING)**

SYAFRIANITA DAN POPY ARYANI

Politeknik Pos Indonesia

Jl. Sari Asih No. 54, Bandung Telp (022) 2009562 Fax (022) 2009568

rianita57@yahoo.com

Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

ABSTRAK

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memicu persaingan ketat antar perusahaan. Perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur mempunyai pesaing yang tidak sedikit khususnya diindustri *meubelair* dan alat-alat rumah tangga. Efektivitas proses produksi dapat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya pengendalian persediaan. Perencanaan persediaan yang tidak mempertimbangkan kapasitas produksi serta tidak berdasarkan perhitungan yang tepat mengenai jumlah kebutuhan setiap komponennya maka dapat beresiko sangat tinggi pada beberapa faktor, misalnya tingginya ongkos penyimpanan *material*, terjadinya penumpukan barang digudang dan keusangan sebuah produk, sedangkan faktor yang paling penting adalah proses produksi yang dapat terhambat hanya karena tidak tepatnya perencanaan kebutuhan komponen.

Input yang digunakan adalah *Production plan*, rencana produk yang akan dibuat atau di produksi oleh perusahaan, *Master Production Schedule* jumlah permintaan produk yang harus diproduksi dan harus dipenuhi serta *Master Requirement Planning* proses penentuan rencana jumlah pemesanan component yang dibutuhkan untuk melakukan proses produksi kursi. Dengan *Bill Of Material* dapat diketahui berapa banyak jumlah komponen yang diperlukan pada level berikutnya yang terdiri dari beberapa komponen penyusun level sebelumnya.

Terdapat dua komponen yang sama sekali tidak perlu melakukan pemesanan yakni komponen PLS 001 dan PLT 014. Hal ini disebabkan karena persediaan yang dimiliki perusahaan pada periode sebelumnya masih dapat memenuhi kebutuhan proses produksi serta memenuhi *safety stock* yang menjadi kebijakan perusahaan. Selain itu komponen yang tetap melakukan pemesanan pada setiap periodenya dikarenakan persediaan ditangan serta *safety stock* yang tidak dapat memenuhi kebutuhan proses produksi.

Kata Kunci: *Inventory, Master Production Schedule, Safety Stock, Material Requirement Planning*

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memicu persaingan ketat antar perusahaan. Adanya persaingan yang semakin ketat antar perusahaan ini mendorong setiap perusahaan untuk menetapkan pengendalian persediaan baik itu bahan baku, komponen, maupun barang jadi secara tepat sehingga perusahaan dapat tetap bertahan untuk dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Kebutuhan akan faktor-faktor produksi bertambah banyak, dan di lain pihak kegiatan perusahaan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan kegiatan produksi.

Bahan baku atau komponen biasanya dibeli dalam jumlah tertentu, dimana jumlah tertentu ini akan dipergunakan untuk menunjang pelaksanaan proses produksi perusahaan yang bersangkutan dalam beberapa waktu tertentu pula. Dengan keadaan semacam ini maka bahan baku atau komponen yang telah dibeli oleh perusahaan namun belum dipergunakan untuk proses produksi akan masuk sebagai persediaan.

Perencanaan persediaan yang tidak mempertimbangkan kapasitas produksi serta tidak berdasarkan perhitungan yang tepat mengenai jumlah kebutuhan setiap komponennya maka dapat beresiko sangat tinggi pada beberapa faktor, misalnya tingginya ongkos penyimpanan *material*, terjadinya penumpukan barang digudang dan keusangan sebuah produk, sedangkan faktor yang paling penting adalah proses produksi yang dapat terhambat hanya karena tidak tepatnya perencanaan kebutuhan komponen.

Proses produksi merupakan merupakan proses perubahan bentuk dan peningkatan daya guna dari suatu bahan baku menjadi barang yang sudah diolah dan siap dipasarkan dengan melibatkan faktor-faktor produksi dalam pelaksanaannya. Bagi orang produksi, INVENTORY harus dijaga sedemikian rupa dalam kondisi yang optimum untuk menjaga efisiensi produksi dan memperlancar tingkat pemanfaatannya. Oleh karena itu, sasaran akhir dari pengendalian persediaan adalah menghasilkan keputusan tingkat persediaan, yang menyeimbangkan tujuan diadakannya persediaan dengan biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain, sasaran akhir dari pengendalian persediaan adalah meminimalkan total biaya dengan perubahan tingkat persediaan.

Besarnya biaya persediaan terhadap komponen ini berarti akan mengurangi keuntungan perusahaan. Disamping itu, resiko kerusakan bahan dan komponen juga akan bertambah besar apabila persediaannya juga besar. Oleh karena itu untuk tetap menjaga persediaan, maka perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian persediaan.

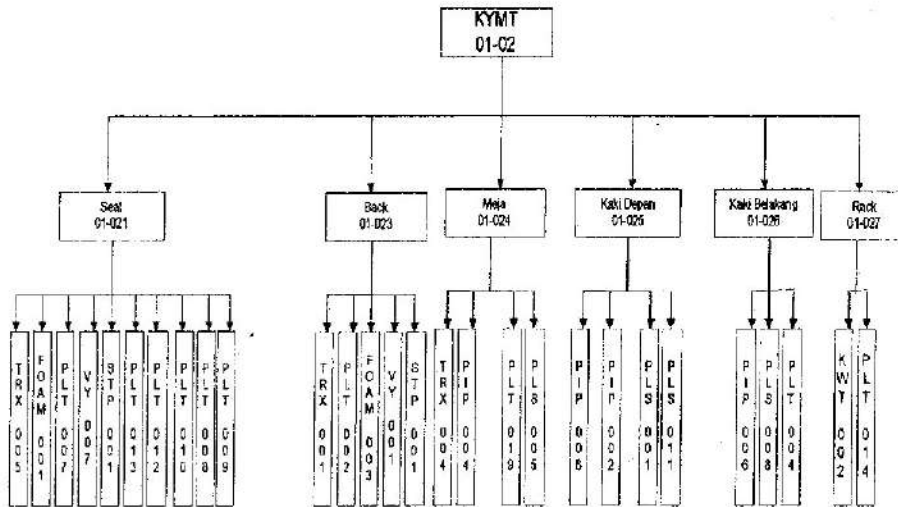
Perhitungan MRP (*Material Requirement Planning*)

Langkah pertama menentukan kebutuhan bersih (*Net Requirements*) adalah selisih antara kebutuhan kotor (*Gross Requirement*) dengan persediaan ditangan (*On Hand*). Data yang diperlukan dalam menentukan kebutuhan bersih adalah :

1. Kebutuhan kotor setiap periode (*Gross Requirement*)
2. Persediaan yang ada ditangan (*On Hand*)
3. Rencana Persediaan (*Scheduled receipts*) pada periode mendatang

Sedangkan kebutuhan kotor yang dimaksud adalah jumlah permintaan produk akhir.

BOM (Bill Of Material)



Gambar 4. Bill Of Material Kursi Yamato

Keterangan :

1. Seat

1. Seat board, TRX 005 (1)
2. Seat ufoam, Foam 001 (1)
3. Main seat, PLT 007 (1)
4. Vinyl 5x7, VY 007 (0,24)
5. Staples 1005, STP 001 (90)
6. Reinforce R, PLT 013 (1)
7. Reinforce L, PLT 012 (1)
8. Pipe support R, PLT 010 (1)
9. Pipe support LPLT 008 (1)
10. Pipe support (left2) PLT 009 (1)

2. Back

1. Back board, TRX 001 (1)
2. Back rest, PLT 002 (1)
3. Back ufoam, Foam 003 (1)
4. Vinyl, Vy 008 (0,12)
5. Staples, STP 001 (90)

3. Meja

1. Memo table, TRX 004 (1)
2. Arm pipe, PIP 004 (1)
3. Table support, PLT 019 (1)
4. Bracket plate, PLS 005 (1)

4. Kaki depan

1. Fore leg pipe 22,2 x 1,1 x 2058, PIP 008 (1)
2. Joint pipe 15,9 x 0,9 x 389, PIP 002 (1)
3. Leg plastic cap, PLS 001 (2)
4. Slide cap, PLS 011 (2)

5. Kaki belakang

1. Rear leg pipe 22,2 x, PIP 006 (1)
2. Plaport plastic, PLS 008 (2)
3. Braket plastic, PLT 004 (1)

6. Rack

1. Rack frame, KWT 002 (1)
2. Ring for rack, PLT 014 (2)

MPS (Master Production Schedule) Kursi Yamato

Tabel 2. MPS (Master Planning Production)

Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demand	0	250	1500	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	2000	500

Inventory Data Status

Tabel 3. Inventory Data Status

No	Item	Safety stock	On Hand	Schedule received	Order policy	Lot size	Lead time
1	Kursi	50	50	0	LFL	12	1
2	Seat	50	100	0	LFL	12	1
3	TRX 005	5000	9200	0	LFL	50	1
4	FOM 001	5000	9200	0	LFL	100	1
5	PLT 007	0	3210	0	LFL	10	1
6	VY 007	115	352	0	LFL	10	1
7	STP 001	7	305	0	LFL	100	1
8	PLT013	9829	10000	0	LFL	10	1
9	PLT012	9000	9829	0	LFL	10	1
10	PLT 008	2429	8500	0	LFL	10	1
11	PLT 009	2429	8000	0	LFL	10	1
12	Back	0	100	0	LFL	10	1
13	Trx 001	9500	9000	0	LFL	50	1
14	PLT 002	3214	4000	0	LFL	10	1
15	FOM 003	6000	9000	0	LFL	100	1
16	VY 008	115	352	0	LFL	10	1
17	STP 001	65	106	0	LFL	100	1
18	Meja	0	100	0	LFL	10	1
19	TRX 004	2429	8487	0	LFL	50	1
20	PIP 004	50	100	0	LFL	50	1
21	PLT 018	3000	12000	0	LFL	10	1
22	PLS 005	8300	10000	0	LFL	10	1
23	Kaki depan	50	100	0	LFL	12	1
24	PIP 008	4619	8650	0	LFL	50	1
25	PIP 002	10000	12500	0	LFL	50	1
26	PLS 001	2757	18850	0	LFL	10	1
27	PLS 011	6000	7300	0	LFL	30	1
28	Kaki belakang	50	100	0	LFL	12	1
29	PIP 006	9786	10371	0	LFL	50	1
30	PLS 008	5000	6420	0	LFL	10	1
31	PLT 004	3000	10800	0	LFL	10	1
32	KWT 2	1714	8000	0	LFL	10	1
33	RACK	100	100	0	LFL	12	1
33	PLT 014	1000	29573	0	LFL	10	1

Tabel 4. Perhitungan MRP (Material Requirement Planning)

Part No	KYMT 01-02											
Lead Time	1 On hand : 50											
Safety stock	50 Lot size : 12											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	0	250	1500	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	50	50	52	52	56	60	60	56	56	60	52	52
Net requirement	0	0	250	1498	1498	494	1490	990	0	1494	494	490
Planned order receipt	0	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	492
Planned order release	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
												0

Part No	Seat01-021											
Lead Time	1 On hand : 100											
Safety stock	50 Lot size : 12											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	100	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Net requirement	0	202	1498	1498	2002	502	1498	994	0	1498	502	490
Planned order receipt	0	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Planned order release	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0

Part No	TRX 005											
Lead Time	1 On hand : 9200											
Safety stock	5000 Lot size : 50											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	8996	7496	5996	5042	5038	5042	5042	5042	5038	5048	5496	5496
Net requirement	0	0	0	1008	462	1482	958	0	1458	462	454	0
Planned order receipt	0	0	0	1050	500	1500	1000	0	1500	500	500	0
Planned order release	0	0	1050	500	1500	1000	0	1500	500	500	450	0

Part No :	FOM 001												
Lead Time :	1											On hand :	9200
Safety stock :	5000											Lot size :	100
Period	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	8996	7496	5996	5092	5088	5088	5092	5092	5092	5088	5096	5096	5096
Net requirement	0	0	0	1008	412	1412	908	0	1408	412	404	0	0
Planned order receipt	0	0	0	1100	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release	0	0	1100	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0

Part No :	FLT 007												
Lead Time :	1											On hand :	3210
Safety stock :	0											Lot size :	10
Period	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	3006	1506	6	2	8	8	2	2	2	8	6	6	6
Net requirement	0	0	0	1998	502	1492	988	0	1498	502	484	0	0
Planned order receipt	0	0	0	2000	510	1500	890	0	1500	510	490	0	0
Planned order release	0	0	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0

Part No :	VY 007												
Lead Time :	1											On hand :	352
Safety stock :	115											Lot size :	10
Period	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	148	118	118	124	120	120	124	124	124	120	118	118	118
Net requirement	0	1467	1497	2001	495	1495	991	0	1491	495	487	0	0
Planned order receipt	0	1470	1500	2010	500	1500	1000	0	1500	500	490	0	0
Planned order release	1470	1500	2010	500	1500	1000	0	1500	500	490	0	0	0

Part No	: STP 001											
Lead Time	: 1											
Safety stock	: 7											
	On hand : 305											
	Lot size : 1											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	101	8	13	11	11	9	7	7	7	7	7	7
Net requirement	0	1406	1499	1998	500	1496	994	0	1500	504	492	0
Planned order receipt	0	1407	1505	2002	504	1498	994	0	1505	504	497	0
Planned order release	1407	1505	2002	504	1498	994	0	1505	504	497	0	0

Part No	: PLT013											
Lead Time	: 1											
Safety stock	: 9629											
	On hand : 10000											
	Lot size : 1											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	9796	9629	9629	9629	9629	9629	9629	9629	9629	9629	9629	9629
Net requirement	0	1333	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Planned order receipt	0	1333	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Planned order release	1333	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0

Part No	: PLT012											
Lead Time	: 1											
Safety stock	: 9000											
	On hand : 9629											
	Lot size : 10											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	9425	9005	9001	9007	9007	9001	9001	9001	9001	9007	9005	9005
Net requirement	0	1075	1495	1899	503	1493	989	0	1499	503	485	0
Planned order receipt	0	1080	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0
Planned order release	1080	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0

Part No	: FLT 008											
Lead Time	: 1											
Safety stock	: 2429											
	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8			
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	8296	6796	5296	3292	2788	2429	2429	2429	2429	2429	2429	2429
Net requirement	0	0	0	0	0	1141	996	0	1500	504	492	0
Planned order receipt	0	0	0	0	0	1141	996	0	1500	504	492	0
Planned order release	0	0	0	0	1141	996	0	1500	504	492	0	0

Part No	: FLT 009												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 2429												
	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	5796	4296	2796	2432	2438	2432	2432	2432	2432	2438	2436	2436	2436
Net requirement	0	0	0	1637	501	1491	987	0	1497	501	483	0	0
Planned order receipt	0	0	0	1640	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0
Planned order release	0	0	1640	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0

Part No	: Back 01-023												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 0												
	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net requirement	0	152	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Planned order receipt	0	152	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Planned order release	152	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0

Part No :	Trx 001												
Lead Time :	1												
Safety stock :	8500												
		On hand :			9000								
		Lot size :			50								
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gross Requirement	152	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	8848	8548	8544	8540	8540	8544	8544	8544	8540	8548	8548	8548	
Net requirement	0	1152	1452	460	1460	956	0	1456	460	452	0	0	
Planned order receipt	0	1200	1500	2000	500	1000	0	1500	500	500	0	0	
Planned order release	1200	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	

Part No :	PLT 002												
Lead Time :	1												
Safety stock :	3214												
		On hand :			4000								
		Lot size :			10								
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gross Requirement	152	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	3848	3218	3214	3220	3214	3214	3214	3214	3220	3218	3218	3218	
Net requirement	0	866	1496	2000	504	1494	980	0	1500	486	0	0	
Planned order receipt	0	870	1500	2000	510	1500	980	0	1500	510	490	0	
Planned order release	870	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	

Part No :	FOM 003												
Lead Time :	1												
Safety stock :	6000												
		On hand :			9000								
		Lot size :			100								
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gross Requirement	152	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	8848	7348	6048	6040	6040	6044	6044	6044	6040	6048	6048	6048	
Net requirement	0	0	152	1956	460	1460	956	0	1456	460	452	0	
Planned order receipt	0	0	200	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	
Planned order release	0	200	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	

Part No :	Trx 001											
Lead Time :	1 On hand : 9000											
Safety stock :	8500 Lot size : 50											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Gross Requirement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received	8848	8548	8544	8540	8540	8544	8544	8544	8540	8548	8548	8548
Project on hand	0	1162	1452	1956	460	1460	956	0	1456	460	452	0
Net requirement	0	1200	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	0	0
Planned order receipt	1200	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release												

Part No :	PLT 002											
Lead Time :	1 On hand : 4000											
Safety stock :	3214 Lot size : 10											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Gross Requirement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received	3848	3218	3214	3220	3214	3214	3214	3214	3220	3218	3218	3218
Project on hand	0	866	1496	2000	504	1494	990	0	1500	504	486	0
Net requirement	0	870	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0
Planned order receipt	870	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0
Planned order release												

Part No :	FCM 003											
Lead Time :	1 On hand : 9000											
Safety stock :	6000 Lot size : 100											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Gross Requirement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received	8848	7348	6048	6040	6040	6044	6044	6044	6040	6048	6048	6048
Project on hand	0	0	152	1956	460	1460	956	0	1456	460	452	0
Net requirement	0	0	200	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0
Planned order receipt	0	200	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release												

Part No	TRX 004											
Lead Time	1											
Safety stock	2429											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	156	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	8331	5331	3327	2823	2473	2477	2477	2473	2431	2431	2431	2431
Net requirement	0	0	0	0	1106	952	0	1452	456	448	0	0
Planned order receipt	0	0	0	0	1150	1000	0	1500	500	450	0	0
Planned order release	0	0	0	1150	1000	0	1500	500	450	0	0	0

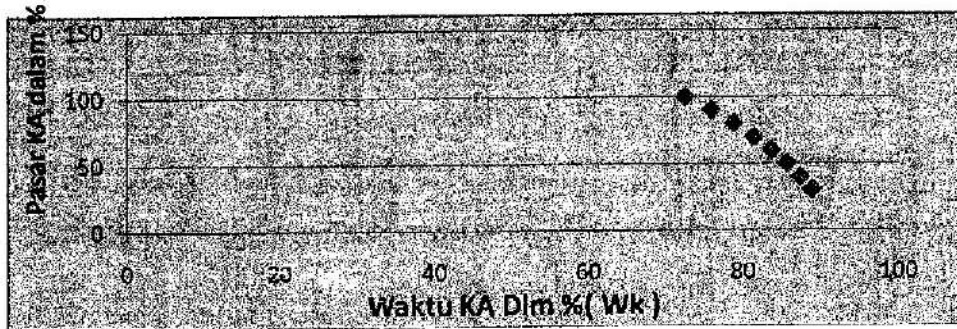
Part No	PIP 004											
Lead Time	1											
Safety stock	50											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	156	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	144	144	140	136	136	140	140	140	136	144	144	144
Net requirement	106	1406	1910	414	1414	910	0	1410	414	406	0	0
Planned order receipt	200	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release	1500	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0

Part No	PLT 019											
Lead Time	1											
Safety stock	3000											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	156	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	9000	7500	6000	3492	3002	3006	3006	3008	3010	3010	3010	3010
Net requirement	0	0	0	0	1008	994	0	1494	488	490	0	0
Planned order receipt	0	0	0	0	1010	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release	0	0	0	1010	1000	0	1500	500	500	0	0	0

Part No	: PLS 005												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 8300												
	On hand : 10000												
	Lot size : 1												
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	
Gross Requirement	156	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	8344	8300	8300	8300	8300	8300	8300	8300	8300	8300	8300	8300	
Net requirement	0	0	1456	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	
Planned order receipt	0	0	1456	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	
Planned order release	0	1456	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	

Part No	: Kaki depan 01-02												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 50												
	On hand : 100												
	Lot size : 12												
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gross Requirement	0	252	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	100	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	
Net requirement	0	202	1498	1488	502	1498	994	0	1498	502	490	0	
Planned order receipt	0	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	
Planned order release	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	

Part No	: PIP 008												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 4619												
	On hand : 8650												
	Lot size : 80												
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gross Requirement	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	8446	6946	5446	4642	4698	4682	4682	4682	4678	4666	4666	4666	
Net requirement	0	0	0	1177	481	1421	977	0	1437	501	433	0	
Planned order receipt	0	0	0	1200	560	1440	1040	0	1440	580	480	0	
Planned order release	0	0	1200	560	1440	1040	0	1440	560	480	0	0	

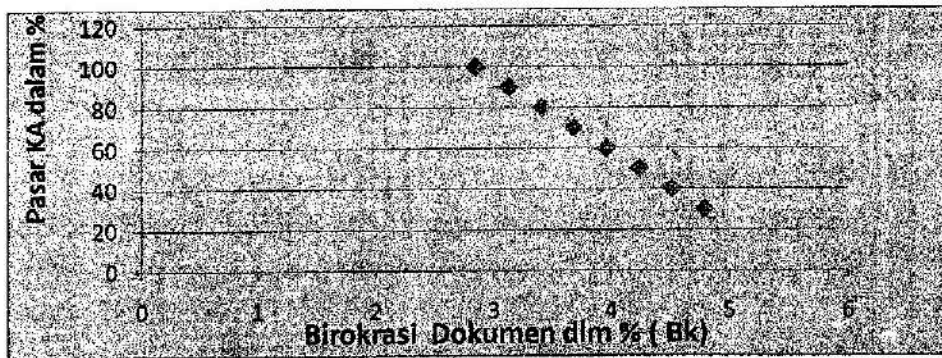


Gambar-5.2

Pengaruh Perubahan Waktu terhadap Perubahan Pasar Kereta Api

Tabel- 5.4. Perubahan Birokrasi Dokumen terhadap Pangsa Pasar KA
 $\ln(Vt/Vk) = - 0,12534 (Bt-Bk)$

Bk %	Bt (Hari)	$\ln(Vt/Vk)$	(Vt/Vk)	Vk %
100	1,717	-0,0288	0,9716	3
90	1,545	-0,0317	0,9688	3
80	1,374	-0,0346	0,966	3
70	1,202	-0,0375	0,9632	4
60	1,03	-0,0404	0,9604	4
50	0,859	-0,0432	0,9577	4
40	0,687	-0,0461	0,9549	5
30	0,515	-0,049	0,9522	5



Gambar-5.3

Pengaruh Perubahan Birokrasi terhadap Perubahan Pasar Kereta Api

Part No	PIP 002											
Lead Time	1											
Safety stock	10000											
	On hand						12500					
	Lot size : 100											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	12296	10796	10096	10088	10088	10092	10092	10092	10088	10096	10096	10096
Net requirement	0	0	704	412	1412	908	0	1408	412	404	0	0
Planned order receipt	0	0	800	2000	500	1000	0	1500	500	500	0	0
Planned order release	0	800	2000	500	1500	1000	0	1500	500	0	0	0

Part No	PLS 001											
Lead Time	1											
Safety stock	2757											
	On hand						18850					
	Lot size : 10											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	18646	17146	15646	13842	13138	11638	10642	10642	9142	8638	8146	8146
Net requirement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned order receipt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned order release	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Part No	PLS 011											
Lead Time	1											
Safety stock	6000											
	On hand						7300					
	Lot size : 30											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	7096	6016	6016	6022	6028	6022	6022	6022	6028	6016	6016	6016
Net requirement	0	404	1484	1988	482	1472	988	0	1478	482	464	0
Planned order receipt	0	420	1500	2010	510	1500	990	0	1500	510	480	0
Planned order release	420	1500	2010	510	1500	990	0	1500	510	480	0	0

Part No	Kaki belakang											
Lead Time	1											
Safety stock	50											
	On hand						100					
	Lot size : 12											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due												
Gross Requirement	0	252	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	100	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Net requirement	0	202	1498	2002	502	1498	994	0	1498	502	490	0
Planned order receipt	0	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Planned order release	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0

Part No	PP 006											
Lead Time	1											
Safety stock	9786											
	On hand						10371					
	Lot size : 50											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due												
Gross Requirement	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	10167	9817	9813	9809	9809	9813	9813	9813	9809	9817	9817	9817
Net requirement	0	1119	1469	1973	477	1477	973	0	1473	477	469	0
Planned order receipt	0	1150	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	0	0
Planned order release	1150	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	0	0	0

Part No	PLS 008											
Lead Time	1											
Safety stock	5000											
	On hand						6420					
	Lot size : 10											
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Past Due												
Gross Requirement	204	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	6216	5006	5002	5008	5008	5002	5002	5002	5006	5006	5006	5006
Net requirement	0	284	1494	1998	502	1492	988	0	1498	502	484	0
Planned order receipt	0	290	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0
Planned order release	290	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0

Part No	: FLT 004												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 3000												
	Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Past Due	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Gross Requirement		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received		10596	9096	7596	5088	3588	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Project on hand		0	0	0	0	0	408	0	1500	504	492	0	0
Net requirement		0	0	0	0	0	408	0	1500	504	492	0	0
Planned order receipt		0	0	0	0	0	408	0	1500	504	492	0	0
Planned order release		0	0	0	0	408	0	1500	504	492	0	0	0

Part No	: RACK 01-027												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 100												
	Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Past Due	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Gross Requirement		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Project on hand		0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Net requirement		0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Planned order receipt		0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492
Planned order release		252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0

Part No	: KWT 002												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 1714												
	Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Past Due	252	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Gross Requirement		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schedule received		7748	6248	4748	2744	1714	1714	1714	1714	1714	1714	1716	1716
Project on hand		0	0	0	0	0	974	996	0	1500	504	492	0
Net requirement		0	0	0	0	0	974	996	0	1500	504	492	0
Planned order receipt		0	0	0	0	0	974	996	0	1500	504	492	0
Planned order release		0	0	0	0	974	996	0	1500	504	494	0	0

Part No	: FLT 014												
Lead Time	: 1												
Safety stock	: 1000												
	Past Due	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirement	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Schedule received	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Project on hand	29321	27821	26321	24317	23813	22313	21317	21317	19817	19313	18821	18821	18821
Net requirement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned order receipt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned order release	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini berfokus pada sistem persediaan (perencanaan) komponen kursi *Yamato* adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan MRP didapat perencanaan jumlah komponen yang harus dipesan adalah :

Tabel 8. Planned Order Release

Komponen	PD	Periode											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kursi	0	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0
Seat	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
TRX 005	0	0	1050	500	1500	1000	0	1500	500	500	450	0	0
FOM 001	0	0	1100	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLT 007	0	0	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0
VY 007	1470	1500	2010	500	1500	1000	0	1500	500	490	0	0	0
STP 001	1407	1505	2002	504	1498	994	0	1505	504	497	0	0	0
PLT013	1333	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	0
PLT012	1080	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0
PLT 008	0	0	0	0	1141	996	0	1500	504	492		0	0
PLT 009	0	0	1640	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0
Back	152	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
Trx 001	1200	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLT 002	870	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0
FOM 003	0	200	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
VY 008	1415	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	0
STP 001	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	0
Meja	156	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
TRX 004	0	0	0	0	1150	1000	0	1500	500	450	0	0	0
PIP 004	1500	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLT 019	0	0	0	0	1010	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLS 005	0	1456	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0	0
Kaki depan	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
PIP 008	0	0	1200	560	1440	1040	0	1440	560	480	0	0	0
PIP 002	0	800	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLS 001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLS 011	420	1500	2010	510	1500	990	0	1500	510	480	0	0	0

Kaki belakang	204	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
PIP 006	1150	1500	2000	500	1500	1000	0	1500	500	500	0	0	0
PLS 008	290	1500	2000	510	1500	990	0	1500	510	490	0	0	0
PLT 004	0	0	0	0	0	408	0	1500	504	492	0	0	0
KWT 2	252	1500	1500	2004	504	1500	996	0	1500	504	492	0	0
RACK	0	0	0	0	974	996	0	1500	504	494	0	0	0
PLT 014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. Karakteristik jenis *material* kursi *Yamato* adalah *dependent* dimana setiap komponennya tidak dapat berdiri sendiri karena bersifat rakitan, sehingga untuk perencanaan persediaan setiap komponennya harus saling berkesinambungan, karena hambatan yang terjadi pada satu komponen akan berpengaruh terhadap proses produksi. Maka PT. Chitose Indonesia Mfg memutuskan untuk selalu memiliki *safety stock* untuk setiap komponennya.

Daftar Pustaka

- [1] Blancard, Benjamin S., Logistic Engineering and Management, 4th ed, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- [2] Bowersox, Donald J., 2002, Manajemen Logistik : Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material, jilid I, II, Cetakan keempat, Bumi Aksara, Jakarta.
- [3] Lunn, Terry., 1992, MRP : Integrating Material Requirements Planning and Modern Business, Richard D. Irwin, Inc
- [4] Nur Bahagia, Senator, 2006, Sistem Inventori, Penerbit ITB, Bandung