

MODEL OPTIMASI PENGIRIMAN PRODUK COCA-COLA KE SALES CENTER (Studi Kasus: PT Coca-Cola Bottling Indonesia Sumatera Bagian Tengah)

Derisma¹, Alexie Herryandie²

^[2]Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas

^[1]Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas

Kampus Limau Manis, Pauh, Sumatra Barat, Padang, 25163

Email: thereism07@yahoo.co.id

ABSTRAK

Untuk memenuhi permintaan harian Sales Center terhadap produk Coca-Cola, Physical Distribution Manager PT CCBI Sumatera Bagian Tengah membuat rencana pengiriman yang rutin dilakukannya tiap hari. Pada tahap akhir perencanaan ditentukan jumlah dan jenis truk yang harus dialokasikan ke tiap-tiap Sales Center (SC). Selama ini pengalokasian dilakukan secara intuitif. Besarnya biaya pengiriman dan sulitnya pengambilan keputusan oleh manager mengidentifikasi bahwa pengambilan keputusan secara intuitif tidak dapat diandalkan. Oleh karena itu perlu digunakan suatu metode analisis yang mampu memberikan keputusan yang lebih baik dari kondisi sekarang. Penelitian ini mengembangkan model optimasi pengalokasian truk untuk pengiriman harian berbagai produk Coca-Cola ke masing-masing SC. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi identifikasi dan karakterisasi sistem, formulasi, verifikasi, parameterisasi, dan validasi model. Pengkajian karakteristik sistem menghasilkan pengembangan model optimasi dengan Pemrograman Bilangan Bulat. Penelitian ini menghasilkan model Pemrograman Bilangan Bulat dengan fungsi tujuan minimasi biaya pengiriman, serta fungsi kendala yang berkaitan dengan permintaan dan persediaan produk, daya angkut dan jumlah truk tersedia serta kendala bilangan bulat. Hasil validasi model menunjukkan bahwa total biaya pengiriman yang dihasilkan lebih rendah atau sama dengan biaya pengiriman aktual dan kendala permintaan, persediaan, ketersediaan truk, serta muatan truk dipenuhi sehingga dapat disimpulkan bahwa model valid.

Keywords : Model Optimasi, Alokasi Truk, Pemrograman bilangan bulat

ABSTRACT

To fulfill the daily demand of the Coca-Cola products in Sales Center, the Physical Distribution Manager PT CCBI Central Sumatra make delivery plan that is routinely done every day. At the end of the planning phase is determined the number and type of trucks that should be allocated to each Sales Center (SC). During this allocation is done intuitively. The amount of the shipping cost and difficulty of decision-making by managers identified that intuitive decision can not be used. Therefore it is necessary to use an analytical method that is able to provide a better decision than current conditions. This research developed an optimization model to allocated trucks for daily delivery of the various Coca-Cola products to each SC. The measurement included the identification and characterization systems, formulation, verification, parameterization, and model validation. Assessment result to the system characteristics pointed out that developed an optimization model with Integer Programming. The results of this study in the form of Integer Programming models with shipping cost minimization objective function, and constraint functions related to the demand and supply of products, capacity and number of truck available and integer constraints. Model validation results indicate that the resulting total cost of delivery is lower or equal to the actual shipping cost and constraints of demand, supply, the availability of trucks, as well as truck load can be achieved so it can be concluded that the model is valid.

Keywords: optimization models, truck allocation, integer programming

1. PENDAHULUAN

Mendefinisikan persoalan adalah kunci utama untuk memperoleh solusi yang tepat kepada persoalan yang dihadapi. Salah satu upaya mencapai solusi optimal adalah dengan memanfaatkan pemodelan sebagai alat bantu bagi pembuat keputusan. Pemodelan diperlukan karena dapat digunakan untuk memahami permasalahan yang kompleks, membuat abstraksi suatu realita sehingga lebih mudah dipahami dan dimengerti. Model tentu saja lebih sederhana namun tetap mampu mewakili sistem nyata yang ada. Kontribusi tulisan ini adalah bagaimana memodelkan persoalan pengiriman harian berbagai produk Coca-cola ke masing-masing SC. Secara matematis dengan memanfaatkan model optimasi teknik pemrograman linier.

Kebanyakan lokasi pelanggan atau pengguna barang berada jauh dari pabrik pembuatan barang. Oleh karena itu, seringkali diperlukan sistem penyimpanan yang bertingkat ganda (*multi level warehousing*) dengan persediaan yang bertingkat pula (*multi level inventory*). Dipandang dari segi distribusi, hal ini disebut sistem distribusi bertingkat ganda (*multi level or multiechelon distribution system*). (Indrajit, 2003). Biasanya dalam sistem distribusi ini biaya transportasi merupakan biaya yang cukup besar.

Pada tahun 1982, *National Council of Physical Distribution Management* melakukan studi mengenai biaya distribusi dalam sebagian besar perusahaan pabrikasi yang membuat barang jadi atau setengah jadi. Studi ini menunjukkan bahwa biaya distribusi untuk biaya seluruh perusahaan sebagai persentase dari penjualan adalah 8,62 %. Komponen terbesar dari biaya distribusi fisik adalah biaya transportasi barang jadi (3.32%), kemudian diikuti oleh penanganan persediaan (2.18%), penggudangan (1.92%), pemrosesan pesanan (0.72%), administrasi distribusi (0.42%), dan lain-lain (0.57%).

PT Coca-Cola Bottling Indonesia Central Sumatera (PT CCBI-CS) merupakan pemegang lisensi tunggal untuk membotolkan dan mendistribusikan produk-produk minuman berkarbonasi (*Carbonated Soft Drink*), Sunfill, Frestea, dan Ades dari *The Coca-Cola Company* (TCCC) di wilayah Sumatera Bagian Tengah. Dalam kegiatan pendistribusian produk-produk TCCC, perusahaan menggunakan pihak ketiga yang bermitra dengan CCBI yang disebut dengan *Third Party Logistic Provider* (penyedia jasa logistik pihak ketiga). *ogistic Provider* untuk Dept *Logistic & Distribution* terkait dengan 2 pihak. Pertama PT Andalas Surya Jaya (PT ASJ) selaku penyedia sarana angkutan dan kedua adalah tenaga kerja bongkar muat.

Sales Center (SC) adalah wilayah potensial untuk pendistribusian produk-produk Coca-Cola. Untuk mengantisipasi jumlah permintaan yang tidak tetap di tiap wilayah ini disediakan gudang khusus untuk produk-produk Coca-Cola. *Sales Center* yang menjadi wilayah pemasaran PT CCBI-CS adalah wilayah yang tersebar di kawasan Sumatera Bagian Tengah yaitu di Sumatera Barat, Riau dan Jambi. Metode pengiriman produk Coca-Cola ke Sales Center menggunakan metode *Delivery Requirement Planning* (DRP). DRP secara garis besar membutuhkan 2 tahap perhitungan. Pertama perhitungan dengan menggunakan formula matematis dan yang kedua menggunakan intuitif atau pengalaman dari manajer PD. Perhitungan pertama menghasilkan jumlah permintaan dari masing-masing SC sedangkan keputusan kedua adalah jenis dan jumlah truk yang harus dikirim ke masing-masing SC. Permasalahan muncul pada tahap kedua yaitu pada saat Manajer PD harus menentukan jenis dan jumlah truk yang harus dikirim ke masing-masing SC dengan banyaknya kendala yang harus dipenuhi. Kapasitas truk, jumlah truk, ukuran lot pengiriman, aturan penanganan produk saat transportasi, jumlah permintaan dan jumlah persediaan.

Manajer PD menginginkan bagaimana supaya semua permintaan terpenuhi dan produk selamat ditujuan, dengan biaya pengiriman semurah mungkin. Sedangkan PT ASJ dibatasi oleh jumlah dan kapasitas truk.

Paling tingginya biaya transportasi barang jadi dalam komponen biaya distribusi fisik dan sulitnya Manajer PD apalagi yang baru bertugas untuk mengambil keputusan secara tepat dan efisien dengan hanya mengandalkan ketajaman intuisi atau ‘perasaan’ saja, tanpa adanya pengalaman dan pengetahuan atas masalah tersebut sebelumnya melatarbelakangi perlunya disusun suatu model matematis untuk mengkombinasikan antara kendala dengan tujuan yang ingin dicapai sehingga didapatkan solusi optimal pengiriman produk Coca-Cola ke SC.

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1. Model

Model adalah representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu yang disepakati dari suatu sistem nyata. Sedangkan pemodelan adalah proses membangun atau membentuk sebuah model dari suatu sistem nyata dalam bahasa formal tertentu (Simatupang, 1999). Tahap-tahap umum proses pemodelan dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap (Simatupang, 1999):

1. Definisi masalah
2. Model konseptual
3. Formulasi model
4. Verifikasi model
5. Analisis dan solusi model
6. Validasi model
7. Implementasi model

Menurut Gaspersz (1996) alat-alat yang digunakan untuk menganalisis sistem adalah sebagai berikut:

- a. Model-model dalam pembuatan keputusan
Terdiri dari pembuatan keputusan di bawah resiko dan pembuatan keputusan di bawah kondisi ketidak pastian. Pembuatan keputusan di bawah resiko terjadi apabila pembuat keputusan tidak memiliki pengetahuan yang pasti tentang kejadian yang akan datang, tetapi ia dapat mengungkapkan kejadian-kejadian itu dalam bentuk penetapan nilai-nilai peluang atau probabilitas. Dalam kondisi ketidakpastian, nilai probabilitas tidak diketahui hanya hasil atau kegunaan saja yang diketahui dari setiap tindakan yang dipilih.
- b. Model-model untuk evaluasi proyek
Analisis proyek pada dasarnya merupakan suatu studi yang dilakukan secara komprehensif mencakup analisis pasar, studi teknik serta analisis ekonomi.
- c. Model-model inventori
Model-model inventori merupakan model penelitian operasional yang berguna untuk meminimumkan ongkos dalam kegiatan perencanaan dan pengendalian persediaan. Pada dasarnya masalah persediaan berkaitan dengan berapa banyak memesan suatu item dan kapan harus menambah inventori dari item itu.
- d. Model input-output
Model input-output sering dipergunakan dalam analisis sistem industri atau sistem ekonomi yang bersifat makro untuk mengkaji struktur keterkaitan antar sektor industri.
- e. Model-model optimasi
Model-model optimasi sering dipergunakan dalam perancangan dan operasi sistem untuk memperoleh hasil optimum. Di dalam analisis sistem, masalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mencapai hasil optimum sering mendapat perhatian utama. Teknik yang digunakan, misalnya dasar-dasar kalkulus differensial, teknik pemrograman linier, teknik pemrograman dinamik.

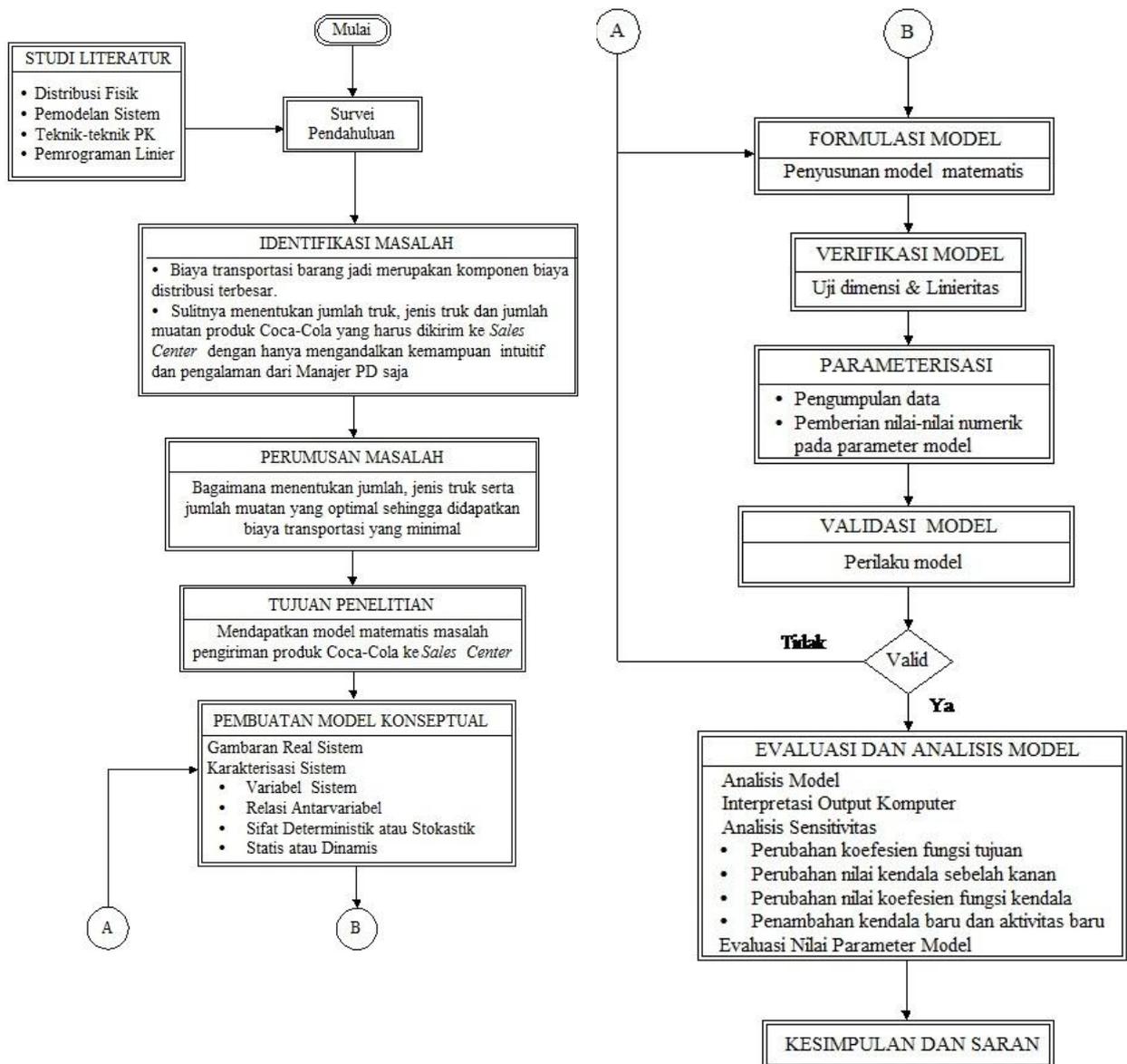
- f. Model pengukuran produktivitas
Produktivitas berkaitan dengan efisiensi dan efektivitas. Efisiensi berorientasi pada penghematan input dan efektivitas berorientasi pada derajat pencapaian sasaran (output).
- g. Model-model antrian
Pada dasarnya teori antrian adalah suatu studi yang berkaitan dengan perancangan dan operasi dari sistem pelayanan. Sebuah sistem pelayanan mencakup fasilitas pelayanan yang terdiri dari satu atau lebih pelayan yang akan memberikan jenis-jenis pelayanan khusus kepada pelanggan yang datang pada fasilitas itu. Oleh karena kapasitas dari fasilitas pelayanan itu terbatas, maka akan ada beberapa pelanggan yang harus menunggu sebelum dilayani. Pada dasarnya teori antrian merancang fasilitas pelayanan agar berfungsi secara optimum. Teknik optimasi yang digunakan adalah kalkulus *differensial*.
- h. Model-model jaringan
Model-model jaringan digunakan dalam menangani berbagai masalah manajemen proyek. Karena perlu adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan yang kompleks, saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain secara sistematis sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja.
- i. Model-model dalam pengendalian mutu terpadu
Dalam melaksanakan pengendalian mutu diperlukan beberapa hal yang berkaitan dengan pengoperasian struktur kerja, pendokumentasian yang efektif, memerlukan prosedur teknik dan manajerial yang terintegrasi, dimana semuanya akan dijadikan sebagai petunjuk dalam melaksanakan tindakan koordinasi terhadap tenaga kerja, mesin-mesin, informasi dan lainnya untuk memenuhi kepuasan konsumen serta mampu menekan ongkos pengendalian mutu pada tingkat yang rendah.
- j. Model-model peramalan
Manajemen sistem seringkali membutuhkan beberapa pengetahuan tentang keadaan yang akan datang. Pengetahuan ini diperoleh melalui peramalan kejadian-kejadian atau kondisi-kondisi di masa yang akan datang.
- k. Model-model untuk analisis sistem perawatan
Pada dasarnya perawatan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi, sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang sudah ada dan agak mirip dengan kasus ini telah dilakukan oleh Ali Azhar (2002), Penelitian ini bertujuan untuk menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, alternatif prioritas dan fungsi pencapaian dalam perencanaan investasi. Dari komponen optimasi tersebut dapat diperoleh model optimasi perencanaan investasi galangan kapal. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah optimasi perencanaan investasi galangan kapal dengan pendekatan programasi tujuan ganda. Model terdiri atas 5 variabel keputusan, 11 fungsi tujuan, 2 alternatif prioritas dan 11 fungsi pencapaian.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

4. ANALISA dan PEMBAHASAN

4.1. Karakterisasi sistem

Masalah pengiriman produk Coca-Cola melibatkan 3 komponen yaitu produk, truk dan SC. Karena terdapat 3 entitas, maka terdapat 3 indeks yaitu:

$$i = \text{SC}, j = \text{Jenis truk}, k = \text{Produk}$$

Gambaran sistemnya dapat dilihat pada Gambar .2 dan Gambar 3.

Tabel 1. List of factor

No	Atribut	Tipe	Simbol	Satuan
1	Quantity produk-k per palet	Input Parameter	Q_k	Case
2	Berat produk -k per case	Input Parameter	C_k	kg/case
3	Tonase truk -j	Input Parameter	K_j	Ton
4	Panjang truk-j	Input Parameter	p_j	Cm
5	Lebar truk-j	Input Parameter	l_j	Cm
6	Panjang produk-k	Input Parameter	p_k	Cm
7	Lebar produk-k	Input Parameter	l_k	Cm
8	Mak tumpukan produk-k	Input Parameter	T_k	Lapis
9	Ongkos kirim truk-j ke SC-i	Parameter	C_{ij}	Rp/unit truk
10	Jumlah truk-j yang digunakan untuk pengiriman ke SC-i	Variabel Keputusan	W_{ij}	unit (integer)
11	Kapasitas muatan produk-k dalam truk-j	Parameter	M_{jk}	pallet/unit truk
12	Jumlah truk-j yang terpakai oleh produk-k untuk pengiriman ke SC-i	Variabel keputusan	X_{ijk}	unit (desimal)
13	Jumlah permintaan produk-k oleh SC-i	Variabel Input	D_{ik}	case, pallet
14	Jumlah persediaan produk-k	Variabel Input	S_k	case, pallet
15	Jumlah truk-j tersedia	Variabel Input	J_j	unit truk

Karena tujuan perusahaan adalah meminimalkan total biaya transportasi untuk setiap hari secara terpisah dan keputusan harus dibuat setiap hari, maka skala waktu yang dipakai adalah hari. Selama selang waktu ini nilai parameter dan variabel input tetap sebelum didapatnya solusi pemecahan. Oleh model bersifat statis.

Variabel input dalam model ini adalah jumlah permintaan, jumlah persediaan dan jumlah truk yang tersedia. Nilai-nilai jumlah permintaan, jumlah persediaan diperoleh dari sistem DRP yang ada dan jumlah truk diperoleh dari PT ASJ. Nilai-nilai ini tidak bervariasi, misalnya jumlah permintaan terhadap produk Coke 6.5 oz diramalkan sebanyak 3 pallet dan akan menjadi bervariasi jika jumlah permintaan terhadap produk Coke 6.5 oz diramalkan kira-kira sebanyak 2 sampai 5 pallet. Fluktuasi jumlah permintaan tidak akan berpengaruh terhadap model. Tinggi atau rendahnya jumlah permintaan, model tetap bisa digunakan, pengaruhnya dapat dilihat ketika mencari solusi model. Jika permintaan tinggi sedangkan jumlah persediaan dan truk tidak mencukupi solusi tidak akan layak (*feasible*). Dapat dikatakan bahwa sistem bersifat deterministik.

Dari gambaran nyata sistem, Gambar 2 dan Gambar 3, relasi antar variabel dan alat-alat yang digunakan untuk menganalisa sistem yang dikemukakan oleh Gaspersz (1996) maka model-model optimasi dengan teknik Pemrograman Linier dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan ini. Karena variabel keputusannya adalah jumlah truk yang merupakan bilangan bulat, maka dalam penelitian ini dikembangkan model optimasi dengan Pemrograman Bilangan Bulat.

4.2. Formulasi

a. Variabel Keputusan

Keputusan yang dihadapi manajemen dalam masalah ini ada 2. Pertama, berapa jumlah optimal truk serta jenisnya yang harus digunakan untuk pengiriman produk Coca-Cola ke tiap-tiap SC. Variabel keputusan ini dinotasikan dengan W_{ij} . Nilai W_{ij} harus bilangan bulat, karena truk adalah barang jasa yang berfungsi dalam bentuk utuh (satu kesatuan). Keputusan kedua, untuk mengetahui berapa persentase truk yang terpakai oleh

tiap produk, ditiap-tiap SC. Variabel ini dinotasikan dengan X_{ijk} . Nilai X_{ijk} dalam bentuk nilai desimal.

W_{ij} = Jumlah truk-j yang digunakan untuk pengiriman ke SC-i

X_{ijk} = Jumlah truk-j yang terpakai oleh produk-k untuk pengiriman ke SC-i

b. Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai perusahaan adalah meminimumkan total biaya pengiriman produk Coca-Cola ke SC. Biaya pengiriman akan dikenakan per truk per SC, tidak peduli apapun jenis produk di dalam truk tersebut.

$$\text{Minimumkan } Z = C_{11}.W_{11} + C_{21}.W_{21} + \dots + C_{mn}.W_{mn}$$

Atau disederhanakan menjadi bentuk:

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}.W_{ij} \quad (1) \quad (4.1)$$

$i=1 \dots m$, dimana m = jumlah SC-i

$j=1 \dots n$, dimana n = jumlah truk-j

c. Kendala-kendala Model

Masalah pengiriman produk Coca-Cola ke SC dibatasi oleh jumlah persediaan produk di WH, jumlah permintaan di tiap-tiap SC dan jumlah truk yang tersedia pada hari perencanaan.

1. Kendala permintaan

Jumlah produk yang dikirim ke tiap-tiap SC harus lebih besar atau sama dengan jumlah permintaan tiap-tiap SC.

$$\sum_{j=1}^n M_{jk}.X_{ijk} \geq D_{ik} \quad (2)$$

M_{jk} adalah parameter yang menyatakan kapasitas muatan produk-k dalam truk-j, karena tiap jenis produk memiliki jumlah muatan yang berbeda pada jenis truk yang berbeda pula. Jumlah muatan ini harus memenuhi 2 aturan:

Produk yang dimuat ke dalam truk tidak boleh melebihi tonase maksimum truk.

$$B_k = Q_k.C_k \quad (3)$$

B_k = Berat produk-k per pallet

$$M_{jk(1)} = \frac{K_j}{B_k} * 1000 \quad (4)$$

Tinggi tumpukan produk yang telah dimuat ke dalam truk tidak boleh melebihi maksimum tinggi tumpukan yang diperbolehkan.

$$A_j = p_j.l_j \quad (5)$$

A_j = Luas alas truk-j

$$A_k = p_k.l_k \quad (6)$$

A_k = Luas alas case produk-k

$$L_{kj} = \frac{A_j}{A_k} \quad (7)$$

L_{kj} = Jumlah muatan truk-j oleh produk-k per lapis

$$M_{jk(2)} = \frac{L_{kj}}{Q_k} * T_k \quad (8)$$

$M_{jk(2)}$ = Kapasitas muatan produk-k dalam truk-j berdasarkan aturan 2

Kedua aturan tersebut harus dipenuhi. Untuk menentukan jumlah muatan yang memenuhi 2 aturan tersebut maka dipilih aturan yang memberikan nilai terkecil atau sama.

$$\text{Jika } M_{jk(1)} > M_{jk(2)} \text{ pilih } M_{jk(2)} \quad (9) \quad (4.9)$$

$$\text{Jika } M_{jk(1)} < M_{jk(2)} \text{ pilih } M_{jk(1)} \quad (10) \quad (4.10)$$

$$\text{Jika } M_{jk(1)} = M_{jk(2)} \text{ pilih } M_{jk(1)} \text{ atau } M_{jk(2)} \quad (11)$$

2. Kendala persediaan

Total pengiriman tiap jenis produk ke seluruh SC tidak boleh melebihi jumlah persediaan yang ada di WH. Karena tidak akan ada pengiriman jika di WH tidak ada persediaan.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{jk} \cdot X_{ijk} \leq S_k \quad (12)$$

3. Kendala muatan truk

Jumlah truk-j yang terpakai oleh semua produk untuk pengiriman ke SC-i harus bilangan bulat dan terisi penuh.

$$\sum_{k=1}^o X_{ijk} = W_{ij}$$

$$\text{atau } \sum_{k=1}^o X_{ijk} - W_{ij} = 0 \quad (13)$$

W_{ij} bilangan bulat untuk semua i,j

4. Kendala jumlah truk

Jumlah truk-j yang digunakan untuk pengiriman ke seluruh SC tidak boleh melebihi jumlah truk-j tersedia.

$$\sum_{i=1}^m W_{ij} \leq J_j \quad (14)$$

5. Kendala non negatif

$$X_{ijk} \geq 0 \text{ untuk semua } i,j,k \quad (15)$$

$$W_{ij} \geq 0 \text{ untuk semua } i,j \quad (16)$$

4.3. Verifikasi

Verifikasi dilakukan dengan uji dimensi dan uji linieritas. Pemeriksaan dilakukan pada sisi sebelah kiri dan sisi sebelah kanan. Jika dimensi sebelah kiri tidak sama dengan sisi sebelah kanan maka persamaan tersebut salah dan harus diperbaiki lagi. Uji linieritas dilakukan setelah model diparameterisasi.

- $$12X_{3gT} + 10X_{3gE} + 6X_{3gC} \geq 1$$
- 14) $12X_{3hT} + 10X_{3hE} + 6X_{3hC} \geq 1$
 - 15) $12X_{3iT} + 10X_{3iE} + 6X_{3iC} \geq 1$
 - 16) $17X_{1aT} + 14X_{1aE} + 9X_{1aC} + 17X_{2aT} + 14X_{2aE} + 9X_{2aC} \leq 39$
 - 17) $17X_{1bT} + 14X_{1bE} + 8X_{1bC} \leq 32.56$
 - 18) $17X_{1cT} + 14X_{1cE} + 7X_{1cC} + 17X_{2cT} + 14X_{2cE} + 7X_{2cC} + 17X_{3cT} + 14X_{3cE} + 7X_{3cC} \leq 77$
 - 19) $17X_{1dT} + 14X_{1dE} + 7X_{1dC} + 17X_{2dT} + 14X_{2dE} + 7X_{2dC} + 17X_{3dT} + 14X_{3dE} + 7X_{3dC} \leq 43$
 - 20) $26X_{3eT} + 22X_{3eE} + 14X_{3eC} \leq 2.82$
 - 21) $12X_{3fT} + 10X_{3fE} + 6X_{3fC} \leq 46.91$
 - 22) $12X_{3gT} + 10X_{3gE} + 6X_{3gC} \leq 7.95$
 - 23) $12X_{3hT} + 10X_{3hE} + 6X_{3hC} \leq 56.90$
 - 24) $12X_{3iT} + 10X_{3iE} + 6X_{3iC} \leq 3.75$
 - 25) $X_{1aT} + X_{1bT} + X_{1cT} + X_{1dT} - W_{1T} = 0$
 - 26) $X_{2aT} + X_{2cT} + X_{2dT} - W_{2T} = 0$
 - 27) $X_{3cT} + X_{3dT} + X_{3eT} + X_{3fT} + X_{3gT} + X_{3hT} + X_{3iT} - W_{3T} = 0$
 - 28) $X_{1aE} + X_{1bE} + X_{1cE} + X_{1dE} - W_{1E} = 0$
 - 29) $X_{2aE} + X_{2cE} + X_{2dE} - W_{2E} = 0$
 - 30) $X_{3cE} + X_{3dE} + X_{3eE} + X_{3fE} + X_{3gE} + X_{3hE} + X_{3iE} - W_{3E} = 0$
 - 31) $X_{1aC} + X_{1bC} + X_{1cC} + X_{1dC} - W_{1C} = 0$
 - 32) $X_{2aC} + X_{2cC} + X_{2dC} - W_{2C} = 0$
 - 33) $X_{3cC} + X_{3dC} + X_{3eC} + X_{3fC} + X_{3gC} + X_{3hC} + X_{3iC} - W_{3C} = 0$
 - 34) $W_{1T} + W_{2T} + W_{3T} \leq 12$
 - 35) $W_{1E} + W_{2E} + W_{3E} \leq 9$
 - 36) $W_{1C} + W_{2C} + W_{3C} \leq 6$
- $X_{ijk} \geq 0$ untuk semua i, j, k
 $W_{ij} \geq 0$ dan bulat untuk semua i, j
 $i = 1, 2, \dots, m$ $j = 1, 2, \dots, n$ $k = 1, 2, \dots, o$

Baris 1) adalah fungsi tujuan, baris 2) s/d 15) menunjukkan kendala permintaan, baris 16) s/d 24) menunjukkan kendala persediaan, baris 25) s/d 33) menunjukkan kendala muatan truk dan baris 34) s/d 36) menunjukkan kendala truk tersedia.

4.4. Validasi model

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa untuk 3 hari rencana pengiriman diperoleh total biaya pengiriman model lebih rendah dibanding dengan aktual. Oleh karena itu model dinilai valid.

Tabel 2. Perbandingan Biaya Solusi Model dengan Aktual

Tanggal	Model	Aktual
16 -02-2004	15,684,000	16,027,000
17 -02-2004	5,338,500	5,338,500
18 -02-2004	17,390,500	17,390,500

4.5. Evaluasi dan Analisis model

Secara umum model optimasi pengiriman produk Coca-Cola ke *Sales Center* ini diperoleh melalui 3 tahap yaitu pertama merumuskan persoalan ke dalam model matematis, kedua mencari pemecahan dan ketiga menginterpretasi dan menganalisis hasil pemecahan. Model optimasi pengiriman produk Coca-Cola ke *Sales Center* yang dikembangkan ini dapat meminimumkan total ongkos pengiriman, terpenuhinya *Sales Center Stock Availability* dan digantinya pengambilan keputusan secara intuitif dengan matematis.

5. KESIMPULAN

1. Rumusan model optimasi pengiriman produk Coca-Cola ke *Sales Center* adalah :

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot W_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Kendala : } \sum_{j=1}^n M_{jk} \cdot X_{ijk} \geq D_{ik} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{jk} \cdot X_{ijk} \leq S_k \quad (12)$$

$$\sum_{k=1}^o X_{ijk} - W_{ij} = 0 \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m W_{ij} \leq J_j \quad (14)$$

$$X_{ijk} \geq 0 \text{ untuk semua } i, j, k \quad (15)$$

$$W_{ij} \geq 0 \text{ dan bulat untuk semua } i, j \quad (16)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 1, 2, \dots, o$$

2. Pemrograman linier bulat dapat dijadikan sebagai alat pengambilan keputusan bagi pihak manajemen.
3. Sebaiknya PT ASJ mengevaluasi kembali jumlah truk yang dimilikinya sekarang agar mencukupi kebutuhan PT CCBI-CS namun tidak berlebihan yang menyebabkan utilitasnya rendah.
4. Sebaiknya dibuatkan perangkat lunak khusus untuk model optimasi pengiriman produk Coca-Cola ke *Sales Center* ini.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimaka kasih kepada Dewan Redaksi JTI-UBH terutama para reviewer yang telah memberikan saran dan masukan terhadap paper ini dan kepada Dr. Alexie Herryandie selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingannya.

7. DAFTAR PUSTAKA

Azhar, Ali, *Model Optimasi Perencanaan Investasi Galangan Kapal Dengan Pendekatan Programasi Tujuan Ganda*. Makara, Teknologi, Vol. 6, NO. 3. 2002

Gaspersz, V., *Analisis Sistem Terapan: Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*, Tarsito, Bandung, 1996.

Indrajit, D., *Manajemen Persediaan*, PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta, 2003.

Simatupang, T.M., *Pemodelan Sistem*, PT. Gramedia Pustaka Utama, 1999.