



## OPTIMALISASI MASALAH TRANSPORTASI DENGAN PROGRAM SOLVER DI BAGIAN DISTRIBUSI FROZEN VEGETABLE

Andry Sasongko<sup>✉</sup>, Dwijanto, Riza Arifudin

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 lantai 1 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Januari 2012  
Disetujui Februari 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

*Keywords:*  
Biaya Pendistribusian  
Optimalisasi  
Program Solver  
Transshipment

### Abstrak

Masalah transshipment adalah masalah transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang dengan cara tidak langsung, di mana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain sebelum mencapai tujuan akhir. Pada penelitian ini, digunakan Program Solver dalam membantu penyelesaian masalah transshipment yang melibatkan banyak titik distribusi, karena akan sulit diselesaikan secara manual. Artikel ini mengkaji hasil transshipment model dari proses pendistribusian barang di PT Java Agritech dengan menggunakan program Solver, perbandingan hasil transshipment model dari proses pendistribusian barang di perusahaan ini dengan transshipment model yang menggunakan program Solver dan optimalitas penerapan transshipment model yang diterapkan di perusahaan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data sekunder yang diperoleh dari perusahaan. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa selisih biaya pendistribusian untuk seluruh produk frozen vegetable dengan menggunakan program Solver adalah sebesar Rp 3.348.780,- dan setelah dilakukan kebijakan lanjutan biaya yang harus dikeluarkan menjadi sebesar Rp 2.812.785,- lebih kecil dibandingkan biaya sebelumnya sebesar Rp 3.654.580,-. Ini berarti terdapat selisih antara biaya pendistribusian yang menggunakan Program Solver dengan biaya pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan ini sebesar Rp 841.795,-. Jadi biaya pendistribusian masih dapat diminimalkan sebesar 23,03%.

### Abstract

Transshipment problem is a transportation problem that allows for delivery of goods in an indirect way, where goods from a source can be on any other source before it reaches its final destination. In this study, it was used the Solver program to help to solve problems involving the transshipment of many points of distribution which will be difficult to resolve manually. In this article, it was discussed about transshipment model of the process of distributing goods in the PT Java Agritech with using the Solver program. It was compared between the transshipment model of the process of distributing goods in this company and the transshipment model using the Solver program. The transshipment is the application of the model is applied in company is optimum. Retrieval of data in this study performed using a secondary data obtained from the company. Based on the results of research and discussion can be concluded that the difference in distribution costs for the entire frozen vegetable products using the Solver program amounted to USD 3.34878 million, - and after further policy costs amounted to Rp 2,812,785, - smaller than the previous cost Rp 3.65458 million, -. This means there is a difference between the charge distribution using the Solver program distribution costs made by the company amounting to Rp 841 795, -. So the cost of distribution can still be minimized by 23.03%.

## Pendahuluan

Matematika sebagai dasar dan sarana ilmu-ilmu lain memunculkan berbagai aplikasi dari matematika dalam persoalan kehidupan sehari-hari. Salah satu penerapan matematika yang digunakan untuk menyederhanakan masalah ke dalam bentuk matematika adalah Riset Operasi. Riset Operasi (RO) adalah teknik pemecahan masalah dalam pengambilan keputusan dengan memanfaatkan pengetahuan ilmiah melalui usaha kelompok antar disiplin yang bertujuan untuk menentukan penggunaan terbaik sumber daya yang terbatas (Mulyono, 2004).

Program Linear merupakan salah satu metode yang banyak digunakan di bidang industri, transportasi, perdagangan, perkebunan, periklanan, teknik. Salah satu penerapan program linear pada distribusi barang mempunyai tujuan berupa memaksimalkan profit atau meminimumkan ongkos yang harus dikeluarkan. Adapun masalah transshipment itu sendiri adalah masalah transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang dengan cara tidak langsung, di mana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain sebelum mencapai tujuan akhir (Dimiyati & Dimiyati, 1999 : 146).

PT. Java Agritech adalah perusahaan yang bergerak dalam industri pengolahan sayur atau buah mentah menjadi sayur atau buah beku yang biasa disebut produk frozen vegetable. PT. Java Agritech mengirimkan produk-produknya ke agen-agen yang tersebar di berbagai kota dengan tujuan untuk mempercepat proses pendistribusian. Agen-agen yang terletak di berbagai kota merupakan titik-titik transit produk-produk sebelum sampai pada tempat tujuan. Untuk penyelesaian masalah ini digunakan program Solver yang berada di bawah program Excel. Solver merupakan fasilitas bawaan dari Excel yang memungkinkan pengguna untuk menyelesaikan kasus-kasus optimasi dengan menggunakan spread sheet dengan cara yang lebih mudah. Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengkaji lebih lanjut tentang optimalisasi masalah transportasi dan aplikasinya dengan program solver di bagian distribusi frozen vegetable PT. Java Agritech yaitu dengan tujuan untuk mengetahui berapa biaya transshipment model dari proses pendistribusian barang di PT. Java Agritech dengan menggunakan program Solver; membandingkan

hasil transshipment model dari proses pendistribusian barang dengan transshipment model yang menggunakan program Solver; dan mengetahui optimal atau tidaknya transshipment model yang diterapkan.

## Metode Penelitian

Pemimpin militer Inggris mengandalkan riset operasi dalam membuat suatu keputusan operasional yang penting pada proyek manajemen radar ada masa awal perang 1939 dan hasilnya memuaskan (Hilier and Lieberman, 1990). Setelah perang, keberhasilan kelompok-kelompok penelitian operasi-operasi di bidang militer menarik perhatian para industriawan yang sedang mencari penyelesaian terhadap masalah-masalah yang rumit.

## Riset Operasi

Riset operasi merupakan pengambilan keputusan dengan memanfaatkan pengetahuan ilmiah melalui usaha kelompok antar disiplin yang bertujuan untuk menentukan penggunaan terbaik sumber daya yang terbatas. Model riset operasi berkaitan dengan data deterministik biasanya jauh lebih sederhana dari pada yang melibatkan data probabilistic (Taha, 1997). Model lain dalam riset operasi selain program linear antara lain Dynamic Programming, Network Analysis, Markov Chain, Games Theory, Non Linear Programming, dan Integer Programming (Suyitno H, 1997).

Jika riset operasi akan digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan, maka harus dilakukan lima langkah sebagai berikut: (1) Memformulasikan persoalan; (2) Mengobservasi sistem; (3) Memformulasikan model matematis dari persoalan yang dihadapi; (4) Mengevaluasi model dan menggunakannya untuk prediksi; (5) Mengimplementasikan hasil studi.

## Program Linear

Program linear menggunakan model matematis untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Sifat "linear" berarti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linear, sedangkan kata "program" merupakan sinonim untuk perencanaan. Dengan demikian program linear adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik di antara seluruh alternatif yang fisibel (Dimiyati dan Dimiyati, 1999: 17). Permasalahan optimasi meliputi pemaksimalan atau meminimuman suatu fungsi tujuan yang dibatasi oleh berbagai

kendala keterbatasan sumber daya dan kendala persyaratan tertentu yang harus dipenuhi. Program linear juga dapat digunakan dalam pemecahan masalah-masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas.

Menurut Hardi Suyitno (1997) pemecahan masalah program linear melalui tahap-tahap sebagai berikut: (1)Memahami masalah di bidang yang bersangkutan; (2)Menyusun model matematika; (3)Menyelesaikan model matematika (mencari jawaban model; (4)Menafsirkan jawaban model menjadi jawaban atas masalah yang nyata.

### Transportasi

Metode transportasi membahas masalah pendistribusian suatu barang dari sejumlah sumber (supply) ke sejumlah tujuan

(destination, demand), dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan yang terjadi (Dimiyati dan Dimiyati, 1999). Selain untuk mengatur distribusi pengiriman barang, metode transportasi juga dapat digunakan untuk masalah lain, seperti penjadwalan dalam proses produksi agar memperoleh total waktu proses pengerjaan terendah, penempatan persediaan agar mendapatkan total biaya persediaan terkecil, atau pembelanjaan modal agar mendapatkan hasil investasi yang terbesar. Dalam kaitannya dengan perencanaan fasilitas, metode transportasi dapat digunakan untuk memilih suatu lokasi yang dapat meminimalkan total biaya operasi.

Model transportasi adalah suatu gambaran yang dituangkan ke dalam bentuk model matematika dari sebuah kasus transportasi yang dapat membantu kita untuk berpikir secara cepat dan sistematis mengenai kasus tersebut.

Tabel untuk model transportasi atau tabel algoritma transportasi dapat disusun seperti Tabel 1.

**Tabel 1. Tabel Model Transportasi**

Tujuan Sumber	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	...	T <sub>j</sub>	...	T <sub>n</sub>	Kapasitas
A <sub>1</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	...	C <sub>1j</sub>	...	C <sub>1n</sub>	a <sub>1</sub>
	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>		X <sub>1j</sub>		X <sub>1n</sub>	
A <sub>2</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>		C <sub>2j</sub>		C <sub>2n</sub>	a <sub>2</sub>
	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>		X <sub>2j</sub>		X <sub>2n</sub>	
⋮							
A <sub>i</sub>	C <sub>i1</sub>	C <sub>i2</sub>		C <sub>ij</sub>		C <sub>in</sub>	a <sub>i</sub>
	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>		X <sub>ij</sub>		X <sub>in</sub>	
⋮							
A <sub>m</sub>	C <sub>m1</sub>	C <sub>m2</sub>		C <sub>mj</sub>		C <sub>mn</sub>	a <sub>m</sub>
	X <sub>m1</sub>	X <sub>m2</sub>		X <sub>mj</sub>		X <sub>mn</sub>	
Permintaan	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	...	t <sub>j</sub>	...	t <sub>n</sub>	Persyaratan samping

Keterangan :

A<sub>i</sub> : Tempat asal ke-i

T<sub>j</sub> : Tempat tujuan ke-j

a<sub>i</sub> : Kapasitas (persediaan) barang di tempat asal ke-i

t<sub>j</sub> : Permintaan tempat tujuan ke-j

c<sub>ij</sub> : Biaya pengiriman per unit barang dari tempat asal (i) ke tempat tujuan (j)

X<sub>ij</sub> : Banyaknya unit barang yang dikirim dari

A<sub>i</sub> ke T<sub>j</sub>

Persyaratan samping adalah :

$$\sum a_i = \sum t_j, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$$

Dengan demikian, formulasi program linearnya adalah sebagai berikut :

Minimumkan :

Berdasarkan pembatas :

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = t_j, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ untuk keseluruhan.}$$

Suatu model transportasi dikatakan seimbang apabila total supply (kapasitas) sama dengan total demand (permintaan). Dengan kata lain:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n t_j$$

Model transportasi, pada saat dikenalkan pertama kali, diselesaikan secara manual dengan menggunakan algoritma yang dikenal dengan algoritma transportasi. Pertama, diagnosis masalah dimulai dengan pengenalan sumber, tujuan, parameter dan variabel. Kedua, seluruh informasi tersebut kemudian dituangkan ke dalam matriks transportasi. Ketiga, setelah matriks transportasi terbentuk kemudian dimulai menyusun tabel awal. Ada tiga metode untuk menyusun tabel awal, yaitu : (1)Metode Sudut Barat Laut atau North West Corner Method (NWC); (2) Metode Biaya Terkecil atau Least Cost Method; (3) VAM atau Vogell's Aproximation Method; (4) Metode Inspeksi. Keempat, setelah penyusunan tabel awal selesai maka sebagai langkah selanjutnya adalah pengujian optimalitas tabel untuk mengetahui apakah biaya distribusi total telah minimum. Ada dua macam model pegujian optimalitas algoritma transportasi, yaitu : (1) Stepping Stone Method; (2) MODI atau

Modified Distribution Method. Kelima, atau langkah terakhir adalah revisi tabel bila dalam langkah keempat terbukti bahwa tabel belum optimal atau biaya distribusi total masih mungkin diturunkan lagi. Dengan demikian, langkah kelima ini tidak akan dilakukan apabila pada langkah keempat telah membuktikan bahwa tabel telah optimal.

### Program Komputer Solver

Solver adalah program tambahan yang berada di bawah program Excel. Program Solver ini berisi perintah-perintah yang berfungsi untuk melakukan analisis terhadap masalah optimasi. Kalau kita instal Microsoft Excel tidak secara otomatis Solver ini terinstal, jadi harus diinstal secara khusus setelah program Excel terinstal pada komputer. Program Solver ini cukup baik untuk menyelesaikan masalah optimasi. Untuk menjalankan programnya juga sederhana, terutama bagi yang sudah dapat menggunakan program Excel (Dwijanto, 2008).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data pengiriman *frozen vegetable* dalam 1 bulan. Produk *frozen vegetable* yang menjadi objek penelitian di antaranya *sweet potato*, *french bean* dan mangga beku. Produk-produk tersebut dikemas dalam box khusus yang dapat menjaga suhu dingin, untuk setiap box berisi satu jenis produk dengan berat masing-masing 20 kg.

Pengiriman produk-produk *frozen vegetable* dilakukan sebulan sekali melalui agen-agen sebelum dikirim ke tempat tujuan. Agen-agen untuk Pasaran domestik terletak di Jakarta, Semarang, dan Bandung, sedangkan tujuan pengirimannya ada 10 Agen.

Dari data tersebut disusun alur pengiriman barang dari pabrik sampai ke tempat tujuan pengiriman. Data-data pendistribusian produk *frozen vegetable* pada bulan April 2011 diberikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Tabel Jumlah produksi ( Bulan April 2011)

Pabrik	Jenis Produk						Jumlah	
	<i>Sweet potato</i>		Mangga		<i>French bean</i>		Dalam Kg	Box
	Dalam kg	Box	Dalam Kg	Box	Dalam Kg	Box		
<b>Jumlah</b>	6600	330	4800	240	600	30	12000	600



**Tabel 3.** Tabel Jumlah Permintaan Barang untuk Setiap Tujuan ( Bulan April 2011)

Kota Tujuan	Jenis Produk						Jumlah	
	Sweet Potato		Mangga		French Bean			
	Kg	boks	Kg	Boks	Buah	boks	Buah	Boks
Semarang	500	25	440	22	60	3	1000	50
Pekalongan	300	15	460	23	40	2	800	40
Tegal	1000	50	500	25	100	5	16000	80
Cirebon	1100	55	600	30	100	5	1800	90
Indramayu	440	22	400	20	60	3	900	45
Bandung	560	28	300	15	40	2	900	45
Tasikmalaya	600	30	840	42	60	3	1500	75
Purwakarta	760	48	200	20	40	2	1000	70
Jakarta	600	30	560	23	140	2	1500	55
Tangerang	540	27	400	20	60	3	1000	50
Jumlah	6600	330	4800	240	600	30	12000	600

Biaya pendistribusian produk ke setiap kota transit telah ditentukan dari agen yang bertugas menyalurkan produk frozen vegetable ke setiap kota transit

6) Indramayu; 7) Tasikmalaya; 8) Purwakarta; 9) Jakarta; 10) Tangerang. Diketahui Jarak pabrik dengan agen transit di Semarang adalah 3 Km, dengan agen transit di Bandung 364 Km, sedangkan dengan agen transit di Jakarta

**Tabel 4.** Tabel Biaya (rupiah) Pengiriman ke Tempat Tujuan

Asal	Kota tujuan	Biaya per box
<b>Pabrik</b>	Semarang	313
	Bandung	2.938
	Jakarta	3.748
<b>Semarang</b>	1	1.360
	2	4.976
	3	5.084
	4	5.239
<b>Bandung</b>	4	4.179
	5	1.433
	6	4.593
	7	5.391
<b>Jakarta</b>	7	13.057
	8	2.871
	9	909
	10	1.100

$$\text{Biaya} = \frac{\left(\frac{\text{Jarak}}{5} \times 4500\right) + \text{konsumsi} + \text{operasional}}{\text{kapasitas armada}}$$

Biaya pendistribusian per box dari kota transit sampai ke setiap tujuan dihitung dalam rupiah per box yaitu dapat dilihat dari Tabel 4

Angka pada kolom 1 sampai 10 adalah nama kota tujuan pengiriman: 1) Semarang; 2) Pekalongan; 3) Tegal; 4) Cirebon; 5) Bandung;

adalah 544 Km.

Biaya total pendistribusian produk frozen vegetable ke tempat tujuan pada Bulan April 2011 adalah sebesar Rp 3.654.580,-

Masalah Transshipment ini apabila diselesaikan dengan Program Solver, maka kita memberikan nilai M yang cukup besar, misalnya 100.000. Untuk menyelesaikan masalah dibuat tabel awal untuk seluruh produk berupa tabel persiapan di lembar kerja Excel seperti Gambar 1.

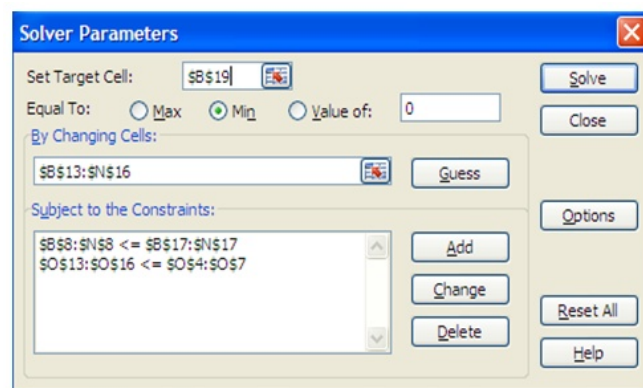
Excel spreadsheet showing the initial data table for a transportation problem. The formula bar at the top shows `=SUMPRODUCT(B4:N7,B13:N16)`. The spreadsheet contains data for initial costs, capacities, and a 'Pengiriman Barang' section with zeroed-out values.

Gambar 1. Persiapan Tabel Awal pada Lembar Kerja *Excel*

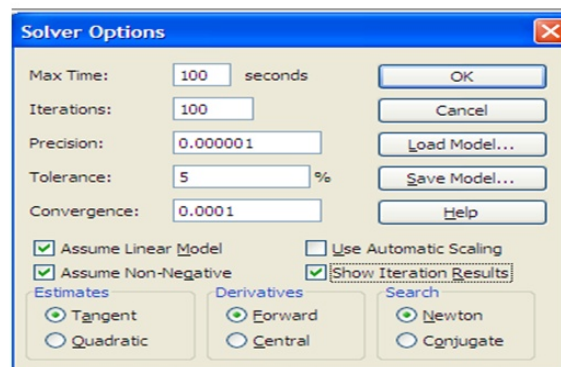
Biaya pengiriman merupakan kelipatan yang seletak antara banyaknya barang yang dikirim dengan jarak pengiriman. Oleh karena itu pada sel B19 dituliskan formula “=SUMPRODUCT(B4:N7,B13:N16)”. Setelah

Parameter dan isikan menu-menu yang ada di dalamnya seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Selanjutnya dengan memilih menu options pada Solver Parameter dan mengisi keterangan seperti Gambar 3.



Gambar 2. Solver Parameter



Gambar 3. Solver Options

persiapan tabel awal selesai, kemudian Solver dijalankan maka akan keluar menu Solver

Biaya pengiriman yang optimal adalah biaya terendah yang dikeluarkan oleh

lokasi	Kota tujuan										Kapasitas
	SMG	BDG	JKT	1	2	3	4	5	6	7	
Pabrik	200.00	200.00	200.00								600.00
SMG				50.00	40.00	80.00	30.00				200.00
BDG							60.00	45.00	45.00	50.00	200.00
JKT										25.00	200.00
permin taar	200.00	200.00	200.00	50.00	40.00	80.00	90.00	45.00	45.00	75.00	50.00

**Gambar 4.** Gambar Tabel data *Alokasi* Pengiriman Barang Berdasarkan Kebijakan PT. Java Agritech(Semua Produk *frozen vegetable*) dalam excel

perusahaan untuk mendistribusikan barang. Alur pengiriman barang yang telah dilakukan perusahaan untuk mendistribusikan barang dengan biaya pendistribusian barang sebesar Rp 2.812.785,-

Dari tabel pada Gambar 4 jika dimasukkan ke dalam program Solver akan menghasilkan alur pendistribusian seperti pada Gambar 5.

dihemat kembali dengan cara melakukan kebijakan lebih lanjut, karena melihat beberapa lokasi tujuan pemasaran yang dilewati oleh distributor perusahaan saat mengirimkan barang ke beberapa kota transit, yaitu ketika hendak mengirimkan produk ke agen Bandung maka distributor perusahaan melewati lokasi konsumen yang terletak di kota Cirebon sehingga Produk langsung dikirimkan ke

lokasi	Kota tujuan										Kapasitas
	SMG	BDG	JKT	1	2	3	4	5	6	7	
Pabrik	260.00	165.00	175.00								600.00
SMG				50.00	40.00	80.00	90.00				260.00
BDG								45.00	45.00	75.00	165.00
JKT										70.00	175.00
permin taar	260.00	165.00	175.00	50.00	40.00	80.00	90.00	45.00	45.00	75.00	50.00

**Gambar 5.** Gambar Tabel Alokasi Pengiriman Barang Berdasarkan Program *Solver* (Semua Produk *frozen vegetables*) dalam Excel

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat diketahui bahwa pengalokasian barang menurut kebijakan perusahaan belum optimal, karena pengalokasian barang pada masalah transshipment yang menggunakan Program Solver menghasilkan biaya distribusi yang lebih kecil.

Dari kebijakan perusahaan, biaya yang diperlukan untuk mendistribusikan produk frozen vegetable sebesar Rp 3.654.580,- sedangkan hasil analisis dengan Program Solver di atas diperoleh biaya pendistribusian untuk seluruh produk frozen vegetables (Sweet potato, Mangga dan French bean) dengan menggunakan program Solver adalah sebesar Rp 3.348.780,-. Biaya di atas masih dapat

konsumen di Kota Cirebon tanpa melalui agen, kebijakan semacam ini dapat menghemat biaya sebesar Rp 471.510,- dan saat hendak mengirimkan produk ke agen Jakarta distributor perusahaan akan melewati Indramayu menghemat biaya sebesar Rp 64.485,- jadi biaya masih dapat di hemat lagi sebesar Rp 535.995,- maka jika perusahaan mengambil kebijakan seperti pada penelitian kali ini, biaya pendistribusian produk hanya sebesar Rp 2.812.785,-. Dengan menggunakan analisis di atas biaya dan proses pendistribusian barang di PT. Java Agritech akan optimal.

### Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan

bahwa biaya minimum yang diperlukan untuk pengangkutan semua produk frozen vegetable (sweet potato, french bean dan mangga beku) dalam satu bulan sebesar Rp 2.812.785,-. Berdasarkan pembahasan dapat diketahui selisih biaya pendistribusian dari kebijakan PT. Java Agritech dengan biaya pendistribusian yang dilakukan dengan program solver adalah sebesar Rp 841.795,- atau 23,03% dari total biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain biaya pendistribusian frozen vegetable pada bulan April 2011 yang sudah dilakukan oleh PT. Java Agritech belum optimal dan dapat masih diminimumkan lagi.

#### **Daftar Pustaka**

- Dimiyati, T.T. & Dimiyati, A. 1999. Operations Research; Model-model Pengambilan Keputusan. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Dwijanto. 2008. Program Linear Berbantuan Komputer : Lindo, Lingo dan Solver. Semarang: UNNES PRESS.
- Hillier S. FF dan Lieberman J.G. 1990. Pengantar Riset Operasi. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, S. 2004. Riset Operasi. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Suyitno, H. 1997. Pengantar Program Linear. Semarang : FPMIPA IKIP Semarang.
- Taha, A. H. 1997. Riset Operasi. Jakarta : Binarupa Aksara