



**OPTIMALISASI MASALAH *TRANSSHIPMENT* DAN  
APLIKASINYA DENGAN PROGRAM *SOLVER* PADA  
DISTRIBUSI KAIN MORI DI PT. PRIMATEXCO**

skripsi  
disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Matematika

oleh  
Candra Hadi Muhammad  
4150408038

JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2013

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Masalah *Transshipment* dan Aplikasinya dengan Program *Solver* pada Distribusi Kain Mori di PT. Primatexco” telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Matematika FMIPA UNNES pada

Hari : Kamis

Tanggal : 21 Maret 2013

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Dwijanto, M.S.  
NIP. 195804301984031006

Zaenal Abidin, S.Si., M.Cs.  
NIP. 198205042005011001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Maret 2013

Penulis,

Candra Hadi Muhammad  
NIM. 4150408038



## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Optimalisasi Masalah *Transshipment* dan Aplikasinya dengan Program  
*Solver* pada Distribusi Kain Mori di PT. Primatexco.

disusun oleh

Candra Hadi Muhammad

4150408038

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada

Hari : Kamis

Tanggal : 4 April 2013

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.  
NIP. 196310121988031001

Drs. Arief Agoestanto, M.Si.  
NIP. 196807221993031005

Ketua Penguji

Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs.  
NIP. 198005252005011001

Anggota Penguji/  
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/  
Pembimbing Pendamping

Dr. Dwijanto, M.S.  
NIP. 195804301984031006

Zaenal Abidin, S.Si., M.Cs.  
NIP. 198205042005011001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

- ☞ *Kebahagiaan dan keberhasilan hanya dapat diraih dengan usaha keras dan doa*
- ☞ *Dadio gurune jagad (mbah Man)*
- ☞ *Tangan di atas lebih baik daripada tangan di bawah.*
- ☞ *Hargailah dirimu bila kamu ingin dihargai oleh orang lain.*
- ☞ *Bersedekahilah maka kamu akan kaya.*

### PERSEMBAHAN

- ❖ Bapak H. Rososiamin dan Ibu Hj. Tri Murniati yang selalu menyayangiku dan mendoakanku.
- ❖ Keluargaku Mas Wid, Mas Budi dan adikku Yusuf yang selalu memberi semangat dan motivasinya
- ❖ Teman-teman matematika angkatan 2008, terimakasih atas bantuan dan semangatnya
- ❖ Teman-teman kontrakan Dos Santos, terimakasih telah berbagi suka dukanya.
- ❖ Almamaterku

## PRAKATA

*Alhamdulillahirobbilalamin*, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “*Optimalisasi Masalah Transshipment dan Aplikasinya dengan Program Solver pada Distribusi Kain Mori di PT. Primatexco*” ini dapat selesai dengan baik.

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya skripsi ini. Untuk itu, pada kesempatan ini perkenankan saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M. Si, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M. Si, Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M. Si, Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Prof. Dr. St. Budi Waluya, M.Si, selaku Dosen Wali.
5. Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs. selaku Dosen penguji skripsi.
6. Dr. Dwijanto, M.S, Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ide, saran, masukan, dan kritik selama penyusunan skripsi ini.
7. Zaenal Abidin, S.Si, M.Cs, Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu demi keselarasan dan kerapian dalam pembuatan skripsi ini.
8. Direksi PT Primatexco Batang yang telah memberi ijin untuk melaksanakan penelitian.

9. Bapak, Ibu, Kakak, dan Adik baik yang ada di Batang maupun Cilegon yang selalu memberi semangat, memberi motivasi, memberi nasehat, menyayangi dan senantiasa mengiringi langkahku dengan doa.
10. Teman-teman seperjuangan bimbingan skripsi Henry, Bida, Inang, Siswanto, Dedy, Ardian, Alief, Ririn, Reni, Isti, Anggres, dan Very yang selalu membantu dan menghiburku.
11. Sahabat-sahabat senasib dan seperjuangan di IM3 08 yang telah membantu selama kuliah di UNNES dan penulisan skripsi.
12. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Semoga amal baik dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Maret 2013

Penulis

## ABSTRAK

Muhammad, C.H. 2013. *Optimalisasi Masalah Transshipment dan Aplikasinya dengan Program Solver pada Distribusi Kain Mori di PT. Primatexco*. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Dwijanto, M.S dan Pembimbing Pendamping Zaenal Abidin, S.Si, M.Cs.

**Kata Kunci** : Biaya Pendistribusian, Optimalisasi, Program *Solver*, dan *Transshipment*.

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.

Penelitian ini mengkaji hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT Primatexco dengan menggunakan program *Solver*. Selain itu, model *transshipment* proses pendistribusian barang oleh perusahaan dibandingkan dengan model *transshipment* yang dihasilkan oleh program *Solver*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi, metode wawancara, dan studi pustaka. Data dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan. Adapun uraian dari metode-metode *transshipment* adalah sebagai berikut: (1) Metode untuk menyusun tabel awal antara lain Metode Sudut Barat Laut atau *North West Corner Method* (NWC), Metode Biaya Terkecil atau *Least Cost Method*, *Vogell's Aproximation Method* atau VAM. (2) Model pegujian optimalitas algoritma transportasi antara lain *Stepping Stone Method*; dan *Modified Distribution Method* atau MODI.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa selisih biaya pendistribusian untuk seluruh produk kain mori dengan menggunakan program *Solver* adalah sebesar Rp 14.983.010,- lebih kecil dibandingkan hasil perhitungan perusahaan sebesar Rp 15.002.810,-. Ini berarti terdapat selisih antara biaya pendistribusian yang menggunakan program *Solver* dengan biaya pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan yaitu sebesar Rp 19.800,-. Jadi biaya pendistribusian masih dapat diminimalkan sebesar 0,13%. Akan tetapi, sebelum melakukan tindakan lanjutan, perusahaan juga perlu mempertimbangkan mengenai aspek dilapangan untuk meminimalkan biaya pendistribusian yang ada.



## DAFTAR ISI

Persetujuan Pembimbing.....	ii
Pernyataan .....	iii
Pengesahan.....	iv
Motto dan Persembahan.....	v
Prakata.....	vi
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	4
1.3. Pembatasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan.....	5
1.5. Penegasan Istilah .....	5
1.6. Manfaat.....	6
1.7. Sistematika Penulisan Skripsi .....	7
2. LANDASAN TEORI .....	9
2.1. Riset Operasi .....	9
2.2. Program Linear.....	11
2.3. Metode Pembiayaan .....	14
2.7.1. Penggolongan Biaya Menurut Objek Pengeluaran .....	14
2.7.2. Penggolongan Biaya Menurut Fungsi Pokok dalam Perusahaan. ....	15
2.7.3. Penggolongan Biaya Menurut Hubungan Biaya dengan Sesuatu yang Dibiayai .....	15

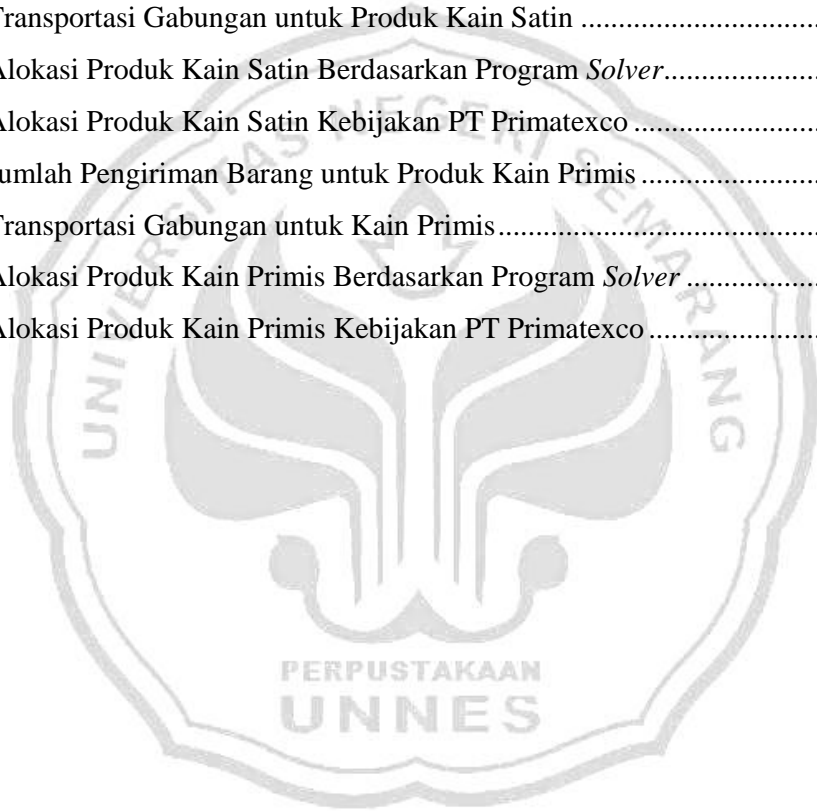
2.7.4. Penggolongan Biaya Menurut Perilaku Biaya dalam Hubungannya dengan Perubahan Volume Kegiatan .....	16
2.7.5. Penggolongan Biaya Menurut Jangka Waktu Manfaatnya .....	16
2.4. Metode Transportasi.....	17
2.7.1. Model Transportasi .....	18
2.7.2. Keseimbangan Model Transportasi.....	19
2.7.3. Algoritma Transportasi .....	20
2.4.3.1. Tabel Awal Matriks Tansportasi Denebula.....	27
2.4.3.2. Optimalitas Distribusi Denebula .....	40
2.5. Model Transshipment.....	49
2.6. Program Komputer <i>Solver</i> .....	54
2.7. Gambaran Umum Perusahaan Perseroan Terbatas (PT) Primatexco.....	60
2.7.1. Lokasi Perusahaan.....	60
2.7.2. Sejarah PT. Primatexco .....	61
3. METODE PENELITIAN .....	62
3.1. Menemukan Masalah .....	62
3.2. Merumuskan Masalah .....	62
3.3. Studi Pustaka .....	63
3.4. Pengumpulan Data .....	63
3.5. Analisis dan Pemecahan Masalah .....	64
3.6. Penarikan Simpulan.....	66
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
4.1. Hasil Penelitian .....	67
4.2. Pembahasan.....	82
5. PENUTUP .....	84
5.1. Simpulan.....	84
5.2. Saran.....	84
Daftar Pustaka .....	86
Lampiran .....	87

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Model Transportasi.....	18
2.2 Permintaan Agen .....	26
2.3 Kemampuan Produksi.....	26
2.4 Biaya Angkut dari Pabrik ke Agen.....	26
2.5 Matriks Awal Transportasi Denebula.....	27
2.6 Metode NWC, Seluruh Kapasitas Yogyakarta Didistribusikan ke Purwokerto.....	28
2.7 Metode NWC, Permintaan Purwokerto Terpenuhi .....	28
2.8 Metode NWC, Magelang Memenuhi Permintaan Purwokerto dan Semarang .....	29
2.9 Metode NWC, Permintaan Semarang Terpenuhi .....	29
2.10 Metode NWC, Pemintaan Madiun Terpenuhi .....	29
2.11 Hasil Metode NWC .....	30
2.12 Total Biaya pada Metode NWC .....	30
2.13 Alokasi Metode Biaya Terkecil, $C_{32} = 2$ Adalah $C_{ij}$ Terkecil .....	31
2.14 Alokasi Metode Biaya Terkecil, $C_{33} = 3$ Adalah $C_{ij}$ Terkecil Setelah $X_{33}$ Terpenuhi .....	32
2.15 Alokasi Awal Metode Biaya Terkecil, Setelah $X_{11}$ Terpenuhi, $X_{21}$ Menjadi $C_{ij}$ Terkecil Selanjutnya.....	33
2.16 Alokasi Awal Metode Biaya Terkecil, $C_{23} = 8$ Adalah $C_{ij}$ Terkecil Setelah $X_{23}, X_{33}, X_{11}$ dan $X_{12}$ Terpenuhi.....	33
2.17 Hasil Metode Biaya Terkecil .....	33
2.18 Total Biaya pada Metode Biaya Terkecil .....	34
2.19 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokai Pertama (Penentuan Selisih Dua $C_{ij}$ Terkecil).....	36
2.20 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Pertama.....	37
2.21 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Kedua.....	37

2.22	Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Ketiga .....	37
2.23	Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Keempat.....	38
2.24	Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Kelima .....	39
2.25	Matriks Transportasi Denebula, VAM Lengkap .....	39
2.26	Total Biaya pada Metode VAM.....	40
2.27	MODI, $U_1 = 0$ Untuk Menentukan $V_1$ .....	42
2.28	MODI, $U_1 = 0$ dan $C_{11} = 4$ , maka $V_1 = 4$ .....	43
2.29	MODI, $U_2 = 2$ karena $V_1 = 4$ dan $C_{21} = 6$ .....	43
2.30	MODI, $V_3 = 6$ karena $U_2 = 2$ dan $C_{23} = 8$ .....	44
2.31	MODI, $U_3 = 3$ karena $V_3 = 6$ dan $C_{33} = 3$ .....	44
2.32	MODI, $V_2 = 5$ karena $U_3 = 3$ dan $C_{32} = 2$ .....	44
2.33	MODI Menguji Metode Sudut Barat Laut (NWC) dan VAM.....	46
2.34	<i>Stepping Stone</i> , Pengujian Sel 31 dan 32.....	47
2.35	<i>Stepping Stone</i> , Pengujian Sel 21.....	48
2.36	<i>Stepping Stone</i> , Pengujian Sel 13.....	48
2.37	Total Biaya pada Pengujian Steping Stone Tabel Awal Denebula.....	48
2.38	Unit Biaya Transportasi Perusahaan Emping Melinjo Indonesia .....	50
2.39	Penyelesaian Optimal Kasus Perusahaan Emping Melinjo Indonesia....	52
2.40	Alokasi Tabel Transportasi Perusahaan Emping Melinjo Indonesia.....	53
2.41	Peyelesaian Pengiriman Kasus Emping Melinjo Indonesia.....	54
2.42	Biaya Satuan Pengangkutan dari Kota Asal ke Kota Transit .....	55
2.43	Biaya Satuan Pengangkutan Kota Transit ke Kota Tujuan.....	55
2.44	Transportasi Gabungan .....	56
4.1	Jumlah Produksi Per Yard (Bulan Januari 2013).....	69
4.2	Jumlah Permintaan Barang untuk Setiap Tujuan Per Yard (Bulan Januari 2013).....	70
4.3	Biaya (Rupiah) Pengiriman ke Tempat Tujuan .....	71
4.4	Transportasi Gabungan Semua Produk Kain Mori.....	74
4.5	Alokasi Pengiriman Barang Berdasarkan Program Solver (Semua Produk Kain Mori).....	74

4.6	Alokasi Pengiriman Barang Berdasarkan Kebijakan PT. Primatexco (Semua Produk Kain Mori).....	74
4.7	Pengiriman Barang untuk Produk Kain Prima.....	73
4.8	Transportasi Gabungan untuk Produk Kain Prima .....	75
4.9	Alokasi Produk Kain Prima Berdasarkan Program <i>Solver</i> .....	75
4.10	Alokasi Produk Kain Prima Kebijakan PT. Primatexco .....	75
4.11	Jumlah Pengiriman Barang untuk Produk Kain Satin .....	77
4.12	Transportasi Gabungan untuk Produk Kain Satin .....	78
4.13	Alokasi Produk Kain Satin Berdasarkan Program <i>Solver</i> .....	78
4.14	Alokasi Produk Kain Satin Kebijakan PT Primatexco .....	78
4.15	Jumlah Pengiriman Barang untuk Produk Kain Primis .....	79
4.16	Transportasi Gabungan untuk Kain Primis.....	80
4.17	Alokasi Produk Kain Primis Berdasarkan Program <i>Solver</i> .....	80
4.18	Alokasi Produk Kain Primis Kebijakan PT Primatexco .....	80



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Flow Chart</i> Algoritma Transportasi .....	21
2.2 Jaringan Perusahaan Emping Melinjo Indonesia.....	50
2.3 Jaringan Transportasi yang Diturunkan dari Kasus Transit.....	52
2.4 Pembuatan Tabel Awal pada Lembar Kerja <i>Excel</i> .....	57
2.5 Kotak Dialog <i>Solver Parameter</i> .....	58
2.6 Kotak Dialog <i>Solver Options</i> .....	59
2.7 Hasil Peyeleaian Program <i>Solver</i> .....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persiapan Tabel Awal pada Lembar Kerja <i>Excel</i> .....	88
2. Tampilan <i>Solver Parameter</i> dan Tampilan <i>Solver Options</i> .....	89
3. Alokasi Pengiriman Semua Produk Kain Mori Berdasarkan Kebijakan Perusahaan.....	90
4. Alokasi Pengiriman Semua Produk Kain Mori Berdasarkan Program <i>Solver</i> .....	91



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Matematika sebagai dasar dan sarana bagi ilmu-ilmu lain untuk 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: 4).

Metode riset operasi yang banyak digunakan secara luas dalam pengambilan keputusan dan diketahui dengan baik adalah program linear. Program linear yang diterjemahkan dari *linear programming* adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktifitas yang bersaing, dengan cara terbaik yang mungkin dilakukan untuk memperoleh hasil yang optimum (Dimiyati dan Dimiyati, 1999: 17). Sesuai dengan namanya model program linear, maka seluruh fungsi yang ada pada model ini merupakan fungsi linear, baik dalam bentuk persamaan maupun ketidaksamaan pada variabel-variabel keputusannya. Secara umum, fungsi pada model ini ada dua macam yaitu fungsi tujuan dan fungsi pembatas. Fungsi tujuan dimaksudkan untuk menentukan



nilai optimum dari fungsi tersebut. Fungsi pembatas diperlukan dengan adanya keterbatasan sumber daya yang ada.

Program linear merupakan salah satu metode yang banyak digunakan di bidang industri, transportasi, perdagangan, perkebunan, kesehatan, teknik. Dalam bidang-bidang usaha biasa, tujuannya berupa memaksimumkan *profit* atau meminimumkan ongkos yang harus dikeluarkan. Akan tetapi, dalam bidang-bidang lain yang sifatnya tidak mencari keuntungan (*non-profit*), tujuannya dapat berupa pemberian kualitas pelayanan kepada para konsumen. Pada bidang usaha yang bersifat *profit*, memperoleh keuntungan merupakan bagian dari tujuan yang hendak dicapai. Pada saat tujuan telah didefinisikan, maka harus dilakukan pemilihan tindakan terbaik yang dapat mencapai tujuan tersebut. Kualitas pemilihan akan sangat bergantung pada pengambil keputusan. Salah satu cara untuk mendapatkan keuntungan adalah dengan meminimumkan biaya pendistribusian barang. Namun, pada kenyataannya masih terdapat kendala pada proses pendistribusian barang itu sendiri.

Meningkatnya kompleksitas dan spesialisasi dalam suatu perusahaan seperti ini membawa dampak pada makin sulitnya melakukan alokasi sumber-sumber daya yang dimiliki pada berbagai kegiatan secara efektif bagi perusahaan secara keseluruhan. Bagaimana cara memecahkan masalah alokasi sumber daya yang efektif ini, serta adanya kebutuhan untuk mencari cara yang lebih baik untuk memecahkan suatu masalah yang muncul dalam perusahaan telah mendorong timbulnya riset operasi (*Operation Research*) (Agustini dan Rahmadi, 2004: 101).

Metode distribusi yang terbaik pun tidak dapat dipastikan karena ada kemungkinan pengiriman lebih lanjut (*transshipment*) di mana kiriman-kiriman akan melalui titik-titik transit. Adapun masalah *transshipment* itu sendiri adalah masalah transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang dengan cara tidak langsung, dimana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain sebelum mencapai tujuan akhir (Dimiyati dan Dimiyati, 1999: 146).

PT Primatexco adalah perseroan terbatas yang memfokuskan pada komoditas benang tenun, kain, *printing* dan *waste*. Untuk mendistribusikan produk-produknya kepada konsumen, PT. Primatexco menggunakan sistem pengiriman langsung dan tidak langsung. PT. Primatexco mengirimkan produk-produknya ke distributor ataupun agen-agen yang tersebar diberbagai kota dengan tujuan untuk mempercepat proses pendistribusian. Distributor ataupun agen-agen yang terletak di berbagai kota merupakan titik-titik transit produk-produk sebelum sampai pada tempat tujuan.

Kemungkinan-kemungkinan pengiriman tidak langsung dapat diteliti sebelumnya untuk menentukan rute yang paling murah dari sejumlah sumber kesejumlah tujuan, sebab hal ini merupakan pekerjaan yang rumit dan memakan waktu jika titik-titik transit ini banyak. Pada awalnya untuk menghitung biaya serta jarak paling minimum dilakukan perhitungan secara manual, namun seiring berjalannya waktu, maka perhitungan manual pun ditinggalkan, karena dirasa kurang efektif dan membutuhkan waktu yang lama.

Pertimbangan efisiensi waktu dalam perusahaan sangat diperhatikan. Dengan demikian diperlukan adanya suatu alat, teknik maupun metode yang praktis,

efektif dan efisien untuk memecahkan masalah tersebut. Oleh karena itu, untuk mempermudah penyelesaian dapat dilakukan dengan bantuan komputer. Untuk penyelesaian masalah ini telah tersedia beberapa program khusus, antara lain *Lindo*, *Lingo*, dan *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 *Transshipment* dan Aplikasinya dengan Program *Solver* pada Distribusi Kain Mori di PT. Primatexco”.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dikaji adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan menggunakan program *Solver*?
2. Bagaimana perbandingan hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan model *transshipment* yang menggunakan program *Solver*?
3. Apakah penerapan model *transshipment* yang diterapkan di PT. Primatexco dapat dioptimalkan?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, permasalahan yang dibahas dibatasi pada:

1. Barang yang dikirim adalah produk kain dengan jenis Prima, Primis, dan Satin.
2. Daerah pengiriman barang adalah konsumen yang berada di Pulau Jawa dengan pabrik sebagai titik sumber dan distributor atau agen sebagai titik transit.
3. Pengiriman barang yang dilakukan berdasarkan pada biaya pengiriman yang diperoleh dari biaya bahan bakar, uang makan, dan biaya operasional.

#### 1.4 Tujuan

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Mengetahui hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan menggunakan program *Solver*.
2. Dapat membandingkan hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan model *transshipment* yang menggunakan program *Solver*.
3. Mengetahui apakah model *transshipment* yang diterapkan di PT. Primatexco dapat dioptimalkan.

#### 1.5 Penegasan Istilah

1. Program *Solver* adalah program tambahan yang berada di bawah program Excel. Program *Solver* ini berisi perintah-perintah yang berfungsi untuk melakukan analisis terhadap masalah optimasi.

2. *Transshipment* adalah masalah transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang dengan cara tidak langsung, dimana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain sebelum mencapai tujuan akhir.
3. Nilai Optimal, merupakan tujuan yang hendak dicapai dapat berupa nilai maksimal atau nilai minimal. Nilai maksimal berhubungan dengan masalah keuntungan dan nilai minimal berhubungan dengan masalah biaya.
4. Biaya Pendistribusian adalah besarnya pengeluaran yang harus ditanggung oleh perusahaan untuk mendistribusikan barang sampai ketempat tujuan yang meliputi biaya bahan bakar, uang makan, dan biaya operasional
5. PT. Primatexco adalah perusahaan yang bergerak dalam industri pengolahan benang tenun, kain, *printing* dan *waste*.

## 1.6 Manfaat

Dalam penulisan skripsi ini, diharapkan mempunyai manfaat antara lain.

1. Bagi Mahasiswa.  
Dapat belajar bagaimana cara mengaplikasikan masalah *transshipment* dengan menggunakan program *Solver* pada permasalahan yang terjadi di dunia nyata.
2. Bagi Perusahaan.  
Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam manajemen produksi dengan mengefektifkan sumber daya yang ada sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja perusahaan dengan

menerapkan program komputer khususnya program *Solver* dalam pengalokasian distribusi barang guna mengoptimalkan biaya pendistribusian barang.

## **1.7 Sistematika Penulisan Skripsi**

Penulisan skripsi ini secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian, yakni bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

Bagian awal memuat halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, dan daftar lampiran.

Bagian isi terbagi menjadi lima bab yaitu sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan skripsi.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Mencakup pembahasan materi-materi pendukung yang digunakan dalam pemecahan masalah.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Memaparkan tentang prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yang meliputi menemukan masalah, perumusan masalah, studi pustaka, teknik pengumpulan data, analisis dan pemecahan masalah, serta yang terakhir adalah penarikan simpulan.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Berisi hasil penelitian dan pembahasan dari hasil penelitian.

## BAB V PENUTUP

Berisi tentang simpulan dari hasil pembahasan dan saran yang ditunjukkan untuk perusahaan yang menjadi objek penelitian.

Bagian akhir memuat daftar pustaka sebagai acuan penulisan dan lampiran-lampiran.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Riset Operasi

Istilah riset operasi pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Mc Closky dan Trefthen di suatu kota kecil, Bowdsey, Inggris. Pada masa awal perang 1939, pemimpin militer Inggris memanggil sekelompok ahli-ahli sipil dari berbagai disiplin dan mengkoordinasikan mereka ke dalam suatu kelompok yang disertai tugas mencari cara-cara yang efisien untuk menggunakan alat yang baru ditemukan yang dinamakan radar dalam suatu sistem peringatan dini menghadapi serangan udara. Kelompok ahli Inggris ini dan kelompok-kelompok lain berikutnya melakukan penelitian (*research*) pada operasi-operasi (*operations*) militer. Hasilnya sangat memuaskan, kesuksesan proyek manajemen radar ini menyebabkan pemimpin militer lebih mengandalkan riset operasi dalam membuat suatu keputusan operasional yang penting (Hilier dan Lieberman, 1990: 4).

Setelah perang, keberhasilan kelompok-kelompok penelitian operasi-operasi di bidang militer menarik perhatian para industriawan yang sedang mencari penyelesaian terhadap masalah-masalah yang rumit. Pada tahun lima puluhan baik di Inggris maupun Amerika Serikat, adalah suatu dasawarsa penting dalam sejarah riset operasi. Selama periode ini, teknik-teknik program linear dan dinamik telah ditemukan dan diperluas. Langkah besar terjadi dalam penelitian murni tentang masalah persediaan produksi dan antri (*queueing*) (Mulyono, 2004: 1-2).



Riset operasi merupakan 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. Model riset operasi berkaitan dengan data deterministik biasanya jauh lebih sederhana dari pada yang melibatkan data probabilistik (Taha, 1997: 4).

Riset Operasi, dalam arti luas dapat diartikan sebagai penerapan metode-metode, teknik-teknik dan alat-alat terhadap masalah-masalah yang menyangkut operasi-operasi dari sistem-sistem, sedemikian rupa sehingga memberikan penyelesaian optimal (Mulyono, 2004: 4).

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, 1997: 1).

Dalam riset operasi, masalah optimasi dalam pengambilan keputusan diperoleh dengan menerapkan model matematis yang berupa persamaan atau ketidaksamaan. Model matematika yang digunakan dalam metode riset operasi bersifat menyederhanakan masalah dan membatasi faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap suatu masalah.

Menurut Dimiyati dan Dimiyati (2004: 3-4) 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.

## 2.2 Program Linear

Program linear yang diterjemahkan dari *Linear Programming* (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara aktivitas-aktivitas yang bersaing, dengan cara terbaik yang mungkin dilakukan.

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, 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 Suyitno (1997: 2) 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.

Tidak semua masalah optimasi dapat diselesaikan dengan metode program linear. Beberapa prinsip yang mendasari penggunaan metode program linear sebagai berikut.

1. Adanya sasaran

Sasaran dalam model matematika masalah program linear berupa fungsi tujuan yang akan dicari nilai optimalnya dalam hal ini nilai maksimum atau minimum.

2. Ada tindakan alternatif

Artinya nilai fungsi tujuan dapat diperoleh dengan berbagai cara dan diantara alternatif itu memberikan nilai yang optimal.

3. Adanya keterbatasan sumber daya

Sumber daya atau input dapat berupa waktu, tenaga, biaya, bahan dan sebagainya. Pembatasan sumber daya disebut kendala pembatas.

4. Masalah dapat dibuat model matematika

Masalah harus dapat dituangkan dalam bahasa matematika yang disebut model matematika. Model matematika dalam program linear memuat fungsi

tujuan dan kendala. Fungsi tujuan harus berupa fungsi linear sedangkan kendala harus berupa pertidaksamaan atau persamaan linear.

5. Adanya keterkaitan antara variabel-variabel pada fungsi tujuan dan kendala.

Antar variabel yang membentuk fungsi tujuan dan kendala harus ada keterkaitan, artinya perubahan pada satu peubah akan mempengaruhi nilai peubah yang lain.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam program linear adalah sebagai berikut.

1. Variabel keputusan, adalah kumpulan variabel yang akan dicari untuk ditentukan nilainya. Biasanya diberi simbol  $u, v, w, \dots$ , dan jika cukup banyak biasanya digunakan  $x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots$ , dan seterusnya.
2. Nilai ruas kanan, adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan jumlah ketersediaan sumber daya untuk dimanfaatkan sepenuhnya. Simbol yang digunakan biasanya  $b_i$  dimana  $i$  adalah banyaknya kendala.
3. Variabel tambahan, adalah variabel yang menyatakan penyimpangan positif atau negatif dari nilai ruas kanan. Variabel tambahan dalam program linier sering diberi simbol  $S_1, S_2, S_3, \dots$ .
4. Koefisien teknik, biasa diberi simbol  $a_{ij}$ , menyatakan setiap unit penggunaan  $b_j$  dari setiap variabel  $x_j$ .
5. Fungsi tujuan, merupakan pernyataan matematika yang menyatakan hubungan  $Z$  dengan jumlah dari perkalian semua koefisien fungsi tujuan.
6. Nilai tujuan ( $Z$ ), merupakan nilai fungsi tujuan yang belum diketahui dan yang akan dicari nilai optimumnya.  $Z$  dibuat sebesar mungkin untuk masalah minimum dan dibuat sekecil mungkin untuk masalah maksimum.

7. Koefisien fungsi tujuan, adalah nilai yang menyatakan kontribusi per unit kepada  $Z$  untuk setiap  $x_j$  dan disimbolkan  $c_j$ .

### **2.3 Metode Pembiayaan**

Metode pembiayaan membahas tentang biaya-biaya yang dibutuhkan ketika suatu perusahaan melakukan kegiatan. Menurut Mulyadi (2007: 8) biaya adalah pengorbanan sumber ekonomi, yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Biaya dapat digolongkan menurut:

1. Objek pengeluaran;
2. Fungsi pokok dalam perusahaan;
3. Hubungan biaya dengan sesuatu yang dibiayai;
4. Perilaku biaya dalam hubungannya dengan perubahan volume kegiatan;
5. Jangka waktu manfaatnya.

#### **2.3.1 Penggolongan Biaya Menurut Objek Pengeluaran**

Dalam cara penggolongan ini, nama objek pengeluaran merupakan dasar penggolongan biaya. Misalnya nama objek pengeluaran adalah bahan bakar, maka semua pengeluaran yang berhubungan dengan bahan bakar disebut “biaya bahan bakar”.

Contoh biaya penggolongan biaya atas dasar objek pengeluaran dalam Perusahaan Kertas adalah sebagai berikut: biaya merang, biaya jerami, biaya gaji dan upah, biaya soda, biaya depresiasi mesin, biaya asuransi, biaya bunga, dan biaya zat warna.

### **2.3.2 Penggolongan Biaya Menurut Fungsi Pokok dalam Perusahaan**

Dalam perusahaan manufaktur, ada tiga fungsi pokok, yaitu fungsi produksi, fungsi pemasaran, dan fungsi administrasi dan umum. Oleh karena itu, dalam perusahaan manufaktur, biaya dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok.

Biaya produksi merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi dan siap untuk dijual. Contohnya adalah biaya depresiasi mesin dan biaya ekuipmen bahan baku, biaya bahan penolong, biaya gaji karyawan dalam bagian baik yang langsung maupun yang tidak langsung.

Biaya pemasaran merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk melaksanakan kegiatan pemasaran produk. Contohnya adalah biaya iklan, biaya promosi, biaya angkut dari perusahaan ke pembeli, gaji karyawan yang melaksanakan kegiatan pemasaran.

Biaya administrasi dan umum merupakan biaya-biaya untuk koordinasi kegiatan produksi dan pemasaran produk. Contoh biaya ini adalah gaji karyawan bagian keuangan, akuntansi, personalia dan bagian hubungan masyarakat.

### **2.3.3 Penggolongan Biaya Menurut Hubungan Biaya dengan Sesuatu yang Dibiayai**

Dalam hubungan dengan sesuatu yang dibiayai, biaya dapat dikelompokkan menjadi dua golongan.

Biaya langsung adalah biaya yang terjadi, yang penyebab satu-satunya adalah karena adanya sesuatu yang dibiayai. Contoh biaya langsung adalah biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja.

Biaya tak langsung adalah biaya yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh suatu yang dibiayai. Contoh biaya tak langsung adalah gaji mandor.

#### **2.3.4 Penggolongan Biaya Menurut Perilaku Biaya dalam Hubungannya dengan Perubahan Volume Kegiatan**

Dalam hubungannya dengan perubahan volume aktivitas, biaya dapat digolongkan menjadi empat golongan.

Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Contoh biaya variabel adalah biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung.

Biaya semivariabel adalah biaya yang berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Biaya semivariabel mengandung unsur biaya tetap dan unsur biaya variabel.

Biaya *semifixed* adalah biaya yang tetap untuk volume kegiatan tertentu dan berubah dengan jumlah yang konstan pada volume produksi tertentu.

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap dalam kisaran volume kegiatan tertentu. Contoh biaya tetap adalah gaji direktur produksi.

#### **2.3.5 Penggolongan Biaya Menurut Jangka Waktu Manfaatnya**

Atas dasar jangka waktu manfaatnya, biaya dapat dibagi menjadi dua yaitu pengeluaran modal dan pengeluaran pendapatan.

Pengeluaran modal adalah biaya yang mempunyai manfaat lebih dari satu periode. Contoh pengeluaran modal adalah pengeluaran untuk aktiva tetap, untuk

reparasi besar terhadap aktiva tetap, untuk promosi besar-besaran dan untuk riset dan pengembangan suatu produk.

Pengeluaran pendapatan adalah biaya yang hanya mempunyai manfaat dalam periode terjadinya pengeluaran tersebut. Contoh pengeluaran pendapatan antara lain adalah biaya iklan, biaya telex, dan biaya tenaga kerja.

## 2.4 Metode 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, 2004: 128). 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.

Menurut Dimiyati dan Dimiyati (2004: 129), ciri-ciri khusus dari persoalan transportasi ini adalah:

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu;
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu;



3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan atau kapasitas sumber;
4. Biaya pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

### 2.4.1 Model Transportasi

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

Tabel untuk model transportasi atau tabel algoritma transportasi dapat disusun seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Model Transportasi

Tujuan Sumber	$T_1$	$T_2$	...	$T_j$	...	$T_n$	Kapasitas
$A_1$	$C_{11}$ $X_{11}$	$C_{12}$ $X_{12}$	...	$C_{1j}$ $X_{1j}$	...	$C_{1n}$ $X_{1n}$	$a_1$
$A_2$	$C_{21}$ $X_{21}$	$C_{22}$ $X_{22}$		$C_{2j}$ $X_{2j}$		$C_{2n}$ $X_{2n}$	$a_2$
⋮							
$A_i$	$C_{i1}$ $X_{i1}$	$C_{i2}$ $X_{i2}$		$C_{ij}$ $X_{ij}$		$C_{in}$ $X_{in}$	$a_i$
⋮							
$A_m$	$C_{m1}$ $X_{m1}$	$C_{m2}$ $X_{m2}$		$C_{mj}$ $X_{mj}$		$C_{mn}$ $X_{mn}$	$a_m$
Permintaan	$t_1$	$t_2$	...	$t_i$	...	$t_n$	Persyaratan samping

Keterangan:

$A_i$  : Tempat asal ke- $i$ .

$T_j$  : Tempat tujuan ke- $j$ .

$a_i$  : Kapasitas (persediaan) barang di tempat asal ke- $i$ .

$t_j$  : Permintaan tempat tujuan ke- $j$ .

$c_{ij}$  : Biaya pengiriman per unit barang dari tempat asal ( $i$ ) ke tempat tujuan ( $j$ ).

$x_{ij}$  : Banyaknya unit barang yang dikirim dari  $A_i$  ke  $T_j$ .

Sehingga secara matematis:  $\sum a_i = \sum t_j, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ .

Dengan demikian, formulasi program linearnya adalah sebagai berikut.

**Minimumkan :  $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$**

**Berdasarkan pembatas :  $\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$**

**$\sum_{i=1}^m x_{ij} = t_j, j = 1, 2, 3, \dots, m$**

**$x_{ij} \geq 0$  untuk keseluruhan.**

#### 2.4.2 Keseimbangan Model Transportasi

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

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

Menurut Dimiyati dan Dimiyati (2004: 132) dalam persoalan yang sebenarnya, batasan ini tidak selalu terpenuhi atau dengan kata lain, jumlah *supply* yang tersedia mungkin lebih besar atau lebih kecil daripada jumlah *demand*. Jika hal ini terjadi, maka model persoalannya disebut sebagai model yang tidak seimbang (*unbalanced*). Batasan di atas dikemukakan hanya karena ketidakseimbangan itu menjadi dasar dalam pengembangan teknik transportasi. Namun, setiap persoalan transportasi dapat dibuat seimbang dengan cara memasukkan variabel semu (*artificial variable*). Jika jumlah *demand* melebihi jumlah *supply*, maka dibuat suatu sumber *dummy* yang akan men-*supply* kekurangan tersebut, yaitu sebanyak  $\sum jt_j - \sum ia_i$ .

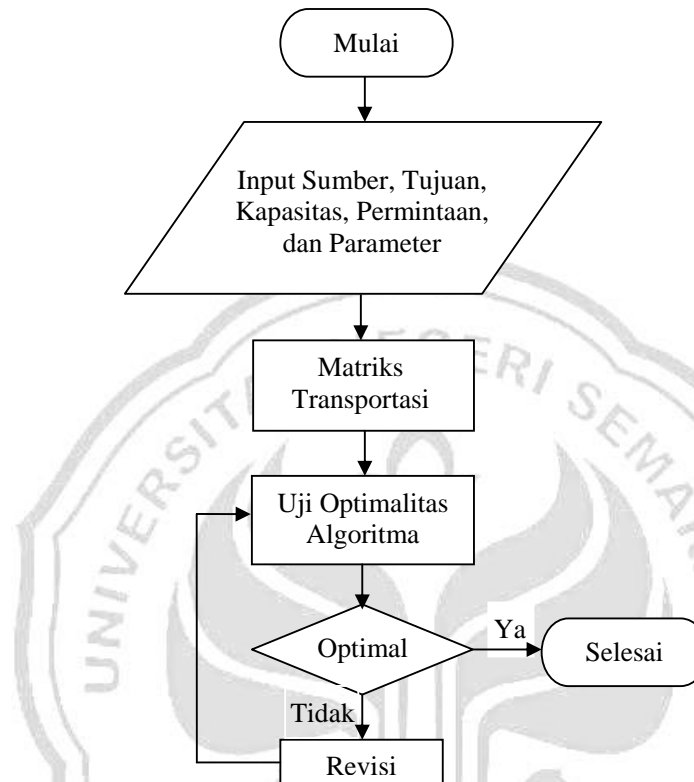
Sebaliknya, jika jumlah *supply* melebihi jumlah *demand*, maka dibuat suatu tujuan *dummy* untuk menyerap kelebihan tersebut, yaitu sebanyak  $\sum ia_i - \sum jt_j$ . Biaya transportasi per unit ( $c_{ij}$ ) dari sumber *dummy* ke seluruh tujuan adalah nol. Hal ini dapat dipahami karena pada kenyataannya dari sumber *dummy* tidak terjadi pengiriman. Begitu pula dengan biaya transportasi per unit ( $c_{ij}$ ) dari semua sumber ke tujuan *dummy* adalah nol.

Jika pada suatu persoalan transportasi dinyatakan bahwa dari sumber ke  $k$  tidak dilakukan atau tidak boleh terjadi pengiriman ke tujuan  $l$ , maka nyatakanlah  $c_{kl}$  dengan suatu harga  $M$  yang besarnya tidak terhingga. Hal ini dilakukan agar dari  $k$  ke  $l$  itu benar-benar tidak terjadi pendistribusian barang.

### 2.4.3 Algoritma Transportasi

Model transportasi, pada saat dikenalkan pertama kali, diselesaikan secara

manual dengan menggunakan algoritma yang dikenal dengan algoritma transportasi. *Flowchart* algoritma transportasi ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Flowchart* Algoritma Transportasi

**Pertama**, diagnosis masalah dimulai dengan pengenalan sumber, tujuan, parameter dan variabel.

**Kedua**, seluruh informasi tersebut kemudian dituangkan ke dalam matriks transportasi. Dalam hal ini,

- a. Bila kapasitas seluruh sumber lebih besar dari permintaan seluruh tujuan, maka sebuah kolom semu (*dummy*) perlu ditambahkan untuk menampung kelebihan kapasitas ini.

- b. Bila kapasitas seluruh sumber lebih kecil dari seluruh permintaan tujuan, maka sebuah baris semu perlu ditambahkan untuk menyediakan kapasitas semu yang akan memenuhi kelebihan permintaan itu.

**Ketiga**, setelah matriks transportasi terbentuk kemudian dimulai menyusun tabel awal. Menurut Dwijanto (2007: 62) ada tiga metode untuk menyusun tabel awal, yaitu:

1. Metode Sudut Barat Laut atau *North West Corner Method* (NWC)

Sesuai nama aturan ini, maka penempatan pertama dilakukan di sel paling kiri atas (*northwest*) matriks kemudian bergerak ke kanan ke bawah sesuai permintaan dan kapasitas produksi yang sesuai. Besar alokasi ini akan mencukupi salah satu, kapasitas tempat asal baris pertama dan atau permukaan tempat tujuan dari kolom pertama. Jika kapasitas tempat asal pertama terpenuhi, selanjutnya bergerak ke bawah menyusur kolom pertama. Di lain pihak, jika alokasi pertama memenuhi permintaan tempat tujuan di kolom pertama, selanjutnya bergerak ke kanan di baris pertama dan kemudian menentukan alokasi yang kedua atau yang memenuhi kapasitas tersisa dari baris satu atau memenuhi permintaan tujuan dari kolom dua dan seterusnya.

2. Metode Biaya Terkecil atau *Least Cost Method*

Metode ini digunakan untuk persoalan transportasi berdimensi kecil, hal ini akan memberikan pengurangan waktu. Alokasi pertama dibuat terhadap sel yang berkaitan dengan biaya pengangkutan terendah. Sel dengan biaya terendah ini diisi sebanyak mungkin dengan mengingat persyaratan kapasitas produksi (*origin*) maupun permintaan tempat tujuan. Kemudian beralih ke sel

termurah berikutnya dan mengadakan alokasi dengan memperhatikan kapasitas yang tersisa dari permintaan baris dan kolom. Dalam perhitungannya, metode ini membuat matriks sesuai dengan persyaratan.

### 3. *Vogell's Aproximation Method* atau VAM

Metode VAM ini didasarkan atas “beda kolom” dan “beda baris” yang menentukan perbedaan antara dua biaya termurah dalam satu kolom atau satu baris. Setiap perbedaan dapat dianggap sebagai “*penalty*”, karena menggunakan rute termurah. Benda baris atau beda kolom berkaitan dengan *penalty* tertinggi, merupakan baris atau kolom yang akan diberi alokasi pertama. Alokasi pertama ini atau menghabiskan tempat kapasitas produksi, atau menghabiskan permintaan tujuan atau kedua-duanya.

Ketiga metode di atas masing-masing berfungsi untuk menentukan alokasi distribusi awal yang akan membuat seluruh kapasitas sumber teralokasikan ke seluruh tujuan.

**Keempat**, setelah penyusunan tabel awal selesai maka sebagai langkah selanjutnya adalah pengujian optimalitas tabel untuk mengetahui apakah biaya distribusi total telah minimum. Macam model pengujian optimalitas algoritma transportasi, yaitu:

#### 1. *Stepping Stone Method*

Metode *Stepping Stone* bekerja dengan mempertimbangkan “*opportunity cost*” (*OC*) dari sel kosong, yaitu berkurangnya biaya akibat pemindahan model pengangkutan bila mana sel kosong itu diisi satu barang.

Langkah-langkah untuk menghitung  $OC$  sel kosong dengan menggunakan Metode *Stepping Stone* secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut.

- (1) Membuat *loop* dari sel kosong yang akan dihitung  $OC$  nya
- (2) Misalkan sel  $(r, k)$  adalah sel yang akan dihitung  $OC$  nya dan *loop*nya

adalah  $(r_0, k_0) - (r_0, k_1) - (r_1, k_1) - (r_1, k_2) - (r_2, k_2) - \dots - (r_p, k_p) - (r_p, k_0)$ , maka

$$OC(r, k) = - \{Cr_{0, k_0} - Cr_{0, k_1} + Cr_{1, k_1} - Cr_{1, k_2} + Cr_{2, k_2} - \dots + Cr_{p, k_p} - Cr_{p, k_0}\}.$$

## 2. *Modified Distribution Method* atau MODI

Jika pada penyelesaian metode *Stepping Stone* terlebih dahulu harus membuat *loop*, maka pada MODI tidak perlu membuat *loop*.

Untuk membahas metode ini perlu diperkenalkan beberapa istilah atau singkatan yang akan digunakan untuk merumuskan masalah transportasi. Misalkan banyaknya tempat asal adalah  $m$  dan banyaknya tempat tujuan adalah  $n$ , dan misalkan

$O_i$  = tempat asal ke  $i$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, m$

$D_j$  = tempat tujuan ke  $j$ , dimana  $j = 1, 2, \dots, n$

$C_{ij}$  = besarnya biaya satuan pengiriman barang dari  $O_i$  ke  $D_j$

$V_i$  = bilangan baris, dimana  $i = 1, 2, \dots, m$

$U_j$  = bilangan kolom, dimana  $j = 1, 2, \dots, n$

$K_{ij}$  = bilangan sel kosong

Langkah-langkah membuat  $OC$  sel kosong, sebagai berikut.

1. Menghitung  $V_i$  dan  $U_j$  berdasarkan sel yang telah terisi sehingga dengan hubungan  $C_{ij} = V_i + U_j$ . Dimana pertama kali dapat diberikan sebarang bilangan pada salah satu  $V_i$  atau  $U_j$ .
2. Menghitung  $K_{ij}$  pada sel kosong dengan ketentuan  $K_{ij} = V_i + U_j$ .
3. Menghitung *opportunity cost* sel kosong dengan ketentuan  $OC = K_{ij} - C_{ij}$ .

**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.

Contoh 1 Siswanto (2007: 266).

Denebula adalah sebuah perusahaan yang menghasilkan suatu jenis jamur. Usaha ini bermula dari seseorang bernama Denebula di daerah Kaliurang, Yogyakarta. Ketika usahanya semakin besar dan area penyemaian di daerah itu tidak mungkin diperluas, kedua anaknya mulai mencoba mengembangkan usaha serupa di daerah Bandongan (Magelang) dan Tawangmangu (Surakarta).

Permintaan terhadap jamur itu tidak hanya datang dari daerah sekitar yaitu Yogyakarta, Magelang dan Surakarta tetapi juga datang dari daerah Jawa Barat, Jawa Timur dan luar Jawa. Oleh karena permintaan terus meningkat, Denebula kemudian menunjuk ketiga anaknya yang lain untuk menjadi agen di Purwokerto untuk melayani daerah Jawa Barat, Semarang untuk melayani permintaan daerah



luar Jawa dan Madiun untuk melayani permintaan daerah Jawa Timur. Permintaan ketiga agen tersebut untuk periode yang akan datang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Kemampuan memproduksi ketiga pabrik jamur itu untuk periode yang akan datang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Permintaan Agen

Agen	Permintaan
Purwokerto	5000 kg
Semarang	4500 kg
Madiun	5500 kg

Tabel 2.3 Kemampuan Produksi

Pusat Penyemaian	Kapasitas
Yogyakarta	4000 kg
Magelang	5000 kg
Surakarta	6000 kg

Selanjutnya diketahui pula biaya angkut per unit (dalam rupiah) dari pusat-pusat penyemaian ke agen-agen ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Biaya Angkut dari Pabrik ke Agen

Pabrik	Agen		
	Purwokerto	Semarang	Madiun
Yogyakarta	4	5	7
Magelang	6	3	8
Surakarta	5	2	3

Bagaimana masing-masing pusat penyemaian harus mendistribusikan jamur agar memenuhi permintaan ke agen-agen dengan biaya yang paling minimum?

### 2.4.3.1 Tabel Awal Matriks Transportasi Denebula

Untuk menyelesaikan persoalan di atas, perlu disusun tabel awal Matriks Transportasi Denebula

Tabel 2.5 Matriks Awal Transportasi Denebula

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	5000	4500	5500	15000

Berdasarkan uraian di atas, ada 3 metode untuk penyelesaian awal dalam masalah transportasi, yaitu:

#### 1. Metode Sudut Barat Laut atau *North West Corner Method* (NWC)

Metode Sudut Barat Laut atau *North West Corner Method* (NWC) adalah suatu metode untuk menyusun tabel awal dengan cara mengalokasikan distribusi barang mulai dari sel yang terletak pada sudut paling kiri atas, itulah sebabnya dinamakan metode sudut barat laut.

Sel matriks 11 (baris = 1, kolom = 1), menurut metode NWC harus memperoleh alokasi terlebih dahulu karena terletak paling kiri atas. Di sel ini seluruh kapasitas Yogyakarta sebanyak 4000 kg didistribusikan ke Purwokerto, namun Purwokerto masih menghendaki tambahan distribusi sebesar 1000 kg agar permintaannya sebesar 5000 kg terpenuhi, lihat Tabel 2.6.

Dapat di lihat sel 21 menjadi sel yang terletak paling kiri atas setelah alokasi distribusi tidak mungkin lagi dilakukan di baris ke-1 karena seluruh kapasitas Yogyakarta telah dialokasikan ke Purwokerto. Alokasi maksimum di sel 21 adalah 1000 kg, yaitu sesuai dengan permintaan maksimum Purwokerto pada kolom ke-1, lihat Tabel 2.7.

Tabel 2.6 Metode NWC, Seluruh Kapasitas Yogyakarta Didistribusikan ke Purwokerto

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	5000	4500	5500	15000

Tabel 2.7 Metode NWC, Permintaan Purwokerto Terpenuhi

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 <b>1000</b>	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	<b>5000</b>	4500	5500	15000

Sel yang terletak paling kiri atas setelah alokasi distribusi tidak mungkin dilakukan pada baris dan kolom pertama adalah sel 22. Di sel ini alokasi distribusi maksimum adalah 4000 kg, yaitu sesuai dengan kapasitas maksimum Magelang sebanyak 5000 kg, lihat Tabel 2.8.

Setelah alokasi distribusi tidak mungkin lagi dilakukan pada baris pertama dan kedua serta kolom pertama, maka sel 32 kini berada pada posisi paling kiri atas. Oleh karena itu, alokasikan 500 kg agar permintaan Semarang sebesar 4500 kg terpenuhi ke sel ini, lihat Tabel 2.9.

Tabel 2.8 Metode NWC, Magelang Memenuhi Permintaan Purwokerto dan Semarang

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	<b>5000</b>	4500	5500	<del>15000</del> 15000

Tabel 2.9 Metode NWC, Permintaan Semarang Terpenuhi

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	5000	4500	5500	<del>15000</del> 15000

Tabel 2.10 Metode NWC, Permintaan Madiun Terpenuhi

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	<del>15000</del> 15000

Pada tabel 2.9 sel 33 merupakan satu-satunya pilihan alokasi distribusi yang akan membuat sisa kapasitas Surakarta digunakan seluruhnya untuk memenuhi permintaan Madiun sebanyak 5500 kg, lihat Tabel 2.10.

Langkah yang telah dilakukan pada Tabel 2.10 di atas merupakan langkah terakhir penyusunan tabel awal yang menggunakan metode sudut barat laut (NWC). Pada Tabel 2.11 menunjukkan seluruh pengisian sel-sel menurut metode sudut barat laut.

Tabel 2.11 Hasil Metode NWC

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 <b>4000</b> ↓	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b> ↓	8 $X_{23}$	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000

Biaya distribusi berdasar alokasi beban distribusi menurut metode sudut barat laut dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Total Biaya pada Metode NWC

Sel	Biaya x Beban	Biaya
(1,1)	Rp 4,- x 4.000	Rp 16.000,-
(2,1)	Rp 6,- x 1.000	Rp 6.000,-
(2,2)	Rp 3,- x 4.000	Rp 12.000,-
(3,2)	Rp 2,- x 500	Rp 1.000,-
(3,3)	Rp 3,- x 5.500	Rp 16.500,-
	Jumlah	Rp 51.500,-

## 2. Metode Biaya Terkecil atau *Least Cost Method*

Metode Biaya Terkecil (*Least Cost Method*) adalah sebuah metode untuk menyusun tabel awal dengan cara pengalokasian distribusi barang dari sumber ke tujuan mulai dari sel yang memiliki biaya distribusi terkecil.

Pada Tabel 2.13, sel matriks 32 yang menunjukkan distribusi barang dari Surakarta ke Semarang memiliki biaya distribusi terkecil, yaitu Rp 2,- per kg. Oleh karena itu, harus dialokasikan distribusi barang sesuai dengan permintaan Semarang ke sel tersebut sebesar 4500 kg, sejauh agen di Surakarta bisa memenuhi permintaan itu. Karena agen Surakarta mampu memenuhi permintaan itu bahkan masih memiliki sisa kapasitas, maka permintaan itu seluruhnya dipenuhi oleh Surakarta.

Tabel 2.13 Alokasi Metode Biaya Terkecil,  $C_{32} = 2$  Adalah  $C_{ij}$  Terkecil

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 $X_{33}$	6000
Permintaan	5000	<b>4500</b>	5500	15000 15000

Sel 33 adalah sel yang memiliki biaya terkecil yaitu Rp 3,- setelah sel 32. Sel ini berada pada kolom permintaan Madiun sebesar 5500 kg, sedangkan sisa kapasitas agen Surakarta tinggal 1500 kg. Jadi, sisa permintaan ini digunakan untuk memenuhi sebagian permintaan Madiun, lihat Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Alokasi Metode Biaya Terkecil,  $C_{33} = 3$  Adalah  $C_{ij}$  Terkecil Setelah  $X_{33}$  Terpenuhi

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 1500	<b>6000</b>
Permintaan	5000	<b>4500</b>	5500	15000 15000

Sel berikutnya yang memiliki biaya terkecil adalah sel 11. Sel ini berkaitan dengan agen Yogyakarta yang memiliki kapasitas 4000 kg dan permintaan Purwokerto 5000 kg. Dalam hal ini, Yogyakarta jelas tidak mungkin mampu memenuhi seluruh permintaan Purwokerto. Oleh karena itu, harus dipilih alternatif agen lain yang memiliki biaya distribusi paling sedikit sama dengan biaya distribusi dari Yogyakarta ke Purwokerto.

Pilihan sebenarnya jatuh ke agen Surakarta yang memiliki biaya distribusi Rp 5,-, namun karena seluruh kemampuan Surakarta telah digunakan untuk memenuhi Semarang dan Madiun maka pilihan dialihkan ke agen Magelang meskipun memiliki biaya distribusi yang sedikit lebih tinggi yaitu Rp 6,-, lihat Tabel 2.15. Jadi permintaan Purwokerto sebanyak 5000 kg akan dipenuhi oleh Yogyakarta sebanyak 4000 kg dan Magelang sebanyak 1000 kg.

Kini tinggal permintaan Madiun yang belum terpenuhi. Satu-satunya alternatif yang bisa memenuhi permintaan itu adalah Magelang. Oleh karena itu, sel 23 harus dialokasikan distribusi 4000 kg untuk memenuhi permintaan Madiun. Jumlah ini tepat sama dengan kapasitas maksimum agen Magelang, yaitu 5000 kg. Lihat Tabel 2.16.

Tabel 2.15 Alokasi Awal Metode Biaya Terkecil, Setelah  $X_{11}$  Terpenuhi,  
 $X_{21}$  Menjadi  $C_{ij}$  Terkecil Selanjutnya

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 1000	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 1500	<b>6000</b>
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	5500	15000 15000

Tabel 2.16 Alokasi Awal Metode Biaya Terkecil,  $C_{23} = 8$  Adalah  $C_{ij}$  Terkecil  
Setelah  $X_{23}, X_{33}, X_{11}$  dan  $X_{12}$  Terpenuhi

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 1000	3 $X_{22}$	8 4000	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 1500	<b>6000</b>
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000

Sampai pada langkah ini, proses penyusunan tabel awal Denebula dengan metode biaya terkecil telah selesai. Tabel 2.17 menunjukkan seluruh proses pengisian sel-sel yang memiliki  $C_{ij}$  terkecil.

Tabel 2.17 Hasil Metode Biaya Terkecil

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>
Magelang	6 1000	3 $X_{22}$	8 4000	<b>5000</b>
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 1500	<b>6000</b>
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000



Biaya distribusi berdasar alokasi beban distribusi sementara menurut metode biaya terkecil dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18 Total Biaya pada Metode Biaya Terkecil

Sel	Biaya x Beban	Biaya
(1,1)	Rp 4,- x 4.000	Rp 16.000,-
(2,1)	Rp 6,- x 1.000	Rp 6.000,-
(2,3)	Rp 8,- x 4.000	Rp 32.000,-
(3,2)	Rp 2,- x 4.500	Rp 9.000,-
(3,3)	Rp 3,- x 1.500	Rp 4.500,-
Jumlah		Rp 67.500,-

### 3. *Vogell's Aproximation Method* atau VAM

*Vogell's Aproximation Method* atau VAM adalah metode untuk penentuan tabel awal algoritma transportasi. *Vogell's Aproximation Method* menentukan alokasi distribusi pada sel yang memiliki  $C_{ij}$  terkecil dan terletak pada baris atau kolom yang memiliki nilai terbesar dari selisih  $C_{ij}$  terkecil. Oleh karena itu, ada tiga tahap yang harus ditempuh pada setiap alokasi distribusi, yaitu:

1. Penentuan selisih nilai dua  $C_{ij}$  terkecil pada seluruh baris dan kolom.
2. Pemilihan baris atau kolom yang memiliki nilai terbesar dari selisih dua  $C_{ij}$  terkecil.
3. Alokasi distribusi biaya maksimum pada baris atau kolom terpilih yang memiliki  $C_{ij}$  terkecil.

Ketiga tahap itu merupakan sebuah siklus yang berulang pada setiap penentuan alokasi distribusi hingga seluruh kapasitas sumber teralokasikan dan seluruh permintaan tujuan terpenuhi.

### 1. Penentuan Selisih Nilai Dua $C_{ij}$ Terkecil

Tahap pertama dalam penyusunan tabel awal dengan metode VAM adalah penentuan selisih nilai dua  $C_{ij}$  terkecil. Proses ini dilakukan untuk seluruh baris dan kolom. Pada baris pertama, dua  $C_{ij}$  terkecil adalah  $C_{11} = 4$  dan  $C_{12} = 5$ ; dengan demikian selisih dua  $C_{ij}$  itu adalah  $|5 - 4| = 1$ . Pada baris ke-2, dua  $C_{ij}$  terkecil adalah  $C_{21} = 6$  dan  $C_{22} = 3$ ; dengan demikian selisih dua  $C_{ij}$  itu adalah  $|6 - 3|$ . Dengan cara yang sama, seluruh selisih nilai baris dan kolom itu bisa ditentukan, lihat Tabel 2.19.

### 2. Pemilihan Nilai Terbesar dari Selisih Dua $C_{ij}$ Terkecil

Setelah selisih dua  $C_{ij}$  terkecil pada seluruh baris dan kolom ditemukan, maka sebagai langkah berikutnya adalah pemilihan selisih nilai yang terbesar sebagai dasar alokasi. Pada Tabel 2.19, selisih nilai terbesar dari seluruh baris dan kolom adalah selisih nilai dua  $C_{ij}$  pada kolom ke-3 antara  $C_{13} = 7$  dengan  $C_{33} = 3$ , yaitu 4. Oleh karena itu, kolom ke-3 adalah kolom terpilih.

### 3. Alokasi pada Sel dengan $C_{ij}$ Terkecil pada Kolom Terpilih

Pada kolom terpilih, yaitu kolom ke-3 kemudian dialokasikan distribusi maksimum pada sel yang memiliki  $C_{ij}$  terkecil. Di sini  $C_{33} = 3$  adalah  $C_{ij}$  terkecil. Oleh karena itu, distribusi sebesar 5500 dari Surakarta dikirim untuk memenuhi permintaan Madiun, lihat Tabel 2.20.

Tiga langkah di atas adalah satu paket langkah untuk menyusun tabel awal dengan menggunakan metode VAM. Setiap kali alokasi distribusi

dilakukan, maka tiga langkah itu harus dilakukan. Proses ini berulang hingga seluruh kapasitas teralokasikan dan seluruh permintaan tujuan terpenuhi.

Kini, akan diulangi proses itu untuk menentukan alokasi distribusi berikutnya. Pada Tabel 2.21 menunjukkan ketiga langkah tersebut sekaligus. Dalam hal ini, kolom ke-3 sudah tidak lagi diperhitungkan.

Pada Tabel 2.21 terlihat nilai terbesar dari selisih  $C_{ij}$  terkecil ada dua yaitu baris ke-2 dan ke-3. Dalam kasus semacam ini, tidak ada satu pun pedoman untuk memilih yang bisa digunakan secara konsisten. Harus dipilih salah satu secara intuitif. Di sini, akan dipilih baris ke-3 sebagai baris terpilih. Selanjutnya jelas sekali harus didistribusikan sisa kapasitas Surakarta sebesar 500 kg untuk memenuhi sebagian permintaan Semarang. Pilihan ini merupakan pilihan terbaik yang akan memberikan biaya distribusi terendah

Tabel 2.19 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokai Pertama (Penentuan Selisih Dua  $C_{ij}$  Terkecil)

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$R_j$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000	1
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000	3
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 $X_{33}$	6000	1
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
	1	1	4		

Pada alokasi yang ke-3, ditunjukkan pada Tabel 2.22, baik baris ke-3 (alokasi pertama) maupun kolom ke-3 (alokasi kedua) tidak lagi diperhitungkan di dalam penentuan selisih nilai dua  $C_{ij}$  terkecil. Jadi, nilai terbesar dari selisih dua  $C_{ij}$  terkecil adalah 3 yang terletak pada baris ke-2. Di

sini, alokasi distribusi maksimum 4000 kg ditempatkan di sel 23 yang terletak pada baris terpilih dan memiliki  $C_{ij}$  terkecil. Dengan demikian, seluruh permintaan Semarang akan dipenuhi oleh Magelang dan Surakarta.

Tabel 2.20 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Pertama

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000	1
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000	3
Surakarta	5 $X_{31}$	2 $X_{32}$	3 5500	6000	1
Permintaan	5000	4500	<b>5500</b>	15000 15000	
	1	1	<b>4</b>		

Nilai terbesar dari selisih  $C_{ij}$  terkecil

Tabel 2.21 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Kedua

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000	1
Magelang	6 $X_{21}$	3 $X_{22}$	8 $X_{23}$	5000	3
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>	3
Permintaan	5000	4500	<b>5500</b>	15000 15000	
	1	1	✓		

Tabel 2.22 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Ketiga

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 $X_{11}$	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000	1
Magelang	6 $X_{21}$	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	5000	3
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>	✓
Permintaan	5000	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000	
	2	2	✓		

Selagi selisih dua  $C_{ij}$  terkecil hanya bisa dihitung untuk selisih antara  $C_{11}= 4$  dan  $C_{21}= 6$ , yaitu 2 maka alokasi keempat terjadi pada sel 11 yang memiliki  $C_{ij}$  terkecil. Di sini seluruh kapasitas Yogyakarta sebesar 4000 kg didistribusikan ke Purwokerto, lihat Tabel 2.23. Meskipun Purwokerto meminta 5000 kg, Yogyakarta tidak mungkin memenuhi seluruh permintaan itu karena keterbatasan kapasitas. Sisa permintaan 1000 kg yang belum terpenuhi bagaimanapun juga harus dipenuhi oleh sumber yang lain.

Pada Tabel 2.22 sel 21 merupakan pilihan alokasi terakhir yang memungkinkan untuk mendistribusikan seluruh kapasitas Magelang 5000 kg dan sekaligus memenuhi seluruh permintaan Purwokerto 5000 kg, lihat Tabel 2.24. Alokasi yang kelima ini merupakan alokasi terakhir yang membuat seluruh kapasitas sumber terdistribusikan dan seluruh permintaan tujuan terpenuhi. Meskipun pedoman nilai terbesar dari selisih dua  $C_{ij}$  terkecil tidak ada, namun hal itu tidak perlu dirisaukan karena pilihan distribusi itu merupakan satu-satunya pilihan yang tersedia dan secara sistematis benar.

Tabel 2.23 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Keempat

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>	1
Magelang	6 $X_{21}$	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	5000	✓
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>	✓
Permintaan	5000	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000	
	2	2	✓		

Tabel 2.24 Matriks Transportasi Denebula, VAM Alokasi Kelima

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 <b>4000</b>	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>	✓
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b>	8 $X_{23}$	<b>5000</b>	✓
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b>	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>	✓
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000	
	2	✓	✓		

*Vogel's Approximation Method* untuk menentukan tabel awal memerlukan langkah yang lebih panjang. Kerumitan ini tidak menjamin bahwa tabel pasti optimal. Akan tetapi, optimalitas tabel baru bisa diketahui setelah pengujian tabel awal dengan metode *Stepping Stone* atau MODI dilakukan. Tabel 2.25 memperlihatkan seluruh proses penentuan tabel awal dengan dengan *Vogel's Approximation Method*

Tabel 2.25 Matriks Transportasi Denebula, VAM Lengkap

Sumber	Tujuan			Kapasitas	
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 <b>4000</b> ↓	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	<b>4000</b>	✓
Magelang	6 <b>1000</b>	3 <b>4000</b> ↑	8 $X_{23}$	<b>5000</b>	✓
Surakarta	5 $X_{31}$	2 <b>500</b> ←	3 <b>5500</b>	<b>6000</b>	✓
Permintaan	<b>5000</b>	<b>4500</b>	<b>5500</b>	15000 15000	
	✓	2	✓		

Dengan demikian, biaya distribusi berdasar alokasi beban distribusi sementara menurut VAM dapat dilihat pada Tabel 2.26.

Tabel 2.26 Total Biaya pada Metode VAM

Sel	Biaya x Beban	Biaya
(1,1)	Rp 4,- x 4.000	Rp 16.000,-
(2,1)	Rp 6,- x 1.000	Rp 6.000,-
(2,3)	Rp 3,- x 4.000	Rp 12.000,-
(3,2)	Rp 2,- x 500	Rp 1.000,-
(3,3)	Rp 3,- x 5.500	Rp 16.500,-
	Jumlah	Rp 51.500,-

#### 2.4.3.2 Optimalitas Distribusi Denebula

Tujuan dari pengujian tabel awal adalah untuk mengetahui apakah masih ada alternatif alokasi distribusi yang akan membawa beban biaya distribusi total lebih rendah dibanding beban biaya distribusi total menurut alokasi distribusi tabel awal.

Ada dua macam metode pengujian tabel awal yang tersedia di dalam algoritma transportasi, yaitu:

##### 1. *Modified Distribution Method*

Metode *Modified Distribution* atau MODI menguji optimalitas tabel dengan cara menghitung *opportunity cost* pada sel-sel yang tidak terkena alokasi distribusi. *Opportunity Cost* adalah biaya yang harus ditanggung bila satu alternatif keputusan dipilih. Dalam hal ini, bila sel-sel kosong tersebut ternyata memiliki *opportunity cost* positif maka menurut metode ini dikatakan bahwa tabel belum optimal berhubung jika masih ada alternatif distribusi yang akan memberikan biaya total distribusi lebih rendah. Jadi menurut metode MODI, tabel akan dikatakan optimal bila dan hanya bila *opportunity cost* sel-sel kosong adalah negatif atau nol.

Bila,

$U_i$  : Angka kunci pada setiap baris  $i$ .

$V_j$  : Angka kunci pada setiap kolom  $j$ .

$C_{ij}$  : Biaya distribusi yang nyata pada sel  $ij$ .

$O_{ij}$  : *Opportunity Cost* pada sel  $ij$ .

di mana  $O_{ij} = 0$  untuk seluruh sel yang telah memperoleh alokasi distribusi, maka untuk seluruh sel berlaku:

$$O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$$

Dalam hal ini, persamaan  $O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$  digunakan untuk:

1. Menentukan nilai  $U_i$  dan  $V_j$  untuk seluruh baris dan kolom dengan pedoman  $O_{ij} = 0$  untuk seluruh sel-sel yang terisi.
2. Menentukan *opportunity cost*  $O_{ij}$  pada seluruh sel-sel kosong.

Bila dijumpai paling sedikit satu sel kosong yang memiliki *opportunity cost* positif atau  $O_{ij} > 0$  maka dikatakan bahwa tabel belum optimal sehingga harus direvisi. Dengan kata lain, tabel dikatakan telah optimal bila dan hanya bila:

$$\text{Opportunity cost} \leq 0$$

$$U_i + V_j - C_{ij} \leq 0$$

atau

$$U_i + V_j \leq C_{ij}$$

- a. MODI Menguji Metode Biaya Terkecil (*Least Cost*) Pada Kasus Denebula**



**Pertama**, penentuan nilai  $U_i$  dan  $V_j$  untuk seluruh baris dan kolom dengan menggunakan persamaan  $O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$ . Pada Tabel 2.27 memperlihatkan tambahan atribut  $U_i$  dan  $V_j$  pada tabel awal Denebula yang disusun menggunakan metode biaya terkecil.

Dengan berpedoman pada  $O_{ij} = 0$  untuk seluruh sel isi maka hanya perlu ditentukan sebuah angka kunci pada  $U_i$  atau  $V_j$  untuk dapat menentukan nilai  $U_i$  dan  $V_j$  yang lain. Angka kunci itu sembarang dan bisa diletakkan dimana saja, pada baris atau kolom. Pada Tabel 2.27, angka kunci itu adalah 0, untuk tujuan memudahkan perhitungan, dan diletakkan pada baris pertama. Karena  $O_{ij} = 0$  untuk seluruh sel isi, maka

$$\text{dari, } O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$$

$$O_{ij} = 0$$

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

karena  $U_1 = 0$  dan  $C_{11} = 4$  maka menurut persamaan  $C_{ij} = U_i + V_j$ ,

$$4 = 0 + V_1$$

$$V_1 = 4 \quad (\text{lihat Tabel 2.27})$$

Tabel 2.27 MODI,  $U_1 = 0$  untuk Menentukan  $V_1$

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 4000	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$	4000	0
Magelang	6 1000	3 $X_{22}$	8 4000	5000	
Surakarta	5 $X_{31}$	2 4500	3 1500	6000	
Permintaan	5000	4500	5500	15000 15000	
$V_j$	2	2	✓		

Tabel 2.28 MODI,  $U_1 = 0$  dan  $C_{11} = 4$ , maka  $V_1 = 4$ 

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4000			4000	0
Magelang	1000		4000	5000	
Surakarta		4500	1500	6000	
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
$V_j$	4				

Selanjutnya, nilai  $V_1$  digunakan untuk menentukan nilai  $U_2$  karena sel 21 adalah sel isi di mana  $C_{21} = 6$ . Menurut  $C_{ij} = U_i + V_j$ ,  $U_2 = 6 - 4 = 2$ , lihat Tabel 2.29. Dengan cara yang sama, bisa ditentukan nilai  $V_3$ . Karena  $U_2 = 2$  dan sel 23 adalah sel isi maka  $V_3 = 8 - 2 = 6$ , lihat Tabel 2.24.

Tabel 2.29 MODI,  $U_2 = 2$  karena  $V_1 = 4$  dan  $C_{21} = 6$ 

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4000			4000	0
Magelang	1000		4000	5000	2
Surakarta		4500	1500	6000	
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
$V_j$	4				

Setelah  $V_3$  diketahui, kini bisa ditentukan  $U_3$  karena sel 33 adalah sel isi. Karena  $V_3 = 6$  dan  $C_{33} = 3$ , maka menurut persamaan  $C_{ij} = U_i + V_j$ ,  $U_3 = 3 - 6 = -3$ ; lihat Tabel 2.31. Yang terakhir, karena  $U_3$  diketahui dan sel 32 adalah sel isi maka  $U_2 = 2 - (-3) = 5$ ; lihat Tabel 2.32.

Tabel 2.30 MODI,  $V_3 = 6$  karena  $U_2 = 2$  dan  $C_{23} = 8$ 

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 4000	5	7	4000	0
Magelang	6 1000	3	8 4000	5000	2
Surakarta	5	2 4500	3 1500	6000	
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
$V_j$	4		6		

Tabel 2.31 MODI,  $U_3 = 3$  karena  $V_3 = 6$  dan  $C_{33} = 3$ 

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 4000	5	7	4000	0
Magelang	6 1000	3	8 4000	5000	2
Surakarta	5	2 4500	3 1500	6000	-3
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
$V_j$	4		6		

Tabel 2.32 MODI,  $V_2 = 5$  karena  $U_3 = 3$  dan  $C_{32} = 2$ 

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4 4000	5	7	4000	0
Magelang	6 1000	3	8 4000	5000	2
Surakarta	5	2 4500	3 1500	6000	-3
Permintaan	5000	4500	5500	15000	
$V_j$	4	5	6		

**Kedua**, menentukan *opportunity cost* seluruh sel kosong. Dalam hal ini ada empat buah sel kosong.

Menurut  $O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$

$$O_{12} = U_1 + V_2 - C_{12} \text{ atau } O_{12} = 0 + 5 - 5 = 0$$

$$O_{13} = U_1 + V_3 - C_{13} \text{ atau } O_{13} = 0 + 6 - 7 = -1$$

$$O_{22} = U_2 + V_2 - C_{22} \text{ atau } O_{22} = 2 + 5 - 3 = +4 \Rightarrow \text{belum optimal}$$

$$O_{31} = U_3 + V_1 - C_{31} \text{ atau } O_{31} = -3 + 4 - 5 = -4$$

Ternyata sel 22 mempunyai *opportunity cost* positif +4. Ini berarti alternatif alokasi distribusi pada sel ini akan menghasilkan biaya total distribusi yang lebih rendah. Oleh karena itu, tabel awal Denebula yang disusun dengan menggunakan metode biaya terkecil harus direvisi.

**b. MODI Menguji Metode Sudut Barat Laut (NWC) dan VAM Denebula**

Secara kebetulan tabel awal yang disusun menggunakan metode sudut barat laut atau *North West Corner* (NWC) menghasilkan biaya distribusi total yang sama dengan tabel awal yang disusun dengan VAM. Dengan demikian, tidak perlu mengujinya satu per satu. Pada Tabel 2.33 memperlihatkan pengujian MODI secara langsung, mulai dari penentuan angka kunci  $U_i$  dan  $V_j$  hingga perhitungan *opportunity cost* sel-sel kosong. Ternyata *opportunity cost* seluruh sel kosong adalah negatif, ini berarti tidak ada kemungkinan untuk biaya total distribusi menjadi lebih rendah, jadi tabel sudah optimal.

Dengan demikian, alokasi distribusi yang ditampilkan pada Tabel 2.33 memberikan biaya total distribusi minimum, yaitu Rp 51.500,-. Meskipun demikian, penentuan tabel awal dengan VAM atau metode sudut barat laut belum pasti lebih baik dibanding metode biaya terkecil.

Tabel 2.33 MODI Menguji Metode Sudut Barat Laut (NWC) dan VAM

Sumber	Tujuan			Kapasitas	$U_i$
	Purwokerto	Semarang	Madiun		
Yogyakarta	4000 4	$X_{12}$ -4 5	$X_{13}$ -5 7	4000	0
Magelang	1000 6	4000 3	$X_{23}$ -4 8	5000	2
Surakarta	$X_{31}$ 0 5	500 2	5500 3	6000	1
Permintaan	5000	4500	5500	15000 15000	
$V_j$	4	1	2		

## 2. *Stepping Stone* Menguji Tabel Awal Denebula

*Stepping Stone* menguji optimalitas tabel awal dengan cara perhitungan  $C_{ij}$  sel-sel kosong yang dilewati oleh jalur *stepping stone*. Seperti makna yang terkandung di dalam namanya, metode ini membuat satu jalur tertutup untuk setiap sel kosong di mana sel-sel isi yang lain di dalam jalur tertutup itu dipandang sebagai batu berpijak guna melangkah ke batu berikutnya. Maksud dari pembuatan jalur tertutup ini adalah untuk membuat percobaan guna memindahkan satu unit beban distribusi sepanjang jalur tertutup itu. Perhitungan untuk memindahkan satu unit beban itu menggunakan dasar jalur tertutup (+) atau (-) di mana tanda (+) pertama kali diberikan kepada sel kosong dan selanjutnya tanda (-) diberikan kepada sel berikutnya. Pemberian tanda itu kemudian diteruskan secara bergantian kepada sel-sel isi berikutnya hingga kembali ke sel kosong. Dalam hal ini, tanda (+) menandai penambahan beban distribusi satu unit yang tentu saja akan berakibat pada penambahan biaya distribusi sebesar  $C_{ij}$ , sedangkan tanda (-) menandai

pengurangan beban distribusi satu unit yang akan berakibat pada pengurangan biaya distribusi sebesar  $C_{ij}$ .

Kini, perhatikan tabel awal Denebula yang disusun dengan menggunakan metode sudut barat laut atau VAM, Tabel 2.34. **Pertama**, dibuat jalur tertutup  $(+)31 \rightarrow (-)21 \rightarrow (+)22 \rightarrow (-)32$ . Pemindahan satu unit distribusi sepanjang jalur tersebut ternyata akan membuat biaya distribusi naik dengan  $+5 - 6 + 3 - 2 = 0$  untuk setiap unit distribusi yang dipindahkan.

**Kedua**, dibuat jalur tertutup  $(+)12 \rightarrow (-)22 \rightarrow (+)21 \rightarrow (-)11$ . Pemindahan satu unit distribusi sepanjang jalur tersebut ternyata akan membuat biaya distribusi naik dengan  $+5 - 3 + 6 - 4 = +4$  untuk setiap unit distribusi yang dipindahkan, lihat Tabel 2.35.

**Ketiga**, dibuat jalur tertutup  $(+)13 \rightarrow (-)33 \rightarrow (+)31 \rightarrow (-)11$ . Pemindahan satu unit distribusi sepanjang jalur tersebut ternyata akan membuat biaya distribusi naik dengan  $+7 - 3 + 2 - 3 + 6 - 4 = +5$  untuk setiap unit distribusi yang dipindahkan, lihat Tabel 2.36.

Tabel 2.34 *Stepping Stone*, Pengujian Sel 31 dan 32

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4000 4	$X_{12}$ 5	$X_{13}$ 7	4000
Magelang	1000 6 -	4000 3 +	$X_{23}$ 8	5000
Surakarta	$X_{31}$ 5 +	500 2 -	5500 3	6000
Permintaan	5000	4500	5500	15000 15000

+5
-6
+3
-2
0
sel 31, 32

Tabel 2.35 *Stepping Stone*, Pengujian Sel 21

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000 -	5 $X_{12}$ +	7 $X_{13}$	4000
Magelang	6 1000 +	3 4000 -	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 500	3 5500	6000
Permintaan	5000	4500	5500	15000 15000

+5  
-3  
+6  
-4  
  
+4  
sel 12

Tabel 2.36 *Stepping Stone*, Pengujian Sel 13

Sumber	Tujuan			Kapasitas
	Purwokerto	Semarang	Madiun	
Yogyakarta	4 4000 -	5 $X_{12}$	7 $X_{13}$ +	4000
Magelang	6 1000 +	3 4000 -	8 $X_{23}$	5000
Surakarta	5 $X_{31}$	2 500 +	3 5500 -	6000
Permintaan	5000	4500	5500	15000 15000

+7  
-3  
  
+2  
-3  
  
+6  
-4

Tabel 2.37 Total Biaya pada Pengujian *Stepping Stone* Tabel Awal Denebula

Sel	Biaya x Beban	Biaya
(1,1)	Rp 4,- x 4.000	Rp 16.000,-
(2,1)	Rp 6,- x 1.000	Rp 6.000,-
(2,2)	Rp 3,- x 4.000	Rp 12.000,-
(3,2)	Rp 2,- x 500	Rp 1.000,-
(3,3)	Rp 3,- x 5.500	Rp 16.500,-
	Jumlah	Rp 51.500,-

## 2.5 Model *Transshipment*

Model *Transshipment* merupakan perluasan dari masalah transportasi. Model *Transshipment* adalah model transportasi yang memungkinkan dilakukannya pengiriman barang (komoditas) secara tidak langsung, di mana barang dari suatu sumber dapat berada pada sumber lain atau tujuan lain sebelum mencapai tujuan akhirnya (Dimiyati dan Dimiyati, 1999: 146). Penyatuan proses pendistribusian telah banyak digunakan yang bertujuan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan layanan kepada konsumen sehingga dikembangkan proses pendistribusian lanjutan yaitu pendistribusian dengan model *transshipment* (Ekren dan Heragu, 2008). Jadi, pada model *transshipment* ini suatu sumber sekaligus dapat berperan sebagai tujuan dan sebaliknya, suatu tujuan dapat juga berperan sebagai sumber. Dengan kata lain, proses pendistribusian barang dari suatu sumber ke tujuan harus melalui agen terlebih dahulu.

Dalam model ini, setiap sumber maupun tujuan dipandang sebagai titik-titik potensial bagi *demand* maupun *supply*. Oleh karena itu, untuk menjamin bahwa tiap titik potensial tersebut mampu menampung total barang di samping jumlah barang yang telah ada pada titik-titik tersebut, maka perlu ditambahkan kepada titik-titik tersebut kuantitas *supply* dan *demand*-nya masing-masing sebesar B. Jumlah B biasanya dirujuk sebagai *buffer*, sebuah nilai yang cukup besar (Ayudina dan Mirna, 2002).

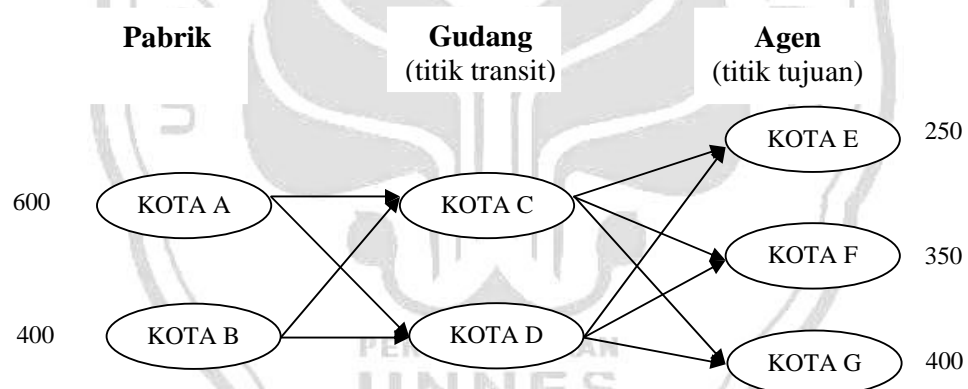
$$B \geq \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n t_j$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2



Adapun unit biaya transportasi dari satu kota ke kota lain disajikan dalam Tabel 2.38.

Apabila kasus perusahaan Emping Melinjo Indonesia ini diselesaikan dengan metode transportasi, maka dapat dilakukan dengan cara mengubah kasus tersebut ke dalam formulasi kasus transportasi, sehingga dapat digunakan algoritma transportasi untuk mencari penyelesaian optimalnya. Prosedur pertama untuk mengubah kasus *transshipment* ke dalam kasus transportasi adalah menentukan rute dengan biaya kirim paling kecil dari titik sumber ke titik tujuan. Di sini akan digunakan simbol  $S_i$  untuk menunjukkan titik sumber  $i$ ,  $I_i$  untuk titik transit  $i$ , dan  $T_i$  untuk titik tujuan  $i$



Gambar 2.2 Jaringan Perusahaan Emping Melinjo Indonesia

Tabel 2.38 Unit Biaya Transportasi Perusahaan Emping Melinjo Indonesia

Pabrik	Gudang penyimpanan		
	Kota C	Kota D	
Kota A	3	2	
Kota B	4	1	
Gudang Penyimpanan	Agen		
	Kota E	Kota F	Kota G
Kota C	4	3	5
Kota D	2	1	6

Mula-mula dicari jalur dengan biaya terkecil dari titik sumber ke titik tujuan, biaya per unit masing-masing rute adalah:

1. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 1 ( $S_1$  = pabrik di kota A) ke tujuan 1 ( $T_1$  = agen di kota E), yaitu:
  - 1)  $S_1 \rightarrow I_1 \rightarrow T_1 = 3 + 4 = 7$
  - 2)  $S_1 \rightarrow I_2 \rightarrow T_1 = 2 + 2 = 4$
2. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 1 ( $S_1$  = pabrik di kota A) ke tujuan 2 ( $T_2$  = agen di kota F), yaitu:
  - 1)  $S_1 \rightarrow I_1 \rightarrow T_2 = 3 + 3 = 6$
  - 2)  $S_1 \rightarrow I_2 \rightarrow T_2 = 2 + 1 = 3$
3. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 1 ( $S_1$  = pabrik di kota A) ke tujuan 3 ( $T_3$  = agen di kota G), yaitu:
  - 1)  $S_1 \rightarrow I_1 \rightarrow T_3 = 3 + 5 = 8$
  - 2)  $S_1 \rightarrow I_2 \rightarrow T_3 = 2 + 6 = 8$
4. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 2 ( $S_2$  = pabrik di kota B) ke tujuan 1 ( $T_1$  = agen di kota E), yaitu:
  - 1)  $S_2 \rightarrow I_1 \rightarrow T_1 = 4 + 4 = 8$
  - 2)  $S_2 \rightarrow I_2 \rightarrow T_1 = 1 + 2 = 3$
5. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 2 ( $S_2$  = pabrik di kota B) ke tujuan 2 ( $T_2$  = agen di kota F), yaitu:
  - 1)  $S_2 \rightarrow I_1 \rightarrow T_2 = 4 + 3 = 7$
  - 2)  $S_2 \rightarrow I_2 \rightarrow T_2 = 1 + 1 = 2$
6. Ada dua rute yang dapat ditempuh untuk mengirim barang dari titik sumber 2 ( $S_2$  = pabrik di kota B) ke tujuan 3 ( $T_3$  = agen di kota G), yaitu:



Tabel 2.40 Alokasi Tabel Transportasi Perusahaan Emping Melinjo Indonesia

Sumber	Tujuan			Supply
	$T_1$	$T_2$	$T_3$	
$S_1$	4 200	3	8 400	600
$S_2$	3 50	2 350	7 350	400
<i>Demand</i>	250	350	400	1000

Secara singkat hasil di atas dapat dituliskan sebagai berikut.

1.  $S_1 \rightarrow T_1$  200 unit
2.  $S_1 \rightarrow T_3$  400 unit
3.  $S_2 \rightarrow T_1$  50 unit
4.  $S_2 \rightarrow T_2$  350 unit

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya} &= (4 \times 200) + (8 \times 400) + (3 \times 50) + (2 \times 350) \\
 &= 800 + 3200 + 150 + 700 \\
 &= 4850
 \end{aligned}$$

Jadi total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan Emping Melinjo Indonesia untuk mendistribusikan produknya ke tempat tujuan sebesar 4850 satuan.

Hasil di atas menunjukkan bahwa unit yang dikirim dari  $S_1$  ke  $T_1$  sebesar 200 unit yang sebelumnya telah diketahui dari penentuan rute yang menghasilkan biaya terendah menyatakan bahwa pengiriman dari  $S_1$  ke  $T_1$  ini melalui  $I_2$ , yaitu mula-mula dikirim ke  $I_2$  baru kemudian disalurkan ke  $T_1$ . Hal yang sama juga

terjadi pada penyelesaian yang lain, sehingga untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.41.

Tabel 2.41 Peyelesaian Pengiriman Kasus Emping Melinjo Indonesia

Dari	Tujuan	Kuantitas
$S_1$	$I_2$	600
$S_2$	$I_2$	400
$I_2$	$T_1$	250
$I_2$	$T_2$	350
$I_2$	$T_3$	400

## 2.6 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. Pada saat menginstal *Microsoft Excel*, *Solver* tidak secara otomatis 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, 2007: 49). Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh aplikasi dari masalah *transshipment* berikut.

Sebuah perusahaan alat berat “Arifin” memiliki 14 alat berat yang berada di Jakarta sebanyak 6 buah dan di Surabaya sebanyak 8 buah. Alat berat tersebut akan dipakai di 6 kota, yaitu Tasikmalaya 2 buah, Cirebon 1 buah, Yogyakarta 4 buah, Solo 4 buah, Madiun 3 buah, dan Jember 2 buah. Karena kondisi jalan, pengangkutan tidak dapat langsung dari kota asal ke kota tujuan dan harus melalui

kota transit yaitu Kota Bandung, Kota Semarang, dan Kota Malang (Dwijanto, 2007: 119). Alur pengiriman barang dan biaya pengangkutan sebuah alat berat terlihat pada Tabel 2.42 dan Tabel 2.43.

Tabel 2.42 Biaya Satuan Pengangkutan dari Kota Asal ke Kota Transit

Tujuan Asal	BDG	SMG	MLG
JKT	10	15	25
SBY	20	15	10

Tabel 2.43 Biaya Satuan Pengangkutan Kota Transit ke Kota Tujuan

Tujuan Asal	TASIK	CRB	JOGJA	SOLO	MDN	JMBR
BDG	10	15				
SMG		15	10	10		
MLG			20	15	10	10

Untuk menyelesaikan masalah ini, pada setiap kota transit harus dibuat atau disediakan barang (alat) *dummy* yang besarnya sama dengan jumlah semua kapasitas produk atau persediaan barang.

Tabel transportasi dibuat dengan menggabungkan kedua tabel tersebut dan memberikan biaya yang cukup besar (M) kepada semua pihak yang tidak mempunyai jalur transportasi, sehingga pada masalah di atas diperoleh tabel transportasi seperti Tabel 2.44.

Dari Tabel 2.44, maka sistem transportasi dapat dicari, dan akhirnya sistem *transshipment* dapat ditentukan. Jika masalah *transshipment* di atas dikerjakan dengan *Solver*, maka dapat dibuat tabel awal pada lembar kerja *Excel*.

Tabel 2.44 Transportasi Gabungan

Tujuan Asal	BDG	SMG	MLG	TSK	CRB	JGJ	SOLO	MDN	JMBR	Kapasitas
JKT	10	15	25	M	M	M	M	M	M	6
SBY	20	15	10	M	M	M	M	M	M	8
BDG	0	M	M	10	15	M	M	M	M	14
SMG	M	0	M	M	15	10	10	M	M	14
MLG	M	M	0	M	M	20	15	10	10	14
Permintaan	14	14	14	2	1	3	4	2	2	14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Tabel biaya transportasi										
2		BDG	SMG	MLG	TSK	CRB	JGJ	SOLO	MADIUN	JMBR	Kapasitas
3	JKT	10	15	25	1000	1000	1000	1000	1000	1000	6
4	SBY	20	15	10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	8
5	BDG	0	1000	1000	10	15	1000	1000	1000	1000	14
6	SMG	1000	0	1000	1000	15	10	10	1000	1000	14
7	MLG	1000	1000	0	1000	1000	20	15	10	10	14
8	Permintaan	14	14	14	2	1	3	4	2	2	14
9											
10	Tabel pengiriman barang										
11		BDG	SMG	MLG	TSK	CRB	JGJ	SOLO	MADIUN	JMBR	Kapasitas
12	JKT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	SBY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	BDG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	SMG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	MLG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18											
19	Biaya pengiriman	0									
20											

Gambar 2.4 Pembuatan Tabel Awal pada Lembar Kerja Excel

Langkah awal adalah membuat tabel biaya pengiriman, kapasitas produksi, dan permintaan. Tabel ini dikopikan dan diletakkan dibawahnya, dengan mengganti menjadi tabel banyaknya barang yang dikirim dari  $A_i$  ke  $T_j$  adalah 0. Sedangkan banyaknya barang yang dikirim dari  $A_i$  adalah jumlah banyaknya barang yang dikirim dari  $A_i$  ke  $T_j$  untuk suatu  $i$ . Jadi dalam hal ini sel K12 ditulis dengan formula “=SUM(B12:J12)”. Formula ini dikopikan ke sel J13 sampai J16.

Selanjutnya banyaknya penerimaan barang adalah jumlah barang yang diterima dari  $A_i$  ke  $T_j$  untuk suatu  $j$ . Jadi dalam hal ini sel B17 ditulis dengan formula “=SUM(B12:B16)”. Formula ini dikopikan ke sel B17 sampai J17.

Biaya pengiriman merupakan kelipatan yang seletak antara banyaknya barang yang dikirim dengan biaya satuan pengiriman. Oleh karena itu, pada sel B19 dituliskan formula “=SUMPRODUCT(B3:J7,B12:J16)”.

Setelah persiapan pada lembar kerja *Excel* selesai saatnya *Solver* dijalankan dengan mengisi menu *Solver* (*Solver Parameter*) berikut. Setelah kursor diletakkan di *Solver* dan kemudian diklik, maka *Excel* segera menampilkan menu *Solver Parameter* dimana *parameter-parameter* harus ditetapkan agar penyelesaian bisa dilakukan. Ada empat *parameter* yang harus ditetapkan yaitu *Target Cell*, *Equal to*, *By Changing Cells* dan *Subject to constraints*.



Gambar 2.5 Kotak Dialog *Solver Parameter*

**Target Cell**, adalah sel yang mencerminkan nilai yang akan dimaksimalkan atau diminimumkan pada parameter kedua. Dalam kasus ini, target sel adalah hasil perhitungan total biaya yang diletakkan pada sel B19, dan ini tidak diubah ke sel lain, oleh karena itu semua hasil ditetapkan dengan



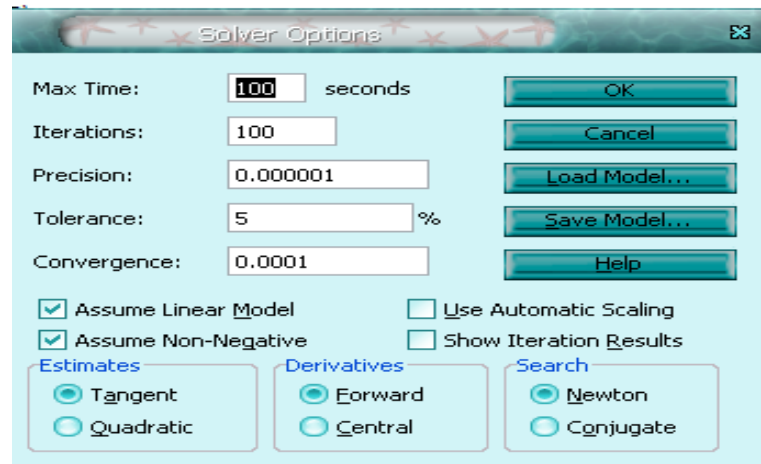
menambah tanda \$ pada sel tempat perumusan hasil atau sumber. Sehingga untuk sel *Set Target Cell* diubah menjadi \$B\$19.

**Equal To**, mencerminkan tujuan yang hendak dicapai dengan menggunakan *Solver*. Masalah yang dicari dalam kasus ini adalah masalah meminimumkan biaya transportasi, sehingga pada *Equal To* dipilih **Min**.

**By Changing Cells**, berisi nilai yang akan menentukan nilai fungsi tujuan. Sel ini sebenarnya mencerminkan variabel keputusan atau variabel yang dicari. Pada kasus ini tujuan yang hendak dicapai adalah menentukan banyaknya barang pada sistem *transshipment*, oleh karena itu diisikan B12 sampai J16 sehingga ditulis \$B\$12:\$J\$16.

**Subject to Constraints**, adalah kendala-kendala yang akan membatasi pemaksimalan atau meminimuman nilai fungsi tujuan. Dalam masalah ini ada dua syarat pembatas, yaitu pembatas permintaan (penerimaan barang) dan kapasitas pabrik (banyaknya barang yang dikirim). Pembatas permintaan yaitu permintaan harus dipenuhi, jadi permintaan kurang dari atau sama dengan penerimaan barang. Sehingga formulanya \$B\$8:\$J\$8<=\$B\$17:\$J\$17. Pembatas kapasitas menyatakan bahwa barang yang dikirim akan kurang dari atau sama dengan kapasitas pabrik. Sehingga formulanya \$K\$12:\$K\$16<=\$K\$3: \$K\$7.

Selanjutnya, dengan memilih atau mengisikan keterangan berikut pada menu *Solver*, dan dengan mengisi *options* asumsi linear dan variabel non-negatif, maka setelah dijalankan atau meng-klik *Solve* akan diperoleh hasil lihat Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Kotak Dialog *Solver Options*

Berdasarkan Gambar 2.7 dapat disimpulkan bahwa:

Biaya pengiriman menunjukkan sebesar 320 satuan, dengan sistem pengiriman:

- Dari Jakarta terdapat 6 buah alat berat, 3 buah dikirim ke Bandung, dan 3 buah dikirim ke Semarang.
- Dari Surabaya terdapat 8 buah alat berat, 4 buah dikirim ke Semarang, dan 4 buah dikirim ke Malang.
- Kota Bandung mendapat kiriman dari Jakarta 3 buah alat berat, dikirim ke Tasikmalaya 2 buah dan dikirim ke Cirebon 1 buah.
- Kota Semarang mendapat kiriman dari Jakarta 3 buah dan dari Surabaya 4 buah, dikirim ke Jogja 3 buah dan ke Solo 4 buah.
- Kota Malang mendapat kiriman dari Surabaya 4 buah alat berat, dikirim ke Madiun 2 buah dan dikirim ke Jember 2 buah.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Tabel biaya transportasi										
2		BDG	SMG	MLG	TSK	CRB	JGJ	SOLO	MADIUN	JMBR	Kapasitas
3	JKT	10	15	25	1000	1000	1000	1000	1000	1000	6
4	SBY	20	15	10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	8
5	BDG	0	1000	1000	10	15	1000	1000	1000	1000	14
6	SMG	1000	0	1000	1000	15	10	10	1000	1000	14
7	MLG	1000	1000	0	1000	1000	20	15	10	10	14
8	Permintaan	14	14	14	2	1	3	4	2	2	14
9											
10	Tabel pengiriman barang										
11		BDG	SMG	MLG	TSK	CRB	JGJ	SOLO	MADIUN	JMBR	Kapasitas
12	JKT	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6
13	SBY	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8
14	BDG	11	0	0	2	1	0	0	0	0	14
15	SMG	0	7	0	0	0	3	4	0	0	14
16	MLG	0	0	10	0	0	0	0	2	2	14
17	Permintaan	14	14	14	2	1	3	4	2	2	
18											
19	Biaya pengiriman	320									
20											

Gambar 2.7 Hasil Penyelesaian Program Solver

## 2.7 Gambaran Umum Perusahaan Perseroan Terbatas (PT)

### Primatexco

#### 2.7.1 Lokasi Perusahaan

PT. Primatexco Indonesia terletak di jalan Jenderal Urip Sumoharjo, Desa Sambong, Kabupaten Batang, kurang lebih 8 km dari tepi pantai (Pantai Ujung Negro). Lokasi ini berdekatan dengan kota Pekalongan, kira-kira menempuh waktu 20 menit dari kota Pekalongan. Dari arah kota Semarang, PT. Primatexco Indonesia berada di sebelah kiri jalur Pantura kira-kira 80 km dari kota Semarang.

#### 2.7.2 Sejarah PT. Primatexco

Pada zaman pendudukan Belanda, sentra-sentra produksi Batik di Indonesia (Pekalongan, Yogyakarta, Solo, Tasikmalaya, Cirebon, Ponorogo) mendapat pasokan bahan baku produksi, seperti kain dan obat-obatan (termasuk lilin) dari para pengusaha (mayoritas etnis Cina) yang bekerja sama dengan Pemerintahan

Belanda. Akan tetapi, hal ini mengakibatkan para pengusaha memainkan harga sesuai keinginan mereka, sehingga merugikan perajin-perajin batik di Indonesia.

Akhirnya, para perajin sepakat untuk mendirikan koperasi batik yang kemudian tergabung dalam GKBI (Gabungan Koperasi Batik Indonesia). GKBI ingin menyediakan bahan baku produksi sendiri, tanpa mengandalkan bantuan para penguasa ataupun impor dari luar negeri. GKBI mulai mendirikan perusahaan tekstil di Medari, Sleman, Yogyakarta. Kemudian diikuti Primatexco di daerah Batang.

PT. Primatexco Indonesia merupakan suatu perusahaan tekstil dengan status *Join Venture* atau kerja sama antar negara, yang memproduksi kain mori untuk bahan baku batik. Perusahaan ini resmi didirikan pada Juni 1972. Pendirian dilakukan setelah ada persetujuan dari Presiden Republik Indonesia saat itu dengan perijinan No. B 28/Pres/2/71 serta surat keputusan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No. 155/M/SK/IV/71 tertanggal 2 April 1971. Nomor Ijin Usaha Tekstil PT. Primatexco Indonesia yang pertama bernomor 596/DJAI/IUTII/PMA/XII/1987 tanggal. 05/12/1987, sedangkan yang terakhir bernomor 53/T/INDUSTRI/1996 tanggal. 03/09/1996 (<http://www.primatexco.com>).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian ini sehingga pelaksanaan penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dengan metode penelitian data yang diperoleh semakin lengkap untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Pada penelitian ini prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut.

#### **3.1 Menemukan Masalah**

Penemuan masalah dapat diperoleh dengan cara mengetahui aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh PT. Primatexco khususnya pada bagian distribusi dan menemukan masalah yang terjadi pada bagian tersebut. Setelah mengetahui masalah yang ada diusulkan sebuah metode yang belum pernah digunakan sebelumnya oleh perusahaan guna membantu menyelesaikan masalah yang ada. Untuk menunjang penyelesaian permasalahan tersebut digunakan studi pustaka.

#### **3.2 Merumuskan Masalah**

Perumusan masalah dimaksudkan untuk spesifikasi, artinya suatu usaha untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas. Permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini adalah.

1. Bagaimana hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan menggunakan program *Solver*?
2. Bagaimana perbandingan hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan model *transshipment* yang menggunakan program *Solver*?
3. Apakah penerapan model *transshipment* yang diterapkan di PT. Primatexco dapat dioptimalkan?

### 3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan penelaahan sumber pustaka yang relevan yang nantinya akan digunakan untuk mengumpulkan data maupun informasi yang diperlukan dalam penelitian. Studi pustaka diawali dengan mengumpulkan sumber pustaka yang dapat berupa buku-buku referensi, skripsi dan jurnal. Setelah sumber pustaka terkumpul dilanjutkan dengan penelaahan isi sumber pustaka tersebut. Pada akhirnya sumber pustaka ini dijadikan landasan untuk melakukan penelitian.

### 3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis memperoleh data dengan menggunakan metode dokumentasi yaitu:

1. Mengambil data sekunder yang diperoleh dari PT. Primatexco yaitu, data kapasitas produksi untuk produk kain dengan jenis Prima, Primis, dan Satin,

data permintaan produk kain, kota tujuan pengiriman barang dan jarak ke kota tujuan pengiriman;

2. Wawancara (*interview*), yaitu pengumpulan data dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mendapatkan data yang tidak bias didapatkan dengan cara lain;
3. Studi pustaka, yaitu dengan cara mengumpulkan data atau informasi yang berkaitan dengan masalah, mengumpulkan konsep pendukung yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah, sehingga didapatkan suatu ide mengenai bahan dasar pengembangan upaya pemecahan masalah.

### **3.5 Analisis dan Pemecahan Masalah**

Dari berbagai sumber yang sudah menjadi bahan kajian, diperoleh suatu pemecahan masalah di atas. Selanjutnya dilakukan langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut.

1. Membuat alur pengiriman barang mulai dari sumber ke kota transit hingga ke kota tujuan;
2. Membuat tabel awal transportasi dan tabel pengiriman barang di lembar kerja *Excel* yang meliputi jumlah kapasitas (*supply*) produksi, jumlah permintaan barang (*demand*) dan jarak antara titik sumber ke titik tujuan;
3. Untuk menjalankan program, klik *Solver* pada *toolbar*, maka akan keluar kotak dialog *Solver Parameter* yang berisi seperti berikut.

- a. **Target Cell**, adalah sel yang mencerminkan nilai yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan pada parameter kedua. Dalam penelitian ini fungsi tujuan yang hendak dicapai adalah meminimumkan biaya pendistribusian barang.
  - b. **Equal To**, mencerminkan tujuan yang hendak dicapai dengan menggunakan *Solver*. Ada tiga pilihan, yaitu *Max* (Maksimum), *Min* (Minimum) dan *Value of*. Karena tujuan yang hendak dicapai adalah meminimumkan biaya pendistribusian barang, maka yang dipilih adalah *Min*.
  - c. **By Changing Cell**, berisi nilai yang akan menentukan nilai fungsi tujuan atau margin total. Sel ini sebenarnya mencerminkan variabel keputusan atau variabel yang dicari.
  - d. **Subject to the Constrains**, adalah kendala-kendala yang akan membatasi pemaksimuman atau meminimuman nilai fungsi tujuan atau margin total. Dalam masalah ini ada dua syarat pembatas yaitu pembatas permintaan dan kapasitas pabrik.
  - e. Selanjutnya klik *options* lalu isikan opsi *Assume linear Model* dan *Assume Non-Negatif Variable*. Untuk mendapatkan hasil yaitu dengan cara mengklik *Solve*.
4. Setelah diperoleh hasil dari lembar kerja *Excel*, maka hasil dianalisis hingga diperoleh hasil yang optimal.



### 3.6 Penarikan Simpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Setelah menganalisis dan memecahkan masalah berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya kemudian dibuat suatu simpulan sebagai jawaban dari permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

PT. Primatexco Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi tekstil dan menghasilkan tekstil yang dipasarkan di pasar domestik maupun pasar internasional. Dengan semakin berkembangnya industri-industri tekstil di Indonesia, maka PT. Primatexco Indonesia semakin mendapat pesaing-pesaing yang saling berebut untuk memperoleh pangsa pasar. Apabila perusahaan ingin tetap eksis dan mempertahankan pangsa pasarnya, maka perusahaan harus merencanakan dan mengendalikan biaya kualitasnya. Hal lain yang tidak boleh diabaikan oleh PT. Primatexco Indonesia yang berkaitan dengan kualitas adalah seberapa efektif pelaksanaan pembiayaan kualitas yang dapat dilihat dari kualitas produk yang dihasilkan dalam proses produksi.

Perlu diketahui bahwa PT. Primatexco merupakan perusahaan besar yang sekitar 60% dari produksinya diserap oleh pasar internasional (Eropa dan Asia). Saat ini pasar utama PT. Primatexco Indonesia di Eropa termasuk Jerman, Turki, Italia, Belgia, Inggris, Swiss, sementara di Asia sebagian besar produknya dikirim ke Jepang, Hongkong, dan Korea. PT. Primatexco masih mengalokasikan sekitar 40% dari produknya untuk pasar domestik. Untuk pasar domestik keseluruhan produksinya diserap oleh sentra industri batik di pulau Jawa. Khususnya sentra

pembuatan batik di daerah Jakarta, Bandung, Cirebon, Pekalongan, Solo, dan Yogyakarta.

Dalam penelitian ini data yang diambil adalah data pengiriman kain mori dalam 1 bulan dan biaya pendistribusian produk tiap tujuan. Produk kain mori yang menjadi objek penelitian diantaranya kain mori jenis Prima, Satin, dan Primis.

Pengiriman produk-produk kain mori dilakukan beberapa kali dalam sebulan melalui agen-agen sebelum dikirim ke tempat tujuan. Agen-agen untuk pasaran domestik terletak di Pekalongan dan Batang, sedangkan tujuan pengirimannya yaitu:

1. PT. Garuda Batik Textile, Jl. Palmerah Barat No. 4, Jakarta Pusat;
2. PT. Adi Luhur Batik, Jl. Anggrek IV No. 24, Jakarta Selatan;
3. PT. Batik Dinar Hadi, Jl. RE. Martadinata No.60, Bandung;
4. Hasan Batik, Jl. Cigadung Raya Timur No.136 Bandung;
5. Batik Ike, Jl. Trusmi Kulon No.129, Weru, Cirebon;
6. Sentra Batik Tulis Trusmi Ds. Trusmi Kec. Weru Cirebon;
7. EB. Tradisional, Jl Panembahan Utara No.1 Cirebon;
8. CV. Batik Tobal, Jl. Teratai No. 24, Pekalongan Timur, Pekalongan;
9. CV. Liex Batik, Jl. KH. Wahid Hasyim No. 52, Pekalongan;
10. CV. Batik Martha, Jl. Karya Bakti No. 20-A, Pekalongan;
11. Ravena Batik Garmenindo, Jl. Pati Unus No.46, Pekalongan;
12. ADMTex, Jl. Pekajangan XX No. 10, Kedungwuni, Pekalongan;
13. Batik Putra Laweyan, Jl. Sidoluhur No.6 Laweyan, Solo;
14. PT. Batik Graha Buana, Jl. Gajah Mada No. 133, Solo;

15. Cahaya Putra Batik, Jl. Sidoluhur No. 46, Laweyan, Solo;
16. PT. Alfa Manunggal Texindo, Jl. Kaliwingko RT. 01/01, Grogol Sukoharjo, Solo;
17. PT. Poetro Soetomo 1953, Jl. Ngeksigondo No. 60, Kota Gede, Yogyakarta;
18. Koperasi Batik Karang Tunggal, Jl. Karangajen No. 76, Yogyakarta;
19. CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Jl. Tirtodipuran No. 18, Yogyakarta;
20. PMT Batik Medari, Jl. Pramuka Medari, Sleman, Yogyakarta.

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian, kemudian disusun alur pengiriman barang dari pabrik sampai ke tempat tujuan pengiriman. Data-data pendistribusian produk kain mori pada bulan Januari 2013, meliputi:

Tabel 4.1 Jumlah Produksi Per Yard (Bulan Januari 2013)

Pabrik	Jenis Produk			Jumlah
	Kain Prima	Kain Satin	Kain Primis	
Jumlah produk	442.000	413.000	347.000	1.202.000

1. Biaya pendistribusian produk ke setiap kota transit telah ditentukan dari agen yang bertugas menyalurkan produk kain ke setiap kota transit.
2. Kemudian biaya pendistribusian per 1000 yard dari kota transit sampai ke setiap tujuan dihitung dalam rupiah yaitu dapat dilihat dari Tabel 4.3 yaitu Tabel biaya pengiriman ke tempat tujuan.
3. Jarak pabrik dengan agen transit di Pekalongan adalah 11 Km, dengan agen transit di Batang 1 Km.
4. Biaya total pendistribusian produk kain mori ke tempat tujuan pada bulan Januari 2013 adalah sebesar Rp 15.002.810,-.

Tabel 4.2 Jumlah Permintaan Barang untuk Setiap Tujuan Per Yard (Bulan Januari 2013)

Kota Tujuan	Jenis Produk			Jumlah
	Kain Prima	Kain Satin	Kain Primis	
PT. Garuda Batik Textile, Jakarta Pusat	11.000	10.000	26.000	47.000
PT. Adi Luhur Batik, Jakarta Selatan	14.000	12.000	27.000	53.000
PT. Batik Danar Hadi, Bandung	12.000	23.000	18.000	53.000
Hasan Batik, Bandung	14.000	21.000	8.000	43.000
Batik Ike, Cirebon	22.000	13.000	9.000	44.000
Sentra Batik Tulis Trusmi, Cirebon	28.000	22.000	12.000	62.000
EB. Tradisional, Cirebon	25.000	23.000	17.000	65.000
CV. Batik Tobal, Pekalongan	28.000	25.000	12.000	65.000
CV. Liex Batik, Pekalongan	30.000	19.000	20.000	69.000
CV. Batik Martha, Pekalongan	27.000	19.000	17.000	63.000
Ravena Batik Garmenindo, Pekalongan	18.000	15.000	11.000	44.000
ADMTex, Pekalongan	21.000	24.000	15.000	60.000
Batik Putra Laweyan, Solo	35.000	20.000	11.000	66.000
PT. Batik GrahaBuana, Solo	19.000	23.000	20.000	62.000
Cahaya Putra Batik, Solo	22.000	20.000	15.000	57.000
PT. Alfa Manunggal Texindo, Solo	19.000	28.000	29.000	76.000
PT. Poetro Soetomo 1953, Yogyakarta	11.000	26.000	20.000	57.000
Koperasi Batik Karang Tunggal, Yogyakarta	35.000	38.000	23.000	96.000
CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta	29.000	17.000	20.000	66.000
PMT Batik Medari, Yogyakarta	22.000	15.000	17.000	54.000
Jumlah	442.000	413.000	347.000	1.202.000

Untuk menyelesaikan masalah *transshipment* ini, pada setiap kota transit harus dibuat atau disediakan barang alat (*dummy*) yang besarnya sama dengan semua jumlah kapasitas produk atau persediaan produk.

Langkah awal adalah membuat tabel transportasi, tabel transportasi dibuat dengan menggabungkan Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 serta memberikan biaya yang cukup besar (*M*) kepada semua yang tidak mempunyai jalur transportasi. Tabel ini dibuat untuk memudahkan penyelesaian dalam masalah transportasi tersebut dan dibuat secara layak (*feasible*). Pada masalah di atas diperoleh tabel transportasi seperti Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Biaya (Rupiah) Pengiriman ke Tempat Tujuan

Asal	Kota tujuan	Biaya per 1000 yard
Pabrik	Pekalongan	5.165
Primatexco	Batang	5.015
	PT. Garuda Batik Textile, Jakarta Pusat	10.700
	PT. Adi Luhur Batik, Jakarta Selatan	9.815
	PT. Batik Danar Hadi, Bandung	9.005
	Hasan Batik, Bandung	8.990
	Batik Ike, Cirebon	7.280
	Sentra Batik Tulis Trusmi , Cirebon	7.385
	EB. Tradisional, Cirebon	6.905
	CV. Batik Tobal, Pekalongan	5.030
	CV. Liex Batik, Pekalongan	5.150
	CV. Batik Martha, Pekalongan	5.045

	Ravena Batik Garmenindo, Pekalongan	5.030
	ADMTex, Pekalongan	5.105
	CV. Batik Tobal, Pekalongan	5.135
	CV. Liex Batik, Pekalongan	5.045
	CV. Batik Martha, Pekalongan	5.150
	Ravena Batik Garmenindo, Pekalongan	5.150
	ADMTex, Pekalongan	5.225
	Batik Putra Laweyan, Solo	7.745
Batang	PT. Batik GrahaBuana, Solo	7.775
	Cahaya Putra Batik, Solo	7.745
	PT. Alfa Manunggal Texindo, Solo	7.820
	PT. Poetro Soetomo 1953, Yogyakarta	8.210
	Koperasi Batik Karang Tunggal, Yogyakarta	8.105
	CV. Batik Indah Rara Djonggrang, Yogyakarta	8.240
	PMT Batik Medari, Yogyakarta	7.790

Masalah *transshipment* ini apabila diselesaikan dengan program *Solver*, maka kita memberikan nilai *M* yang cukup besar, misalnya 100.000. Untuk menyelesaikan masalah pada Tabel 4.4, dapat dibuat tabel awal untuk seluruh produk berupa tabel persiapan di lembar kerja *Excel* lihat Lampiran 1.

Angka pada kolom 1 sampai 20 adalah nama kota tujuan pengirim 1) Jakarta Pusat (JKT PST); 2) Jakarta Selatan (JKT SLTN); 3) Bandung (BNDG 1); 4) Bandung (BNDG 2); 5) Cirebon (CRBN 1); 6) Cirebon (CRBN 2); 7) Cirebon (CRBN 3); 8) Pekalongan (PKL 1); 9) Pekalongan (PKL 2); 10) Pekalongan (PKL

3); 11) Pekalongan (PKL 4); 12) Pekalongan (PKL 5); 13) Solo (SOLO 1); 14) Solo (SOLO 2); 15) Solo (SOLO 3); 16) Solo (SOLO 4); 17) Yogyakarta (YGKT 1); 18) Yogyakarta (YGKT 2); 19) Yogyakarta (YGKT 3); 20) Yogyakarta (YGKT 4).

Proses pengolahan dengan program *Solver* disajikan dalam Lampiran 2.

Hasil penyelesaian keseluruhan dengan menggunakan program *Solver* di atas, dapat diartikan sebagai berikut.

1. Biaya minimum yang diperlukan untuk pengangkutan semua produk pada bulan Januari 2013 berdasarkan kebijakan perusahaan adalah sebesar Rp 15.002.810,- sedangkan berdasarkan *Solver* hanya memerlukan biaya sebesar Rp 14.983.010,-.
2. Alokasi pengiriman barang yang diperlukan agar biaya yang ditanggung oleh perusahaan minimal sesuai program *Solver* pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut.
  - a) Dari pabrik dengan kapasitas 1.202.000 yard dikirim ke agen Pekalongan sebanyak 367.000 yard dan dikirim ke agen Batang sebanyak 835.000 yard.
  - b) Agen Pekalongan mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 367.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan sebanyak 47.000 yard dan 53.000 yard. Sedangkan Bandung 1 dan Bandung 2 mendapat kiriman sebanyak 53.000 yard dan 43.000 yard. Untuk tujuan Cirebon 1 mendapat kiriman sebanyak 44.000 yard, sedang Cirebon 2 sebanyak 62.000 yard, dan Cirebon 3 sebanyak 65.000 yard.



c) Agen Batang mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 835.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Pekalongan 1, Pekalongan 2, Pekalongan 3, Pekalongan 4, Pekalongan 5 berturut-turut sebanyak 65.000 yard, sebanyak 69.000 yard, sebanyak 63.000 yard, sebanyak 44.000 yard, dan sebanyak 60.000 yard. Untuk pengiriman Solo 1 mendapat kiriman sebanyak 66.000 yard, sedangkan Solo 2 sebanyak 62.000 yard. Lain halnya dengan Solo 3 mendapat kiriman sebanyak 57.000 yard dan Solo 4 sebanyak 76.000 yard. Untuk tujuan Yogyakarta 1 mendapat kiriman sebanyak 57.000 yard, Yogyakarta 2 sebanyak 96.000 yard, Yogyakarta 3 sebanyak 66.000 yard, dan Yogyakarta 4 sebanyak 54.000 yard.

Untuk lebih jelasnya, alokasi pengiriman barang untuk semua produk kain mori berdasarkan program *Solver* dapat dilihat pada Lampiran 4.

Dengan cara yang sama seperti di atas, tabel transportasi gabungan dan penyelesaian masalah *transshipment* dengan menggunakan program *Solver* untuk masing-masing jenis produk kain mori, yaitu kain Prima, kain Satin dan kain Primis adalah sebagai berikut.

### 1) Kain Prima

Tabel 4.7 Pengiriman Barang untuk Produk Kain Prima

Tujuan	Agen PKL	Agen BTG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Permintaan	220	222	11	14	12	14	22	28	25	28	30	27	18	21	35	19	22	19	11	35	29	22

Tabel 4.4 Transportasi Gabungan Semua Produk Kain Mori

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	5165	5015	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	1202
Pekalongan	0	M	10700	9815	9005	8990	7280	7385	6905	5030	5150	5045	5030	5105	M	M	M	M	M	M	M	M	1202
Batang	M	0	M	M	M	M	M	M	M	5135	5045	5150	5150	5225	7745	7775	7745	7820	8210	8105	8240	7790	1202
Permintaan	1202	1202	47	53	53	43	44	62	65	65	69	63	44	60	66	62	57	76	57	96	66	54	

Tabel 4.5 Alokasi Pengiriman Barang Berdasarkan Program *Solver* (Semua Produk Kain Mori)

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas			
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	
Pabrik		367	835																				1202	
Pekalongan		835		47	53	53	43	44	62	65													1202	
Batang			367								65	69	63	44	60	66	62	57	76	57	96	66	54	1202
Permintaan	1202	1202		47	53	53	43	44	62	65	65	69	63	44	60	66	62	57	76	57	96	66	54	

Tabel 4.6 Alokasi Pengiriman Barang Berdasarkan Kebijakan PT. Primatexco (Semua Produk Kain Mori)

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas			
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	
Pabrik		597	605																				1202	
Pekalongan				47	53	53	43	44	62	65	50	50	60	30	40								597	
Batang											15	19	3	14	20	66	62	57	76	57	96	66	54	605
Permintaan	597	605		47	53	53	43	44	62	65	65	69	63	44	60	66	62	57	76	57	96	66	54	

Tabel 4.8 Transportasi Gabungan untuk Produk Kain Prima

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	5165	5015	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	442
Pekalongan	0	M	10700	9815	9005	8990	7280	7385	6905	5030	5150	5045	5030	5105	M	M	M	M	M	M	M	M	442
Batang	M	0	M	M	M	M	M	M	M	5135	5045	5150	5150	5225	7745	7775	7745	7820	8210	8105	8240	7790	442
Permintaan	442	442	11	14	12	14	22	28	25	28	30	27	18	21	35	19	22	19	11	35	29	22	

Tabel 4.9 Alokasi Produk Kain Prima Berdasarkan Program Solver

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas			
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	
Pabrik		126	316																				442	
Pekalongan		316		11	14	12	14	22	28	25													442	
Batang			126								28	30	27	18	21	35	19	22	19	11	35	29	22	442
Permintaan	442	442		11	14	12	14	22	28	25	28	30	27	18	21	35	19	22	19	11	35	29	22	

Tabel 4.10 Alokasi Produk Kain Prima Kebijakan PT. Primatexco

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas			
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	
Pabrik		220	222																				442	
Pekalongan				11	14	12	14	22	28	25	25	23	20	10	16								220	
Batang											3	7	7	8	5	35	19	22	19	11	35	29	22	222
Permintaan	220	222		11	14	12	14	22	28	25	28	30	27	18	21	35	19	22	19	11	35	29	22	

Hasil penyelesaian keseluruhan dengan menggunakan Program *Solver* di atas dapat diartikan sebagai berikut.

1. Biaya minimum yang diperlukan untuk pengangkutan produk kain Prima pada bulan Januari berdasarkan kebijakan perusahaan adalah sebesar Rp 5.431.495,- sedangkan berdasarkan solver hanya memerlukan biaya sebesar Rp 5.422.825,-.
2. Alokasi pengiriman barang yang diperlukan agar biaya yang ditanggung oleh perusahaan minimal pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut.
  - a) Dari pabrik dengan kapasitas 442.000 yard dikirim ke agen Pekalongan sebanyak 220.000 yard dan dikirim ke agen Batang sebanyak 222.000 yard.
  - b) Agen Pekalongan mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 220.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Jakarta Pusat sebanyak 11.000 yard, ke Jakarta Selatan sebanyak 14.000 yard, ke Bandung 1 sebanyak 12.000 yard, ke Bandung 2 sebanyak 14.000 yard, ke Cirebon 1 sebanyak 22.000 yard, ke Cirebon 2 sebanyak 28.000 yard, dan ke Cirebon 3 sebanyak 25.000 yard.
  - c) Agen Batang mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 222.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Pekalongan 1, Pekalongan 2, Pekalongan 3, Pekalongan 4, Pekalongan 5 berturut-turut sebanyak 65.000 yard, sebanyak 30.000 yard, sebanyak 27.000 yard, sebanyak 18.000 yard, dan sebanyak 21.000 yard. Untuk pengiriman Solo 1 mendapat kiriman sebanyak 35.000 yard, sedangkan Solo 2 sebanyak 19.000 yard. Lain halnya dengan Solo 3 mendapat kiriman sebanyak 22.000 yard dan Solo 4

sebanyak 19.000 yard. Untuk tujuan Yogyakarta 1 mendapat kiriman sebanyak 11.000 yard, Yogyakarta 2 sebanyak 35.000 yard, Yogyakarta 3 sebanyak 29.000 yard, dan Yogyakarta 4 sebanyak 22.000 yard.

## 2) Kain Satin

Tabel 4.11 Jumlah Pengiriman Barang untuk Produk Kain Satin

Tujuan	Agen PKL	Agen BTG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20
Permintaan	203	210	10	12	23	21	13	22	23	25	19	19	15	24	20	23	20	28	26	38	17

Hasil penyelesaian dengan menggunakan program *Solver* di atas, dapat diartikan sebagai berikut.

1. Biaya minimum yang diperlukan untuk pengangkutan produk kain Prima pada bulan Januari berdasarkan kebijakan perusahaan adalah sebesar Rp 5.143.370,- sedangkan berdasarkan solver hanya memerlukan biaya sebesar Rp 5.137.100,-.
2. Alokasi pengiriman barang yang diperlukan agar biaya yang ditanggung oleh perusahaan minimal pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut.
  - a) Dari pabrik dengan kapasitas 413.000 yard dikirim ke agen Pekalongan sebanyak 124.000 yard dan dikirim ke agen Batang sebanyak 289.000 yard.

Tabel 4.12 Transportasi Gabungan untuk Produk Kain Satin

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	5165	5015	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	413
Pekalongan	0	M	10700	9815	9005	8990	7280	7385	6905	5030	5150	5045	5030	5105	M	M	M	M	M	M	M	M	413
Batang	M	0	M	M	M	M	M	M	M	5135	5045	5150	5150	5225	7745	7775	7745	7820	8210	8105	8240	7790	413
Permintaan	413	413	10	12	23	21	13	22	23	25	19	19	15	24	20	23	20	28	26	38	17	15	

Tabel 4.13 Alokasi Produk Kain Satin Berdasarkan Program Solver

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik		124	289																				413
Pekalongan		289		10	12	23	21	13	22	23													413
Batang			124							25	19	19	15	24	20	23	20	28	26	38	17	15	413
Permintaan	413	413	10	12	23	21	13	22	23	25	19	19	15	24	20	23	20	28	26	38	17	15	

Tabel 4.14 Alokasi Produk Kain Satin Kebijakan PT Primatexco

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	203	210																					413
Pekalongan			10	12	23	21	13	22	23	20	15	15	10	19									203
Batang										5	4	4	5	5	20	23	20	28	26	38	17	15	210
Permintaan	203	210	10	12	23	21	13	22	23	25	19	19	15	24	20	23	20	28	26	38	17	15	

- b) Agen Pekalongan mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 124.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Jakarta Pusat sebanyak 10.000 yard, ke Jakarta Selatan sebanyak 12.000 yard, ke Bandung 1 sebanyak 23.000 yard, ke Bandung 2 sebanyak 21.000 yard, ke Cirebon 1 sebanyak 13.000 yard, ke Cirebon 2 sebanyak 22.000 yard, dan ke Cirebon 3 sebanyak 23.000 yard.
- c) Agen Batang mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 289.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Pekalongan 1, Pekalongan 2, Pekalongan 3, Pekalongan 4, Pekalongan 5 berturut-turut sebanyak 25.000 yard, sebanyak 19.000 yard, sebanyak 19.000 yard, sebanyak 15.000 yard, dan sebanyak 24.000 yard. Untuk pengiriman Solo 1 mendapat kiriman sebanyak 20.000 yard, sedangkan Solo 2 sebanyak 23.000 yard. Lain halnya dengan Solo 3 mendapat kiriman sebanyak 20.000 yard dan Solo 4 sebanyak 28.000 yard. Untuk tujuan Yogyakarta 1 mendapat kiriman sebanyak 26.000 yard, Yogyakarta 2 sebanyak 38.000 yard, Yogyakarta 3 sebanyak 17.000 yard, dan Yogyakarta 4 sebanyak 17.000 yard.

### 3) Kain Primis

Tabel 4.15 Jumlah Pengiriman Barang untuk Produk Kain Primis

Tujuan	Agan PKL	Agan BTG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Permintaan	174	173	26	27	18	8	9	12	17	12	20	17	11	15	11	20	15	29	20	23	20	17

Tabel 4.16 Transportasi Gabungan untuk Kain Primis

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	5165	5015	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	347
Pekalongan	0	M	10700	9815	9005	8990	7280	7385	6905	5030	5150	5045	5030	5105	M	M	M	M	M	M	M	M	347
Batang	M	0	M	M	M	M	M	M	M	5135	5045	5150	5150	5225	7745	7775	7745	7820	8210	8105	8240	7790	347
Permintaan	347	347	26	27	18	8	9	12	17	12	20	17	11	15	11	20	15	29	20	23	20	17	

Tabel 4.17 Alokasi Produk Kain Primis Berdasarkan Program Solver

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	117	230																					347
Pekalongan			26	27	18	8	9	12	17														347
Batang										12	20	17	11	15	11	20	15	29	20	23	20	17	347
Permintaan	117	230	26	27	18	8	9	12	17	12	20	17	11	15	11	20	15	29	20	23	20	17	

Tabel 4.18 Alokasi Produk Kain Primis Kebijakan PT Primatexco

Lokasi	Tujuan																				Kapasitas		
	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
Pabrik	174	173																					347
Pekalongan			26	27	18	8	9	12	17	10	15	13	7	12									174
Batang										2	5	4	4	3	11	20	15	29	20	23	20	17	173
Permintaan	174	173	26	27	18	8	9	12	17	12	20	17	11	15	11	20	15	29	20	23	20	17	



Hasil penyelesaian dengan menggunakan program *Solver* di atas, dapat diartikan sebagai berikut.

1. Biaya minimum yang diperlukan untuk pengangkutan produk kain Prima pada bulan Januari berdasarkan kebijakan perusahaan adalah sebesar Rp 4.428.515,- sedangkan berdasarkan solver hanya memerlukan biaya sebesar Rp 4.423.085,-.
2. Alokasi pengiriman barang yang diperlukan agar biaya yang ditanggung oleh perusahaan minimal pada bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut.
  - a) Dari pabrik dengan kapasitas 347.000 yard dikirim ke agen Pekalongan sebanyak 117.000 yard dan dikirim ke agen Batang sebanyak 230.000 yard.
  - b) Agen Pekalongan mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 117.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Jakarta Pusat sebanyak 26.000 yard, ke Jakarta Selatan sebanyak 27.000 yard, ke Bandung 1 sebanyak 18.000 yard, ke Bandung 2 sebanyak 8.000 yard, ke Cirebon 1 sebanyak 9.000 yard, ke Cirebon 2 sebanyak 12.000 yard, dan ke Cirebon 3 sebanyak 17.000 yard.
  - c) Agen Batang mendapat kiriman dari pabrik sebanyak 230.000 yard, untuk memenuhi kebutuhan Kota Pekalongan 1, Pekalongan 2, Pekalongan 3, Pekalongan 4, Pekalongan 5 berturut-turut sebanyak 12.000 yard, sebanyak 20.000 yard, sebanyak 17.000 yard, sebanyak 11.000 yard, dan sebanyak 15.000 yard. Untuk pengiriman Solo 1 mendapat kiriman sebanyak 11.000 yard, sedangkan Solo 2 sebanyak 20.000 yard. Lain halnya dengan Solo 3 mendapat kiriman sebanyak 15.000 yard dan Solo 4

sebanyak 29.000 yard. Untuk tujuan Yogyakarta 1 mendapat kiriman sebanyak 20.000 yard, Yogyakarta 2 sebanyak 23.000 yard, Yogyakarta 3 sebanyak 20.000 yard, dan Yogyakarta 4 sebanyak 17.000 yard.

## 4.2 Pembahasan

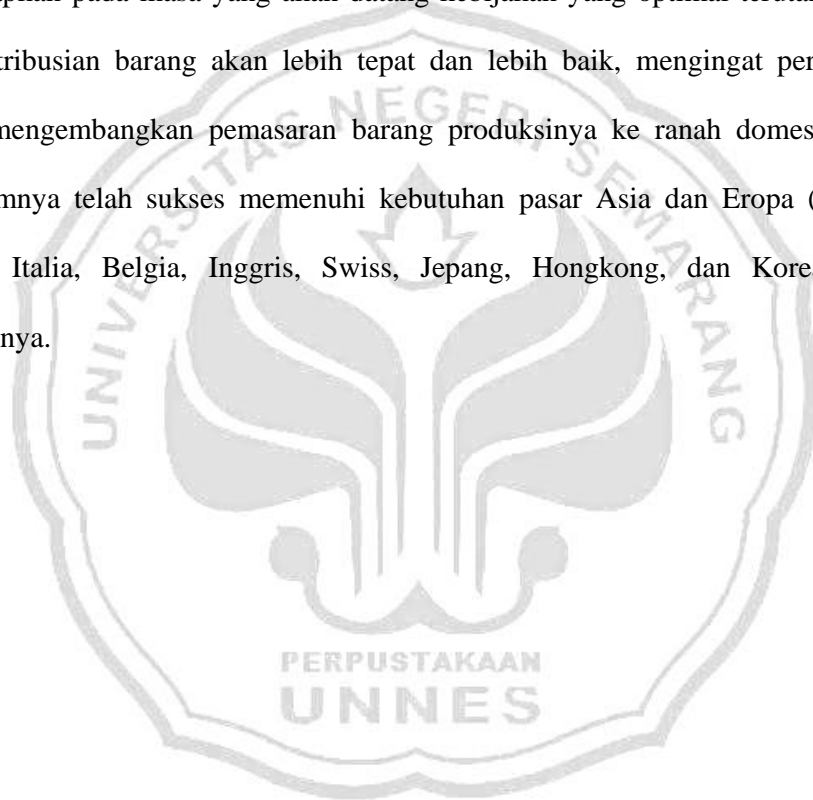
Berdasarkan hasil penelitian akan dibahas mengenai biaya pengiriman yang optimal. Biaya pengiriman yang optimal adalah biaya terendah yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendistribusikan barang. Alur pengiriman barang yang telah dilakukan perusahaan untuk mendistribusikan barang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Dari Tabel 4.6 jika dimasukkan ke dalam program *Solver* akan menghasilkan alur pendistribusian seperti pada Tabel 4.5.

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Tabel 4.5 pengalokasian barang menurut kebijakan perusahaan dengan pengalokasian barang pada model *transshipment* yang menggunakan program *Solver* terdapat perbedaan yang cukup signifikan, serta perbedaan alokasi biaya yang berbeda.

Dari kebijakan PT Primatexco biaya yang diperlukan untuk mendistribusikan produk kain mori sebesar Rp 15.002.810,- sedangkan hasil analisis dengan program *Solver* di atas diperoleh biaya pendistribusian untuk seluruh produk kain mori (kain Prima, kain Satin dan kain Primis) sebesar Rp 14.983.010,-. Dengan menggunakan analisis di atas biaya dan proses pendistribusian barang di PT. Primatexco akan optimal.

Dari analisis di atas kita dapat mengetahui bahwa proses pendistribusian barang di PT Primatexco belum optimal dari segi biaya, namun pada kenyataannya perusahaan masih mempergunakan jalur transportasi dan alokasi barang yang sudah ditetapkan pada waktu itu karena adanya pertimbangan dari faktor-faktor lain yang mempengaruhi proses pendistribusian itu sendiri, sehingga di harapkan pada masa yang akan datang kebijakan yang optimal terutama pada pendistribusian barang akan lebih tepat dan lebih baik, mengingat perusahaan akan mengembangkan pemasaran barang produksinya ke ranah domestik, dan sebelumnya telah sukses memenuhi kebutuhan pasar Asia dan Eropa (Jerman, Turki, Italia, Belgia, Inggris, Swiss, Jepang, Hongkong, dan Korea) pada khususnya.



## BAB V

### PENUTUP

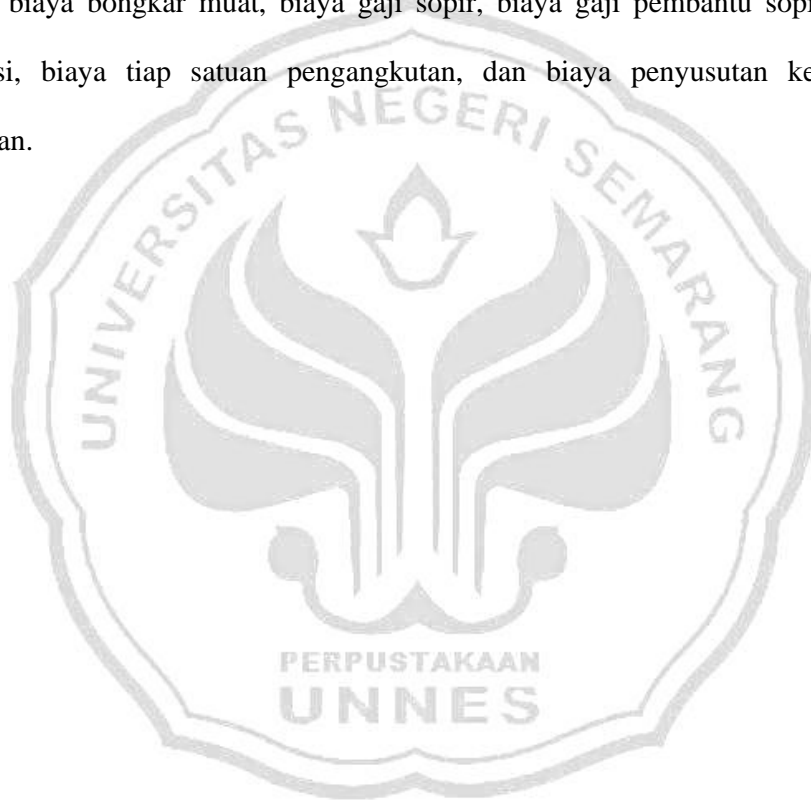
#### 5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini, maka simpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil dari model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan menggunakan program *Solver* dihasilkan biaya pendistribusian untuk seluruh produk kain mori (kain Prima, kain Satin, dan Kain Primis) sebesar Rp14.983.010,-.
2. Perbandingan hasil model *transshipment* dari proses pendistribusian barang di PT. Primatexco dengan model *transshipment* yang menggunakan program *Solver* untuk seluruh produk kain mori (kain Prima, kain Satin, dan Kain Primis) adalah Rp15.002.810,- berbanding Rp14.983.010,-.
3. Penerapan model *transshipment* yang diterapkan di PT. Primatexco belum optimal dan dapat dioptimalkan. Karena ditemukan selisih biaya pendistribusian produk kain mori yang berdasarkan kebijakan perusahaan dengan biaya yang dihasilkan oleh program *Solver* sebesar Rp 19.800,- atau 0,13 %.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan adalah ketika melakukan proses pendistribusian produk dengan model *transshipment* perusahaan hendaknya tidak hanya memperhatikan hasil keluaran dari program *Solver* saja tapi juga memperhatikan aspek di lapangan seperti biaya bongkar muat, biaya gaji sopir, biaya gaji pembantu sopir, biaya asuransi, biaya tiap satuan pengangkutan, dan biaya penyusutan kendaraan angkutan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, D.H. & Rahmadi, E. 2004. *Riset Operasional Konsep-konsep Dasar*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Ayudina, P.E & Widayanti, M. 2002. Model Transshipment Guna Menghasilkan Biaya Pendistribusian yang Minimum Melalui Kajian Teoritis. *J. Teknik Industri Optimum*, 3 (1): 75-84.
- Dimiyati, T.T. & Dimiyati, A. 1999. *Operations Research; Model-model pengambilan keputusan*. Bandung : Sinar Baru Algensindo.
- Dimiyati, T.T. & Dimiyati, A. 2004. *Operations Research; Model-model pengambilan keputusan*. Bandung : Sinar Baru Algensindo.
- Dwijanto. 2007. *Program Linear Berbantuan Komputer: Lindo, Lingo dan Solver*. Semarang : UNNES PRESS.
- Ekren, B.Y & Heragu, S.S. 2008. *Simulation Based Optimization Of Multi-Location Transshipment Problem With Capacitated Transportation*. Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Louisville : University of Louisville.
- Hillier, F.S. & Lieberman, G.J. 1990. *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta : Erlangga.
- Mulyadi. 2007. *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta : UPP STIM YKPN.
- Mulyono, S. 2004. *Riset Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- PT. Primatexco. 2012. Sejarah PT. Primatexco. Batang. Tersedia di <http://www.Primatexco.com/profil.php>. [di akses pada 13 Februari 2013].
- Siswanto. 2007. *Operations Research*. Yogyakarta : Erlangga.
- Suyitno, H. 1997. *Pengantar Program Linear*. Semarang : FMIPA IKIP Semarang.
- Taha, H.A. 1997. *Riset Operasi*. Jakarta : Binarupa Aksara.

## Lampiran 1

Persiapan Tabel Awal pada Lembar Kerja *Excel*

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

**Table 1: Tabel Awal Biaya Pengiriman, kaPasitas, dan Permintaan**

Lokasi	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	kaPasitas
Pabrik	5165	5015	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	1202
Pekalongan	0	100000	10700	9815	9005	8990	7280	7385	6905	5030	5150	5045	5030	5105	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	1202
Batang	100000	0	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	5135	5045	5150	5150	5225	7745	7775	7745	7820	8210	8105	8240	7790	1202
Permintaan	1202	1202	47	53	53	43	44	62	65	65	69	63	44	60	66	62	57	76	57	96	66	54	

**Table 2: Duplicate Table with 0 values**

Lokasi	Pekalongan	Batang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	kaPasitas
Pabrik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pekalongan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Batang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permintaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Table 3: BIAAYA**

BIAAYA	0
--------	---

## Lampiran 2

## Tampilan Solver Parameter

Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To:  Max  Min  Value of:

By Changing Cells:

Subject to the Constraints:

## Tampilan Solver Options

Solver Options

Max Time:  seconds

Iterations:

Precision:

Tolerance:  %

Convergence:

Assume Linear Model  Use Automatic Scaling  
 Assume Non-Negative  Show Iteration Results

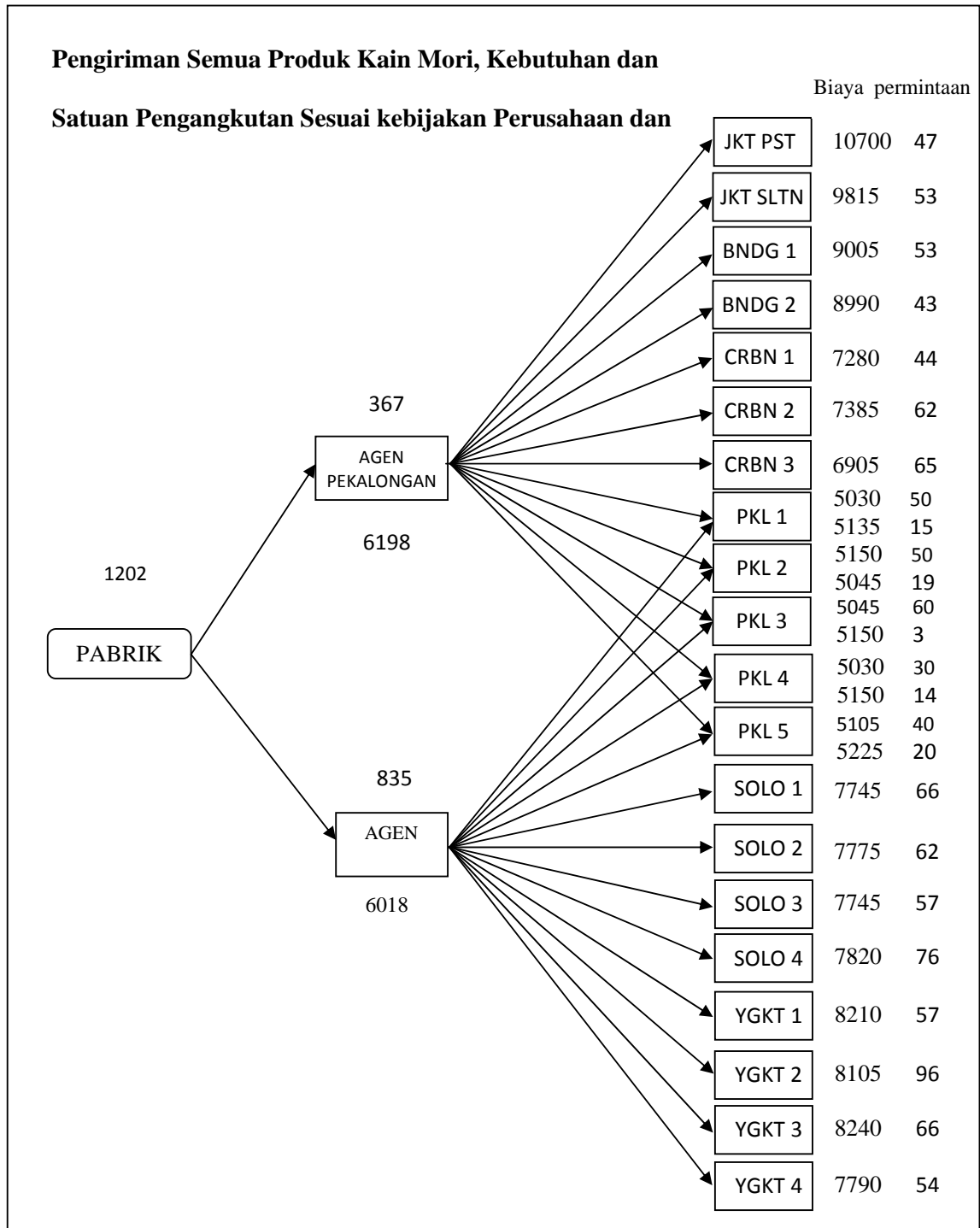
Estimates:  Tangent  Quadratic

Derivatives:  Forward  Central

Search:  Newton  Conjugate



**Lampiran 3 Alokasi Pengiriman Semua Produk Kain Mori Berdasarkan Kebijakan Perusahaan**



**Lampiran 4 Alokasi Pengiriman Semua Produk Kain Mori Berdasarkan Program Solver**

