

**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MEMINIMUMKAN
BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE
VOGELL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)**
(Studi Kasus di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG))

SKRIPSI
Konsentrasi Teknik Industri

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

Imam Makrup
NIM. 0001060164-62

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2007

**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MEMINIMUMKAN
BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE
VOGELL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)**
(Studi Kasus di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG))

SKRIPSI
Konsentrasi Teknik Industri

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

Imam Makrup
NIM. 0001060164-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Suharto, MT
NIP.131 131 025

Taufiq Basjry T. ST, MMT
NIP.132 137 965



**OPTIMASI DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MEMINIMUMKAN
BIAYA DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE
VOGELL'S APPROXIMATION METHOD (VAM)
(Studi Kasus di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG))**

Disusun oleh:
Imam Makrup
NIM. 0001060164-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada:
Tanggal 22 Februari 2007

DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1

Ir. Masduki, MM
NIP. 130 350 754

Dosen Penguji 2

Dra. Murti Astuti, M.SIE
NIP.131 629 856

Dosen Penguji Komprehensif

Ir. Wahyono Suprpto, M.T.Met
NIP. 131 574 846

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Bambang Indrayadi, MT.
NIP. 131 653 469

RINGKASAN

Imam Makrup, 2007. **Optimasi Distribusi Semen dengan Meminimumkan Biaya Distribusi Menggunakan Metode Vogell's Approximation Method (VAM) (Studi Kasus di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG))**. Ir. Suharto, MT, Taufiq Basjry T.ST., MMT. 88 Hal + xi

Situs www.wartaekonomi.com meramalkan bahwa mulai tahun 2005 sampai dengan tahun 2010 proyek konsumsi semen di Indonesia akan terus meningkat. Prediksi menggembirakan ini tidak secara serta merta akan menaikkan profit sebuah perusahaan jika ia tidak mengatur besar biaya-biaya yang dikeluarkannya. Salah satu bentuk biaya yang perlu diperhatikan dalam penentuan harga sebuah produk adalah biaya distribusi produk. Secara teoritis, biaya pendistribusian merupakan *indirect cost* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) merupakan salah satu ekspediter semen PT Semen Gresik yang langsung menangani proses pendistribusian semen PT Semen Gresik. Sebagai salah satu ekspediter, KWSG selama ini masih menerapkan sistem tunggu untuk permasalahan trayek armada angkutnya, sehingga armada yang dimilikinya tidak beroperasi secara optimal. Data biaya distribusi yang didapatkan dari KWSG menunjukkan bahwa biaya distribusi pada tahun 2004 mengalami kenaikan 32% dibanding tahun 2003, sedangkan pada tahun 2005 mengalami kenaikan sebesar 26% dibanding tahun 2004. Prosentase kenaikan ini berada diatas ambang kenaikan yang telah ditetapkan oleh PT. Semen Gresik yaitu berkisar antara 5%-20% pertahun, harga ini sudah meliputi harga kenaikan inflasi yang diprediksikan 2% pertahun.

Salah satu metode yang dapat diterapkan sebagai pendukung keputusan pada KWSG adalah dengan menggunakan *Vogel's Approximation Method (VAM)*. Metode Vogel ini merupakan metode yang lebih efisien dan praktis. Tidak seperti metode transportasi yang lain, seperti *Metode Sudut Barat Laut*, Metode Vogel merupakan salah satu prosedur alokasi yang berdasarkan elemen biaya. Alokasi pertama dengan menggunakan metode Vogel ini mungkin optimal atau mendekati optimalitas, sehingga waktu perhitungan lebih cepat. Penerapan Metode Vogel dalam upaya meminimalkan biaya dan mengatur aktivitas distribusi, merupakan solusi yang sangat mungkin diterapkan oleh KWSG. Hal ini dikarenakan teknik perhitungannya yang mudah dan efisien, sehingga dengan demikian diharapkan mampu memperbesar pencapaian laba usaha KWSG dari aktivitas distribusi produk semen dari PT Semen Gresik.

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode penelitian historis, yang bertujuan untuk meneliti masalah pendistribusian semen dengan mengidentifikasi masalah masa lampau dan data masa lampau yang relevan dengan masa kini. Data - data yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini diperoleh PT. Semen Gresik (Persero) dengan melakukan studi pustaka studi

lapang. Lokasi penelitian yang digunakan dalam melakukan studi dan pengambilan data dalam skripsi ini adalah Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG), dengan dasar pertimbangan bahwa Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) merupakan ekspediter yang melakukan aktivitas pendistribusian produk PT Semen Gresik. Data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan meliputi: Jarak lintasan distribusi, besar permintaan semen untuk masing-masing wilayah di Jawa Timur, rute distribusi semen, besarnya biaya transportasi ke setiap daerah di Jawa Timur serta data terkait armada yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah adalah Metode Peramalan dan Metode Transportasi .

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation Methode* (VAM), maka operasi distribusi semen untuk ekspediter KWSG akan optimal jika kebutuhan semen yang diangkut 90% disuplai dari pabrik Gresik, indikasi utamanya adalah dengan minimalnya biaya distribusi semen. Biaya distribusi tahun 2005 sebelum digunakan metode VAM ini adalah sebesar Rp. 33.701.714.942,-, sedangkan setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode VAM, biaya distribusi menjadi sebesar Rp. 21.755.600.000,- atau turun 35% dibanding dengan tidak menggunakan metode VAM. Penurunan biaya distribusi sebesar 35% membuat harga semen PT. Semen Gresik 3 % menjadi lebih murah dibanding dengan sebelumnya.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Optimasi Distribusi Semen dengan Meminimumkan Biaya Distribusi Menggunakan Metode Vogell's Approximation Method (VAM) (Studi Kasus di Koperasi Warga Semen Gresik)**. Skripsi ini merupakan tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Imam Zaky, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Ir. Bambang Indrayadi, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Suharto, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah mencurahkan waktu dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Taufiq Basjry T. ST,MMT. Selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membantu penulis menyempurnakan skripsi ini.
5. Pihak Manajemen Koperasi Warga Semen Gresik yang telah mengijinkan penulis untuk melakukan penelitian dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh pihak yang telah membantu mulai awal hingga terselesaikannya skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik konstruktif sangat penulis harapkan. Semoga karya ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Februari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Konsep Peminimalan Biaya Transportasi	7
2.1.1 Konsep Umum Metode Transportasi	7
2.1.2 Keseimbangan Model Transportasi	11
2.1.3 Beberapa Macam Metode Transportasi	12
2.1.4 Membandingkan Tiga Metode	14
2.2. Metode Peramalan (<i>Forecasting</i>)	15
2.2.1 Peramalan Permintaan (<i>Demand Forecasting</i>)	15
2.2.2 Beberapa Metode Peramalan	17
2.2.3 <i>Time Series Analysis</i>	18
2.2.4 Prosedur/Langkah-Langkah Peramalan dengan Metode <i>Time Series Analysis</i>	23
2.2.5 Ketepatan Metode Peramalan	24
2.3. <i>Quantitative System Version 3.0</i>	25
2.3.1 Metode Peramalan dalam <i>QS Version 3.0</i>	25
2.3.2 Metode Transportasi yang Tersedia di dalam <i>QS Version 3.0</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	26
3.2. Pengumpulan Data	26
3.3. Lokasi Penelitian	26
3.4. Data untuk Perhitungan	27
3.5. Metode Penyelesaian Masalah	27
3.6. Identifikasi Variabel-Variabel Peramalan	27

3.7	Identifikasi Variabel-variabel dalam Model Transportasi	28
3.8	Identifikasi Parameter dalam Model Transportasi	28
3.9	Diagram Alir Penyelesaian	28

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1.	Pengumpulan Data	30
4.1.1.	Data Kendaraan yang Dimiliki oleh KWSG	30
4.1.2.	Data Ongkos Angkut	30
4.1.3.	Data Kebutuhan Semen untuk Beberapa Daerah di Jawa Timur	36
4.1.4.	Data Kapasitas Pabrik	37
4.2.	Pengolahan Data	38
4.3.	Perbandingan Metode Transportasi	38
4.4.	Pembuatan Model Transportasi	38
4.4.1	Jenis PPC	38
4.4.2	Jenis T-1	45
4.5.	Peramalan Permintaan	52
4.6.	Model Transportasi Hasil Peramalan	54
4.7.	Optimasi Kendaraan KWSG	66
4.7.1.	Data Kendaraan	66
4.7.2.	Model Transportasi untuk Pengangkut Semen Jenis PPC	67
4.7.3.	Model Transportasi untuk Pengangkut Semen Jenis T1	72

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1	Perbandingan Biaya Distribusi Pabrik dengan Hasil Perhitungan <i>Vogel's Approximation Methode (VAM)</i>	76
5.1.1	Perhitungan Biaya Distribusi Pabrik	76
5.1.2	Perhitungan Biaya Distribusi Menggunakan <i>Vogel's Approximation Methode (VAM)</i>	77
5.1.3	Penghematan Biaya Distribusi	78
5.2	Peramalan Kebutuhan Semen	79
5.3	Pembuatan Rute Optimasi dengan Memasukkan Variabel Kendaraan KWSG	79

BAB VI KESIMPULAN

	Kesimpulan	86
	Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

xi

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.1	Total Biaya Distribusi yang Dikeluarkan PT. Semen Gresik untuk Daerah Jawa Timur Melalui Ekspediteur KWSG	4
Tabel 2.1	Tabel Transportasi	10
Tabel 4.1	Jumlah Armada Angkut Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)	30
Tabel 4.2	Ongkos Angkut Semen dari Pabrik Gresik	31
Tabel 4.3	Ongkos Angkut dari Pabrik Tuban	33
Tabel 4.4	Total Biaya Distribusi yang Dikeluarkan PT. Semen Gresik untuk Daerah Jawa Timur Melalui Ekspediteur KWSG	35
Tabel 4.5	Total Kebutuhan Semen Per Sak di Jawa Timur yang Didistribusikan Melalui KWSG	36
Tabel 4.6	Tabel Matriks Transportasi untuk Semen Jenis PPC Tahun 2005	42
Tabel 4.7	Tabel Matriks Transportasi untuk Semen Jenis T1	49
Tabel 4.8	Tabel Hasil Peramalan Kebutuhan Semen Jawa Timur dengan Menggunakan <i>Quantitative System Ver. 3.0</i>	52
Tabel 4.9	Matriks Transportasi Hasil Peramalan Semen Jenis PPC	57
Tabel 4.10	Matriks Transportasi Hasil Peramalan Semen Jenis T1	63
Tabel 4.11	Data Kendaraan Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)	66
Tabel 4.12	Matriks Transportasi untuk Kendaraan Pengangkut Semen Jenis PPC	71

Tabel 4.13	Matriks Transportasi untuk Kendaraan Pengangkut Semen Jenis T-1	75
Tabel 5.1	Selisih Biaya Distribusi	78

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Konsumsi semen perwilayah di Indonesia	1
Gambar 1.2	Peramalan proyek konsumsi semen di Indonesia	2
Gambar 1.3	Prosentase Frekwensi Angkut Armada KWSG Januari-Maret 2006	3
Gambar 2.1	Model Transportasi	8
Gambar 2.2	<i>The Time Horizon In Forecasting</i>	16
Gambar 2.3	Pola gerakan trend	18
Gambar 2.4	Pola gerakan musiman	19
Gambar 2.5	Pola gerakan siklis	19
Gambar 2.6	Pola gerakan eratik	20
Gambar 5.1	Biaya Distribusi Hasil Pengolahan Data Dari Pabrik	77
Gambar 5.2	Perbandingan Biaya Distribusi dengan Menggunakan Metode <i>VAM</i>	77
Gambar 5.3	Optimasi Rute Operasi untuk Pengangkut Semen Jenis PPC	82
Gambar 5.4	Optimasi Rute Operasi untuk Pengangkut Semen Jenis T-1	84

DAFTAR LAMPIRAN

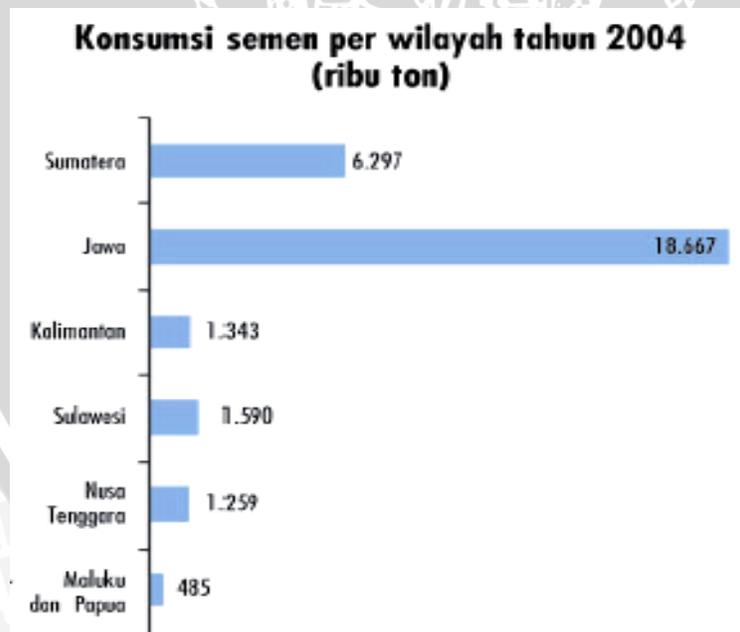
- Lampiran 1 Hasil perhitungan semen jenis PPC tahun 2005 dengan menggunakan metode VAM
- Lampiran 2 Hasil perhitungan semen jenis T-1 tahun 2005 dengan menggunakan metode VAM
- Lampiran 3 Hasil perhitungan semen jenis PPC hasil peramalan dengan menggunakan metode VAM
- Lampiran 4 Hasil perhitungan semen jenis T-1 hasil peramalan dengan menggunakan metode VAM
- Lampiran 5 Optimasi Rute Semen Jenis PPC Hasil Peramalan
- Lampiran 6 Optimasi Rute Semen Jenis T-1 Hasil Peramalan
- Lampiran 7 Hasil Perhitungan untuk pengangkut semen jenis PPC menggunakan metode VAM
- Lampiran 8 Hasil Perhitungan untuk pengangkut semen jenis T-1 menggunakan metode VAM
- Lampiran 9 Ongkos Angkut kendaraan dari pabrik Gresik
- Lampiran 10 Ongkos Angkut kendaraan dari pabrik Tuban
- Lampiran 11 Hasil peramalan semen jenis PPC
- Lampiran 12 Hasil peramalan semen jenis T-1
- Lampiran 13 Rute distribusi semen jenis PPC tahun 2005 (versi pabrik)
- Lampiran 14 Rute distribusi semen jenis T-1 tahun 2005 (versi pabrik)
- Lampiran 15 Rute distribusi semen jenis PPC tahun 2005 dengan menggunakan metode VAM
- Lampiran 16 Rute distribusi semen jenis T-1 tahun 2005 dengan menggunakan metode VAM)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu bentuk biaya yang perlu diperhatikan dalam penentuan harga sebuah produk adalah biaya distribusi produk. Secara teoritis, biaya pendistribusian merupakan *indirect cost* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Agar sebuah produk bisa bersaing dengan produk yang lain, selain kualitas produk, yang harus diperhatikan pula adalah harga produk. Untuk itulah banyak penelitian yang dilakukan guna meminimalkan faktor-faktor yang dapat meninggikan harga produk. Salah satu diantaranya adalah biaya distribusi.

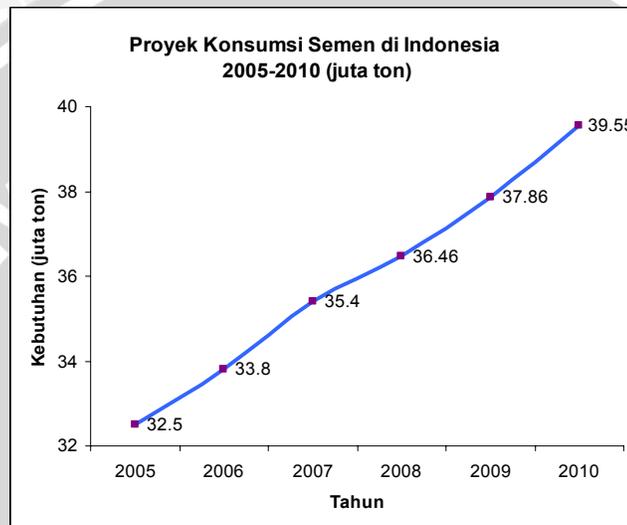
Hasil survei yang dikeluarkan oleh situs bisnis-Warta Ekonomi mengungkapkan bahwa sampai pada tahun 2004, konsumsi terbesar semen perwilayah di Indonesia berada di pulau Jawa, dengan kebutuhan mencapai 18.667 ribu ton. Lebih jelasnya data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:



Gambar 1.1 Konsumsi semen perwilayah di Indonesia

Sumber: (Warta Ekonomi, Th 2005)

Kemudian secara lebih lanjut, situs ini juga meramalkan bahwa proyek konsumsi semen di Indonesia lima tahun ke depan akan mengalami kenaikan yang cukup menggembirakan. Pada tahun 2005 konsumsi semen diramalkan mencapai 32.50 juta ton, 33.80 juta ton tahun 2006 kemudian secara dramatis terus naik sampai pada tahun 2010 yaitu mencapai kisaran angka 39.55 juta ton.



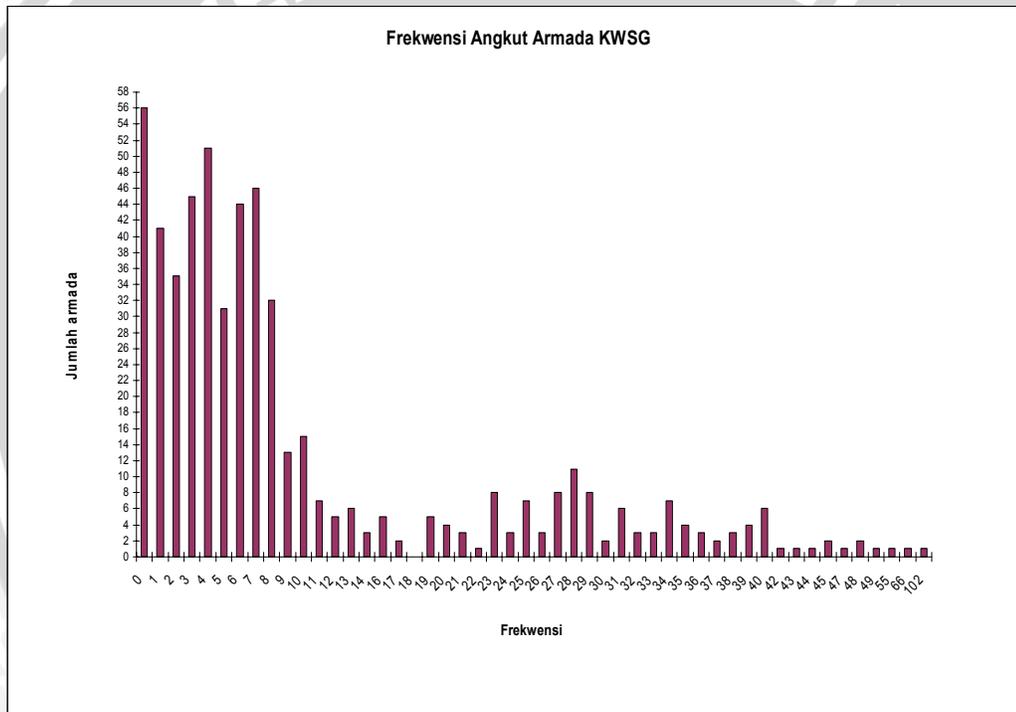
Gambar 1.2 Peramalan proyek konsumsi semen di Indonesia

Sumber : (Warta Ekonomi, Th. 2005)

PT. Semen Gresik, sebagai salah satu produsen semen di Indonesia memiliki beberapa unit produksi dengan total kapasitas terpasang (tahun 2005) sebanyak 7.9 juta ton semen per tahun. Dengan besar kapasitas produksi seperti yang telah tersebut, PT. Semen Gresik menguasai 77 % dari total kebutuhan semen di Jawa Timur, 30 % untuk Jawa Tengah, 42 % Jogjakarta dan 50 % Bali (www.seketika.com,2006)

Untuk mendistribusikan produknya, PT. Semen Gresik bekerja sama dengan perusahaan atau rekanan (ekspediter) lain. Diantara rekanan (ekspediter) yang dipercaya oleh PT. Semen Gresik adalah Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG). Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) merupakan salah satu wadah usaha yang mempunyai banyak aktivitas usaha, salah satu aktivitas usaha yang menjadi

primadona adalah usaha ekspedisi semen PT. Semen Gresik. Sebagai salah satu ekspediteur, KWSG memiliki 553 armada yang mempunyai jangkauan distribusi seluruh daerah Jawa, dari sejumlah armada tersebut tidak seluruhnya merupakan milik KWSG sebagian besar merupakan mobil hasil kerjasama dengan perseorangan ataupun kelompok. Dalam kerangka kerjasama ini KWSG mengambil keuntungan sebesar 7.5 % dari total biaya distribusi. Namun demikian, dari sejumlah armada yang dimiliki tersebut, dalam satu bulan, tidak kesemuanya bisa mengangkut semen. Bahkan dalam sebuah kasus, ada armada yang hampir tiga bulan tidak mendapatkan jatah angkut.



Gambar 1.3 Prosentase Frekwensi Angkut Armada KWSG Januari-Maret 2006
(Sumber : Koperasi Warga Semen Gresik tahun 2005)

Gambar di atas memperlihatkan bahwa dari 553 buah kendaraan yang terdapat di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) selama bulan Januari sampai dengan Maret 2006 terdapat 10% yang tidak mendapat jatah angkut sama sekali. Hal ini terjadi karena sistem yang diterapkan adalah sistem tunggu dan mengedepankan trayek.

Jika dilihat secara lebih dalam, khususnya terkait dengan masalah distribusi, maka PT. Semen Gresik (persero) mempunyai acuan pokok biaya distribusi yang tidak hanya didasarkan atas jauh atau dekatnya tujuan distribusi, tetapi juga tingkat kesulitan medan distribusi. Sehingga besarnya biaya distribusi dihitung persatu sak produk semen relatif terhadap jarak distribusi bukan didasarkan atas perkilogram semen relatif terhadap jarak. Sebagai contoh, untuk jenis semen PPC (40 kg) jika akan diangkut ke Mojokerto maka membutuhkan biaya sebesar Rp.1.159,- per satu sak, sedangkan untuk jenis T-1 diperlukan biaya sebesar Rp. 1448,- per sak.

Tabel 1.1 Tabel total biaya distribusi yang dikeluarkan PT.Semen Gresik untuk daerah Jawa Timur melalui ekspeditur KWSG

Tahun	Jenis		Total
	PPC	T-1	
2003	12.366.654.908	7.668.934.624	20.035.589.532
2004	14.190.064.378	12.413.485.677	26.603.550.055
2005	17.272.678.555	16.429.039.387	33.701.714.942

(Sumber : Koperasi Warga Semen Gresik tahun 2005)

Tabel tersebut memberikan pemahaman bahwa biaya distribusi pada tahun 2004 mengalami kenaikan 32% dibanding tahun 2003, sedangkan pada tahun 2005 naik mengalami kenaikan sebesar 26% dibanding tahun 2004. Prosentase kenaikan ini berada diatas ambang kenaikan yang telah ditetapkan oleh PT. Semen Gresik yaitu berkisar antara 5%-20% pertahun, harga ini sudah meliputi harga kenaikan inflasi yang diprediksikan 2% pertahun.

Hasil beberapa pengamatan yang dilakukan di daerah Malang, dengan semakin tingginya biaya distribusi, harga semen produksi PT. Semen Gresik sampai di pengecer sebesar Rp. 40.000,- jenis T-1 dan Rp.32.500,- untuk jenis PPC. atau mencapai kisaran Rp 800,- s.d Rp.812.5,- per kilogram.

Prediksi yang menggembirakan tentang naiknya permintaan semen bukan berarti bahwa *profit* yang akan dihasilkan dengan sendirinya akan mengalami kenaikan pula tanpa sebuah proses manajemen pengambilan keputusan yang benar dalam segala hal, terutama yang berkaitan dengan *direct cost* dan *indirect cost*. Salah

satu upaya pengambilan keputusan yang dapat diterapkan pada Koperasi warga semen Gresik (KWSG) adalah terkait dengan permasalahan transportasi. Selama ini KWSG masih menerapkan sistem tunggu untuk permasalahan trayek armada angkutnya, sehingga armada yang dimilikinya tidak beroperasi secara optimal.

Salah satu metode transportasi yang dapat diterapkan sebagai pendukung keputusan pada KWSG adalah dengan menggunakan *Vogel's Approximation Method (VAM)*. Metode Vogel ini merupakan metode yang lebih efisien dan praktis. Tidak seperti metode transportasi yang lain, seperti *Metode Sudut Barat Laut*, Metode Vogel merupakan salah satu prosedur alokasi yang berdasarkan elemen biaya. Alokasi pertama dengan menggunakan metode Vogel ini mungkin optimal atau mendekati optimalitas, sehingga waktu perhitungan lebih cepat. Hal ini merupakan salah satu kelebihan Metode Vogel jika dibandingkan dengan Metode Sudut Barat Laut yang kurang praktis untuk penyelesaian masalah transportasi yang kompleks, dimana perhitungannya yang memakan banyak waktu karena alokasi pertama lebih berdasarkan posisi sel dalam tabel dan bukan berdasarkan biaya transportasi per unit.

Penerapan Metode Vogel dalam upaya meminimalkan biaya dan mengatur aktivitas distribusi, merupakan solusi yang sangat mungkin diterapkan oleh KWSG. Hal ini dikarenakan teknik perhitungannya yang mudah dan efisien, sehingga dengan demikian diharapkan mampu memperbesar pencapaian laba usaha KWSG dari aktivitas distribusi Produk semen dari PT Semen Gresik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana merencanakan pola distribusi semen yang optimal sehingga biaya transportasi (distribusi) dapat diminimalkan dengan menggunakan Metode *Vogell's Approximation Method (VAM)* pada Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Area distribusi semen adalah daerah Jawa Timur pada periode tahun 2003 sampai dengan tahun 2005
2. Selama proses analisa, biaya transportasi diasumsikan konstan, tidak ada kendala baik berupa kerusakan alat angkut atau yang lainnya yang menyebabkan naiknya biaya distribusi.
3. Analisa dilakukan dengan metode *Vogell's Approximation Method (VAM)* dengan menggunakan bantuan *Software Quantitative System Ver 3.0*.
4. Diasumsikan armada angkut semen melewati kelas jalan:
 - Jalan kelas I dengan sumbu terberat (tonase kendaraan) yang diijinkan lebih besar dari 10 ton
 - Jalan kelas II dengan sumbu terberat (tonase kendaraan) yang diijinkan 10 ton
 - Jalan kelas III A dengan sumbu terberat (tonase kendaraan) yang diijinkan 8 ton

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Membuat peta operasi distribusi semen ekspediter Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) untuk daerah Jawa Timur.
2. Meminimalkan biaya pendistribusian semen di PT. Semen Gresik Jawa Timur.
3. Optimasi armada angkut yang dimiliki oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh setelah penelitian ini dilakukan adalah:

1. Diperoleh peta operasi distribusi semen yang optimal
2. Biaya transportasi semen akan minimal
3. Harga jual produk semen akan lebih rendah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Peminimalan Biaya Transportasi

Konsep tentang peminimalan biaya transportasi di dalam ilmu riset operasi diselesaikan dengan metode transportasi. Metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa, karena terdapat perbedaan biaya-biaya alokasi dari satu sumber ke tempat-tempat tujuan yang berbeda-beda, dan dari beberapa sumber ke suatu tempat tujuan juga berbeda-beda.

Dalam arti yang sederhana, sebenarnya metode transportasi merupakan metode yang berusaha menentukan sebuah rencana transportasi sebuah barang dari sumber ke sejumlah tujuan. Dan jika dikaitkan dengan kasus di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG), maka inti dari metode transportasi adalah mencari jalur dengan *cost* terendah.

2.1.1. Konsep Umum Metode Transportasi

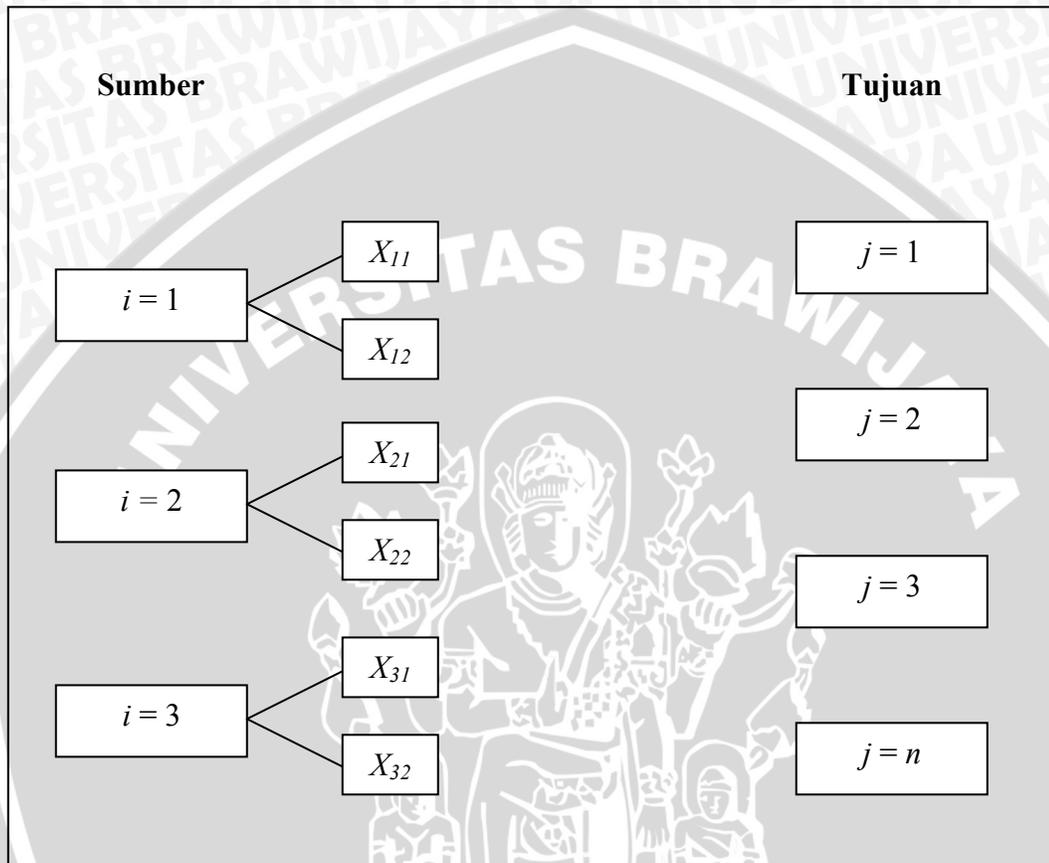
Pada hakikatnya, metode transportasi merupakan salah satu di antara beberapa kasus khusus di dalam *linier programming* yang dapat diselesaikan dengan menggunakan metode simplek biasa. Untuk menyelesaikan masalah transportasi, maka ada tiga informasi atau data yang harus diketahui (L.Winston,1991:326):

- a. Tingkat penawaran disetiap sumber (*Supply*)
- b. Jumlah permintaan disetiap tujuan (*Demand*)
- c. Biaya transportasi per-*unit* barang dari setiap sumber ke setiap tujuan (*Variable Cost*)

Dalam pemodelan kasus transportasi, sebuah sumber atau tujuan akan diwakili oleh sebuah node. Busur yang menghubungkan sebuah sumber dan sebuah tujuan mewakili rute pengiriman. Jumlah penawaran di sumber i adalah s_i dan

permintaan ditujuan j adalah d_j . Biaya transportasi dari sumber i ke tujuan j adalah c_{ij} . (Tjutju, 1994:129)

Secara sistematis, model transportasi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Model Transportasi

Sumber: (Tjutju, 1994:129)

Keterangan:

1. Masing-masing sumber mempunyai kapasitas $a_i, i = 1,2,3,\dots, m$.
2. Masing-masing tujuan mempunyai komoditas sebanyak $b_j, j = 1,2,3,\dots, n$
3. Jumlah satuan (unit) yang dikirim dari sumber i ke tujuan j adalah sebanyak X_{ij}
4. Ongkos pengiriman per unit dari sumber i ke tujuan j adalah c_{ij} .

Andaikan Z adalah biaya distribusi total dan $X_{ij} (i = 1,2,3,\dots,m ; j = 1,2,3,\dots,n)$ adalah jumlah unit yang harus didistribusikan dari sumber i ke tujuan j , maka secara linier permasalahan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Taha, 1996:203):

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot X_{ij} , \quad (2-1)$$

dengan batas-batas:

1. Jika Kapasitas = Permintaan

$$\sum_{j=1}^n a_i = \sum_{i=1}^m b_j \quad (2-2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2-3)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2-4)$$

2. Jika Kapasitas > Permintaan

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2-5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2-6)$$

3. Jika Kapasitas < Permintaan

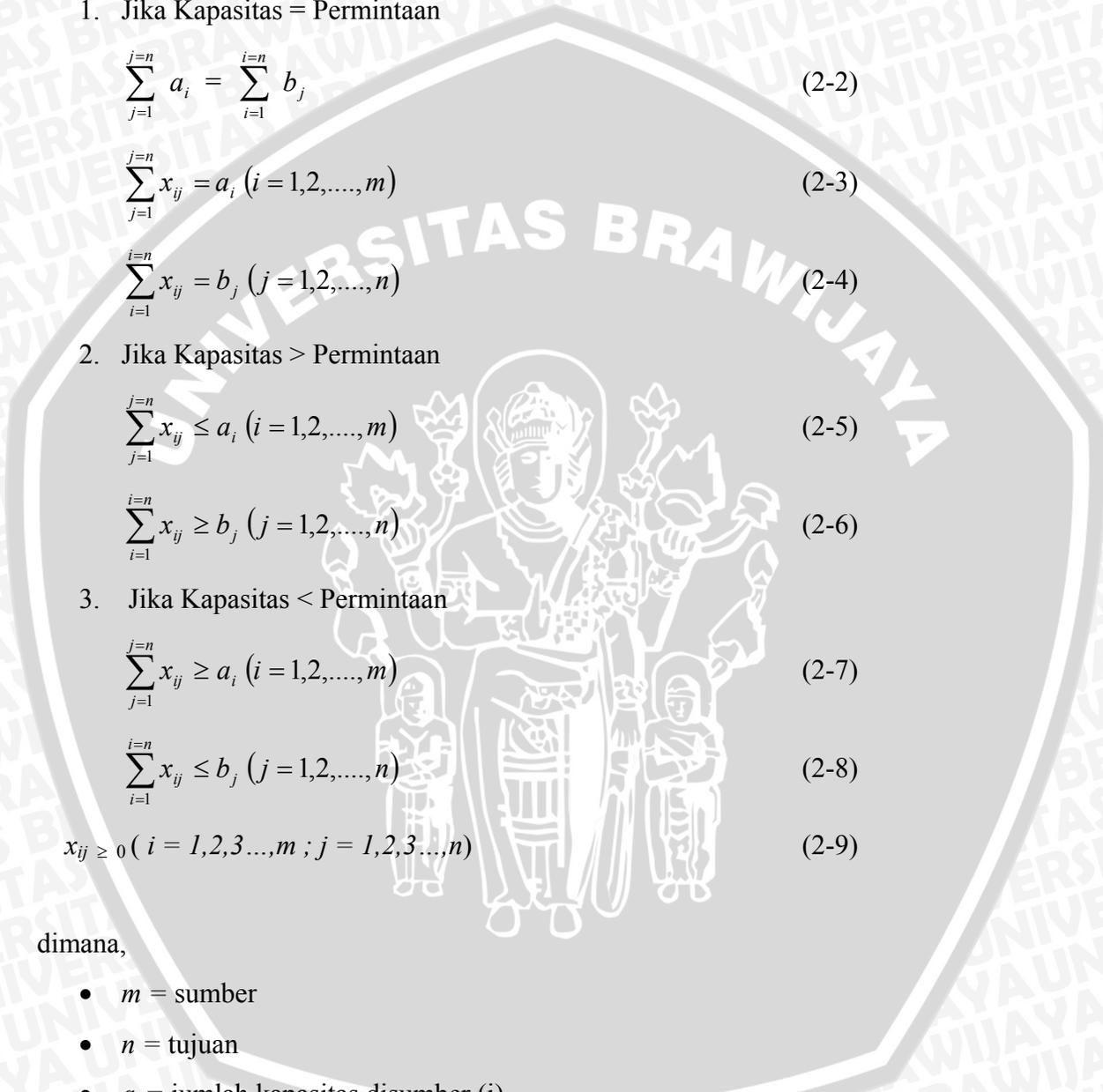
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \geq a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2-7)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2-8)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m ; j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2-9)$$

dimana,

- m = sumber
- n = tujuan
- a_i = jumlah kapasitas disumber (i)
- b_j = jumlah permintaan di tujuan (j)



Untuk masalah transportasi, maka rumus diatas dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 2.1. Tabel Transportasi

SUMBER	TUJUAN				KAPASITAS
	K1	K2	Kn	
P1	c_{11} X_{11}	c_{12} X_{12}		c_{1n} X_{1n}	A_1
P2	c_{21} X_{21}	c_{22} X_{22}		c_{2n} X_{2n}	A_2
...					
Pm	c_{m1} X_{m1}	c_{m2} X_{m2}		c_{mn} X_{mn}	a_m
PERMINTAAN	b_1	b_2		b_n	

Sumber : (Taha, 1996:213)

Untuk menyelesaikan persoalan transportasi dalam tabel, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Masukkan semua koefisien fungsi tujuan dipojok kanan setiap sel (kotak) yang ditunjukkan oleh notasi c_{ij} seperti terlihat dalam tabel.
2. Masukan semua jumlah kapasitas tersedia disumber pada kolom paling kanan, ditunjukkan dengan notasi a_i pada tabel.
3. Masukkan jumlah semua jumlah barang yang diminta atau akan diangkut ke tujuan pada kolom paling bawah, pada tabel ditunjukkan dengan notasi b_j
4. Tentukan banyaknya sel dalam baris dengan menggunakan rumus $(m + n - 1)$, dimana (m) merupakan baris atau banyaknya tempat asal, dan (n) merupakan kolom atau banyaknya tujuan.

5. Lakukan pencarian pemecahan dasar *feasible* pertama (*The Initial Basic Solution*) untuk mengisi semua sel dalam basis.
6. Hitung fungsi tujuan atau jumlah biaya dari pemecahan dasar *feasible* pertama.
7. Uji apakah fungsi tujuan tersebut telah optimal dengan menggunakan metode batu lompatan (*Stepping Stone Methode*), untuk semua sel yang bukan dalam basis. Apabila nilai sel bukan dalam basis menunjukkan angka lebih besar dari nol berarti penyelesaian belum optimum. Kondisi optimum tercapai apabila nilai sel bukan dalam basis lebih kecil atau sama dengan nol
8. Apabila tabel belum optimum, tentukan sel yang akan keluar dari basis, yaitu dengan memilih sel bukan dalam basis yang memiliki positif terbesar. Demikian selanjutnya sampai ditemukan penyelesaian yang optimal. Jika positif terbesar lebih dari satu, pilih salah satu saja.

2.1.2. Keseimbangan Model Transportasi

Jika dipenuhi syarat; $\sum_{j=1}^{j=n} a_i = \sum_{i=1}^{i=n} b_j$ (total penawaran = total permintaan)

maka dikatakan bahwa sebuah model transportasi dalam keadaan seimbang (*Balanced Transportation Model*). Namun pada persoalan yang sesungguhnya, batasan tersebut tidak selalu terpenuhi atau dengan kata lain adakalanya total penawaran (*supply*) lebih besar atau bahkan lebih kecil dibanding dengan total permintaan (*demand*). Kasus lebih besar atau lebih kecilnya total penawaran dibanding total permintaan lebih dikenal dengan istilah model yang tidak seimbang (*Unbalanced Model Transportation*). Batasan di atas hanya digunakan untuk mengembangkan teknik transportasi. *Unbalanced Model Transportation* dapat diselesaikan dengan cara memasukkan variabel artificial (semu) sehingga model tersebut seimbang. Jika total permintaan (*demand*) lebih besar dibanding total penawaran (*supply*) ($\sum_{j=1}^{j=n} a_i < \sum_{i=1}^{i=n} b_j$), maka dibuat suatu sumber buatan (*dummy* baris) yang akan memenuhi kekurangan penawaran (*supply*) tersebut.

Namun jika total penawaran (*supply*) lebih besar dibanding total permintaan (*demand*) ($\sum_{j=1}^{j=n} a_i > \sum_{i=1}^{i=n} b_j$), maka dibuat tujuan buatan (*dummy* kolom) untuk menyerap kelebihan. Ongkos transportasi per unit dari sumber ke seluruh tujuan adalah nol. hal ini dapat dipahami karena memang kenyataannya pada sumber *dummy* tidak terjadi pendistribusian.

Jika pada satu persoalan transportasi dinyatakan bahwa dari sumber ke k tidak dilakukan atau tidak boleh ada pengiriman ke tujuan l , maka nyatakanlah C_{kl} dengan harga M . Hal ini dilakukan agar benar-benar tidak terjadi proses pendistribusian dari k ke l .

2.1.3. Beberapa Macam Metode Transportasi

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam kasus transportasi, diantaranya adalah (Taha, 1996:222):

1. Metode NCR (*Northwest – Corner Rule*)

Metode ini diawali dengan alokasi sel matriks yang terletak pada pojok kiri atas (*Northwest*) dan memakai *supply* dari sumber yang tersedia semaksimal mungkin disesuaikan dengan kebutuhan dari alokasi tujuannya. Alokasi hanya ke arah horisontal dan vertikal, sedangkan secara diagonal tidak diperbolehkan, kalau kondisi seperti ini terjadi maka prosedur tersebut akan terhenti dan tidak bisa dilanjutkan. Hal ini disebut “*degenerasi*”, dimana jalan keluarnya adalah merubah urutan dari baris sumber atau kolom lokasi tujuan.

2. Metode Ongkos terkecil (*Least Cost*)

Terdapat beberapa istilah yang biasanya digunakan untuk menyebut metode ini diantaranya, metode *Heuristic*, metode *Minimum Cost (MC)*. Metode ini bertujuan untuk meminimumkan *total cost* untuk alokasi tujuan dengan tidak memperhatikan struktur biaya pengiriman/distribusi yang ada, maka alokasi *supply* dari masing-masing sumber untuk memenuhi kebutuhan masing-masing lokasi tujuan

diprioritaskan berturut-turut sesuai dengan struktur biaya yang terkecil, sehingga diharapkan pada akhirnya akan diperoleh total biaya terkecil.

Metode ini didasarkan pada prinsip “*The Least Cost Assigment Routine*”, dimana metode ini akan selalu mengalokasikan *demand* yang sebesar-besarnya pada lokasi sumber yang memberikan biaya transportasi yang sekecil-kecilnya secara berturut-turut.

Terdapat tiga kondisi yang harus dipenuhi dalam metode ini:

- a. Pengalokasian harus memenuhi kelayakan (*feasible*), yaitu sesuai dengan batasan *supply* dan *demand* yang ada.
- b. Alokasi menempati seluruh matriks sel dengan syarat $m + n - 1$ (jumlah seluruh batasan sumber *supply* dan kebutuhan lokasi tujuan).
- c. Alokasi sel matriks tidak membentuk lintasan tertutup.

3. Metode *Stepping Stones*

Metode ini merupakan langkah pengecekan dari penyelesaian awal untuk perbaikan lebih lanjut. Persyaratan $m + n - 1$ harus dipenuhi, sehingga perbaikan dilakukan dengan cara menentukan alokasi ke sel matriks yang kosong dengan tujuan mereduksi total biaya transportasi. Alokasi ke sel matriks membentuk lintasan tertutup (*Unique Closed Path*).

4. Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)*

Metode VAM didasarkan pada unit cost dari tiap-tiap sel matrik dengan memperhatikan alokasi *supply* dan *demand*. Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto dan Sritomo, 1991:30)

- Mulailah dengan menghitung perbedaan diantara dua *unit cost* transportasi yang terkecil dari setiap baris dan mengulanginya lagi untuk setiap kolom yang ada.
- Pilihlah baris atau kolom dengan perbedaan *unit cost* terbesar dan mengalokasikan suplai maksimum yang dimungkinkan dalam sel matriks yang justru memiliki nilai *unit cost* terkecil.

- Setelah itu, baris atau kolom terpilih ini “dihilangkan” dan langkah kerja kita ulangi lagi sampai $m+n-1$ terpenuhi lengkap.

5. Metode *Modified Distribution (MODI)*

Merupakan perkembangan dari metode *North West Corner*, sebab penentuan segi empat kosong yang bisa menghemat biaya dilakukan dengan prosedur yang lebih pasti dan tepat serta optimal

Adapun langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

- Isilah tabel pertama.
- Menentukan nilai baris (kolom) berdasarkan persamaan $R_i + K_j = C_{ij}$. Untuk baris pertama $R_1 = 0$
- Menghitung indeks perbaikan dengan rumus $C_{ij} - R_i - K_j = \text{Indeks Perbaikan}$.

6. Metode *Russell's Approximation Method (RAM)*

Metode ini dikemukakan oleh E.J Russell. Adapun cara mengerjakan persoalan dengan metode ini adalah sebagai berikut:

Untuk setiap sumber i yang masih menjadi pertimbangan, tentukan \bar{u}_i , yang merupakan biaya unit C_{ij} terbesar yang masih ada dalam baris tersebut. Untuk setiap jalur tujuan j yang masih menjadi pertimbangan, tentukanlah \bar{v}_j , yang merupakan biaya unit C_{ij} terbesar yang masih ada dalam lajur tersebut. Untuk setiap variabel x_{ij} yang sebelumnya yang belum dipilih dalam baris-baris dan lajur-lajur ini, hitunglah $\Delta_{ij} = c_{ij} - \bar{u}_i - \bar{v}_j$, pilih variabel yang mempunyai nilai negatif (mutlak) terbesar dari Δ_{ij} (kalau sama pilihlah secara arbitrer)

Jika langkah tersebut diurutkan, maka akan menjadi sebagai berikut:

- a. Untuk masing-masing baris i dan kolom j yang masih menjadi pertimbangan, pilih;

\bar{u}_i = nilai maksimum C_{ij} dari baris; dan

\bar{v}_j = nilai maksimum C_{ij} dari kolom.

- b. Hitung : $\Delta_{ij} = c_{ij} - \bar{u}_i - \bar{v}_j$

- c. Pilih Δ_{ij} sebagai *basic variabel*, jika mempunyai nilai negatif terbesar (mutlak).

2.1.4. Membandingkan Tiga Metode

Keuntungan utama dari metode *Nort West Corner* adalah bahwa cara ini cepat dan mudah akan tetapi karena tidak memperhatikan biaya per unit (C_{ij}), sehingga biasanya penyelesaian yang didapat akan jauh dari optimal.

Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* selama ini merupakan metode yang populer; antara lain karena penerapannya yang lebih efisien dan praktis. Tidak seperti metode transportasi yang lain, seperti *Metode Sudut Barat Laut*, Metode Vogel merupakan salah satu prosedur alokasi yang berdasarkan elemen biaya. Alokasi pertama dengan menggunakan metode Vogel ini mungkin optimal atau mendekati optimalitas, sehingga waktu perhitungan lebih cepat. Hal ini merupakan salah satu kelebihan Metode Vogel jika dibandingkan dengan Metode Sudut Barat Laut yang kurang praktis untuk penyelesaian masalah transportasi yang kompleks, dimana perhitungannya yang memakan banyak waktu karena alokasi pertama lebih berdasarkan posisi sel dalam tabel dan bukan berdasarkan biaya transportasi per unit.

Metode pendekatan *Russell's Approximation Method (RAM)* memberikan kriteria-kriteria yang cepat untuk diterapkan pada komputer (namun tidak secara manual). Meskipun dibutuhkan lebih banyak percobaan untuk menentukan yang mana yang lebih efektif, tetapi metode ini sering memperoleh penyelesaian yang lebih baik dari Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)*. Tetapi untuk masalah yang besar, mungkin sangat baik untuk menerapkan kedua metode ini.

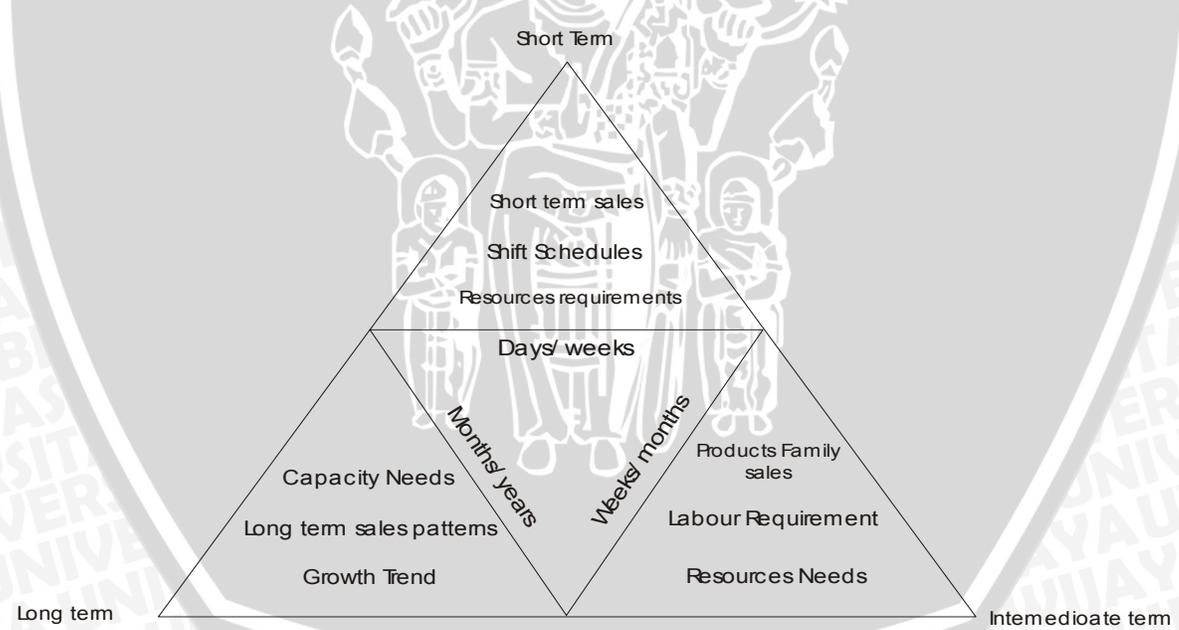
Satu keuntungan yang nyata dari metode *Russell's Approximation Method (RAM)* adalah bahwa metode ini diatur langsung sesudah bagian 1 dari langkah iterasi metode simpleks transportasi, yang agak menyederhanakan kode komputer secara keseluruhan. Khususnya, \bar{u}_i dan \bar{v}_j dirumuskan sedemikian rupa sehingga nilai-nilai relatif dari $(c_{ij} - \bar{u}_i - \bar{v}_j)$ mengestimasi nilai-nilai relatif dari $(c_{ij} - \bar{u}_i - \bar{v}_j)$ yang akan diperoleh bilamana metode simpleks transportasi mencapai penyelesaian optimal.

2.2 Metode Peramalan (*Forecasting*)

2.2.1 Peramalan Permintaan (*Demand Forecasting*)

Pada dasarnya permamalan merupakan dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya satu peristiwa di masa yang akan datang, atau bisa diartikan penggunaan statistik dalam membentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis (Elwood,1996:55). Peramalan memerlukan berbagai kegiatan untuk mengenali dan memantau berbagai sumber permintaan akan produk dan jasa, yang meliputi peramalan, mencatat pesanan, membuat janji penyerahan, menentukan kebutuhan unit-unit operasional untuk mengkoordinasikan seluruh kegiatan secara terpadu.

Sasaran peramalan dapat dikatagorikan berdasarkan waktu; sasaran jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek (Nahimas,1997:59), secara lebih terperinci, pengkategorian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2: *The Time Horizon In Forecasting*

Sumber: (Steven Nahimas:1997:59)

Dalam gambar tersebut dicontohkan untuk peramalan jangka pendek menggunakan basis hari atau minggu, sedangkan untuk peramalan jangka menengah menggunakan basis minggu atau bulan dan untuk peramalan jangka panjang menggunakan basis bulan atau tahun.

Manajemen produksi atau operasi menggunakan hasil-hasil peramalan dalam pembuatan keputusan-keputusan yang menyangkut pemilihan proses, perencanaan kapasitas, dan *layout* fasilitas, serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus-menerus berkenaan dengan perencanaan, *scheduling* dan persediaan.

Sasaran akhir dari keseluruhan aktivitas peramalan adalah perkiraan mengenai kebutuhan modal. Dengan mengetahui kebutuhan modal pada semua aktivitas distribusi barang atau produk, maka kebijakan harga dan keuntungan akan mudah dibuat.

2.2.2 Beberapa Metode Peramalan

Untuk membuat suatu peramalan, maka harus menggunakan metode tertentu. Ada beberapa cara dan kriteria untuk membandingkan dan memilih metode peramalan. Salah satu alternatif dalam pemilihan metode peramalan adalah tingkat ketepatannya. Hasil peramalan suatu metode tertentu akan berbeda dengan metode peramalan lain, begitu juga dengan tingkat kesalahannya (*standard error*).

Pada dasarnya, semua metode peramalan memiliki ide yang sama yaitu menggunakan data masa lalu untuk memperkirakan atau memproyeksikan data dimasa yang akan datang. Adapun metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam 4 tipe dasar (Elwood:1996:63) yaitu:

1. *Qualitatif*

Ialah suatu metode peramalan dengan memanfaatkan pendapatan atau pertimbangan seseorang (para ahli) sebagai dasar melakukan peramalan. Teknik ini biasanya dipakai jika data masa lampau atau data yang ada tidak cukup untuk meramalkan perkembangan yang akan datang. Metode ini banyak digunakan pada peramalan jangka panjang, produk baru dan pengembangan produk, strategi pasar, penetapan harga, dan perencanaan sarana fisik.

2. *Time Series Analysis*

Ialah metode peramalan dengan menggunakan data - data historis sebagai dasar peramalan. Metode ini digunakan untuk peramalan jangka pendek bagi operasi seperti persediaan, penjadwalan, pengendalian, penetapan harga, dan penetapan waktu promosi khusus

3. *Causal Relationships*

Ialah metode peramalan menggunakan hubungan matematis antara faktor-faktor kausal (prediksi faktor-faktor dinamik, gangguan-gangguan seperti pemogokan, tindakan pesaing, kampanye promosi penjualan) dengan permintaan akan produk yang diramalkan. Metode ini dipakai untuk perencanaan jangka pendek hingga menengah (periode lebih pendek dari metode kualitatif tapi lebih panjang dari *time series*).

4. *Simulation*

Ialah peramalan dengan menggunakan komputer dengan mengasumsikan kedalam variabel tetap dan variabel tidak tetap dari peramalan tersebut.

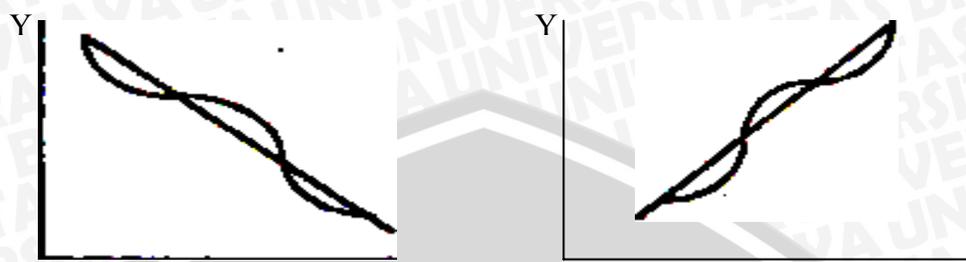
2.2.3 *Time Series Analysis*

Metode *time series analysis* merupakan metode peramalan kuantitatif yang menggunakan waktu sebagai dasar peramalan. Secara umum permintaan untuk masa yang akan datang akan selalu dipengaruhi oleh waktu, sehingga pada peramalan ini data yang diperlukan adalah data historis.

Dalam peramalan *time series analysis*, pertama kali yang harus diketahui adalah pola permintaan. Dalam *time series analysis* dikenal 4 pola permintaan:

1. Pola Trend

Sebuah data permintaan dikatakan mempunyai pola trend jika data permintaan tersebut menunjukkan kecenderungan naik ataupun turun.

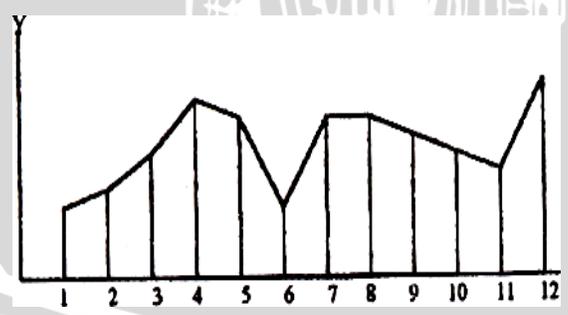


Gambar 2.3 : Pola gerakan trend

Sumber : (Handoko, 1992:268)

2. Pola Musiman (*Seasonal movement/variation*)

Disebut dengan pola musiman jika data permintaan yang kelihatannya berfluktuasi, namun fluktuasi tersebut akan terlihat berulang dalam suatu interval waktu tertentu. Gerakan ini mempunyai pola yang tetap dari waktu ke waktu, misalnya menaikkan jumlah penjualan pohon natal menjelang hari natal, meningkatkan jumlah penjualan pakaian menjelang Idul Fitri, dan sebagainya. Gambar gerakan / variasi musiman ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.4 : Pola gerakan musiman

Sumber : (Handoko, 1992:269)

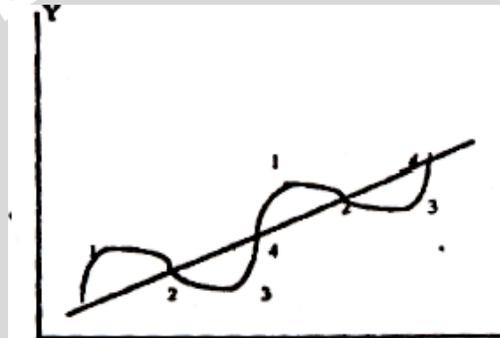
Keterangan:

Bulan 4 : Idul Fitri

Bulan 12 : Natal

3. Gerakan / Variasi siklis.

Gerakan ini merupakan gerakan / variasi jangka panjang yang menunjukkan gerakan - gerakan naik turun secara siklis disekitar garis trend. Gerakan siklis yang menunjukkan jangka waktu terjadinya kemakmuran (*prosperity*), kemunduran (*recession*), depresi (*depression*), dan pemulihan (*recovery*) ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2.5 : Pola gerakan siklis

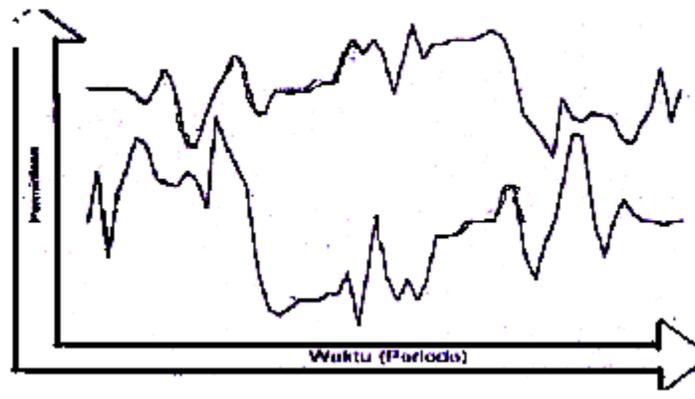
Sumber : (Handoko, 1992:270)

Keterangan :

1. Kemakmuran
2. Kemunduran
3. Depresi
4. Pemulihan

4. Pola eratik (random)

Yaitu data permintaan yang mempunyai pola fluktuasi dalam jangka panjang sehingga tidak dapat digambarkan oleh ketiga pola diatas. Fluktuasi ini bersifat acak atau tidak jelas.



Gambar 2.6: Pola gerakan eratik

Sumber : (Handoko, 1992:270)

Untuk menyelesaikan peramalan dengan Metode *time series analysis*, ada beberapa teknik yang bisa dilakukan:

- a. Model Rata-rata Kumulatif (Handoko, 1992:273)

Ramalan suatu periode didapat dari perhitungan rata-rata selama periode t.

$$F(t) = \frac{\sum X_t}{t} \quad (2-10)$$

- b. Model *Moving Average*

Moving average merupakan rata-rata aritmatik dari sejumlah *N* observasi terakhir dan diperbaharui pada masing-masing periode dengan cara mengeliminasi rata-rata observasi yang terakhir dan mengenakan observasi yang sedang dilakukan (Smith: 70)

Model *Moving Average* ini dapat dirumuskan sebagai berikut

$$F(t) = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-N}}{N} \quad (2-11)$$

Atau,

$$F(t) = F_{t-1} + \frac{x_t - x_{t-N}}{N} \quad (2-12)$$

Dimana;

$F(t)$ = Peramalan permintaan untuk periode t

x_t = Data permintaan untuk periode t

N = Jumlah periode

Karakteristik dari *Moving Average* :

1. *Moving Average* tidak dapat menanggulangi dengan baik adanya trend atau musiman.
2. Baik untuk data yang mempunyai pola konstan.
3. Hanya menyangkut periode terakhir yang diketahui.

c. Model *Weight Moving Average*

Formula *Weight Moving Average* adalah sebagai berikut

$$F(t) = c_1x_{t-1} + c_2x_{t-2} + \dots + c_mx_{t-m} \quad (2-13)$$

Dimana,

$F(t)$ = Peramalan permintaan untuk periode t

x_t = Data permintaan untuk periode t

m = Jumlah periode yang digunakan untuk peramalan (subyektif)

c_i = Bobot masing-masing data yang digunakan ($\sum c_i = 1$), ditentukan secara subyektif

d. Model *Single Exponential Smoothing* (Handoko,1992:279)

Ramalan dihitung dengan memberikan bobot yang menurun secara eksponensial dan data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar. Model ini dirumuskan sebagai berikut:

$$F(t) = \alpha x_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (2-14)$$

Dimana,

$F(t)$ = Peramalan permintaan untuk periode t

x_t = Data permintaan untuk periode t

α = suatu nilai ($0 < \alpha < 1$), ditentukan secara subyektif

Walaupun α bisa ditentukan secara subyektif, namun jika α terlalu besar, maka hasil peramalan akan sangat berpengaruh terhadap fluktuasi random normal. Tetapi jika α terlalu kecil, maka peramalan akan terlalu lambat untuk merespon jika sebuah perubahan.

Jika sebuah respon telah menerapkan peramalan dengan metode *moving average* dengan N periode, maka untuk menentukan nilai α dapat menggunakan persamaan berikut (Smith:74):

$$\alpha = \frac{2}{N+1} \quad (2-15)$$

Dimana,

N = Periode peramalan yang ditentukan saat peramalan dengan *moving average*.

e. Model *Double Exponential Smoothing* (Handoko, 1992:280)

Dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F(t) &= \alpha x_t + (1-\alpha)F_{t-1} \\ F'(t) &= \alpha F_t + (1-\alpha)F'_{t-1} \end{aligned} \quad (2-16)$$

Dimana,

t = Periode/waktu

α = Parameter first smoothing

F_t = Peramalan pada periode t

F'_t = Trend untuk waktu t

f. Model *Trend Linier*

Persamaan yang digunakan dalam model ini adalah sebagai berikut (Smith:82).

$$F(t) = a + bt \quad (2-17)$$

Dimana,

a = Nilai trend pada periode dasar

b = Tingkat perkembangan yang diramal

t = Unit waktu yang dihitung dari periode dasar

untuk mencari nilai a dan b digunakan persamaan sebagai berikut:

$$a = \bar{x} - b\bar{t} \quad (2-18)$$

$$b = \frac{\sum xt - n\bar{x}\bar{t}}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2} \quad (2-19)$$

2.2.4 Prosedur/Langkah-Langkah Peramalan dengan Metode *Time Series Analysis*

Secara umum, untuk memastikan bahwa peramalan permintaan yang dilakukan dapat mencapai taraf ketepatan yang optimal, beberapa langkah yang perlu diperhatikan adalah:

1. Penentuan pola data permintaan

Dilakukan dengan jalan mengplot data secara grafis dan menyimpulkan apakah pola data tersebut berpola: Trend, Musiman, Siklikal atau eratik

2. Mencoba beberapa metode time series-yang sesuai dengan pola data tersebut-untuk melakukan peramalan.

Metode yang dicoba semakin banyak, maka akan semakin baik. Pada setiap metode, sebaiknya dilakukan pula peramalan dengan parameter yang berbeda.

3. Mengevaluasi tingkat kesalahan.

Tingkat kesalahan diukur dengan kriteria MAD, MSE, MAPE atau yang lainnya. Namun tidak ada ketentuan kesalahan maksimal dalam peramalan.

4. Memilih metode peramalan terbaik diantara metode yang telah dicoba

Metode yang terbaik adalah metode yang memberikan tingkat kesalahan:

- Terkecil dibanding dengan metode yang lainnya

- Dibawah batas yang telah ditetapkan

5. Melakukan peramalan permintaan.

2.2.5. Ketepatan Metode Peramalan

Dalam banyak situasi peramalan ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Jika $x(i)$ merupakan data alnuat untuk periode i dan $F(i)$ merupakan ramalan untuk periode yang sama maka kesalahan didefinisikan sebagai berikut (Elwood, 1996:74) :

$$Error (e_i) = F_i - x_i \quad (2-20)$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah kesalahan dan ukuran statistik standard dapat didefinisikan sebagai berikut :

Mean Error (Nilai Tengah Kesalahan)

$$ME = \frac{\sum e_i}{n} \quad (2-21)$$

Mean Absolut Deviation (Nilai Tengah Kesalahan Deviasi)

$$MAD = \frac{\sum |e_i|}{n} \quad (2-22)$$

Mean Square Error (Nilai Tengah Kesalahan Kwartal)

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} \quad (2-23)$$

Standard Deviation Error (Kesalahan Deviasi Standar)

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n - 1}} \quad (2-24)$$

2.3 Quantitative System Version 3.0

Dalam penulisan skripsi ini, *Quantitative System Version 3.0* merupakan alat bantu untuk perhitungan dan sebagai sistem pendukung keputusan yang meliputi banyak metode di dalamnya. Banyak perencanaan dan pembuatan keputusan dapat dianalisis menggunakan *Quantitative System Version 3.0*. Sebagai contoh antara lain: alokasi sumber, perencanaan kebutuhan material, perencanaan agregat, transportasi, penjadwalan tugas, penjadwalan proyek, *quality control*, *facility layout*. (Chang Yih-long,1995:1)

Sebagai pembuat keputusan, *Quantitative System Version 3.0* menampilkan solusi yang singkat dan jelas dengan menampilkan secara detail tahapan-tahapannya. Bagi pengguna yang telah mempelajari konsep manajemen, riset operasi dan manajemen operasi akan lebih mudah dalam memasukkan data dan memprosesnya dengan menggunakan *Quantitative System Version 3.0* untuk menyelesaikan permasalahannya.ss

2.3.1 Metode Peramalan dalam *Quantitative System Version 3.0* (Chang Yih-long,1995:341)

Software ini menjalankan program permalan dengan metode *time series* dan *linier regression*. Metode *time series* meliputi: *simple average*, *moving average*, *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, *linier regression* dan *winter model*. Untuk peramalan *time series*, parameter-parameter dapat diminta untuk model spesifik yang dipilih.

2.3.2 Metode Transportasi yang Tersedia di dalam *Quantitative System Version 3.0* (Chang Yih-long,1995:136)

Program ini menggunakan *Transportation Simplex Method* untuk memecahkan masalah transportasi dan penugasan. Metode-metode yang tersedia terdiri dari delapan macam: *Row Minimum (RM)*, *Modified Row Minimum (MRM)*, *Vogel's Approximation Method (VAM)*, *Colomn Minmum (MC)*, *Modified Colomn Minmum (MC)*, *Matrix Minimum (MM)*, *North West Corner (NWC)*, *Russel's Approximation method (RAM)*. Data yang dibutuhkan meliputi kapasitas atau

permintaan pada setiap *point* dan harga transportasi atau keuntungan diantara kedua *point* ini.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode penelitian historis, yang bertujuan untuk meneliti masalah pendistribusian semen dengan mengidentifikasi masalah masa lampau dan data masa lampau yang relevan dengan masa kini.

3.2. Pengumpulan Data

Data - data yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini diperoleh PT. Semen Gresik (Persero). Kemudian data-data yang telah diperoleh, diolah dan dianalisa dengan alat bantu *Quantitative System Ver 3.0.* dan metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh rumusan kerangka teoritis dari masalah yang diteliti, diperoleh dari berbagai sumber, antara lain :

- Buku-buku diktat dan literatur yang ada di perpustakaan PT.Semen Gresik (Persero) Gresik.
- Referensi buku-buku yang berasal dari Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya dan Perpustakaan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

2. Studi lapangan

Studi lapang dilakukan berikut aktivitas pengambilan data dilakukan di Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) pada Januari 2006-April 2006

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan dalam melakukan studi dan pengambilan data dalam skripsi ini adalah Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG). Lokasi ini dipilih dengan dasar pertimbangan bahwa Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)

merupakan ekspediter yang melakukan aktivitas pendistribusian produk PT Semen Gresik.

3.4. Data untuk Perhitungan

Data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan meliputi:

1. Jarak lintasan distribusi.
2. Besar permintaan semen untuk masing-masing wilayah di Jawa Timur.
3. Rute distribusi semen.
4. Besarnya biaya transportasi ke setiap daerah di Jawa Timur.
5. Armada yang digunakan:
 - a. Banyak armada yang digunakan beserta kapasitas maksimum untuk setiap unit armada.
 - b. Kapasitas yang digunakan dalam setiap kali pengangkutan.

3.5. Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah meliputi 2 metode berikut:

a. Metode Peramalan

Metode peramalan yang digunakan adalah salah satu metode peramalan dari beberapa metode peramalan yang ada dalam *Quantitative System Ver 3.0* yaitu: Rata-rata kumulatif, *Moving Average*, *Single Eksponensial Smoothing*, *Double Eksponensial Smoothing*, *Trend Linier* yang mana dipilih dengan mempertimbangkan nilai kesalahan *Mean Absolut Error* (MAD) yang terkecil diantara beberapa metode peramalan yang lainnya.

b. Metode Transportasi

Metode transportasi yang digunakan adalah metode *Vogel's Approximtion Method* (VAM).

3.6. Identifikasi Variabel-variabel Peramalan

Variabel-variabel peramalan untuk permintaan yang dianalisis dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel $F(t)$ = Nilai Peramalan untuk permintaan yang akan datang
2. Variabel t = Periode waktu yang dihitung sejak periode dasar
3. Variabel X = Data Penjualan / Permintaan dari permintaan masa lalu

3.7. Identifikasi Variabel-variabel dalam Model Transportasi

Variabel model transportasi yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi:

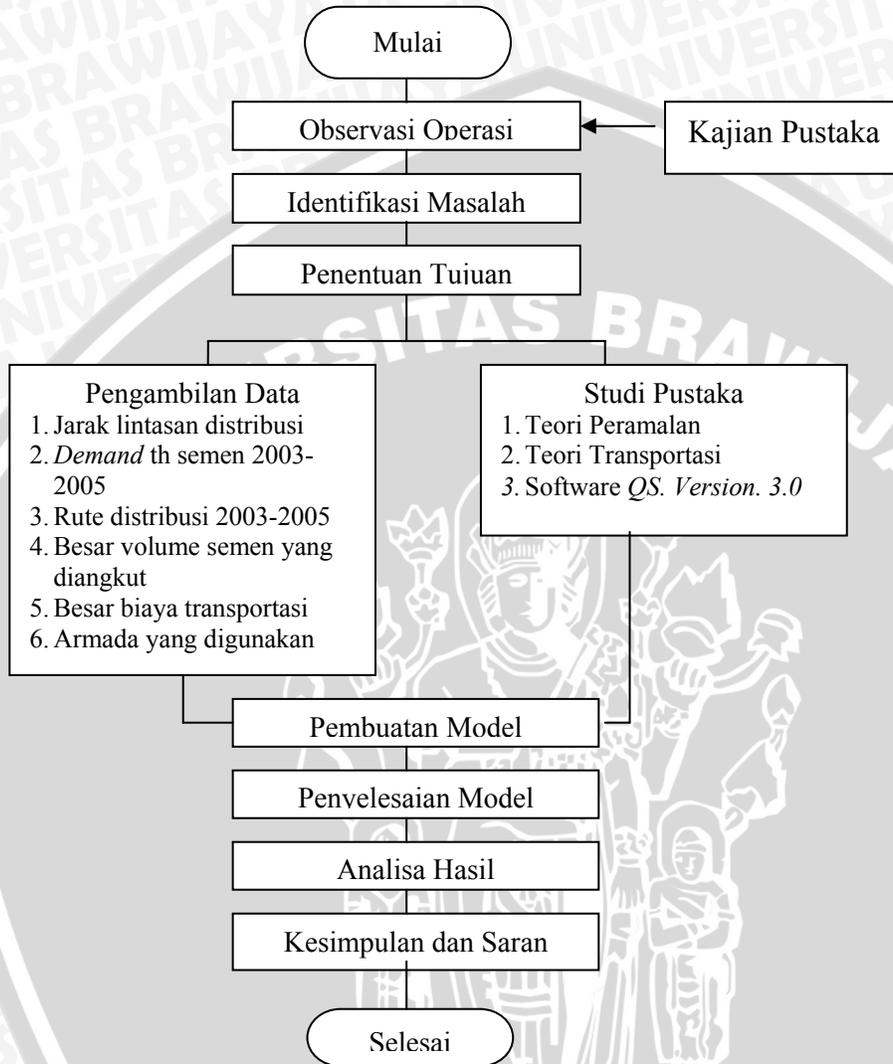
1. Variabel Z = Fungsi Tujuan (biaya transportasi)
2. Variabel X_{ij} = Jumlah unit (sak) yang dikiriinkan sumber i ke tujuan j

3.8. Identifikasi Parameter dalam Model Transportasi

Parameter dalam model transportasi yang digunakan dalam analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter C_{ij} = Biaya pengiriman per unit (sak) dari sumber i ke tujuan j
2. Parameter a = Jumlah unit (sak) kapasitas dari sumber i
3. Parameter b = Jumlah unit (sak) supply permintaan dari tujuan j

3.9. Diagram Alir Penyelesaian



Keterangan Diagram Alir :

1. Observasi Operasi
Memahami operasi distribusi semen PT. Semen Gresik.
2. Identifikasi Masalah
Menentukan permasalahan pada operasi distribusi di PT. Semen Gresik, sehingga dapat dirumuskan bahwa biaya distribusi dapat diminimalisasi.

3. Penentuan Tujuan
Merupakan langkah memperjelas tujuan penelitian, yaitu untuk meminimalkan biaya transportasi serta mendapatkan pola distribusi yang optimal.
4. Pengambilan Data
Proses pengumpulan data-data yang diperlukan, meliputi data permintaan semen tahun 2004, rute distribusi semen tahun 2004, biaya transportasi, besar volume semen yang diangkut melalui darat dan laut, armada yang digunakan untuk pendistribusian.
5. Pembuatan Model
Proses memasukkan nilai-nilai yang telah diperoleh kedalam model *forecasting* dan model transportasi dilengkapi dengan *constrain-constrain* yang ada.
6. Studi Pustaka
Merupakan proses pengumpulan teori-teori yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan. Teori ini meliputi; teori tentang peramalan (*forecasting*), Transportasi, dan *QS. Version 3.0*. Sumber-sumber studi pustaka ini antara lain; buku-buku di perpustakaan Universitas Brawijaya Malang, internet, referensi-referensi dari PT. Semen Gresik.
7. Penyelesaian Model
Proses eksekusi permasalahan yang telah termodelkan dengan metode *VAM* dengan menggunakan bantuan software *QS. Version 3.0*
8. Analisa Hasil
Proses analisa terhadap hasil eksekusi yang telah dilakukan, meliputi analisa hasil eksekusi transportasi dengan metode *VAM*.
9. Kesimpulan dan Saran
Penyimpulan akhir dari analisa. Akan didapatkan peta operasi distribusi yang optimal serta saran-saran berkaitan dengan kesimpulan tersebut.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapat data-data seperti berikut;

- a. Data kendaraan yang dimiliki oleh KWSG sebagai salah satu expeditur semen PT. Semen Gresik, Tbk
- b. Data ongkos angkut untuk masing-masing daerah di Jawa Timur
- c. Data permintaan semen beberapa daerah di Jawa Timur

4.1.1 Data Kendaraan yang dimiliki oleh KWSG

Guna mendistribusikan semen, Koperasi Warga Semen Gresik menggunakan 553 armada. Mulai dari truk berkapasitas 8 ton sampai dengan truk dengan kapasitas 70 ton.

Berikut data tentang armada yang digunakan oleh Koperasi Warga Semen Gresik

Tabel 4.1 Jumlah Armada Angkut Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)

No	Truk dengan kapasitas (ton)	Jumlah (Unit)
1	8	2
2	15	8
3	18	4
4	20	4
5	25	53
6	30	259
7	35	99
8	40	31
9	45	3
10	50	15
11	60	47
12	65	24
13	70	4
Jumlah		553

4.1.2 Data ongkos angkut

Ongkos angkut sangat dibutuhkan untuk analisa besar biaya distribusi semen. Karena pendistribusian dilakukan dari pabrik tuban dan pabrik gresik, maka kedua data tarif ongkos dari masing-masing pabrik kewilayah-wilayah harus ada. Besarnya biaya pendistribusian ditetapkan per-sak dan sangat tergantung pada tingkat kesulitan medan yang akan ditempuh.

Penetapan ongkos angkut selain tergantung pada kebijakan internal pabrik, juga sangat tergantung pada kebijakan eksternal, seperti kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) dan kebijakan-kebijakan lainnya. Sebagai patokan dasar, kenaikan ongkos angkut berkisar antara 5% s.d. 20% per tahun. Jika diasumsikan bahwa ongkos angkut tahun 2005 merupakan 20% lebih besar dari ongkos angkut 2003 dan ongkos angkut tahun 2004 lebih besar 15% dari tahun 2003, maka ongkos angkut masing-masing tahun dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Ongkos Angkut Semen dari Pabrik Gresik

DAERAH	Dari Pabrik Gresik					
	Tahun 2005		Tahun 2004		Tahun 2003	
	PPC (Rp)	T1 (Rp)	PPC (Rp)	T1 (Rp)	PPC (Rp)	T1(Rp)
Gresik	767	959	705.64	882.28	613.6	767.2
Driyorejo	1050	1313	966	1207.96	840	1050.4
Surabaya 1	961	1201	884.12	1104.92	768.8	960.8
surabaya 2	1014	1268	932.88	1166.56	811.2	1014.4
surabaya 3	1069	1336	983.48	1229.12	855.2	1068.8
lamongan	944	1180	868.48	1085.6	755.2	944
bangkalan	2546	3183	2342.32	2928.36	2036.8	2546.4
sidoarjo	1004	1255	923.68	1154.6	803.2	1004
porong	1095	1369	1007.4	1259.48	876	1095.2
babat	1062	1328	977.04	1221.76	849.6	1062.4
sampang	2799	3499	2575.08	3219.08	2239.2	2799.2
mojokerto	1159	1448	1066.28	1332.16	927.2	1158.4
pasuruan	1272	1590	1170.24	1462.8	1017.6	1272
tuban	1456	1820	1339.52	1674.4	1164.8	1456
jombang	1359	1699	1250.28	1563.08	1087.2	1359.2
malang	1708	2135	1571.36	1964.2	1366.4	1708
bojonegoro	1406	1757	1293.52	1616.44	1124.8	1405.6
padangan	1674	2093	1540.08	1925.56	1339.2	1674.4
ngraho	1848	2310	1700.16	2125.2	1478.4	1848
pamekasan	2960	3700	2723.2	3404	2368	2960
probolinggo	1516	1895	1394.72	1743.4	1212.8	1516
pare	1585	2278	1458.2	2095.76	1268	1822.4
nganjuk	1673	2091	1539.16	1923.72	1338.4	1672.8
kediri	1728	2160	1589.76	1987.2	1382.4	1728
kraksan	1863	2329	1713.96	2142.68	1490.4	1863.2
paiton	1903	2379	1750.76	2188.68	1522.4	1903.2

lumajang	2002	2502	1841.84	2301.84	1601.6	2001.6
besuki	2003	2504	1842.76	2303.68	1602.4	2003.2
tulungagung	2080	2600	1913.6	2392	1664	2080
blitar	2123	2653	1953.16	2440.76	1698.4	2122.4
madiun	1933	2416	1778.36	2222.72	1546.4	1932.8
ngawi	2109	2637	1940.28	2426.04	1687.2	2109.6
sumenep	3200	4000	2944	3680	2560	3200
jember	2244	2805	2064.48	2580.6	1795.2	2244
trenggalek	2329	2911	2142.68	2678.12	1863.2	2328.8
kesamben	2309	2886	2124.28	2655.12	1847.2	2308.8
situbondo	2264	2830	2082.88	2603.6	1811.2	2264
magetan	2068	2585	1902.56	2378.2	1654.4	2068
kalisat	2280	2851	2097.6	2622.92	1824	2280.8
ponorogo	2343	2929	2155.56	2694.68	1874.4	2343.2
sukowono	2312	2890	2127.04	2658.8	1849.6	2312
bondowoso	2421	3026	2227.32	2783.92	1936.8	2420.8
pacitan	3807	4758	3502.44	4377.36	3045.6	3806.4
banyuwangi	2699	3374	2483.08	3104.08	2159.2	2699.2
lawang	1671	2089	1537.32	1921.88	1336.8	1671.2
singosari	1671	2089	1537.32	1921.88	1336.8	1671.2
blimbing	1671	2089	1537.32	1921.88	1336.8	1671.2
karangploso	1671	2089	1537.32	1921.88	1336.8	1671.2
batu	2009	2511	1848.28	2310.12	1607.2	2008.8
pakisaji	1739	2174	1599.88	2000.08	1391.2	1739.2
pakis	1753	2191	1612.76	2015.72	1402.4	1752.8
jabung	1804	2255	1659.68	2074.6	1443.2	1804
tumpang	1870	2337	1720.4	2150.04	1496	1869.6
bululawang	1870	2337	1720.4	2150.04	1496	1869.6
pujon	2176	2721	2001.92	2503.32	1740.8	2176.8
tajinan	1987	2484	1828.04	2285.28	1589.6	1987.2
poncokusumo	2039	2549	1875.88	2345.08	1631.2	2039.2
wajak	2056	2570	1891.52	2364.4	1644.8	2056
turen	2106	2632	1937.52	2421.44	1684.8	2105.6
kepanjen	2138	2673	1966.96	2459.16	1710.4	2138.4
ngebruk	2239	2799	2059.88	2575.08	1791.2	2239.2
ngajum	2239	2799	2059.88	2575.08	1791.2	2239.2
dampit	2350	2937	2162	2702.04	1880	2349.6
gondanglegi	2306	2883	2121.52	2652.36	1844.8	2306.4
sumberpucung	2324	2905	2138.08	2672.6	1859.2	2324
wonokerto	2390	2988	2198.8	2748.96	1912	2390.4
pagak	2390	2988	2198.8	2748.96	1912	2390.4
sumbermanjing timur	2427	3034	2232.84	2791.28	1941.6	2427.2

selorejo	2694	3368	2478.48	3098.56	2155.2	2694.4
ampelgading	2559	3199	2354.28	2943.08	2047.2	2559.2
kalipare	2578	3222	2371.76	2964.24	2062.4	2577.6
seumbermanjing slt	2664	3330	2450.88	3063.6	2131.2	2664
panceng	961	1201	884.12	1104.92	768.8	960.8
ujung pangkah	1050	1313	966	1207.96	840	1050.4
balung panggang	1050	1313	966	1207.96	840	1050.4
wringin anom	1097	1371	1009.24	1261.32	877.6	1096.8

Tabel 4.3 Ongkos Angkut dari Pabrik Tuban

Daerah	Dari Pabrik Tuban					
	Tahun 2005		Tahun 2003		Tahun 2004	
	PPC (Rp)	T-1 (Rp)	PPC (Rp)	T-1 (Rp)	PPC (Rp)	T-1 (Rp)
Tuban	995	1244	796	995.2	915.4	1144.48
Jatirogo	1915	2394	1532	1915.2	1761.8	2202.48
Sokorengel	1193	1491	954.4	1192.8	1097.56	1371.72
Babat	1237	1546	989.6	1236.8	1138.04	1422.32
Lamongan	1255	1569	1004	1255.2	1154.6	1443.48
Bojonegoro	1326	1659	1060.8	1327.2	1219.92	1526.28
Padangan	1649	2061	1319.2	1648.8	1517.08	1896.12
Ngraho	1828	2284	1462.4	1827.2	1681.76	2101.28
Jombang	2172	2715	1737.6	2172	1998.24	2497.8
Gresik	1583	1979	1266.4	1583.2	1456.36	1820.68
Driyorejo	1960	2450	1568	1960	1803.2	2254
Kertosono	2280	2849	1824	2279.2	2097.6	2621.08
Surabaya 1	1901	2376	1520.8	1900.8	1748.92	2185.92
Surabaya 2	1931	2414	1544.8	1931.2	1776.52	2220.88
Surabaya 3	1979	2474	1583.2	1979.2	1820.68	2276.08
Kediri	2362	2953	1889.6	2362.4	2173.04	2716.76
Pare	2264	2830	1811.2	2264	2082.88	2603.6
Mojokerto	2072	2589	1657.6	2071.2	1906.24	2381.88
Bangkalan	3246	4057	2596.8	3245.6	2986.32	3732.44
Nganjuk	2409	3012	1927.2	2409.6	2216.28	2771.04
Sidoarjo	1931	2414	1544.8	1931.2	1776.52	2220.88
Porong	1936	2420	1548.8	1936	1781.12	2226.4
Tulungagung	2569	3212	2055.2	2569.6	2363.48	2955.04
Ngawi	2032	2540	1625.6	2032	1869.44	2336.8
Sampang	3439	4299	2751.2	3439.2	3163.88	3955.08

Pasuruan	2255	2820	1804	2256	2074.6	2594.4
Trenggalek	2776	3470	2220.8	2776	2553.92	3192.4
Madiun	2478	3097	1982.4	2477.6	2279.76	2849.24
Blitar	2673	3341	2138.4	2672.8	2459.16	3073.72
Malang	2567	3028	2053.6	2422.4	2361.64	2785.76
Magetan	2591	3238	2072.8	2590.4	2383.72	2978.96
Ponorogo	3702	3379	2961.6	2703.2	3405.84	3108.68
Pamekasan	3628	4535	2902.4	3628	3337.76	4172.2
Kesamben	2939	3674	2351.2	2939.2	2703.88	3380.08
Probolinggo	2509	3137	2007.2	2509.6	2308.28	2886.04
Kraksaan	2505	3258	2004	2606.4	2304.6	2997.36
Paiton	2723	3404	2178.4	2723.2	2505.16	3131.68
Lumajang	2848	3552	2278.4	2841.6	2620.16	3267.84
Sumenep	3850	4812	3080	3849.6	3542	4427.04
Besuki	2842	3552	2273.6	2841.6	2614.64	3267.84
Pacitan	3784	4371	3027.2	3496.8	3481.28	4021.32
Tulakan/lorok	5069	6335	4055.2	5068	4663.48	5828.2
Jember	3190	3985	2552	3188	2934.8	3666.2
Situbondo	3250	4062	2600	3249.6	2990	3737.04
Kalisat	3309	1136	2647.2	908.8	3044.28	1045.12
Sukowono	3380	4225	2704	3380	3109.6	3887
Bondowoso	3563	4454	2850.4	3563.2	3277.96	4097.68
Banyuwangi	4176	5220	3340.8	4176	3841.92	4802.4
Lawang	2529	3162	2023.2	2529.6	2326.68	2909.04
Singosari	2529	3162	2023.2	2529.6	2326.68	2909.04
Blimbing	2529	3162	2023.2	2529.6	2326.68	2909.04
Karngploso	2529	3162	2023.2	2529.6	2326.68	2909.04
Batu	2808	3510	2246.4	2808	2583.36	3229.2
Pakisaji	2698	3373	2158.4	2698.4	2482.16	3103.16
Pakis	2711	3389	2168.8	2711.2	2494.12	3117.88
Jabung	2748	3435	2198.4	2748	2528.16	3160.2
Tumpang	2795	3493	2236	2794.4	2571.4	3213.56
Bululawang	2795	3493	2236	2794.4	2571.4	3213.56
Pujon	2922	3652	2337.6	2921.6	2688.24	3359.84
Tajinan	2880	3600	2304	2880	2649.6	3312
Poncokusumo	2914	3642	2331.2	2913.6	2680.88	3350.64
Wajak	2927	3658	2341.6	2926.4	2692.84	3365.36
Turen	2964	3705	2371.2	2964	2726.88	3408.6
Kepanjen	2988	3733	2390.4	2986.4	2748.96	3434.36
Ngebruk	3058	3822	2446.4	3057.6	2813.36	3516.24
Ngajum	3058	3822	2446.4	3057.6	2813.36	3516.24
Dampit	3071	3838	2456.8	3070.4	2825.32	3530.96

Gondang legi	3105	3881	2484	3104.8	2856.6	3570.52
Sumberpucung	3118	3898	2494.4	3118.4	2868.56	3586.16
Wonokerto	3167	3959	2533.6	3167.2	2913.64	3642.28
Pagak	3167	3959	2533.6	3167.2	2913.64	3642.28
Sumbermanjing tmr	3179	3974	2543.2	3179.2	2924.68	3656.08
Selorejo	3277	4096	2621.6	3276.8	3014.84	3768.32
Ampel gading	3215	4018	2572	3214.4	2957.8	3696.56
kalipare	3225	4032	2580	3225.6	2967	3709.44
Sbr Mnajing Sel	3286	4108	2628.8	3286.4	3023.12	3779.36
Pronojiwo	3151	3939	2520.8	3151.2	2898.92	3623.88
nongkojajar	2627	3283	2101.6	2626.4	2416.84	3020.36

Dari data yang dikeluarkan oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) didapatkan total biaya distribusi untuk daerah Jawa Timur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Total Biaya Distribusi Yang Dikeluarkan PT.Semen Gresik untuk Daerah Jawa Timur melalui ekspediter KWSG

Tahun	Jenis		Total (Rp)
	PPC (Rp)	T-I (Rp)	
2003	12.366.654.908	7.668.934.624	20.035.589.532
2004	14.190.064.378	12.413.485.677	26.603.550.055
2005	17.272.678.555	16.429.039.387	33.701.714.942

4.1.3 Data Kebutuhan Semen untuk Beberapa Daerah di Jawa Timur

Tabel 4.5 Total Kebutuhan Semen Per Sak di Jawa Timur yang Didistribusikan Melalui

KWSG

No	Daerah	Tahun					
		2003		2004		2005	
		PPC	T-1	PPC	T-1	PPC	T-1
1	Tuban	13.950	241.500	6.075	162.200	10625	120.600
2	Jatirogo	700	52.500	750	292.950	16500	251.200
3	Sokorengel		500		550		600
4	Babat		82.250		80.480		69.300
5	Lamongan	5.300	410.350	124.175	506.675	47375	744.618
6	Bojonegoro	2.400	309.650	2.000	332.740	750	375.350
7	Padangan	550	12.050	600	124.800	750	89.200
8	Ngraho	500	23.300	550	152.000	750	141.800
9	Jombang	3.450	83.650	6.525	182.400	16500	418.650
10	Gresik	34.550	181.000	43.575	181.500	29075	165550
11	Kertosono		4.050		11.950		56.500
12	Surabaya 1	46.300	344.150	50.150	180.950	58100	126.510
	Surabaya 2	18.375	174.900	16.525	126.550	35750	139.100
	Surabaya 3	30.250	122.450	25.800	11.400	98060	34.975
13	Kediri	1.500	48.450	650	50.000	9825	301.010
14	Pare	1.250	32.050	51.300	101.500	3125	247.250
15	Mojokerto	8.650	143.850	10.000	153.500	30.225	342.885
16	Bangkalan	79.000	9.630	62.360	1.400	143050	5.650
17	Nganjuk	9.000	27.850	9.000	53.260	9500	205.450
18	Sidoarjo	82.500	510.850	67.975	418.573	148125	202.400
19	Tulungagung	7.850	58.200	5.700	23.050	16775	127.000
20	Ngawi	3.200	9.200	3.125	16.900	1500	25.800
21	Sampang	220.065	1.640	299.820	320	334965	2.640
22	Pasuruan	1.448.450	466.900	1.668.400	554.110	1.649975	503.010
23	Trenggalek	2.850	28.150	6.700	3.800	12375	30.750
24	Madiun	3.000	30.150	3.125	36.400	5125	58.200
25	Blitar	4.100	19.700	4.575	32.280	22625	125.710
26	Malang	194.000	184.270	206.775	288.120	237375	312.600
27	Magetan	1.000	9.600	1.225	7.000	1250	31.050
28	Ponorogo	5.700	20.650	5.650	12.600	5000	36.400
29	Pamekasan	2.050	380	845	400	840	450
30	Kesamben		14.500				
31	Probolinggo	406.875	1.500	273.745	8.000	271815	4.410
32	Kraksaan	101.100	2.900	84.040	2.800	60000	750
33	Paiton	4.800	378	1.325	650	2225	650
34	Lumajang	378.150	6.350	387.400	5.150	411150	1.900
35	Sumenep	378	378	400	780	400	780
36	Besuki	29.450		17.575		15425	
37	Jember	1.325.925	98.850	1.414.700	94.900	1498839	68.000
38	Situbondo	146.225	48.350	84.675	22.450	85825	21.080
39	Kalisat	59.550		40.150		63275	

No	Daerah	Tahun					
		2003		2004		2005	
		PPC	T-1	PPC	T-1	PPC	T-1
40	Sukowono	11.900		16.550		34525	
41	Bondowoso	180.925	17.000	205.950	17.300	172750	22.300
42	Banyuwangi	21.200	59.600	8.300	66.380	1500	20.910
43	Lawang	300	275	4.125	280	3550	300
44	Singosari	1000	1.900	1.100	2.350	5625	600
45	Karngploso	5.300	900	5.275	1.850	3425	650
46	Batu	103.450	17.650	69.725	14.900	87600	675
47	Pakisaji	900	125	3.150	350	950	700
48	Tumpang	12.700	22.150	14.875	16.150	17475	13.300
49	Bululawang	172.350	44.950	10.450	20.350	1250	20.300
50	Pujon	30.100	24.400	10.350	10.800	30600	9.900
51	Wajak	4000	450	4.625	1.500	5000	2.000
52	Turen	37.850	26.200	38.825	17.600	27025	4.100
53	Kepanjen	4.850	3.150	19.950	16.675	1450	3.800
54	Dampit	254.675	14.100	119.625	5.300	140750	16.350
55	Gondang legi	241.250	6.200	93.950	5.300	83200	400
56	Sumberpucung	192.350	81.200	29.725	36.950	53475	29.550
57	Wonokerto	43.300	800	20.500	750	20000	700
58	Selorejo	8.950	90.300	1.800	52.000	5725	50.200
59	Ampel gading	48.350	20.900	43.700	12.175	82075	800
60	Kalipare	19.250	21.350	10.150	13.800	20400	23.500
61	Sumbermanjing sltn		700		725		750
62	Pronojiwo	650					
63	Nongko jajar	9.600	600	102.925	650	93800	700

4.1.4 Data Kapasitas Pabrik

Kapasitas terpasang produksi pada PT Semen Gresik (persero) yaitu:

- Kapasitas Terpasang produksi untuk pabrik Unit Gresik adalah 1.000.000 ton/tahun
- Kapasitas terpasang produksi pada pabrik Unit tuban adalah 6.900.000 ton/tahun

Dari hasil perbandingan data volume konsumsi semen yang dikeluarkan oleh PT. Semen Gresik, untuk produksi semen jenis PPC adalah 30 % kapasitas produksi yang terpasang (7,500,000 sak untuk Gresik dan 51,750,000 sak untuk Tuban) sedangkan untuk produksi smen jenis T-1 adalah sebesar 50 % dari kapasitas terpasang (12,500,000 sak untuk Gresik dan 86,250,000 sak untuk Tuban)

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penulisan ini menggunakan alat bantu perhitungan yaitu *Software Quantitative System (Q.S.)* Ver.3 yang mana data yang akan diolah dan diproses/dihitung untuk peramalan permintaan dan transportasi

4.3. Perbandingan Metode Transportasi

Perbandingan Metode Transportasi yang dipilih pada penulisan ini adalah *Vogel's Approximation Methode (VAM)*, metode ini akan diterapkan pada banyaknya semen yang didistribusikan oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) pada tahun 2005. Hal ini karena data ongkos angkut valid adalah data ongkos angkut pada tahun 2005. Perbandingan ini perlu dilakukan untuk melihat apakah biaya realisasi distribusi semen tahun 2005 dapat dihemat.

Untuk mencari banyaknya biaya distribusi dengan menggunakan metode *Vogell's Approximation Methode (VAM)*, diperlukan data-data sebagai berikut;

- Data ongkos angkut tahun 2005
- Data Banyak semen yang didistribusikan tahun 2005
- Kapasitas Produksi Pabrik Semen Gresik (persero)

Data yang sudah didapat kemudian diuraikan kedalam bentuk fungsi tujuan. Penguraian ini bertujuan untuk memperjelas maksud dari tujuan, merupakan fungsi tujuan pemaksimalan (Z_{maks}) atau meminimalan (Z_{min}).

4.4 Pembuatan Model Transportasi

4.4.1 Jenis PPC

Jika dimisalkan bahwa komponen ongkos angkut dari sumber i ketujuan j adalah c_{ij} , banyak semen yang didistribusikan dari sumber i ke daerah j adalah X_{ij} maka fungsi tujuan dari meminimalan biaya distribusi semen jenis PPC pada tahun 2005 dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Z_{min} = 1456X_{1-1} + 995X_{2-1} + 1915X_{2-2} + 944X_{1-3} + 1255X_{2-3} + 1406X_{1-4} + 1326X_{2-4} + 1674X_{1-5} + 1649X_{2-5} + 1848X_{1-6} + 1828X_{2-6} + 1359 X_{1-7} + 2172X_{2-7} + 767X_{1-8} + 1583X_{2-8} + 961X_{1-9} + 1901X_{2-9} + 1014X_{1-10} + 1931X_{2-10} + 1069X_{1-11} + 1979X_{2-11} + 1728X_{1-12} + 2362X_{2-12} + 1585X_{1-13} + 2264X_{2-13} + 1159X_{1-14} + 2072X_{2-15} + 2564X_{1-16} + 3246X_{2-16} + 1673X_{1-17} + 2409X_{2-17} + 1004X_{1-18} + 1931X_{2-18} + 2080X_{1-19} + 2569X_{2-19} + 2109X_{1-20} + 2032X_{2-20} + 2799X_{1-21} + 3439X_{2-21} + 1272X_{1-22} + 2255X_{2-22} + 2329X_{1-23} + 2776X_{2-23} + 1933X_{1-24} + 2478X_{2-24} + 2123X_{1-25} + 2673X_{2-25} + 1708X_{1-26} + 2567X_{2-26} + 2068X_{1-27} + 2591X_{2-27} + 2343X_{1-28} + 3702X_{2-28}$$

$$\begin{aligned}
 &28+ 2960X_{1-29} + 3628X_{2-29}+ 1516X_{1-30} + 2509X_{2-30}+ 1863X_{1-31} + 2505X_{2-31}+ 1903X_{1-32} + \\
 &2723X_{2-32}+ 2002X_{1-33} + 2848X_{2-33}+ 3200X_{1-34} + 3850X_{2-34}+ 2003X_{1-35} + 2842X_{2-35} + 2244X_{1-} \\
 &36 + 3190X_{2-36} + 2264X_{1-37} + 3250X_{2-73} +2280X_{1-38} + 3309X_{2-38} + 2312X_{1-39} +3380X_{2-39} + \\
 &2421X_{1-40} + 3563X_{2-40} + 2699X_{1-41} + 4176X_{2-41} + 1671X_{1-42} + 2529X_{2-42} + 1671X_{1-43} + \\
 &2529X_{2-43} + 1671X_{1-44} + 2529X_{2-44} +2009X_{1-45} +2808X_{2-45} + 1739X_{1-46} + 2698X_{2-46}+ 1870X_{1-} \\
 &47 + 2795X_{2-47} + 1870X_{1-48} + 2795X_{2-48}+2176X_{1-49} + 2922X_{2-49} + 2056X_{1-50} + 2927X_{2-50} + \\
 &2106X_{1-51} +2964X_{2-51}+2138 X_{1-52}+2988X_{2-52}+2350X_{1-53}+3071X_{2-53} + 2306X_{1-54} + 3105X_{2-54} \\
 &+ 2324X_{1-55} + 3118X_{2-55} + 2390X_{1-56} + 3167X_{2-56} + 2694X_{1-57} + 3277X_{2-57} + 2559X_{1-58} + \\
 &3215X_{2-58}+ 2578X_{1-59} + 3225X_{2-59}+ 2627X_{2-60}
 \end{aligned}$$

Dalam analisa transportasi, selain fungsi tujuan, harus ada fungsi pembatas. Yaitu batas pengiriman dan batas tujuan. Batas pengiriman merupakan batas maksimal semen yang bisa dikirim oleh masing-masing sumber ketujuan. Dalam hal ini yang dimaksud batas pengiriman adalah kapasitas terpasang produksi masing-masing unit baik di Gresik maupun di Tuban

Jika diformulasikan, maka batas pengiriman akan membentuk sebuah fungsi.

Formulasi untuk fungsi batas unit Gresik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &X_{1-1} + X_{1-3} +X_{1-4} + X_{1-5} + X_{1-6} + X_{1-7} + X_{1-8} + X_{1-9} +X_{1-10} + X_{1-11} + X_{1-12} + X_{1-13} + X_{1-14} + \\
 &X_{1-16} + X_{1-17} + X_{1-18} + X_{1-19} + X_{1-20} + X_{1-21} + X_{1-22} + X_{1-23} + X_{1-24} + X_{1-25} + X_{1-26} + X_{1-27} + X_{1-} \\
 &28 + X_{1-29} + X_{1-30} + X_{1-31} + X_{1-32} + X_{1-33} + X_{1-34} + X_{1-35} + X_{1-36} + X_{1-37} + X_{1-38} + X_{1-39} + X_{1-40} + \\
 &X_{1-41} + X_{1-42} + X_{1-43} + X_{1-44} + X_{1-45} + X_{1-46} + X_{1-47} + X_{1-48} + X_{1-49} + X_{1-50} + X_{1-51} + X_{1-52} + X_{1-} \\
 &53 + X_{1-54} + X_{1-55} + X_{1-56} + X_{1-57} + X_{1-58} + X_{1-59} \leq 7,500,000 \text{ (sak)}
 \end{aligned}$$

Untuk unit Tuban diformulasikan sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 &X_{2-1} + X_{2-2} + X_{2-3} + X_{2-4} + X_{2-5} + X_{2-6} + X_{2-7} + X_{2-8} + X_{2-9} + X_{2-10} + X_{2-11} + X_{2-12} + X_{2-13} + X_{2-15} + \\
 &X_{2-16} + X_{2-17} + X_{2-18} + X_{2-19} + X_{2-20} + X_{2-21} + X_{2-22} + X_{2-23} + X_{2-24} + X_{2-25} + X_{2-26} + X_{2-27} + X_{2-28} + X_{2-} \\
 &29 + X_{2-30} + X_{2-31} + X_{2-32} + X_{2-33} + X_{2-34} + X_{2-35} + X_{2-36} + X_{2-73} + X_{2-38} + X_{2-39} + X_{2-40} + X_{2-41} + X_{2-} \\
 &42 + X_{2-43} + X_{2-44} + X_{2-45} + X_{2-46} + X_{2-47} + X_{2-48} + X_{2-49} + X_{2-50} + X_{2-51} + X_{2-52} + X_{2-53} + X_{2-54} + X_{2-55} + \\
 &X_{2-56} + X_{2-57} + X_{2-58} + X_{2-59} + X_{2-60} \leq 51,750,000 \text{ (sak)}
 \end{aligned}$$

Batas tujuan merupakan jumlah semen yang akan dikirim ke masing-masing daerah tujuan. Dalam analisa transportasi, batas ini dianggap sebagai batas maksimum semen yang bisa diterima dari sumber. Sehingga, dalam hal ini yang dimaksud dengan batas tujuan adalah banyaknya semen yang dikirim kemasing-masing daerah. Formulasi dari batas tujuan ini adalah sebagai berikut;

$X_{1-1} + X_{2-1}$	\leq	10625	Tuban
X_{2-2}	\leq	16500	Jatirogo
$X_{1-3} + X_{2-3}$	\leq	47375	Lamongan

$X_{1-4} + X_{2-4}$	\leq	750	Bojonegoro
$X_{1-5} + X_{2-5}$	\leq	750	Padangan
$X_{1-6} + X_{2-6}$	\leq	750	Ngraho
$X_{1-7} + X_{2-7}$	\leq	16500	Jombang
$X_{1-8} + X_{2-8}$	\leq	29075	Gresik
$X_{1-9} + X_{2-9}$	\leq	58100	Surabaya 1
$X_{1-10} + X_{2-10}$	\leq	35750	Surabaya 2
$X_{1-11} + X_{2-11}$	\leq	98060	Surabaya 3
$X_{1-12} + X_{2-12}$	\leq	9825	Kediri
$X_{1-13} + X_{2-13}$	\leq	3125	Pare
$X_{1-14} + X_{2-14}$	\leq	30225	Mojoagung
$X_{1-15} + X_{2-15}$	\leq	143050	Bangkalan
$X_{1-16} + X_{2-16}$	\leq	9500	Nganjuk
$X_{1-17} + X_{2-17}$	\leq	148125	Sidoarjo
$X_{1-18} + X_{2-18}$	\leq	16775	Tulungagung
$X_{1-19} + X_{2-19}$	\leq	1500	Ngawi
$X_{1-20} + X_{2-20}$	\leq	334965	Sampang
$X_{1-21} + X_{2-21}$	\leq	1649975	Pasuruan
$X_{1-22} + X_{2-22}$	\leq	12375	Trenggalek
$X_{1-23} + X_{2-23}$	\leq	5125	Madiun
$X_{1-24} + X_{2-24}$	\leq	22625	Blitar
$X_{1-25} + X_{2-25}$	\leq	237375	Malang
$X_{1-26} + X_{2-26}$	\leq	1250	Magetan
$X_{1-27} + X_{2-27}$	\leq	5000	Ponorogo
$X_{1-28} + X_{2-28}$	\leq	840	Pamekasan
$X_{1-29} + X_{2-29}$	\leq	271815	Probolinggo
$X_{1-30} + X_{2-30}$	\leq	60000	Kraksaan
$X_{1-31} + X_{2-31}$	\leq	2225	Paiton
$X_{1-32} + X_{2-32}$	\leq	411150	Lumajang
$X_{1-33} + X_{2-33}$	\leq	400	Sumenep
$X_{1-34} + X_{2-34}$	\leq	15425	Besuki
$X_{1-35} + X_{2-35}$	\leq	1498839	Jember
$X_{1-36} + X_{2-36}$	\leq	85825	Situbondo
$X_{1-37} + X_{2-37}$	\leq	63275	Kalisat
$X_{1-38} + X_{2-38}$	\leq	34525	Sukowono
$X_{1-39} + X_{2-39}$	\leq	172750	Bondowoso



$X_{1-40} + X_{2-40}$	\leq	1500	Banyuwangi
$X_{1-41} + X_{2-41}$	\leq	3550	Lawang
$X_{1-42} + X_{2-42}$	\leq	5625	Singosari
$X_{1-43} + X_{2-43}$	\leq	3425	Karangploso
$X_{1-44} + X_{2-44}$	\leq	87600	Batu
$X_{1-45} + X_{2-45}$	\leq	950	Pakisaji
$X_{1-46} + X_{2-46}$	\leq	17475	Tumpang
$X_{1-47} + X_{2-47}$	\leq	1250	Bululawang
$X_{1-48} + X_{2-48}$	\leq	30600	Pujon
$X_{1-49} + X_{2-49}$	\leq	5000	Wajak
$X_{1-50} + X_{2-50}$	\leq	27025	Turen
$X_{1-51} + X_{2-51}$	\leq	1450	Kepanjen
$X_{1-52} + X_{2-52}$	\leq	140750	Dampit
$X_{1-53} + X_{2-53}$	\leq	83200	Gondang legi
$X_{1-54} + X_{2-54}$	\leq	53475	Sumberpucung
$X_{1-55} + X_{2-55}$	\leq	20000	Wonokerto
$X_{1-56} + X_{2-56}$	\leq	5725	Selorejo
$X_{1-57} + X_{2-57}$	\leq	82075	Ampel gading
$X_{1-58} + X_{2-58}$	\leq	20400	kalipare
$X_{1-59} + X_{2-59}$	\leq	93800	nongkojajar
X_{i-j}	\geq	0	

Dimana,

- X_{1-1} adalah jumlah semen yang didistribusikan sumber 1 ke tujuan 1
- X_{2-1} adalah jumlah semen yang didistribusikan sumber 2 ke tujuan 1
- Sumber 1 adalah Gresik
- Sumber 2 adalah Tuban
- Tujuan-tujuan:

1	=	Tuban	30	=	Kraksan
2	=	Jatirogo	31	=	Paiton
3	=	Lamongan	32	=	Lumajang
4	=	Bojonegoro	33	=	Sumenep
5	=	Padangan	34	=	Besuki
6	=	Ngraho	35	=	Jember
7	=	Jombang	36	=	Situbondo



- 8 = Gresik
- 9 = Surabaya 1
- 10 = Surabaya 2
- 11 = Surabaya 3
- 12 = Kediri
- 13 = Pare
- 14 = Mojokerto
- 15 = Bangkalan
- 16 = Nganjuk
- 17 = Sidoarjo
- 18 = Tulungagung
- 19 = Ngawi
- 20 = Sampang
- 21 = Pasuruan
- 22 = Trenggalek
- 23 = Madiun
- 24 = Blitar
- 25 = Malang
- 26 = Magetan
- 27 = Ponorogo
- 28 = Pamekasan
- 29 = Probolinggo
- 37 = Kalisat
- 38 = Sukowono
- 39 = Bondowoso
- 40 = Banyuwangi
- 41 = Lawang
- 42 = Singosari
- 43 = Karangploso
- 44 = Batu
- 45 = Pakisaji
- 46 = Tumpang
- 47 = Bululawang
- 48 = Pujon
- 49 = Wajak
- 50 = Turen
- 51 = Kepanjen
- 52 = Dampit
- 53 = Gondang legi
- 54 = Sumberpucung
- 55 = Wonokerto
- 56 = Selorejo
- 57 = Ampel gading
- 58 = kalipare
- 59 = nongkojajar

Matriks Transportasi untuk PPC diatas adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Matriks Transportasi Untuk Semen Jenis PPC Tahun 2005

Ke	Dari		Demand
	Gresik	Tuban	
Tuban	1456	995	10625
Jatirogo	2694	1915	16500
Lamongan	944	1255	47375
Bojonegoro	1406	1326	750
Padangan	1674	1649	750

Ngraho	1848	1828	750
Jombang	1359	2172	16500
Gresik	767	1583	29075
Surabaya 1	961	1901	58100
Surabaya 2	1014	1931	35750
Surabaya 3	1069	1979	98060
Kediri	1728	2362	9825
Pare	1585	2264	3125
Mojokerto	1159	2072	30225
Bangkalan	2546	3246	143050
Nganjuk	1673	2409	9500
Sidoarjo	1004	1931	148125
Tulungagung	2080	2569	16775
Ngawi	2109	2032	1500
Sampang	2799	3439	334965
Pasuruan	1272	2255	1649975
Trenggalek	2329	2776	12375
Madiun	1933	2478	5125
Blitar	2123	2673	22625
Malang	1708	2567	237375
Magetan	2068	2591	1250
Ponorogo	2343	3792	5000
Pamekasan	2960	3628	840
Probolinggo	1516	2509	271815
Kraksaan	1863	2505	60000

Paiton	1903	2723	2225
Lumajang	2002	2848	411150
Sumenep	3200	3858	400
Besuki	2003	2842	15425
Jember	2244	3190	1498839
Situbondo	2264	3250	85825
Kalisat	2280	3309	63275
Sukowono	2312	3380	34525
Bondowoso	2421	3563	172750
Banyuwangi	2699	4176	1500
Lawang	1671	2529	3550
Singosari	1671	2529	5625
Karngploso	1671	2529	3425
Batu	2009	2808	87600
Pakisaji	1739	2698	950
Tumpang	1870	2795	17475
Bululawang	1870	2795	1250
Pujon	2176	2922	30600
Wajak	2056	2927	5000
Turen	2106	2964	27025
Kepanjen	2138	2988	1450
Dampit	2350	3071	140750
Gondang legi	2306	3105	83200
Sumberpucung	2324	3118	53475
Wonokerto	2390	3167	20000

Selorejo	2694	3277	5725
Ampel gading	2559	3215	82075
kalipare	2578	3225	20400
nongkojajar	1585	2627	93800
Source	7,500,000	51,750,000	

Data-data tersebut kemudian dimasukkan kedalam alat bantu perhitungan *Software Quantitative System (Q.S.) Ver.3.*

Adapun hasil dari perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1

4.4.3 Jenis T-1

Perhitungan tersebut diatas merupakan perhitungan untuk semen jenis PPC, sedangkan untuk jenis T-1 maka perhitungannya adalah sebagai berikut;

Fungsi tujuan dari semen T-1 (Z_{min});

$$\begin{aligned}
 Z_{min} = & 1820 X_{1-1} + 1244 X_{2-1} + 2394 X_{2-2} + 1590 X_{1-3} + 1491 X_{2-3} + 1328 X_{1-4} + 1546 \\
 & X_{2-4} + 1180X_{1-5} + 1569X_{2-5} + 1757X_{1-6} + 1659X_{2-6} + 2093X_{1-7} + 2061X_{2-7} + 2310X_{1-8} + \\
 & 2284X_{2-8} + 1699X_{1-9} + 2715X_{2-9} + 959X_{1-10} + 1979X_{2-10} + 2278 X_{1-11} + 2849 X_{2-11} + 1201X_{1-} \\
 & 12 + 2376X_{2-12} + 1268X_{1-13} + 2414X_{2-13} + 1336 X_{1-14} + 2474X_{2-14} + 2160X_{1-15} + 2953X_{2-15} + \\
 & 2278X_{1-16} + 2830X_{2-16} + 1448 X_{1-17} + 2589 X_{2-17} + 3183X_{1-18} + 4057X_{2-18} + 2091X_{1-19} + \\
 & 3012 X_{2-19} + 1255 X_{1-20} + 2414X_{2-20} + 2600X_{1-21} + 3212 X_{2-21} + 2637X_{1-22} + 2540X_{2-22} + \\
 & 3499X_{1-23} + 4299X_{2-23} + 1590X_{1-24} + 2820 X_{2-24} + 2911X_{1-25} + 3470X_{2-25} + 2416X_{1-26} + \\
 & 3097X_{2-26} + 2653 X_{1-27} + 3341 X_{2-27} + 2135X_{1-28} + 3028X_{2-28} + 2585X_{1-29} + 3238X_{2-29} + \\
 & 2929X_{1-30} + 3379X_{2-30} + 3700X_{1-31} + 4345X_{2-31} + 1895X_{1-32} + 3137X_{2-32} + 2329X_{1-33} + 3258 \\
 & X_{2-33} + 2379X_{1-34} + 3304X_{2-34} + 2502X_{1-35} + 3552 X_{2-35} + 4000X_{1-36} + 4812X_{2-36} + 2805X_{1-37} \\
 & + 3985 X_{2-73} + 2830X_{1-38} + 4062X_{2-38} + 3026X_{1-39} + 4454X_{2-39} + 3374X_{1-40} + 5220 X_{2-40} + \\
 & 2089 X_{1-41} + 3162X_{2-41} + 2089 X_{1-42} + 3162X_{2-42} + 2089X_{1-43} + 3162X_{2-43} + 2511 X_{1-44} + \\
 & 3510X_{2-44} + 2174X_{1-45} + 3373 X_{2-45} + 2337X_{1-46} + 3493X_{2-46} + 1337 X_{1-47} + 3493X_{2-47} + \\
 & 2721X_{1-48} + 3652 X_{2-48} + 570 X_{1-49} + 3658 X_{2-49} + 2632X_{1-50} + 3705X_{2-50} + 2673X_{1-51} + \\
 & 3733X_{2-51} + 2837X_{1-52} + 3838X_{2-52} + 2883X_{1-53} + 3881X_{2-53} + 2905X_{1-54} + 3898X_{2-54} + 2988
 \end{aligned}$$

$$X_{1-55} + 3959X_{2-55} + 3368X_{1-56} + 4096X_{2-56} + 3199X_{1-57} + 4018X_{2-57} + 3222X_{1-58} + 4032X_{2-58} + 3330X_{1-59} + 4108 X_{2-59} + 2278 X_{1-60} + 3283 X_{2-60}$$

Batasan pengiriman untuk unit Gresik;

$$X_{1-1} + X_{1-3} + X_{1-4} + X_{1-5} + X_{1-6} + X_{1-7} + X_{1-8} + X_{1-9} + X_{1-10} + X_{1-11} + X_{1-12} + X_{1-13} + X_{1-14} + X_{1-16} + X_{1-17} + X_{1-18} + X_{1-19} + X_{1-20} + X_{1-21} + X_{1-22} + X_{1-23} + X_{1-24} + X_{1-25} + X_{1-26} + X_{1-27} + X_{1-28} + X_{1-29} + X_{1-30} + X_{1-31} + X_{1-32} + X_{1-33} + X_{1-34} + X_{1-35} + X_{1-36} + X_{1-37} + X_{1-38} + X_{1-39} + X_{1-40} + X_{1-41} + X_{1-42} + X_{1-43} + X_{1-44} + X_{1-45} + X_{1-46} + X_{1-47} + X_{1-48} + X_{1-49} + X_{1-50} + X_{1-51} + X_{1-52} + X_{1-53} + X_{1-54} + X_{1-55} + X_{1-56} + X_{1-57} + X_{1-58} + X_{1-59} \leq 12,500,000 \text{ (sak)}$$

Batasan pengiriman untuk unit Tuban;

$$X_{2-1} + X_{2-2} + X_{2-3} + X_{2-4} + X_{2-5} + X_{2-6} + X_{2-7} + X_{2-8} + X_{2-9} + X_{2-10} + X_{2-11} + X_{2-12} + X_{2-13} + X_{2-15} + X_{2-16} + X_{2-17} + X_{2-18} + X_{2-19} + X_{2-20} + X_{2-21} + X_{2-22} + X_{2-23} + X_{2-24} + X_{2-25} + X_{2-26} + X_{2-27} + X_{2-28} + X_{2-29} + X_{2-30} + X_{2-31} + X_{2-32} + X_{2-33} + X_{2-34} + X_{2-35} + X_{2-36} + X_{2-37} + X_{2-38} + X_{2-39} + X_{2-40} + X_{2-41} + X_{2-42} + X_{2-43} + X_{2-44} + X_{2-45} + X_{2-46} + X_{2-47} + X_{2-48} + X_{2-49} + X_{2-50} + X_{2-51} + X_{2-52} + X_{2-53} + X_{2-54} + X_{2-55} + X_{2-56} + X_{2-57} + X_{2-58} + X_{2-59} + X_{2-60} \leq 86,250,000 \text{ (sak)}$$

Untuk batas tujuan;

$X_{1-1} + X_{2-1}$	\leq	1206000	Tuban
X_{2-2}	\leq	251200	Jatirogo
$X_{1-3} + X_{2-3}$	\leq	600	Sokorengel
$X_{1-4} + X_{2-4}$	\leq	69300	Babat
$X_{1-5} + X_{2-5}$	\leq	744618	Lamongan
$X_{1-6} + X_{2-6}$	\leq	375350	Bojonegoro
$X_{1-7} + X_{2-7}$	\leq	89200	Padangan
$X_{1-8} + X_{2-8}$	\leq	141800	Ngraho
$X_{1-9} + X_{2-9}$	\leq	418650	Jombang
$X_{1-10} + X_{2-10}$	\leq	165550	Gresik
$X_{1-11} + X_{2-11}$	\leq	56500	Kertosono
$X_{1-12} + X_{2-12}$	\leq	126510	Surabaya1
$X_{1-13} + X_{2-13}$	\leq	139100	Surabaya2
$X_{1-14} + X_{2-14}$	\leq	34975	Surabaya3
$X_{1-15} + X_{2-15}$	\leq	301010	Kediri
$X_{1-16} + X_{2-16}$	\leq	247250	Pare
$X_{1-17} + X_{2-17}$	\leq	342885	Mojokerto

$X_{1-18} + X_{2-18}$	\leq	5650	Bangklan
$X_{1-19} + X_{2-19}$	\leq	205450	nganjuk
$X_{1-20} + X_{2-20}$	\leq	202400	sidoarjo
$X_{1-21} + X_{2-21}$	\leq	127000	Tulungagung
$X_{1-22} + X_{2-22}$	\leq	25800	Ngawi
$X_{1-23} + X_{2-23}$	\leq	2640	sampang
$X_{1-24} + X_{2-24}$	\leq	503010	pasuruan
$X_{1-25} + X_{2-25}$	\leq	30750	Trenggalek
$X_{1-26} + X_{2-26}$	\leq	58200	Madiun
$X_{1-27} + X_{2-27}$	\leq	125710	Blitar
$X_{1-28} + X_{2-28}$	\leq	312600	Malang
$X_{1-29} + X_{2-29}$	\leq	31050	Magetan
$X_{1-30} + X_{2-30}$	\leq	36400	Ponorogo
$X_{1-31} + X_{2-31}$	\leq	450	Pamekasan
$X_{1-32} + X_{2-32}$	\leq	4410	Probolinggo
$X_{1-33} + X_{2-33}$	\leq	750	Kraksaan
$X_{1-34} + X_{2-34}$	\leq	650	Paitom
$X_{1-35} + X_{2-35}$	\leq	1900	Lumajang
$X_{1-36} + X_{2-36}$	\leq	780	Sumenep
$X_{1-37} + X_{2-37}$	\leq	68000	Jember
$X_{1-38} + X_{2-38}$	\leq	2108	Situbondo
$X_{1-39} + X_{2-39}$	\leq	22300	Bondowoso
$X_{1-40} + X_{2-40}$	\leq	20910	Banyuwangi
$X_{1-41} + X_{2-41}$	\leq	300	Lawang
$X_{1-42} + X_{2-42}$	\leq	600	Singosari
$X_{1-43} + X_{2-43}$	\leq	650	Karangploso
$X_{1-44} + X_{2-44}$	\leq	675	Batu
$X_{1-45} + X_{2-45}$	\leq	700	Pakisaji
$X_{1-46} + X_{2-46}$	\leq	13300	Tumpang
$X_{1-47} + X_{2-47}$	\leq	20300	Bululawang
$X_{1-48} + X_{2-48}$	\leq	9900	Pujon
$X_{1-49} + X_{2-49}$	\leq	2000	wajak
$X_{1-50} + X_{2-50}$	\leq	4100	Turen



$X_{1-51} + X_{2-51}$	\leq	3800	Kepanjen
$X_{1-52} + X_{2-52}$	\leq	16350	Dampit
$X_{1-53} + X_{2-53}$	\leq	400	Gondanglegi
$X_{1-54} + X_{2-54}$	\leq	29550	Sumberpucung
$X_{1-55} + X_{2-55}$	\leq	700	Wonokerto
$X_{1-56} + X_{2-56}$	\leq	50200	Selorejo
$X_{1-57} + X_{2-57}$	\leq	800	Ampelgading
$X_{1-58} + X_{2-58}$	\leq	23500	Kalipare
$X_{1-59} + X_{2-59}$	\leq	750	Sumbermanjing selatan
$X_{1-60} + X_{2-60}$	\leq	700	Nongkojajar
X_{i-j}	\geq	0	

Dimana,

- X_{1-1} adalah jumlah semen yang didistribusikan sumber 1 ke tujuan 1
- X_{2-1} adalah jumlah semen yang didistribusikan sumber 2 ke tujuan 1
- Sumber 1 adalah Gresik
- Sumber 2 adalah Tuban
- Tujuan-tujuan:

1 = Tuban	31 = Pamekasan
2 = Jatirogo	32 = Probolinggo
3 = Sokorengel	33 = Kraksaan
4 = Babat	34 = Paitom
5 = Lamongan	35 = Lumajang
6 = Bojonegoro	36 = Sumenep
7 = Padangan	37 = Jember
8 = Ngraho	38 = Situbondo
9 = Jombang	39 = Bondowoso
10 = Gresik	40 = Banyuwangi
11 = Kertosono	41 = Lawang
12 = Surabaya1	42 = Singosari
13 = Surabaya2	43 = Karangploso
14 = Surabaya3	44 = Batu
15 = Kediri	45 = Pakisaji
16 = Pare	46 = Tumpang



- | | |
|------------------|--------------------------------|
| 17 = Mojokerto | 47 = Bululawang |
| 18 = Bangkalan | 48 = Pujon |
| 19 = nganjuk | 49 = wajak |
| 20 = sidoarjo | 50 = Turen |
| 21 = Tulungagung | 51 = Kepanjen |
| 22 = Ngawi | 52 = Dampit |
| 23 = sampang | 53 = Gondanglegi |
| 24 = pasuruan | 54 = Sumberpucung |
| 25 = Trenggalek | 55 = Wonokerto |
| 26 = Madiun | 56 = Selorejo |
| 27 = Blitar | 57 = Ampelgading |
| 28 = Malang | 58 = Kalipare
Sumbermanjing |
| 29 = Magetan | 59 = selatan |
| 30 = Ponorogo | 60 = Nongkojajar |

Adapun matriks transportasi dari persoalan tersebut diatas adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Tabel matriks transportasi untuk semen jenis T1

Ke	Dari		Demand
	Gresik	Tuban	
Tuban	1820	1244	1206000
Jatirogo	3368	2394	251200
Blitar	1590	1491	600
Malang	1328	1546	69300
Lamongan	1180	1569	744618
Bojonegoro	1757	1659	375350
Padangan	2093	2061	89200
Ngraho	2310	2284	141800
Jombang	1699	2715	418650
Gresik	959	1979	165550
Kertosono	2278	2849	56500

Surabaya1	1201	2376	126510
Surabaya2	1268	2414	139100
Surabaya3	1336	2474	34975
Kediri	2160	2953	301010
Pare	2278	2830	247250
Mojokerto	1448	2589	342885
bangkalan	3183	4057	5650
nganjuk	2091	3012	205450
Sidoarjo	1255	2414	202400
Tulungagung	2600	3212	127000
Ngawi	2637	2540	25800
sampang	3499	4299	2640
Pasuruan	1590	2820	503010
Trenggalek	2911	3470	30750
Madiun	2416	3097	58200
Blitar	2653	3341	125710
Malang	2136	3028	312600
Magetan	2585	3238	31050
Ponorogo	2929	3379	36400
Pamekasan	3700	4345	450
Probolinggo	1895	3137	4410
Kraksan	2329	3258	750
Paiton	2379	3304	650

Lumajang	2502	3552	1900
Sumenep	4000	4812	780
Jember	2805	3985	68000
Situbondo	2830	4062	2108
Bondowoso	3026	4454	22300
Banyuwangi	3374	5220	20910
Lawang	2089	3162	300
Singosari	2089	3162	600
Karang Ploso	2089	3162	650
Batu	2511	3510	675
Pakisaji	2174	3373	700
Tumpang	2337	3493	13300
Bululawang	1337	3493	20300
Pujon	2721	3652	9900
wajak	2570	3658	2000
Turen	2632	3705	4100
Kepanjen	2673	3733	3800
Dampit	2837	3838	16350
Gondanglegi	2883	3881	400
Sumberpucung	2905	3898	29550
Wonokerto	2988	3959	700
Selorejo	3368	4096	50200
Ampelgading	3199	4018	800

Kalipare	3222	4032	23500
Sumbermanjing slt	3330	4108	750
Nongkojajar	2278	3283	700
Source	12,500,000	86,250,000	

Data-data tersebut kemudian dimasukkan kedalam alat bantu perhitungan *Software Quantitative System (Q.S.) Ver.3.*

Adapun hasil dari perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2

4.5 Peramalan permintaan

Proses peramalan digunakan untuk memprediksi jumlah permintaan semen yang akan didistribusikan oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) pada tahun 2006. Proses ini melewati tahap-tahap sebagai berikut:

1. Pengumpulan data historis permintaan

Data historis yang dimaksud adalah data semen yang didistribusikan oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) mulai dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2005, data ini dapat dilihat pada tabel 4.5

2. Menentukan model ramalan yang relevan

Data yang sudah diperoleh kemudian diproses menggunakan alat bantu hitung *Quantitative System Ver. 3.0* Untuk memilih model peramalan yang tepat, harus dipilih *standart error* yang terkecil (*Mean Absolute Deviation (MAD)*). Oleh karena itu data yang telah diperoleh dimasukkan keseluruhan metode peramalan yang ada dalam software, kemudian dipilih *standard error* yang terkecil

Adapun hasil peramalan dengan menggunakan alat bantu hitung *Quantitative System Ver. 3.0* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Tabel hasil peramalan kebutuhan semen Jawa Timur dengan menggunakan *Software QS.*

No	Daerah	Hasil T1	No	Daerah	Hasil PPC
1	Tuban	79000	1	Tuban	8350
2	Jatirogo	272075	2	Jatirogo	9007
3	Sokorengel	650	3	Lamongan	85775
4	Babat	77343	4	Bojonegoro	1475

5	Lamongan	982561
6	Bojonegoro	417960
7	Padangan	107000
8	Ngraho	146900
9	Jombang	654900
10	Gresik	176017
11	Kertosono	58475
12	Surabaya 1	85710
13	Surabaya 2	132825
14	Surabaya 3	23188
15	Kediri	175118
16	Pare	342133
17	Mojokerto	345298
18	Bangkalan	3525
19	Nganjuk	123003
20	Sidoarjo	377274
21	Tulungagung	76225
22	Ngawi	34700
23	Sampang	1810
24	Pasuruan	528560
25	Trenggalek	17275
26	Madiun	69633
27	Blitar	75850
28	Malang	337030
29	Magetan	19675
30	Ponorogo	26513
31	Pamekasan	500
32	Probolinggo	6205
33	Kraksaan	2150
34	Paiton	650
35	Lumajang	3825
36	Sumenep	650
37	Jember	82438
38	Situbondo	21765
39	Bondowoso	22375

5	Padangan	950
6	Ngraho	850
7	Jombang	16270
8	Gresik	45437.5
9	Surabaya 1	63316.67
10	Surabaya 2	26600
11	Surabaya 3	46090
12	Kediri	3369
13	Pare	27213
14	Mojokerto	37867
15	Bangkalan	90853
16	Nganjuk	9500
17	Sidoarjo	111681.3
18	Tulungagung	11775
19	Ngawi	2331
20	Sampang	399850
21	Pasuruan	1659238
22	Trenggalek	16833
23	Madiun	5156
24	Blitar	20310
25	Malang	267975
26	Magetan	1408
27	Ponorogo	5450
28	Pamekasan	843
29	Probolinggo	272780
30	Kraksaan	40613
31	Paiton	1775
32	Lumajang	425233
33	Sumenep	1280
34	Besuki	16500
35	Jember	1586069
36	Situbondo	85850
37	Kalisat	51713
38	Sukowono	52500
39	Bondowoso	189350

40	Banyuwangi	41950	40	Banyuwangi	10333
41	Lawang	301	41	Lawang	3838
42	Singosari	1688	42	Singosari	7200
43	Karngploso	1250	43	Karngploso	4667
44	Batu	11075	44	Batu	78663
45	Pakisaji	1050	45	Pakisaji	2050
46	Tumpang	10450	46	Tumpang	20075
47	Bululawang	20325	47	Bululawang	5850
48	Pujon	10350	48	Pujon	20475
49	Wajak	2867	49	Wajak	5542
50	Turen	15697	50	Turen	34657
51	Kepanjen	6694	51	Kepanjen	10700
52	Dampit	10825	52	Dampit	130188
53	Gondang legi	3075	53	Gondang legi	88575
54	Sumberpucung	18488	54	Sumberpucung	41375
55	Wonokerto	650	55	Wonokerto	20250
56	Selorejo	52000	56	Selorejo	3763
57	Ampel gading	8669	57	Ampel gading	64050
58	kalipare	18650	58	kalipare	15275
59	Sbr Manjing Sel	775	59	nongkojajar	98353
60	nongkojajar	750			

4.6 Model Transportasi Hasil Peramalan

Adapun penerapan metode transportasi pada kasus ini adalah sebagai berikut:

Untuk semen jenis PPC

Formulasi fungsi tujuan;

Dengan memperhatikan hasil peramalan yang telah ada maka fungsi tujuan untuk semen tipe PPC dari kasus ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Z_{min} = 1456X_{1-1} + 995X_{2-1} + 1915X_{2-2} + 944X_{1-3} + 1255X_{2-3} + 1406X_{1-4} + 1326X_{2-4} + 1674X_{1-5} + 1649X_{2-5} + 1848X_{1-6} + 1828X_{2-6} + 1359 X_{1-7} + 2172X_{2-7} + 767X_{1-8} + 1583X_{2-8} + 961X_{1-9} + 1901X_{2-9} + 1014X_{1-10} + 1931X_{2-10} + 1069X_{1-11} + 1979X_{2-11} + 1728X_{1-12} + 2362X_{2-12} + 1585X_{1-13} + 2264X_{2-13} + 1159X_{1-14} + 2072X_{2-15} + 2564X_{1-16} + 3246X_{2-16} + 1673X_{1-17} + 2409X_{2-17} + 1004X_{1-18} + 1931X_{2-18} + 2080X_{1-19} + 2569X_{2-19} + 2109X_{1-20} + 2032X_{2-20} + 2799X_{1-21} + 3439X_{2-21} + 1272X_{1-22} + 2255X_{2-22} + 2329X_{1-23} + 2776X_{2-23} + 1933X_{1-24} + 2478X_{2-24} +$$

$$2123X_{1-25} + 2673X_{2-25} + 1708X_{1-26} + 2567X_{2-26} + 2068X_{1-27} + 2591X_{2-27} + 2343X_{1-28} + 3702X_{2-28} + 2960X_{1-29} + 3628X_{2-29} + 1516X_{1-30} + 2509X_{2-30} + 1863X_{1-31} + 2505X_{2-31} + 1903X_{1-32} + 2723X_{2-32} + 2002X_{1-33} + 2848X_{2-33} + 3200X_{1-34} + 3850X_{2-34} + 2003X_{1-35} + 2842X_{2-35} + 2244X_{1-36} + 3190X_{2-36} + 2264X_{1-37} + 3250X_{2-73} + 2280X_{1-38} + 3309X_{2-38} + 2312X_{1-39} + 3380X_{2-39} + 2421X_{1-40} + 3563X_{2-40} + 2699X_{1-41} + 4176X_{2-41} + 1671X_{1-42} + 2529X_{2-42} + 1671X_{1-43} + 2529X_{2-43} + 1671X_{1-44} + 2529X_{2-44} + 2009X_{1-45} + 2808X_{2-45} + 1739X_{1-46} + 2698X_{2-46} + 1870X_{1-47} + 2795X_{2-47} + 1870X_{1-48} + 2795X_{2-48} + 2176X_{1-49} + 2922X_{2-49} + 2056X_{1-50} + 2927X_{2-50} + 2106X_{1-51} + 2964X_{2-51} + 2138X_{1-52} + 2988X_{2-52} + 2350X_{1-53} + 3071X_{2-53} + 2306X_{1-54} + 3105X_{2-54} + 2324X_{1-55} + 3118X_{2-55} + 2390X_{1-56} + 3167X_{2-56} + 2694X_{1-57} + 3277X_{2-57} + 2559X_{1-58} + 3215X_{2-58} + 2578X_{1-59} + 3225X_{2-59} + 2627X_{2-60}$$

Sedangkan fungsi pembatas adalah sebagai berikut;

Batasan pengiriman untuk unit Gresik;

$$X_{1-1} + X_{1-3} + X_{1-4} + X_{1-5} + X_{1-6} + X_{1-7} + X_{1-8} + X_{1-9} + X_{1-10} + X_{1-11} + X_{1-12} + X_{1-13} + X_{1-14} + X_{1-16} + X_{1-17} + X_{1-18} + X_{1-19} + X_{1-20} + X_{1-21} + X_{1-22} + X_{1-23} + X_{1-24} + X_{1-25} + X_{1-26} + X_{1-27} + X_{1-28} + X_{1-29} + X_{1-30} + X_{1-31} + X_{1-32} + X_{1-33} + X_{1-34} + X_{1-35} + X_{1-36} + X_{1-37} + X_{1-38} + X_{1-39} + X_{1-40} + X_{1-41} + X_{1-42} + X_{1-43} + X_{1-44} + X_{1-45} + X_{1-46} + X_{1-47} + X_{1-48} + X_{1-49} + X_{1-50} + X_{1-51} + X_{1-52} + X_{1-53} + X_{1-54} + X_{1-55} + X_{1-56} + X_{1-57} + X_{1-58} + X_{1-59} \leq 7,500,000 \text{ (sak)}$$

Batasan pengiriman untuk unit Tuban;

$$X_{2-1} + X_{2-2} + X_{2-3} + X_{2-4} + X_{2-5} + X_{2-6} + X_{2-7} + X_{2-8} + X_{2-9} + X_{2-10} + X_{2-11} + X_{2-12} + X_{2-13} + X_{2-15} + X_{2-16} + X_{2-17} + X_{2-18} + X_{2-19} + X_{2-20} + X_{2-21} + X_{2-22} + X_{2-23} + X_{2-24} + X_{2-25} + X_{2-26} + X_{2-27} + X_{2-28} + X_{2-29} + X_{2-30} + X_{2-31} + X_{2-32} + X_{2-33} + X_{2-34} + X_{2-35} + X_{2-36} + X_{2-73} + X_{2-38} + X_{2-39} + X_{2-40} + X_{2-41} + X_{2-42} + X_{2-43} + X_{2-44} + X_{2-45} + X_{2-46} + X_{2-47} + X_{2-48} + X_{2-49} + X_{2-50} + X_{2-51} + X_{2-52} + X_{2-53} + X_{2-54} + X_{2-55} + X_{2-56} + X_{2-57} + X_{2-58} + X_{2-59} + X_{2-60} \leq 51,750,000$$

Batasan tujuan adalah sebagai berikut;

Untuk batas tujuan semen jenis PPC;

$X_{1-1} + X_{2-1}$	\leq	8350	Tuban
X_{2-2}	\leq	9007	Jatirogo
$X_{1-3} + X_{2-3}$	\leq	85775	Lamongan
$X_{1-4} + X_{2-4}$	\leq	1475	Bojonegoro
$X_{1-5} + X_{2-5}$	\leq	950	Padangan
$X_{1-6} + X_{2-6}$	\leq	850	Ngraho
$X_{1-7} + X_{2-7}$	\leq	16270	Jombang

$X_{1-8} + X_{2-8}$	\leq	45437,5	Gresik
$X_{1-9} + X_{2-9}$	\leq	63316,67	Surabaya 1
$X_{1-10} + X_{2-10}$	\leq	26600	Surabaya 2
$X_{1-11} + X_{2-11}$	\leq	46090	Surabaya 3
$X_{1-12} + X_{2-12}$	\leq	3369	Kediri
$X_{1-13} + X_{2-13}$	\leq	27213	Pare
$X_{1-14} + X_{2-14}$	\leq	37867	Mojokerto
$X_{1-15} + X_{2-15}$	\leq	90853	Bangkalan
$X_{1-16} + X_{2-16}$	\leq	9500	Nganjuk
$X_{1-17} + X_{2-17}$	\leq	111681,3	Sidoarjo
$X_{1-18} + X_{2-18}$	\leq	11775	Tulungagung
$X_{1-19} + X_{2-19}$	\leq	2331	Ngawi
$X_{1-20} + X_{2-20}$	\leq	399850	Sampang
$X_{1-21} + X_{2-21}$	\leq	1659238	Pasuruan
$X_{1-22} + X_{2-22}$	\leq	16833	Trenggalek
$X_{1-23} + X_{2-23}$	\leq	5156	Madiun
$X_{1-24} + X_{2-24}$	\leq	20310	Blitar
$X_{1-25} + X_{2-25}$	\leq	267975	Malang
$X_{1-26} + X_{2-26}$	\leq	1408	Magetan
$X_{1-27} + X_{2-27}$	\leq	5450	Ponorogo
$X_{1-28} + X_{2-28}$	\leq	843	Pamekasan
$X_{1-29} + X_{2-29}$	\leq	272780	Probolinggo
$X_{1-30} + X_{2-30}$	\leq	40613	Kraksaan
$X_{1-31} + X_{2-31}$	\leq	1775	Paiton
$X_{1-32} + X_{2-32}$	\leq	425233	Lumajang
$X_{1-33} + X_{2-33}$	\leq	1280	Sumenep
$X_{1-34} + X_{2-34}$	\leq	16500	Besuki
$X_{1-35} + X_{2-35}$	\leq	1586069	Jember
$X_{1-36} + X_{2-36}$	\leq	85850	Situbondo
$X_{1-37} + X_{2-37}$	\leq	51713	Kalisat
$X_{1-38} + X_{2-38}$	\leq	52500	Sukowono
$X_{1-39} + X_{2-39}$	\leq	189350	Bondowoso
$X_{1-40} + X_{2-40}$	\leq	10333	Banyuwangi
$X_{1-41} + X_{2-41}$	\leq	3838	Lawang
$X_{1-42} + X_{2-42}$	\leq	7200	Singosari
$X_{1-43} + X_{2-43}$	\leq	4667	Karngploso



$X_{1-44} + X_{2-44}$	\leq	78663	Batu
$X_{1-45} + X_{2-45}$	\leq	2050	Pakisaji
$X_{1-46} + X_{2-46}$	\leq	20075	Tumpang
$X_{1-47} + X_{2-47}$	\leq	5850	Bululawang
$X_{1-48} + X_{2-48}$	\leq	20475	Pujon
$X_{1-49} + X_{2-49}$	\leq	5542	Wajak
$X_{1-50} + X_{2-50}$	\leq	34657	Turen
$X_{1-51} + X_{2-51}$	\leq	10700	Kepanjen
$X_{1-52} + X_{2-52}$	\leq	130188	Dampit
$X_{1-53} + X_{2-53}$	\leq	88575	Gondang legi
$X_{1-54} + X_{2-54}$	\leq	41375	Sumberpucung
$X_{1-55} + X_{2-55}$	\leq	20250	Wonokerto
$X_{1-56} + X_{2-56}$	\leq	3763	Selorejo
$X_{1-57} + X_{2-57}$	\leq	64050	Ampel gading
$X_{1-58} + X_{2-58}$	\leq	15275	kalipare
$X_{1-59} + X_{2-59}$	\leq	98353	nongkojajar

Adapun matriks transportasi dari persoalan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Matriks Transportasi untuk Hasil Peramalan Semen Jenis PPC

Ke	Dari		Demand
	Gresik	Tuban	
Tuban	1456	995	8350
Jatirogo	2694	1915	9007
Lamongan	944	1255	85775
Bojonegoro	1406	1326	1475
Padangan	1674	1649	950
Ngraho	1848	1828	850
Jombang	1359	2172	16270
Gresik	767	1583	45438
Surabaya 1	961	1901	63317

Surabaya 2	1014	1931	26600
Surabaya 3	1069	1979	46090
Kediri	1728	2362	3369
Pare	1585	2264	27213
Mojokerto	1159	2072	37867
Bangkalan	2546	3246	90853
Nganjuk	1673	2409	9500
Sidoarjo	1004	1931	111681.3
Tulungagung	2080	2569	11775
Ngawi	2109	2032	2331
Sampang	2799	3439	399850
Pasuruan	1272	2255	1659238
Trenggalek	2329	2776	16833
Madiun	1933	2478	5156
Blitar	2123	2673	20310
Malang	1708	2567	267975
Magetan	2068	2591	11775
Ponorogo	2343	3792	2331
Pamekasan	2960	3628	399850
Probolinggo	1516	2509	1659238
Kraksaan	1863	2505	16833
Paiton	1903	2723	5156
Lumajang	2002	2848	20310

Sumenep	3200	3858	267975
Besuki	2003	2842	1408
Jember	2244	3190	5450
Situbondo	2264	3250	843
Kalisat	2280	3309	272780
Sukowono	2312	3380	40613
Bondowoso	2421	3563	1775
Banyuwangi	2699	4176	425233
Lawang	1671	2529	1280
Singosari	1671	2529	16500
Karngploso	1671	2529	1586069
Batu	2009	2808	51713
Pakisaji	1739	2698	52500
Tumpang	1870	2795	20075
Bululawang	1870	2795	5850
Pujon	2176	2922	20475
Wajak	2056	2927	5542
Turen	2106	2964	34657
Kepanjen	2138	2988	10700
Dampit	2350	3071	130188
Gondang legi	2306	3105	88575
Sumberpucung	2324	3118	41375
Wonokerto	2390	3167	20250

Selorejo	2694	3277	3763
Ampel gading kalipare	2559	3215	64050
nongkojajar	2578	3225	15275
	1585	2627	98353
Source	7,500,000	51,750,000	

Hasil *Software QS. Ver 3.0* dapat dilihat pada lampiran 3

Untuk semen jenis T-1;

Fungsi tujuan dari semen T-1 (Z_{min});

$$\begin{aligned}
 Z_{min} = & 1820 X_{1-1} + 1244 X_{2-1} + 2394 X_{2-2} + 1590 X_{1-3} + 1491 X_{2-3} + 1328 X_{1-4} + 1546 \\
 & X_{2-4} + 1180X_{1-5} + 1569X_{2-5} + 1757X_{1-6} + 1659X_{2-6} + 2093X_{1-7} + 2061X_{2-7} + 2310X_{1-8} + \\
 & 2284X_{2-8} + 1699X_{1-9} + 2715X_{2-9} + 959X_{1-10} + 1979X_{2-10} + 2278 X_{1-11} + 2849 X_{2-11} + 1201X_{1-} \\
 & 12 + 2376X_{2-12} + 1268X_{1-13} + 2414X_{2-13} + 1336 X_{1-14} + 2474X_{2-14} + 2160X_{1-15} + 2953X_{2-15} + \\
 & 2278X_{1-16} + 2830X_{2-16} + 1448 X_{1-17} + 2589 X_{2-17} + 3183X_{1-18} + 4057X_{2-18} + 2091X_{1-19} + \\
 & 3012 X_{2-19} + 1255 X_{1-20} + 2414X_{2-20} + 2600X_{1-21} + 3212 X_{2-21} + 2637X_{1-22} + 2540X_{2-22} + \\
 & 3499X_{1-23} + 4299X_{2-23} + 1590X_{1-24} + 2820 X_{2-24} + 2911X_{1-25} + 3470X_{2-25} + 2416X_{1-26} + \\
 & 3097X_{2-26} + 2653 X_{1-27} + 3341 X_{2-27} + 2135X_{1-28} + 3028X_{2-28} + 2585X_{1-29} + 3238X_{2-29} + \\
 & 2929X_{1-30} + 3379X_{2-30} + 3700X_{1-31} + 4345X_{2-31} + 1895X_{1-32} + 3137X_{2-32} + 2329X_{1-33} + 3258 \\
 & X_{2-33} + 2379X_{1-34} + 3304X_{2-34} + 2502X_{1-35} + 3552 X_{2-35} + 4000X_{1-36} + 4812X_{2-36} + 2805X_{1-37} \\
 & + 3985 X_{2-37} + 2830X_{1-38} + 4062X_{2-38} + 3026X_{1-39} + 4454X_{2-39} + 3374X_{1-40} + 5220 X_{2-40} + \\
 & 2089 X_{1-41} + 3162X_{2-41} + 2089 X_{1-42} + 3162X_{2-42} + 2089X_{1-43} + 3162X_{2-43} + 2511 X_{1-44} + \\
 & 3510X_{2-44} + 2174X_{1-45} + 3373 X_{2-45} + 2337X_{1-46} + 3493X_{2-46} + 1337 X_{1-47} + 3493X_{2-47} + \\
 & 2721X_{1-48} + 3652 X_{2-48} + 2570 X_{1-49} + 3658 X_{2-49} + 2632X_{1-50} + 3705X_{2-50} + 2673X_{1-51} + \\
 & 3733X_{2-51} + 2837X_{1-52} + 3838X_{2-52} + 2883X_{1-53} + 3881X_{2-53} + 2905X_{1-54} + 3898X_{2-54} + 2988 \\
 & X_{1-55} + 3959X_{2-55} + 3368X_{1-56} + 4096X_{2-56} + 3199X_{1-57} + 4018X_{2-57} + 3222X_{1-58} + 4032X_{2-58} \\
 & + 3330X_{1-59} + 4108 X_{2-59} + 2278 X_{1-60} + 3283 X_{2-60}
 \end{aligned}$$

Batasan pengiriman untuk unit Gresik;

$$\begin{aligned}
 & X_{1-1} + X_{1-3} + X_{1-4} + X_{1-5} + X_{1-6} + X_{1-7} + X_{1-8} + X_{1-9} + X_{1-10} + X_{1-11} + X_{1-12} + X_{1-13} + X_{1-14} \\
 & + X_{1-16} + X_{1-17} + X_{1-18} + X_{1-19} + X_{1-20} + X_{1-21} + X_{1-22} + X_{1-23} + X_{1-24} + X_{1-25} + X_{1-26} + X_{1-27} +
 \end{aligned}$$

$$X_{1-28} + X_{1-29} + X_{1-30} + X_{1-31} + X_{1-32} + X_{1-33} + X_{1-34} + X_{1-35} + X_{1-36} + X_{1-37} + X_{1-38} + X_{1-39} + X_{1-40} + X_{1-41} + X_{1-42} + X_{1-43} + X_{1-44} + X_{1-45} + X_{1-46} + X_{1-47} + X_{1-48} + X_{1-49} + X_{1-50} + X_{1-51} + X_{1-52} + X_{1-53} + X_{1-54} + X_{1-55} + X_{1-56} + X_{1-57} + X_{1-58} + X_{1-59} \leq 12,500,000$$

Batasan pengiriman untuk unit Tuban;

$$X_{2-1} + X_{2-2} + X_{2-3} + X_{2-4} + X_{2-5} + X_{2-6} + X_{2-7} + X_{2-8} + X_{2-9} + X_{2-10} + X_{2-11} + X_{2-12} + X_{2-13} + X_{2-15} + X_{2-16} + X_{2-17} + X_{2-18} + X_{2-19} + X_{2-20} + X_{2-21} + X_{2-22} + X_{2-23} + X_{2-24} + X_{2-25} + X_{2-26} + X_{2-27} + X_{2-28} + X_{2-29} + X_{2-30} + X_{2-31} + X_{2-32} + X_{2-33} + X_{2-34} + X_{2-35} + X_{2-36} + X_{2-73} + X_{2-38} + X_{2-39} + X_{2-40} + X_{2-41} + X_{2-42} + X_{2-43} + X_{2-44} + X_{2-45} + X_{2-46} + X_{2-47} + X_{2-48} + X_{2-49} + X_{2-50} + X_{2-51} + X_{2-52} + X_{2-53} + X_{2-54} + X_{2-55} + X_{2-56} + X_{2-57} + X_{2-58} + X_{2-59} + X_{2-60} \leq 86,250,000 \text{ (sak)}$$

Untuk batas tujuan (dalam satuan sak);

$X_{1-1} + X_{2-1}$	\leq	79000	Tuban
X_{2-2}	\leq	272075	Jatirogo
$X_{1-3} + X_{2-3}$	\leq	650	Sokorengel
$X_{1-4} + X_{2-4}$	\leq	77343	Babat
$X_{1-5} + X_{2-5}$	\leq	982561	Lamongan
$X_{1-6} + X_{2-6}$	\leq	417960	Bojonegoro
$X_{1-7} + X_{2-7}$	\leq	107000	Padangan
$X_{1-8} + X_{2-8}$	\leq	146900	Ngraho
$X_{1-9} + X_{2-9}$	\leq	654900	Jombang
$X_{1-10} + X_{2-10}$	\leq	176017	Gresik
$X_{1-11} + X_{2-11}$	\leq	58475	Kertosono
$X_{1-12} + X_{2-12}$	\leq	85710	Surabaya1
$X_{1-13} + X_{2-13}$	\leq	132825	Surabaya2
$X_{1-14} + X_{2-14}$	\leq	23188	Surabaya3
$X_{1-15} + X_{2-15}$	\leq	175118	Kediri
$X_{1-16} + X_{2-16}$	\leq	342133	Pare
$X_{1-17} + X_{2-17}$	\leq	345298	Mojokerto
$X_{1-18} + X_{2-18}$	\leq	3525	Bangklan
$X_{1-19} + X_{2-19}$	\leq	123003	nganjuk
$X_{1-20} + X_{2-20}$	\leq	377274	sidoarjo
$X_{1-21} + X_{2-21}$	\leq	76225	Tulungagung
$X_{1-22} + X_{2-22}$	\leq	34700	Ngawi
$X_{1-23} + X_{2-23}$	\leq	1810	sampang
$X_{1-24} + X_{2-24}$	\leq	528560	pasuruan

$X_{1-25} + X_{2-25}$	\leq	17275	Trenggalek
$X_{1-26} + X_{2-26}$	\leq	69633	Madiun
$X_{1-27} + X_{2-27}$	\leq	75850	Blitar
$X_{1-28} + X_{2-28}$	\leq	337030	Malang
$X_{1-29} + X_{2-29}$	\leq	19675	Magetan
$X_{1-30} + X_{2-30}$	\leq	26513	Ponorogo
$X_{1-31} + X_{2-31}$	\leq	500	Pamekasan
$X_{1-32} + X_{2-32}$	\leq	6205	Probolinggo
$X_{1-33} + X_{2-33}$	\leq	2150	Kraksaan
$X_{1-34} + X_{2-34}$	\leq	650	Paitom
$X_{1-35} + X_{2-35}$	\leq	3825	Lumajang
$X_{1-36} + X_{2-36}$	\leq	650	Sumenep
$X_{1-37} + X_{2-37}$	\leq	82438	Jember
$X_{1-38} + X_{2-38}$	\leq	21765	Situbondo
$X_{1-39} + X_{2-39}$	\leq	22375	Bondowoso
$X_{1-40} + X_{2-40}$	\leq	41950	Banyuwangi
$X_{1-41} + X_{2-41}$	\leq	301	Lawang
$X_{1-42} + X_{2-42}$	\leq	1688	Singosari
$X_{1-43} + X_{2-43}$	\leq	1250	Karangploso
$X_{1-44} + X_{2-44}$	\leq	11075	Batu
$X_{1-45} + X_{2-45}$	\leq	1050	Pakisaji
$X_{1-46} + X_{2-46}$	\leq	10450	Tumpang
$X_{1-47} + X_{2-47}$	\leq	20325	Bululawang
$X_{1-48} + X_{2-48}$	\leq	10350	Pujon
$X_{1-49} + X_{2-49}$	\leq	2867	wajak
$X_{1-50} + X_{2-50}$	\leq	15697	Turen
$X_{1-51} + X_{2-51}$	\leq	6694	Kepanjen
$X_{1-52} + X_{2-52}$	\leq	10825	Dampit
$X_{1-53} + X_{2-53}$	\leq	3075	Gondanglegi
$X_{1-54} + X_{2-54}$	\leq	18488	Sumberpucung
$X_{1-55} + X_{2-55}$	\leq	650	Wonokerto
$X_{1-56} + X_{2-56}$	\leq	52000	Selorejo
$X_{1-57} + X_{2-57}$	\leq	8669	Ampelgading
$X_{1-58} + X_{2-58}$	\leq	18650	Kalipare
$X_{1-59} + X_{2-59}$	\leq	775	Sumbermanjing selatan
$X_{1-60} + X_{2-60}$	\leq	750	Nongkojajar

Adapun matriks transportasi dari persoalan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Tabel matriks transportasi untuk hasil peramalan semen jenis T1

Ke	Dari		Demand
	Gresik	Tuban	
Tuban	1820	1244	79000
Jatirogo	3368	2394	272075
Blitar	1590	1491	650
Malang	1328	1546	77343
Lamongan	1180	1569	982561
Bojonegoro	1757	1659	417960
Padangan	2093	2061	107000
Ngraho	2310	2284	146900
Jombang	1699	2715	654900
Gresik	959	1979	176017
Kertosono	2278	2849	58475
Surabaya1	1201	2376	85710
Surabaya2	1268	2414	132825
Surabaya3	1336	2474	23188
Kediri	2160	2953	175118
Pare	2278	2830	342133
Mojokerto	1448	2589	345298
bangkalan	3183	4057	3525
nganjuk	2091	3012	123003
Sidoarjo	1255	2414	377274

Tulungagung	2600	3212	76225
Ngawi	2637	2540	34700
sampang	3499	4299	1810
Pasuruan	1590	2820	528560
Trenggalek	2911	3470	17275
Madiun	2416	3097	69633
Blitar	2653	3341	75850
Malang	2136	3028	337030
Magetan	2585	3238	19675
Ponorogo	2929	3379	26513
Pamekasan	3700	4345	500
Probolinggo	1895	3137	6205
Kraksaan	2329	3258	2150
Paiton	2379	3304	650
Lumajang	2502	3552	3825
Sumenep	4000	4812	650
Jember	2805	3985	82438
Situbondo	2830	4062	21765
Bondowoso	3026	4454	22375
Banyuwangi	3374	5220	41950
Lawang	2089	3162	301
Singosari	2089	3162	1688
Karang Ploso	2089	3162	1250

Batu	2511	3510	11075
Pakisaji	2174	3373	1050
Tumpang	2337	3493	10450
Bululawang	1337	3493	20325
Pujon	2721	3652	10350
wajak	2570	3658	2867
Turen	2632	3705	15697
Kepanjen	2673	3733	6694
Dampit	2837	3838	10825
Gondanglegi	2883	3881	3075
Sumberpucung	2905	3898	18488
Wonokerto	2988	3959	650
Selorejo	3368	4096	52000
Ampelgading	3199	4018	8669
Kalipare	3222	4032	18650
Sumbermanjing slt	3330	4108	775
Nongkojajar	2278	3283	750
Source	12,500,000	86,250,000	

Hasil software *QS. Ver 3.0* untuk T-1 dapat dilihat pada lampiran 4

4.7 Optimalisasi Kendaraan KWSG

4.7.1. Data Kendaraan

Tabel 4.11 data Kendaraan yang Dimiliki oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG)

No	Tonase Truk (Ton)	Jumlah (unit)	PPC	T-1	Akumulasi
1	8	2	200	160	288
2	15	8	375	300	1152
3	18	4	450	360	576
4	20	4	500	400	576
5	25	53	625	500	7632
6	30	259	750	600	37296
7	35	99	875	700	14256
8	40	31	1000	800	4464
9	45	3	1125	900	432
10	50	15	1250	1000	2160
11	60	47	1500	1200	6768
12	65	24	1625	1300	3456
13	70	4	1750	1400	576

Keterangan:

- Tonase Truk: Kapasitas maksimal dari truk
- PPC : Merupakan Kapasitas maksimal dari truk jika dibagi dengan berat 40 kg
- T-1 : Merupakan Kapasitas maksimal dari truk jika dibagi dengan berat 50 kg
- Akumulasi : Merupakan jumlah maksimal frekwensi angkut kendaraan selama satu tahun

Adapun Ongkos angkut untuk jenis-jenis truk dapat dilihat pada lampiran 7

4.7.2 Model Transportasi untuk Pengangkut Semen Jenis PPC

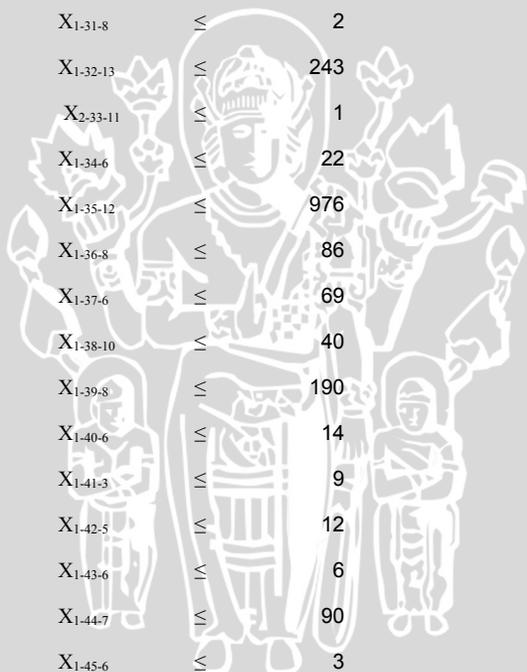
Fungsi tujuan:

$$\begin{aligned}
 Z_{min} = & 199000 X_{2-1-7} + 383000 X_{2-2-11} + 1652000 X_{1-3-13} + 994500 X_{2-4-6} + \\
 & 824500 X_{2-5-4} + 822600 X_{2-6-3} + 1019250 X_{1-7-6} + 671125 X_{1-8-7} + \\
 & 1201250 X_{1-9-10} + 1267500 X_{1-10-11} + 2968500 X_{1-11-11} + 2066750 X_{1-12-7} + \\
 & 2830000 X_{1-13-10} + 3626000 X_{1-14-13} + 4057500 X_{1-15-10} + 3011250 X_{1-16-10} + \\
 & 3137875 X_{1-17-12} + 2569000 X_{1-18-8} + 2286000 X_{2-19-9} + 5158500 X_{1-20-11} + \\
 & 1691250 X_{1-21-6} + 2776000 X_{1-22-8} + 2168250 X_{1-23-7} + 2004750 X_{1-24-6} + \\
 & 3850500 X_{1-25-11} + 1295500 X_{1-26-4} + 2313750 X_{1-27-5} + 1632600 X_{2-28-3} + \\
 & 3763500 X_{1-29-11} + 3757500 X_{1-30-11} + 2723000 X_{1-31-8} + 4984000 X_{1-32-13} + \\
 & 5775000 X_{2-33-11} + 2131500 X_{1-34-6} + 5183750 X_{1-35-12} + 3250000 X_{1-36-8} + \\
 & 2481750 X_{1-37-6} + 4225000 X_{1-38-10} + 3563000 X_{1-39-8} + 3132000 X_{1-40-6} + \\
 & 1138050 X_{1-41-3} + 1580625 X_{1-42-5} + 1896750 X_{1-43-6} + 2457000 X_{1-44-7} + \\
 & 2023500 X_{1-45-6} + 2096250 X_{1-46-6} + 2096250 X_{1-47-6} + 1826250 X_{1-48-5} + \\
 & 1829375 X_{1-49-5} + 2964000 X_{1-50-8} + 2614500 X_{1-51-7} + 4606500 X_{1-52-11} + \\
 & 4657500 X_{1-53-11} + 2728250 X_{1-54-7} + 2375250 X_{1-55-6} + 2457750 X_{1-56-6} + \\
 & 2813125 X_{1-57-7} + 2821875 X_{1-58-7} + 1970250 X_{1-59-6}
 \end{aligned}$$

Batas Tujuan(dalam satuan unit)

1	Tuban	X_{2-1-7}	\leq	10
2	Jatirogo	X_{2-2-11}	\leq	6
3	Lamongan	X_{1-3-13}	\leq	49
4	Bojonegoro	X_{2-4-6}	\leq	2
5	Padangan	X_{2-5-4}	\leq	2
6	Ngraho	X_{2-6-3}	\leq	2
7	Jombang	X_{1-7-6}	\leq	22
8	Gresik	X_{1-8-7}	\leq	52
9	Surabaya 1	X_{1-9-10}	\leq	51
10	Surabaya 2	$X_{1-10-11}$	\leq	18
11	Surabaya 3	$X_{1-11-11}$	\leq	31
12	Kediri	X_{1-12-7}	\leq	4
13	Pare	$X_{1-13-10}$	\leq	22
14	Mojokerto	$X_{1-14-13}$	\leq	22
15	Bangkalan	$X_{1-15-10}$	\leq	73
16	Nganjuk	$X_{1-16-10}$	\leq	8
17	Sidoarjo	$X_{1-17-12}$	\leq	69
18	Tulungagung	X_{1-18-8}	\leq	12

19	Ngawi	X ₂₋₁₉₋₉	≤	2
20	Sampang	X ₁₋₂₀₋₁₁	≤	267
21	Pasuruan	X ₁₋₂₁₋₆	≤	2213
22	Trenggalek	X ₁₋₂₂₋₈	≤	17
23	Madiun	X ₁₋₂₃₋₇	≤	6
24	Blitar	X ₁₋₂₄₋₆	≤	27
25	Malang	X ₁₋₂₅₋₁₁	≤	179
26	Magetan	X ₁₋₂₆₋₄	≤	3
27	Ponorogo	X ₁₋₂₇₋₅	≤	9
28	Pamekasan	X ₂₋₂₈₋₃	≤	2
29	Probolinggo	X ₁₋₂₉₋₁₁	≤	182
30	Kraksaan	X ₁₋₃₀₋₁₁	≤	27
31	Paiton	X ₁₋₃₁₋₈	≤	2
32	Lumajang	X ₁₋₃₂₋₁₃	≤	243
33	Sumenep	X ₂₋₃₃₋₁₁	≤	1
34	Besuki	X ₁₋₃₄₋₆	≤	22
35	Jember	X ₁₋₃₅₋₁₂	≤	976
36	Situbondo	X ₁₋₃₆₋₈	≤	86
37	Kalisat	X ₁₋₃₇₋₆	≤	69
38	Sukowono	X ₁₋₃₈₋₁₀	≤	40
39	Bondowoso	X ₁₋₃₉₋₈	≤	190
40	Banyuwangi	X ₁₋₄₀₋₆	≤	14
41	Lawang	X ₁₋₄₁₋₃	≤	9
42	Singosari	X ₁₋₄₂₋₅	≤	12
43	Karngploso	X ₁₋₄₃₋₆	≤	6
44	Batu	X ₁₋₄₄₋₇	≤	90
45	Pakisaji	X ₁₋₄₅₋₆	≤	3
46	Tumpang	X ₁₋₄₆₋₆	≤	27
47	Bululawang	X ₁₋₄₇₋₆	≤	8
48	Pujon	X ₁₋₄₈₋₅	≤	33
49	Wajak	X ₁₋₄₉₋₅	≤	9
50	Turen	X ₁₋₅₀₋₈	≤	35
51	Kepanjen	X ₁₋₅₁₋₇	≤	11
52	Dampit	X ₁₋₅₂₋₁₁	≤	87
53	Gondang legi	X ₁₋₅₃₋₁₁	≤	59
54	Sumberpucung	X ₁₋₅₄₋₇	≤	47



55	Wonokerto	X_{1-55-6}	\leq	27
56	Selorejo	X_{1-56-6}	\leq	5
57	Ampel gading	X_{1-57-7}	\leq	73
58	kalipare	X_{1-58-7}	\leq	18
59	nongkojajar	X_{1-59-6}	\leq	131
		X_{i-j-k}	\leq	0

Batas Sumber

$$\begin{aligned}
 & - X_{1-41-3} + X_{2-6-3} + X_{2-28-3} \leq 384 \\
 & - X_{2-5-4} + X_{1-26-4} \leq 384 \\
 & - X_{1-27-5} + X_{1-42-5} + X_{1-48-5} + X_{1-49-5} \leq 5088 \\
 & - X_{2-4-6} + X_{1-7-6} + X_{1-21-6} + X_{1-24-6} + \\
 & X_{1-34-6} + X_{1-37-6} + X_{1-43-6} + X_{1-40-6} + \\
 & X_{1-45-6} + X_{1-46-6} + X_{1-47-6} + X_{1-55-6} + \\
 & X_{1-56-6} + X_{1-59-6} \leq 24864 \\
 & - X_{2-1-7} + X_{1-8-7} + X_{1-12-7} + X_{1-23-7} + \\
 & X_{1-44-7} + X_{1-51-7} + X_{1-54-7} + X_{1-57-7} + \\
 & X_{1-58-7} \leq 9504 \\
 & - X_{1-18-8} + X_{1-22-8} + X_{1-31-8} + X_{1-36-8} + \\
 & X_{1-39-8} + X_{1-50-8} \leq 2976 \\
 & - X_{2-19-9} \leq 288 \\
 & - X_{1-9-10} + X_{1-13-10} + X_{1-15-10} + X_{1-16-10} + \\
 & X_{1-38-10} \leq 1440 \\
 & - X_{2-2-11} + X_{1-10-11} + X_{1-11-11} + X_{1-20-11} + \\
 & X_{1-25-11} + X_{1-29-11} + X_{1-30-11} + X_{2-33-11} + \\
 & - X_{1-52-11} + X_{1-53-11} \leq 4512 \\
 & - X_{1-17-12} + X_{1-35-12} \leq 2304 \\
 & - X_{1-3-13} + X_{1-14-13} + X_{1-32-13} \leq 384
 \end{aligned}$$

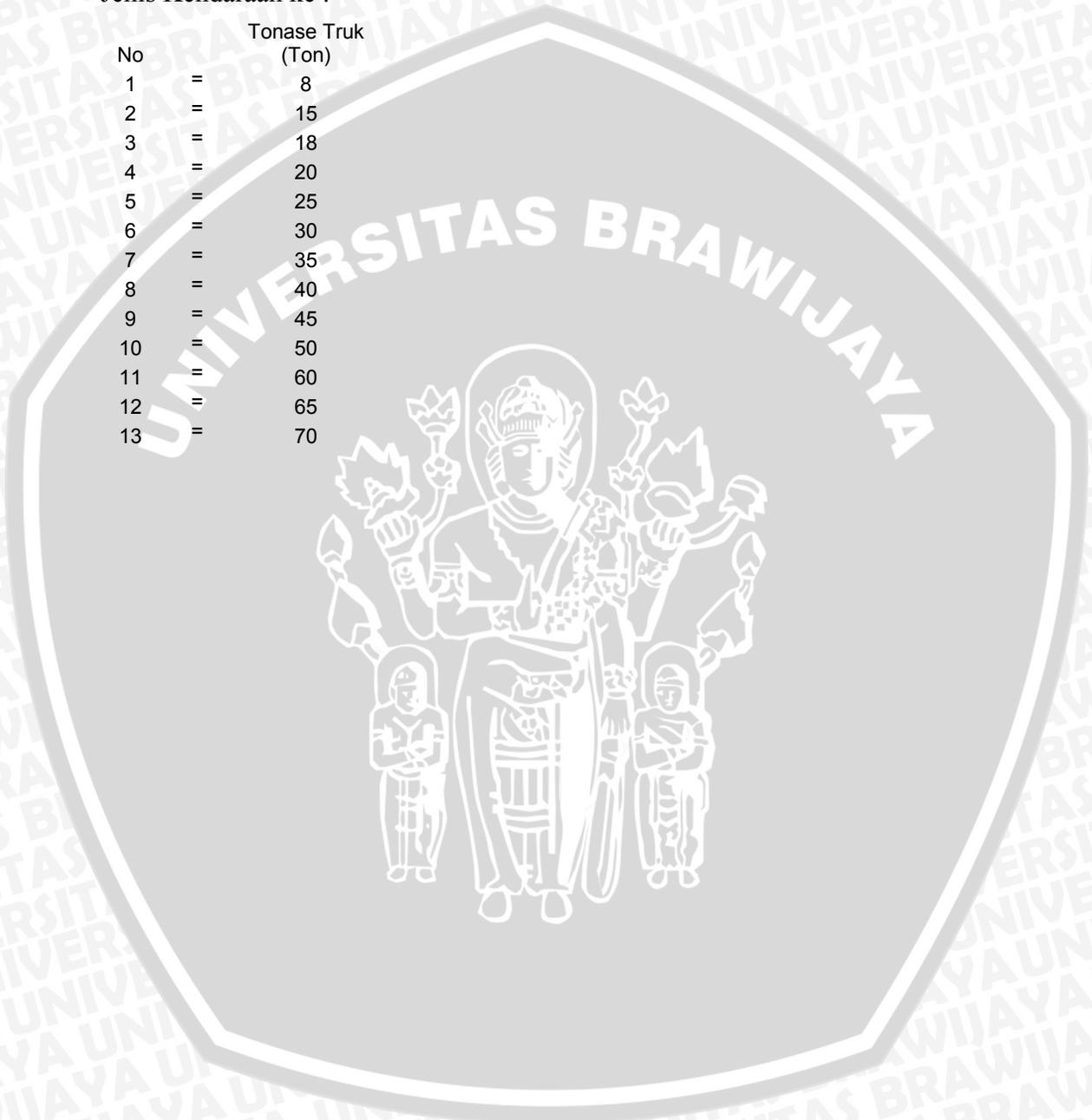
Dimana,

- X_{1-1-7} adalah banyaknya armada untuk mengangkut semen dari pabrik1 ke tujuan 1 dengan menggunakan kendaraan ke 7.



- X_{2-1-7} adalah banyaknya armada untuk mengangkut semen dari pabrik 2 ke tujuan 1 dengan menggunakan kendaraan ke 7.
- Pabrik 1 adalah Gresik, pabrik 2 adalah Tuban
- Tujuan 1 adalah tujuan seperti tertera pada tujuan semen PPC
- Jenis Kendaraan ke :

No	=	Tonase Truk (Ton)
1	=	8
2	=	15
3	=	18
4	=	20
5	=	25
6	=	30
7	=	35
8	=	40
9	=	45
10	=	50
11	=	60
12	=	65
13	=	70



Tabel 4.12 Matriks Transportasi untuk Kendaraan Semen Pengangkut Jenis PPC



4.7.3 Model Transportasi untuk Pengangkut Semen Jenis T-1

Fungsi tujuan:

$$Z_{min} = \begin{matrix} 1244000 & X_{2-1-10} & + & 2872800 & X_{2-2-11} & + & 596400 & X_{2-3-4} & + & 1062400 & X_{1-4-8} & + \\ 1416000 & X_{1-5-11} & + & 1659000 & X_{2-6-10} & + & 2061000 & X_{2-7-10} & + & 2969200 & X_{2-8-12} & + \\ 2208700 & X_{1-9-12} & + & 863100 & X_{1-10-9} & + & 1594600 & X_{1-11-7} & + & 1561300 & X_{1-12-12} & + \\ 1521600 & X_{1-13-11} & + & 1603200 & X_{1-14-9} & + & 1728000 & X_{1-15-8} & + & 1822400 & X_{1-16-8} & + \\ 1013600 & X_{1-17-7} & + & 2228100 & X_{1-18-7} & + & 1254600 & X_{1-19-6} & + & 753000 & X_{1-20-6} & + \\ 1560000 & X_{1-21-6} & + & 1270000 & X_{2-22-5} & + & 1399600 & X_{1-23-4} & + & 954000 & X_{1-24-6} & + \\ 1455500 & X_{1-25-5} & + & 1449600 & X_{1-26-6} & + & 2122400 & X_{1-27-8} & + & 2562000 & X_{1-28-11} & + \\ 1551000 & X_{1-29-6} & + & 1464500 & X_{1-30-5} & + & 1110000 & X_{1-31-2} & + & 682200 & X_{1-32-3} & + \\ & 838440 & X_{1-33-3} & + & 951600 & X_{1-34-3} & + & 900720 & X_{1-35-3} & + & 640000 & X_{1-36-1} & + \\ 2244000 & X_{1-37-8} & + & 1981000 & X_{1-38-7} & + & 2118200 & X_{1-39-7} & + & 2024400 & X_{1-40-6} & + \\ 1253400 & X_{1-41-6} & + & 626700 & X_{1-42-2} & + & 1044500 & X_{1-43-5} & + & 1757700 & X_{1-44-7} & + \\ 1521800 & X_{1-45-7} & + & 1168500 & X_{1-46-5} & + & 1402200 & X_{1-47-6} & + & 1632600 & X_{1-48-5} & + \\ 1542000 & X_{1-49-6} & + & 2105600 & X_{1-50-8} & + & 1871100 & X_{1-51-7} & + & 1762200 & X_{1-52-6} & + \\ 1729800 & X_{1-53-6} & + & 2614500 & X_{1-54-9} & + & 1494000 & X_{1-55-5} & + & 1684000 & X_{1-56-5} & + \\ 2559200 & X_{1-57-8} & + & 3222000 & X_{1-58-10} & + & 1665000 & X_{1-59-5} & + & 1139000 & X_{1-60-5} & \end{matrix}$$

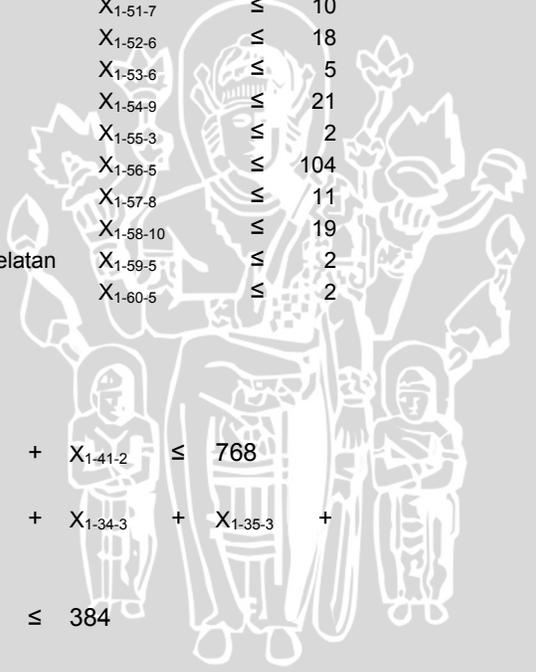
Batas Tujuan (dalam satuan unit)

1	Tuban	X_{2-1-10}	\leq	79
2	Jatirogo	X_{2-2-11}	\leq	227
3	Sokorengel	X_{2-3-4}	\leq	2
4	Babat	X_{1-4-8}	\leq	97
5	Lamongan	X_{1-5-11}	\leq	819
6	Bojonegoro	X_{2-6-10}	\leq	418
7	Padangan	X_{2-7-10}	\leq	107
8	Ngraho	X_{2-8-12}	\leq	113
9	Jombang	X_{1-9-12}	\leq	504
10	Gresik	X_{1-10-9}	\leq	196
11	Kertosono	X_{1-11-7}	\leq	84
12	Surabaya1	$X_{1-12-12}$	\leq	66
13	Surabaya2	$X_{1-13-11}$	\leq	111
14	Surabaya3	X_{1-14-9}	\leq	26
15	Kediri	X_{1-15-8}	\leq	219
16	Pare	X_{1-16-8}	\leq	428
17	Mojokerto	X_{1-17-7}	\leq	494
18	Bangklan	X_{1-18-7}	\leq	5
19	nganjuk	X_{1-19-6}	\leq	205
20	sidoarjo	X_{1-20-6}	\leq	629
21	Tulungagung	X_{1-21-6}	\leq	127
22	Ngawi	X_{2-22-5}	\leq	70
23	sampang	X_{1-23-4}	\leq	5
24	pasuruan	X_{1-24-6}	\leq	881
25	Trenggalek	X_{1-25-5}	\leq	35
26	Madiun	X_{1-26-6}	\leq	116
27	Blitar	X_{1-27-8}	\leq	95
28	Malang	$X_{1-28-11}$	\leq	281
29	Magetan	X_{1-29-6}	\leq	33
30	Ponorogo	X_{1-30-5}	\leq	59
31	Pamekasan	X_{1-31-2}	\leq	2
32	Probolinggo	X_{1-32-3}	\leq	17

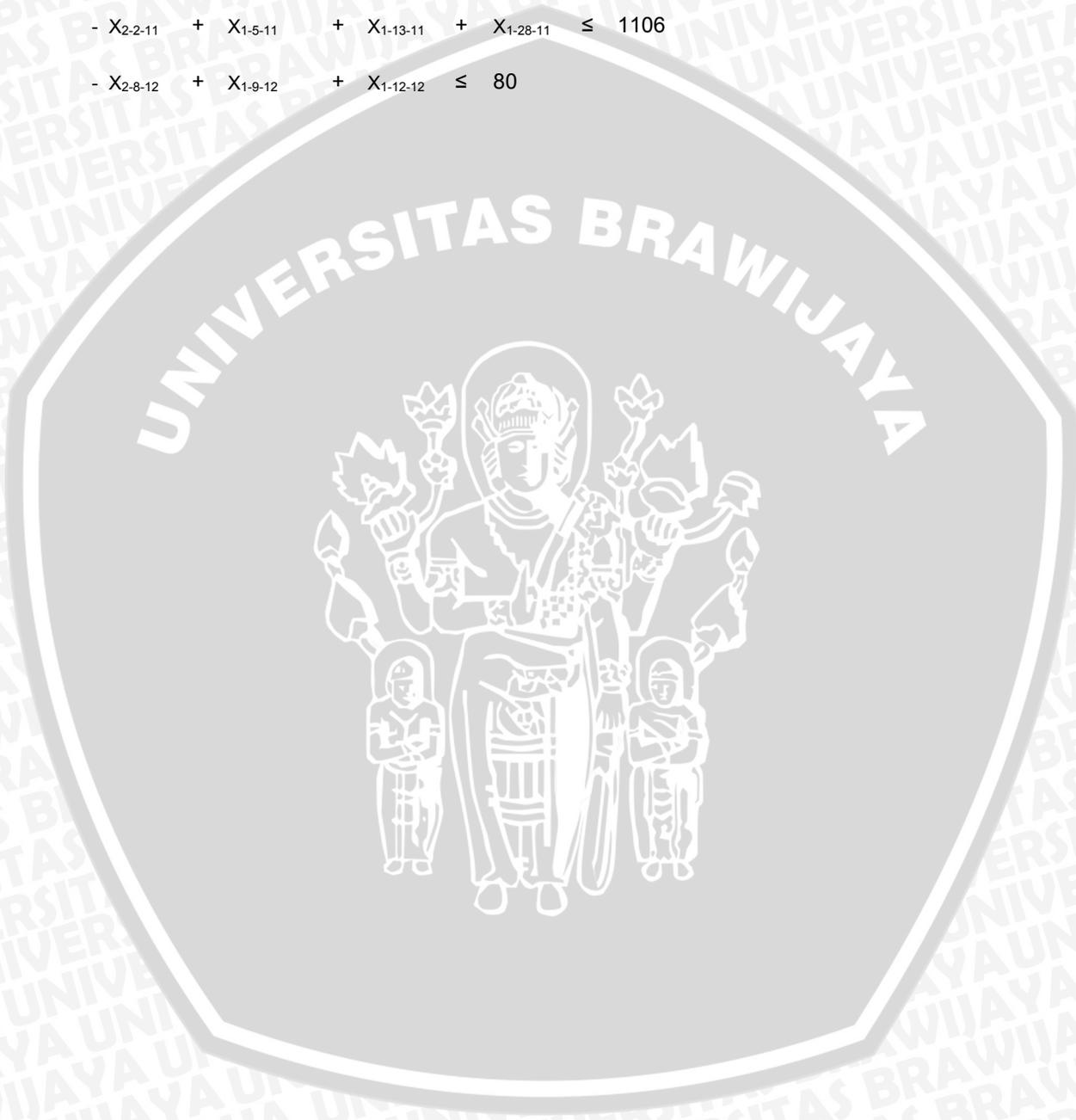
33	Kraksaan	X ₁₋₃₃₋₃	≤	6
34	Paiton	X ₁₋₃₄₋₃	≤	2
35	Lumajang	X ₁₋₃₅₋₃	≤	10
36	Sumenep	X ₁₋₃₆₋₁	≤	4
37	Jember	X ₁₋₃₇₋₈	≤	103
38	Situbondo	X ₁₋₃₈₋₇	≤	31
39	Bondowoso	X ₁₋₃₉₋₇	≤	32
40	Banyuwangi	X ₁₋₄₀₋₆	≤	70
41	Lawang	X ₁₋₄₁₋₂	≤	1
42	Singosari	X ₁₋₄₂₋₂	≤	6
43	Karangploso	X ₁₋₄₃₋₅	≤	3
44	Batu	X ₁₋₄₄₋₇	≤	16
45	Pakisaji	X ₁₋₄₅₋₇	≤	2
46	Tumpang	X ₁₋₄₆₋₅	≤	21
47	Bululawang	X ₁₋₄₇₋₆	≤	34
48	Pujon	X ₁₋₄₈₋₅	≤	21
49	wajak	X ₁₋₄₉₋₆	≤	5
50	Turen	X ₁₋₅₀₋₈	≤	20
51	Kepanjen	X ₁₋₅₁₋₇	≤	10
52	Dampit	X ₁₋₅₂₋₆	≤	18
53	Gondanglegi	X ₁₋₅₃₋₆	≤	5
54	Sumberpucung	X ₁₋₅₄₋₉	≤	21
55	Wonokerto	X ₁₋₅₅₋₃	≤	2
56	Selorejo	X ₁₋₅₆₋₅	≤	104
57	Ampelgading	X ₁₋₅₇₋₈	≤	11
58	Kalipare	X ₁₋₅₈₋₁₀	≤	19
59	Sumbermanjing selatan	X ₁₋₅₉₋₅	≤	2
60	Nongkojajar	X ₁₋₆₀₋₅	≤	2

Batas Sumber

$$\begin{aligned}
 & - X_{1-36-1} \leq 179 \\
 & - X_{1-31-2} + X_{1-42-2} + X_{1-41-2} \leq 768 \\
 & - X_{1-32-3} + X_{1-33-3} + X_{1-34-3} + X_{1-35-3} + \\
 & \quad X_{1-55-3} \leq 373 \\
 & - X_{2-3-4} + X_{1-23-4} \leq 384 \\
 & - X_{1-25-5} + X_{2-22-5} + X_{1-30-5} + X_{1-43-5} + \\
 & \quad X_{1-46-5} + X_{1-48-5} + X_{1-56-5} + X_{1-59-5} + \\
 & \quad X_{1-60-5} \leq 5077 \\
 & - X_{1-19-6} + X_{1-20-6} + X_{1-21-6} + X_{1-24-6} + \\
 & \quad X_{1-26-6} + X_{1-29-6} + X_{1-40-6} + X_{1-47-6} + \\
 & \quad X_{1-49-6} + X_{1-52-6} + X_{1-53-6} \leq 22292 \\
 & - X_{1-11-7} + X_{1-17-7} + X_{1-18-7} + X_{1-38-7} + \\
 & \quad X_{1-39-7} + X_{1-44-7} + X_{1-45-7} + X_{1-51-7} \leq 2704 \\
 & - X_{1-4-8} + X_{1-15-8} + X_{1-16-8} + X_{1-27-8} +
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} X_{1-37-8} + X_{1-50-8} + X_{1-57-8} &\leq 278 \\ - X_{1-10-9} + X_{1-14-9} + X_{1-54-9} &\leq 1313 \\ - X_{2-1-10} + X_{2-6-10} + X_{2-7-10} + X_{1-58-10} &\leq 3815 \\ - X_{2-2-11} + X_{1-5-11} + X_{1-13-11} + X_{1-28-11} &\leq 1106 \\ - X_{2-8-12} + X_{1-9-12} + X_{1-12-12} &\leq 80 \end{aligned}$$



Tabel 4.13 Matriks Transportasi untuk kendaraan semen pengangkut jenis T-1



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dilakukan analisa hasil perhitungan data. Adapun langkah-langkah untuk menganalisa adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan hasil biaya distribusi yang dikeluarkan oleh pabrik dengan hasil biaya distribusi menggunakan metode *Vogel's Approximation Methode (VAM)* berdasarkan data tahun 2005
2. Membuat peta optimasi distribusi dengan memasukkan variabel kendaraan yang dipunyai oleh Koperasi warga Semen Gresik (KWSG)

5.4 Perbandingan Biaya Distribusi Pabrik dengan Hasil Perhitungan *Vogel's Approximation Methode (VAM)*

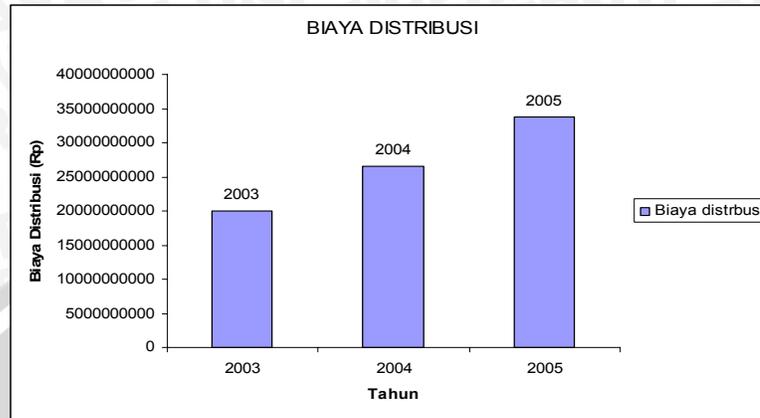
Perbandingan biaya distribusi digunakan untuk mengetahui apakah biaya distribusi yang dikeluarkan oleh pabrik bisa diminimalkan dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation Methode (VAM)*. Untuk itu, diperlukan parameter yang sama guna menjamin ketepatan dari perbandingan biaya distribusi tersebut. Dalam hal ini akan dibandingkan biaya distribusi pada tahun 2005.

5.1.1 Perhitungan Biaya Distribusi Pabrik

Guna mengetahui banyaknya biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Semen Gresik melalui ekspediter Koperasi warga semen Gresik (KWSG), maka dibutuhkan data banyaknya semen yang diangkut dan data biaya angkut. Pada prinsipnya, untuk menghitung jumlah biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Semen Gresik adalah dengan mengalikan jumlah semen yang diangkut (tabel 4.5) dengan biaya angkut per sak yang sudah ditetapkan oleh PT. Semen Gresik. (tabel 4.2 dan Tabel 4.3).

Dengan mengalikan jumlah semen yang diangkut oleh Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) pada tahun 2005, didapat bahwa biaya distribusi pada tahun 2005 adalah sebesar Rp. 17.272.678.555 untuk jenis PPC dan Rp.16.429.039.387 untuk jenis T1. Total biaya distribusi tahun 2005 adalah sebesar Rp 33.701.714.942,- atau naik sebesar 24% dari total biaya tahun 2004.

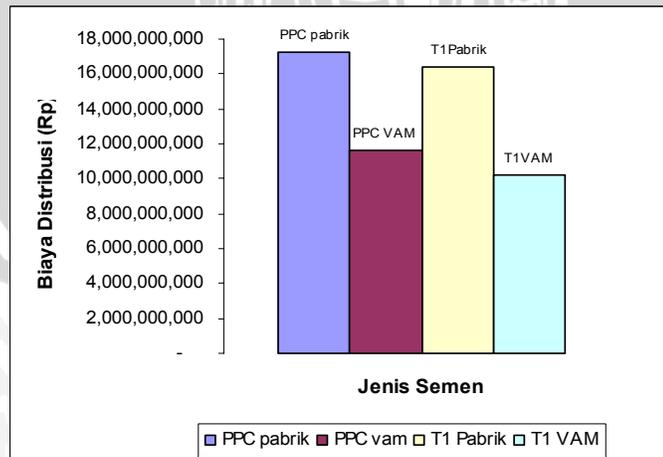
Secara grafik, hasil perhitungan biaya distribusi yang dikeluarkan oleh pabrik dapat disajikan sebagai berikut:



Gambar 5.1 Biaya Distribusi Hasil Pengolahan Data Dari Pabrik

5.1.2 Perhitungan Biaya Distribusi Menggunakan *Vogel's Approximation Methode (VAM)*

Dengan menggunakan parameter yang sama yaitu data tahun 2005, maka data semen yang diangkut dan biaya angkut per sak dimasukkan ke dalam matriks perhitungan. Hasil proses penghitungan dengan *software Quantitative System (QS)* didapat biaya distribusi untuk jenis PPC sebesar Rp. 11.580.000.000 dan untuk jenis T1 sebesar Rp. 10.175.600.000. Total biaya distribusi dengan menggunakan metode VAM sebesar Rp. 21.755.600.000. Jika dibandingkan, maka akan terlihat seperti pada grafik berikut:



Gambar 5.2 Perbandingan Biaya Distribusi dengan Menggunakan Metode *VAM*

5.1.3 Penghematan Biaya Distribusi

Penghematan yang dimaksud disini adalah selisih antara biaya distribusi yang dihitung berdasarkan data yang diperoleh dari pabrik dengan biaya distribusi yang dihitung menggunakan metode VAM. Untuk mempermudah, maka data selisih dari kedua biaya distribusi dapat ditampilkan dengan menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 5.1 Selisih Biaya Distribusi

No	Perhitungan	Jenis	Besar (Rp)	Total (Rp)	Penghematan (%)
1	Pabrik	PPC	17.272.678.555	33.701.714.942	35%
		T-1	16.429.039.387		
2	Metode VAM	PPC	11.580.000.000	21.755.600.000	
		T-1	10.175.600.000		
Perbedaan				11.946.114.942	

Dari tabel tersebut terlihat bahwa terdapat selisih biaya distribusi sebesar Rp.11.946.114.942. Dengan kata lain, terdapat penghematan sebesar 35%, jika sistem distribusi diterapkan dengan menggunakan metode VAM.

Besarnya biaya distribusi dapat disebabkan oleh kurang tepatnya pemilihan sumber pengiriman permintaan dari sebuah barang ke sebuah tujuan. Dengan demikian, jika biaya per sak dikalikan langsung dengan banyaknya semen yang diangkut, tanpa memperhatikan darimana asal pengiriman maka akan terdapat biaya pengiriman yang besar. Misalkan kebutuhan semen jenis T1 di Lamongan sebanyak 744.618 sak sebagai contoh. Jika kebutuhan ini disuplai dari pabrik Gresik, maka biaya per sak yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp.1180,- namun jika kebutuhan ini disuplai dari pabrik Tuban, maka biaya per sak yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp.1569,-. Metode VAM merupakan metode yang didasarkan pada unit *cost* dari tiap-tiap sel matrik dengan memperhatikan alokasi *supply* dan *demand* atau dengan kata lain merupakan salah satu metode yang memilih sumber pengiriman dengan memperhatikan biaya yang terendah.

5.2 Peramalan Kebutuhan Semen

Proses ini dilakukan untuk memprediksi besarnya biaya distribusi dan kemudian dibuat rute distribusi yang optimal. Peramalan didasarkan atas besarnya permintaan pada tahun-tahun sebelumnya. Langkah awal yang harus dilakukan untuk meramal adalah mencermati kecenderungan dari data yang sudah ada, untuk kemudian memilih metode peramalan yang paling tepat berdasarkan kecenderungan tersebut. Pada tabel 4.5 terlihat bahwa masing-masing daerah mempunyai kecenderungan data yang berbeda satu dengan yang lainnya, sehingga proses pemilihan metode peramalan tidak bisa digeneralisir. Sebagai contoh untuk peramalan kebutuhan semen jenis PPC tahun 2006 daerah Sampang, metode peramalan yang digunakan adalah *Linear regression* dengan hasil peramalan 399.850, kemudian untuk daerah Pasuruan dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dengan hasil peramalan 1.659.238. Seperti halnya penghitungan metode *VAM*, maka proses peramalan ini juga menggunakan bantuan *Software QS. Ver 3.0*. Hasil dari proses peramalan ini dapat dilihat lampiran 11 dan 12.

Setelah didapatkan hasil peramalan untuk masing-masing daerah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan rute distribusi dengan menggunakan metode *VAM*. Data yang dibutuhkan adalah hasil ramalan permintaan masing-masing daerah (tabel 4.8) dan ongkos angkut per sak (tabel 4.2 dan tabel 4.3). Setelah dimasukkan kedalam *software QS ver. 3.0* didapatkan hasil sebagai berikut;

Besar biaya distribusi untuk semen jenis PPC adalah Rp 11.524.900.000 sedangkan besar biaya distribusi untuk jenis T1 adalah Rp. 10.881.000.000. Total biaya distribusi yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 22.405.900.000

5.3 Pembuatan Rute Optimasi dengan Memasukkan Variabel Kendaraan KWSG

Optimasi yang dilakukan diatas merupakan metode optimasi dengan hanya memperhatikan ongkos angkut per sak tanpa memasukkan batasan jumlah kendaraan yang dimiliki oleh ekspediter. Pada tabel 4.1 diketahui bahwa jumlah kendaraan yang dimiliki oleh KWSG adalah 553 unit. Untuk optimasi kendaraan

yang dimiliki oleh KWSG, metode yang digunakan masih tetap metode VAM adapun data yang dibutuhkan adalah data kebutuhan kendaraan untuk mengangkut semen ke masing-masing daerah, data ongkos angkut per unit kendaraan dan data sumber kendaraan.

Data tentang kebutuhan kendaraan merupakan data peramalan kebutuhan semen per daerah (tabel 4.5) dibagi dengan kapasitas maksimum kendaraan, data ongkos angkut merupakan data semen per sak (tabel 4.3 dan 4.4) dikalikan kapasitas kendaraan (tabel 4.1) untuk lebih jelasnya data ongkos angkut per kendaraan per daerah dapat dilihat pada lampiran 7, sedangkan data sumber merupakan data akumulasi kendaraan jika diasumsikan dalam setiap bulan kendaraan mengangkut semen sebanyak 8 kali (tabel 4.11)

Dari hasil perhitungan diketahui beberapa hal sebagai berikut:

Untuk Semen Jenis PPC

No	Kapasitas (ton/unit)	Frekwensi Angkut
1.	8	13
2.	15	0
3.	18	14
4.	20	11
5.	25	2572
6.	30	261
7.	35	272
8.	40	10
9.	45	272
10.	50	127
11.	60	697
12.	65	1199
13.	70	304

Dari keterangan tersebut dapat diketahui bahwa untuk mengangkut kebutuhan semen jenis PPC di Jawa Timur diperlukan kendaraan kapasitas 8 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 13 kali, kendaraan dengan kapasitas 18 ton

dengan frekwensi angkut sebanyak 11 kali, kendaraan dengan kapasitas 20 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 11 kali:

kendaraan dengan kapasitas 25 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 2572 kali,

kendaraan dengan kapasitas 30 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 261 kali,

kendaraan dengan kapasitas 35 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 272 kali,

kendaraan dengan kapasitas 40 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 10 kali,

kendaraan dengan kapasitas 45 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 272 kali,

kendaraan dengan kapasitas 50 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 127 kali,

kendaraan dengan kapasitas 60 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 697 kali,

kendaraan dengan kapasitas 65 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 1199 kali,

kendaraan dengan kapasitas 70 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 304 kali.





Untuk Semen Jenis T-1

No	Kapasitas (ton/unit)	Frekwensi Angkut
1.	8	4
2.	15	9
3.	18	42
4.	20	7
5.	25	310
6.	30	2000
7.	35	683
8.	40	966
9.	45	240
10.	50	626
11.	60	1438
12.	65	675
13.	70	0

Dari keterangan tersebut dapat diketahui bahwa untuk mengangkut kebutuhan semen jenis T-1 di Jawa Timur diperlukan kendaraan kapasitas 8 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 4 kali, kendaraan dengan kapasitas 15 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 9 kali, kendaraan dengan kapasitas 18 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 42 kali kendaraan dengan kapasitas 20 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 7 kali, kendaraan dengan kapasitas 25 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 310 kali, kendaraan dengan kapasitas 30 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 2000 kali, kendaraan dengan kapasitas 35 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 683 kali, kendaraan dengan kapasitas 40 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 966 kali, kendaraan dengan kapasitas 45 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 240 kali, kendaraan dengan kapasitas 50 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 626 kali, kendaraan dengan kapasitas 60 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 1438 kali, kendaraan dengan kapasitas 65 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 675 kali.



Selain itu, didapatkan pula jika variabel kendaraan dimasukkan dalam batasan, maka hasil perhitungan biaya distribusi untuk semen jenis PPC adalah sebesar Rp. 10,640,040,995 sedangkan untuk semen jenis T1 adalah sebesar Rp. 9,134,748,460 atau total biaya keseluruhan adalah sebesar Rp.19,774,789,455

Jika dilihat, nilai Rp.19,774,789,455. adalah 12 % lebih murah dibanding dengan biaya distribusi dengan tanpa memasukkan batasan kendaraan yang dipunyai oleh ekspediter (Rp 22.405.900.000). Hal ini terjadi karena pada perhitungan optimasi kendaraan, item sumber beserta tujuan pendistribusian telah terdefinisi dengan jelas, yang menjadi permasalahan hanya pada pemilihan kendaraan dengan biaya angkut yang terendah. Melihat karakteristik dari metode VAM (*Vogel's Approximation Methode*) yang selalu memperhatikan biaya terendah yang bisa digunakan dalam sebuah pendistribusian, maka adalah sangat beralasan jika biaya setelah dimasukkannya variabel kendaraan menjadi lebih rendah lagi (12%).

Bersumber pada data dan keterangan yang telah lalu, maka dapat dihitung penurunan biaya distribusi semen sebagai berikut:

Jika harga produk semen jenis PPC adalah Rp. 32.500,- dan jenis T-1 adalah Rp 40.000,- (harga di pengecer untuk daerah Malang), ongkos angkut untuk PPC adalah Rp 2567,- dan untuk T-1 adalah Rp 3028,- maka biaya distribusi adalah untuk semen jenis PPC adalah $(2567/32.500) \times 100\% = 8\%$ (pembulatan) dari harga produk dan untuk semen jenis T-1 $(3028/40000) \times 100\% = 8\%$ (pembulatan) dari harga produk. Jika penghematan biaya distribusi adalah 35% maka harga biaya distribusi menjadi $(8 - (8 \times 0.35)) = 5\%$.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode VAM, maka operasi distribusi semen untuk ekspediter KWSG akan optimal jika kebutuhan semen yang diangkut 90% disuplai dari pabrik Gresik
2. Dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation Methode* (VAM), maka biaya distribusi semen dapat diminimalkan.
 - Biaya distribusi tahun 2005 sebesar Rp. 33.701.714.942,-
 - Biaya distribusi tahun 2005 dengan menggunakan metode VAM adalah sebesar Rp. 21.755.600.000,-
 - Penghematan biaya distribusi dengan menggunakan metode VAM adalah sebesar Rp. 11.946.114.942,- (35%)
3. Biaya distribusi untuk tahun 2006 jika dihitung dengan menggunakan metode VAM adalah sebesar Rp.22.405.900.000,- naik sebesar Rp.650.300.000,- (2.98%) dibanding tahun 2005.
4. Biaya distribusi semen PPC dan T-1 adalah sebesar $\pm 8\%$ dari harga produk, dengan menggunakan Metode VAM biaya distribusi ini dapat diminimalkan menjadi $\pm 5\%$.
5. Optimasi armada angkut yang dimiliki oleh KWSG, adalah sebagai berikut:
 - Untuk mengangkut semen jenis PPC di Jawa Timur diperlukan kendaraan kapasitas 8 ton dengan frkwensi angkut sebanyak 13 kali, kendaraan dengan kapasitas 18 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 11 kali, kendaraan dengan kapasitas 20 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 11 kali, kendaraan dengan kapasitas 25 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 2572 kali, kendaraan dengan kapasitas 30 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 261 kali, kendaraan dengan kapasitas 35 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 272 kali, kendaraan dengan kapasitas 40 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 10 kali, kendaraan dengan kapasitas 45

ton dengan frekwensi angkut sebanyak 272 kali, kendaraan dengan kapasitas 50 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 127 kali, kendaraan dengan kapasitas 60 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 697 kali, kendaraan dengan kapasitas 65 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 1199 kali, kendaraan dengan kapasitas 70 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 304 kali.

- Untuk mengangkut semen jenis T-1 di Jawa Timur diperlukan kendaraan kapasitas 8 ton dengan frkewensi angkut sebanyak 4 kali, kendaraan dengan kapasitas 15 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 9 kali, kendaraan dengan kapasitas 18 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 42 kali kendaraan dengan kapasitas 20 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 7 kali, kendaraan dengan kapasitas 25 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 310 kali, kendaraan dengan kapasitas 30 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 2000 kali, kendaraan dengan kapasitas 35 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 683 kali, kendaraan dengan kapasitas 40 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 966 kali, kendaraan dengan kapasitas 45 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 240 kali, kendaraan dengan kapasitas 50 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 626 kali, kendaraan dengan kapasitas 60 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 1438 kali, kendaraan dengan kapasitas 65 ton dengan frekwensi angkut sebanyak 675 kali.

6.2 Saran-saran

Dari pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka akhirnya dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Tingkat efisiensi biaya distribusi dapat dinaikkan dengan jalan mengadakan prediksi berkala terhadap tingkat kebutuhan permintaan semen, tanpa harus menaikkan ongkos angkut diluar perhitungan kenaikan BBM (keputusan pemerintah)
2. PT. Semen Gresik perlu mengetahui secara pasti konvigurasi kendaraan yang dimiliki oleh ekspediter pengangkut semen produksinya, sehingga bisa memperkirakan kemampuan ekspediter tersebut

3. Koperasi Warga Semen Gresik (KWSG) dapat menambah pemasukan melalui bisnis ekspedisi semen dengan jalan mengadakan usulan trayek untuk armada yang dimilikinya.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Warta Ekonomi, 2005, Industri Semen, <http://www.wartaekonomi.com>
- Anonim, Laporan Volume Konsumsi Semen ,2006, <http://www.semengresik.com>
- Ananim, PP no. 43 Tahun 1993, 2006, <http://www.dishub.co.id>
- Buffa S. Welwood, Rakesh K.Sarin, 1996, *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*, edisi kedelapan, Jilid I dan II, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Handoko, Hani T. 1992, *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, BPFE, Yogyakarta
- Taha, Hamdy. A, 1996, *Riset Operasi*, Edisi Kelima, Jilid I, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Tjtuju Tarliyah Dimiyati, Ahmad Dimiyati, 1994, *Operation Research, Model-model Pengambilan Keputusan*, PT. Sinar Baru Algesindo Offset, Bandung.
- Chang, Tih Long, *QS Version 3.0*, 1995, Prectice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
- Taufiq, Ferdian, 2005, *Minimasi Biaya Pendistribusian Semen dengan Menggunakan Metode Transportasi pada PT. Semen Gresik Jawa Timur*, Skripsi, Jurusan Mesin, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nahimas, Steven. 1997, *Production and Operation Analysis*, Irwin/Mc Graw-Hill Book.Co.
- L. Winstom, Wayne. 1991, *Operation Research, Application and Algorithms*, Duxbury Press, California.
- Makridakis, Spyros., Wheelwright, Steven C., McGee, Victor. *Forecasting, Method and Applications*,secon edition, John Wiley & Sons Co.,Hongkong.
- Lieberman/Hillier. 2001, *Introduction To Operation Research, Seventh edition*, Irwin/Mc Graw-Hill Book.Co.
- B. Smith, Spancer, 1992, *Computer-Base Production and Inventory Control*, Prentice-Hall.