



TESIS BM-185407

**OPTIMALISASI TRANSPORTASI DARAT PADA  
PRODUK KANTONG DAN CURAH DI INDUSTRI  
SEMEN INDONESIA UNTUK MEMINIMALKAN  
BIAYA *SUPPLY CHAIN* MENGGUNAKAN *LINEAR  
PROGRAMMING***

MARAMIS SETIAWAN  
NRP. 09211650015006

DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MARAMIS SETIAWAN**  
**NRP. 09211650015006**

Tanggal Ujian : 15 Januari 2018  
Periode Wisuda : Maret 2019

Disetujui oleh:

1. **Prof. Iwan Vanany S.T, M.T, Ph.D**  
**NIP. 197109271999031002**

(Pembimbing)

2. **Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T**  
**NIP. 196310081990021001**

(Penguji)

3. **Niniet Indah Arvitrida, S.T, M.T, Ph.D**  
**NIP. 198407052009122007**

(Penguji)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,



**Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc**  
**NIP. 19590318 198701 1 001**

# **OPTIMALISASI TRANSPORTASI DARAT PADA PRODUK KANTONG DAN CURAH DI INDUSTRI SEMEN INDONESIA UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA *SUPPLY CHAIN* MENGGUNAKAN *LINEAR PROGRAMMING***

Nama mahasiswa : Maramis Setiawan

NRP : 09211650015006

Pembimbing : Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

## **ABSTRAK**

Permasalahan transportasi darat di industri semen menjadi perihal yang menarik untuk diteliti karena memiliki dua karakter truk yang berbeda, baik dari segi produknya, ukuran muatan, bentuk, dan ongkos pengiriman. Ini disebabkan oleh dua jenis pengemasan produk semen yang dikirimkan ke pelanggan, yaitu berupa semen kemasan kantong, dan semen dalam curah. Penelitian ini membahas tentang permasalahan transportasi di industri semen Indonesia dengan mempertimbangkan adanya truk yang memuat semen kantong dan semen curah dengan metode *linear programming*. Hasil optimalisasi menjadi usulan bagi perusahaan dalam melakukan perencanaan alokasi dari sumber pasokan ke distrik pemasaran agar mencapai target penjualan yang telah ditetapkan namun dengan biaya seminimal mungkin. Adapun potensi pengurangan biaya *supply chain* jika dibandingkan antara pasokan permintaan eksisting dengan pasokan permintaan yang optimal maka didapatkan penghematan hingga sebesar Rp 8,4 M.

Kata kunci: *Supply Chain, Supply Chain Cost,, Optimization, Transportation Problem, Linear Programming*

# LAND TRANSPORTATION OPTIMIZATION OF BAG & BULK PRODUCT IN INDONESIA'S CEMENT INDUSTRY TO MINIMIZE SUPPLY CHAIN COST USING LINEAR PROGRAMMING

Name : Maramis Setiawan

NRP : 09211650015006

Advisor : Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

## ABSTRACT

Land transportation problem in the cement industry is interesting because it has two different truck characters, in terms of their products, their load size, forms, and shipping costs. This is caused by two types of cement packaging sent to customers, which consist of bag cement and bulky cement. This study discusses land transportation model in the Indonesian cement industry with consideration of trucks containing bag cement and bulk cement using linear programming methods. Optimization results are proposed for companies in planning the allocation of supply sources to the sales district in order to achieve the set of sales targets at the minimum cost. As for the potential reduction in supply chain costs, it can save up to IDR 8.4 billion when existing supplies compared to optimal supplies.

Keyword: *Supply Chain, Supply Chain Cost, Optimization, Transportation Problem, Linear Programming*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah atas kasih sayang, karunia dan pertolongan Nya sehingga kami diberi kemudahan dalam menyusun tesis yang berjudul “Optimalisasi Transportasi Darat Pada Produk Kantong Dan Curah Di Industri Semen Indonesia Untuk Meminimalkan Biaya *Supply Chain* Menggunakan *Linear Programming*”.

Selesainya penyusunan penelitian ini tidak lepas dari bantuan, support, arahan dan bimbingan banyak pihak. Oleh sebab itu penyusun ingin sampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Drs. Sarujin, M.Si, M.Pd dan Dra Wahyu Mulyani, M.Si, M.Pd, yang selalu memberikan do’a, dan dukungan, sehingga penyusunan penelitian ini dapat terselesaikan.
2. Istri, dr Shintya Nanda Carita, yang tidak lelah memberikan dukungan, dan anak, Ayman Ibadillah Alfatih, yang menjadikan penyusun kembali bersemangat untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Prof. Iwan Vanany selaku pembimbing tesis yang memberikan arahan dan bimbingan selama pengerjaan tesis hingga bisa terbit sesuai yang diharapkan.
4. Bapak Dr. Imam Baihaqi, Dr. Bambang Syairudin dan Ibu Niniet Indah Arvitrida, Ph.D selaku penguji proposal dan tesis yang memberi arahan dan kemudahan dalam proses revisi tesis. Serta segenap dosen MMT ITS atas segala ilmu dan bimbingannya.
5. Bapak Ir. Rudi Hartono, MM selaku atasan penyusun, yang memberikan izin untuk melanjutkan studi magister di MMT ITS.
6. Teman-teman MMT Manajemen Indutri kelas Exksekutif angkatan 2016 yang telah saling memotivasi dan membantu terselesainya penelitian ini, dan rekan-rekan kantor di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk di Gresik terutama warga lantai 6, yang memberikan dukungan data dan permasalahan nyata di lapangan sehingga bisa diangkat menjadi topik tesis.
7. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga penelitian ini dapat diterima sebagai gagasan *improvement* yang dapat di terapkan di perusahaan dan menjadi sarana penulis sebagai prasyarat akhir perkuliahan di MMT. Penulis juga sangat terbuka menerima kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan sebagai bahan evaluasi.

Tuban, 25 Januari 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	6
1.6 Asumsi Penelitian .....	7
1.7 Sistematika Penulisan Tesis .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 <i>Supply Chain Management</i> .....	9
2.1.1 Tujuan Strategis <i>Supply Chain</i> .....	9
2.1.2 Jaringan <i>Supply Chain</i> .....	10
2.1.3 Optimalisasi <i>Supply Chain</i> .....	14
2.1.4 Biaya <i>Supply Chain</i> .....	14
2.2 Model Transportasi .....	17
2.3 <i>Linear Programming</i> .....	17
2.3.1 Perumusan Model .....	18
2.3.2 Model Matematis Permasalahan Transportasi .....	19
2.3.3 Analisis Sensitivitas .....	20
2.4 <i>Solver</i> Untuk Optimasi .....	20
2.5 OpenSolver .....	21
2.6 Posisi Penelitian .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	27

3.2	Pembuatan Model Matematis Pemrograman Linier.....	28
3.2.1	Varibel Keputusan.....	28
3.2.2	Fungsi Objektif .....	28
3.2.3	Fungsi Kendala .....	29
3.3	Pembuatan Model OpenSolver.....	29
3.4	Verifikasi dan Validasi Model .....	31
3.5	Hasil dan Pembahasan .....	32
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	32
3.7	Diagram Alur Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
4.1	Kondisi Riil Industri Semen di Indonesia dan PT. Z .....	35
4.2	Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	37
4.2.1	Fasilitas Pasok.....	38
4.2.2	Distrik Pemasaran .....	38
4.2.3	Biaya-Biaya Di Fasilitas Pasok.....	39
4.2.4	Matriks Biaya Angkut.....	41
4.2.5	Realisasi Alokasi Transportasi.....	44
4.2.6	Perencanaan Penjualan.....	45
4.3	Formulasi Matematika Permasalahan .....	45
4.3.1	Varibel Keputusan.....	45
4.3.2	Fungsi Objektif .....	46
4.3.3	Fungsi Kendala .....	48
4.4	Model OpenSolver .....	57
4.5	Verifikasi Model.....	59
4.6	Validasi Model .....	59
4.7	Hasil OpenSolver Data Alokasi Eksisting.....	60
4.8	Analisis Sensitivitas .....	64
4.9	Hasil OpenSolver Data Perencanaan Penjualan .....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
DAFTAR PUSTAKA .....		71
BIODATA PENULIS .....		73
LAMPIRAN.....		74



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Strategi PT. Z (Sumber: Laporan Tahunan PT. Z, 2017).....	2
Gambar 1. 2 Jaringan Distribusi Terpadu Semen Indonesia Group (sumber: Laporan Tahunan PT.Z tahun 2017) .....	3
Gambar 1. 3 Truk Semen Kantong .....	4
Gambar 1. 4 Truk Semen Curah .....	4
 Gambar 2. 1 Aspirasi pelanggan dan kemampuan strategis <i>supply chain</i> (Pujawan dan Mahendrawathi, 2010).....	10
Gambar 2. 2 Framework keputusan perancangan jaringan (Chopra dan Meindl, 2016) .....	13
Gambar 2. 3 Konten Biaya Supply Chain (Pettersson & Segerstedt, 2013) .....	16
Gambar 2. 4 Hirarki <i>Total Cost to Serve</i> (Supply Chain Council, 2012) .....	17
Gambar 2. 5 Tampilan Opensolver di Excel.....	22
 Gambar 3. 1 Model Spreadsheet .....	30
Gambar 3. 2 Model OpenSolver .....	31
Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian.....	33
 Gambar 4. 1 Konsumsi Semen di Indonesia Tahun 2018 (Sumber data: Asosiasi Semen Indonesia).....	35
Gambar 4. 2 Pangsa Pasar Industri Semen di Indonesia.....	36
Gambar 4. 3 Aliran Distribusi Semen di PT. Z.....	36
Gambar 4. 4 Aliran Barang Dari Fasilitas Pasok ke Distrik Penjualan Regional 2 .....	37
Gambar 4. 5 Pembentuk Biaya Supply Chain PT. Z.....	44
Gambar 4. 6 Model Spreadsheet Permasalahan .....	58
Gambar 4. 7 Tampilan Model di OpenSolver .....	58
Gambar 4. 8 Tampilan <i>Log Error</i> .....	59
Gambar 4. 9 <i>Focus Group Discussion</i> .....	60
Gambar 4. 10 Biaya <i>Supply Chain</i> Optimal Bulan Jan s/d Maret 2019.....	66

Gambar 4. 11 Kerangka Kerja Optimasi Biaya Yang Diusulkan .....	67
---	----

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Perbedaan Jenis Truk Semen Kantong dan Truk Semen Curah ..	4
Tabel 2. 1 Posisi Penelitian .....	25
Tabel 3. 1 Data-Data Yang Diolah.....	27
Tabel 4. 1 Lokasi Fasilitas Pasok Semen .....	38
Tabel 4. 2 Distrik Pemasaran .....	39
Tabel 4. 3 Biaya-Biaya di Fasilitas Pasok Produk Kantong .....	40
Tabel 4. 4 Biaya-Biaya di Fasilitas Pasok Produk Curah .....	41
Tabel 4. 5 Matriks Biaya Angkut Produk Kantong.....	42
Tabel 4. 6 Matriks Biaya Angkut Produk Curah.....	42
Tabel 4. 7 Matriks Alokasi Eksisting .....	44
Tabel 4. 8 Target Penjualan Produk Kantong .....	45
Tabel 4. 9 Target Penjualan Produk Curah .....	45
Tabel 4. 10 Alokasi Eksisting Produk Kantong .....	60
Tabel 4. 11 Alokasi Eksisting Produk Curah .....	61
Tabel 4. 12 Alokasi Optimal Produk Kantong.....	61
Tabel 4. 13 Alokasi Optimal Produk Curah.....	62
Tabel 4. 14 Peralihan Alokasi Eksisting ke Alokasi Optimal .....	63
Tabel 4. 15 Visualisasi Perubahan Alokasi Eksisting ke Optimal .....	64
Tabel 4. 16 Analisis Sensitivitas Variabel Keputusan .....	64
Tabel 4. 17 Analisis Sensitivitas Batasan .....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Selama tiga dekade terakhir, konsep dan teori manajemen bisnis telah mengalami perubahan dan pengembangan yang sangat besar. Banyak cara lama dalam berbisnis yang telah diuji, dan banyak gagasan dan pendekatan baru yang telah dilakukan, di antaranya adalah *bussiness process reengineering*, manajemen strategis, *lean thinking*, *balanced scorecard*, strategi *blue ocean*, dan salah satunya adalah *Supply Chain Management* (Lu, 2011).

Sebuah *supply chain* pada dasarnya adalah sekelompok organisasi independen yang terhubung bersama melalui produk dan layanan, bahwa mereka secara terpisah dan atau bersama-sama akan memberikan nilai tambah untuk diberikan kepada konsumen akhir (Lu, 2011). Konsep *supply chain* juga merupakan konsep baru dalam melihat persoalan logistik. Konsep lama melihat logistik lebih sebagai persoalan intern masing-masing perusahaan dan pemecahannya dititikberatkan pada pemecahan secara intern di perusahaan masing-masing. Dalam konsep baru ini, masalah logistik dilihat sebagai masalah yang lebih luas yang terbentang sangat panjang sejak dari bahan dasar sampai barang jadi yang dipakai konsumen akhir (Indrajit & Djokopranoto, 2016).

Salah satu tujuan pengelolaan *supply chain* dalam sebuah korporasi adalah mengetahui struktur biaya yang terbentuk mulai dari pengadaan bahan mentah hingga produk yang dihasilkan siap dijual dan dikirimkan ke pelanggan, kemudian melakukan perampingan terhadap biaya-biaya tersebut tanpa mengurangi tingkat pelayanan terhadap pelanggan. Sehingga tidak mengherankan jika saat ini perusahaan-perusahaan sedang berlomba-lomba untuk menjadi yang terdepan dalam melakukan *cost leadership*, yang diantaranya perampingan terhadap biaya *supply chain*. Dan diantara perusahaan industri semen di Indonesia yang saat ini sedang menetapkan strategi untuk menekan biaya *supply chain* adalah PT. Z yang saat ini merupakan *market leader* industri semen di Indonesia.

PT. Z telah menetapkan strategi untuk memenangkan persaingan bisnis, dengan mengoptimalkan keunggulan yang dimiliki perseroan, yaitu dengan konsep *growth strategy refresh* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.2.



Gambar 1. 1 Strategi PT. Z (Sumber: Laporan Tahunan PT. Z, 2017)

*Supply chain optimization* sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 1.2 bertujuan untuk meningkatkan daya saing perseroan di tengah-tengah kondisi industri persemenan yang menantang. Dalam prosesnya, mengoptimalkan pengelolaan rantai pasok tidak cukup dengan hanya berfokus untuk mencapai biaya yang paling efisien. Inisiatif tersebut juga diikuti perseroan dengan melakukan pengembangan proses bisnis di sepanjang rantai pasok agar lebih ramping, efektif, dan efisien dalam usaha untuk memenuhi permintaan pelanggan (*customer focus*). Selain itu pengelolaan aliran informasi di sepanjang rantai pasok juga menjadi perhatian perseroan untuk memastikan akurasi perencanaan dan eksekusi di lapangan.

PT. Z saat ini telah memiliki modal yang cukup baik untuk melakukan serangkaian inisiatif perbaikan kinerja *supply chain* secara berkelanjutan, yaitu memiliki jaringan distribusi yang terpadu dengan empat lokasi pabrik utama yaitu di Padang, Makassar, Tuban, dan Vietnam serta memiliki 17 pelabuhan, dan 25 unit pengemasan (*packing plant*), yang tersebar di seluruh Indonesia (Laporan Tahunan PT. Z, 2017).



Gambar 1. 2 Jaringan Distribusi Terpadu Semen Indonesia Group (sumber: Laporan Tahunan PT.Z tahun 2017)

Maka dalam mendukung strategi PT. Z yaitu *Supply Chain Optimization*, penelitian ini akan memberikan solusi berupa optimalisasi biaya *supply chain* di PT. Z dalam permasalahan transportasi darat. Model transportasi darat di industri semen menjadi perihal yang menarik untuk diteliti karena industri semen pada umumnya memiliki dua karakter truk yang berbeda, yaitu truk untuk 1) produk dalam kantong/kemasan, dan untuk (2) produk curah. Keduanya memiliki truk armada antar yang berbeda, terutama dalam hal biaya angkut, dimana armada antar semen curah relatif lebih mahal jika dibandingkan armada antar semen untuk distrik tujuan yang sama. Biaya angkut semen curah lebih mahal 15-20% daripada biaya angkut semen kantong untuk setiap ton-nya. Secara lebih lengkap perbandingan armada antar semen kantong dan curah terdapat pada Tabel 1.1.



Gambar 1. 3 Truk Semen Kantong



Gambar 1. 4 Truk Semen Curah

Tabel 1. 1 Tabel Perbedaan Jenis Truk Semen Kantong dan Truk Semen Curah

Jenis Truk Semen	Produk yang diangkut	Ukuran Muatan	Ship to Pelanggan	Ongkos Angkut
Truk Semen Kantong ( <i>Flat Bed</i> )	Semen Kantong 40 kg, 50 kg, 1 ton	Bervariasi, mulai dari kapasitas 8 ton, 16 ton (engkel), tronton (32 ton), hingga trailer (48 ton)	Gudang Distributor, Toko, Proyek	Lebih murah, karena berpotensi besar untuk menerima muatan balik non semen.
Truk Bulk (Kapsul Semen)	Semen Curah	Tronton ( $\pm 30$ ton), dan trailer ( $\pm 40$ ton).	<i>Batching Plant</i>	Lebih mahal, karena hanya khusus untuk muatan semen

Adapun cakupan wilayah penjualan yang akan diteliti adalah di Regional 2, yaitu Jawa dan Bali. Wilayah ini dipilih karena merupakan *battle zone* bagi PT. Z dengan tingkat permintaan yang tinggi, dan kontribusi pendapatan perseron terbesar. Optimalisasi biaya *supply chain* dalam penelitian ini akan menggunakan model *linear programming* yang dibantu penyelesaiannya oleh OpenSolver.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan mengangkat masalah nyata yang terjadi di industri semen untuk mendukung strategi perusahaan PT. Z yaitu *supply chain optimization* dengan tujuan meminimalkan biaya *supply chain* yang berupa biaya produksi di fasilitas pasok hingga biaya angkut ke distrik pemasaran. Optimisasi akan dilakukan menggunakan model pemrograman linier yang dibantu dengan aplikasi OpenSolver. Data input yang akan digunakan sebagai berikut :

1. Data realisasi volume penjualan serta alokasinya di bulan Oktober 2018 sehingga didapatkan total biaya *supply chain* yang dikeluarkan. Selanjutnya total biaya eksisting yang terbentuk tersebut akan dibandingkan dengan hasil optimisasi yang telah dirancang.
2. Data volume target penjualan PT. Z tahun 2019, trisemester pertama : Januari, Februari, dan Maret. Data ini akan diinputkan ke dalam model optimisasi dengan asumsi bahwa parameter biaya dan kemampuan pasok tetap.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membuat model *linear programming* dalam pengiriman semen kantong dan curah dari beberapa titik fasilitas pasok ke wilayah pemasaran Jawa dan Bali.
2. Mengetahui bagaimana alokasi produk semen yang optimal baik semen kantong ataupun curah dari sumber pasok ke distrik pemasaran, dan berapa potensi penghematan yang terjadi jika alokasi eksisting dibandingkan dengan alokasi yang optimal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Manfaat bagi peneliti



Menambah pengalaman riset dibidang *supply chain*, permasalahan transportasi dan optimisasi, dengan obyek permasalahan riil di industri semen.

2. Manfaat bagi perusahaan

Mendapatkan saran berupa pemodelan dan perangkat pendukung pengambilan keputusan melalui *solver* yang dirancang dalam penelitian ini untuk mendukung strategi perusahaan dan mendapatkan pengalokasian serta biaya *supply chain* yang optimal.

3. Manfaat bagi akademisi

Memberikan wawasan permasalahan riil di industri semen di Indonesia dan penyelesaian masalahnya, terutama pada bidang riset operasi dan optimisasi.

## 1.5 Batasan Masalah

Untuk memperoleh langkah yang lebih terarah terhadap pemecahan permasalahan yang diangkat dan supaya kerangka penelitian yang dibuat tetap fokus untuk mencapai tujuan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Area penjualan terbatas pada wilayah penjualan Regional 2, yaitu Pulau Jawa dan Bali.
2. Data yang digunakan dalam melakukan pemetaan proses transportasi dan biaya *supply chain* PT.Z adalah data transaksional selama bulan *peak season*, yaitu bulan Oktober tahun 2018.
3. Alokasi semen dari titik pasok ke distrik pemasaran dan biaya *supply chain* yang dioptimalkan adalah untuk periode trisemester pertama tahun 2019, dengan volume target berdasarkan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) PT. Z.
4. Permasalahan dalam penelitian ini sebatas pada permasalahan transportasi darat di hilir *supply chain*, yaitu yang mengantarkan produk ke pelanggan (transaksi *sales order*) tanpa melihat proses *transshipment* antar fasilitas pasok. Namun demikian segala biaya yang muncul dalam proses transfer produk antar fasilitas pasok telah diperhitungkan.

5. Jenis pengemasan produk yang dibahas dalam penelitian ini terbatas pada pengemasan menggunakan kantong dan curah (tanpa pengemasan) dimana keduanya memiliki karakter angkutan darat yang berbeda, dan mengabaikan tipe semen misalnya : PPC, PCC, OPC, Semen Putih, dan lainnya.
6. Matriks biaya angkut hanya akan menggunakan rute yang memang tersedia dan telah terdefinisi biayanya oleh PT.Z
7. Untuk menjaga kerahasiaan data perusahaan yang diteliti dan dalam rangka memenuhi *non-disclosure agreement* maka tidak semua data hasil optimasi ditampilkan, dan sebagian angka data akan ditutup atau disensor dengan *underscore* (\_).

## 1.6 Asumsi Penelitian

Sedangkan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Kemampuan pasok dari suatu fasilitas produksi diasumsikan berdasarkan realisasi pasok saat *peak season* di tahun 2018, yaitu pada bulan Oktober. Hal ini dilakukan mengingat fasilitas pasok juga melayani permintaan di luar Regional 2 (cakupan penelitian) dan melayani permintaan antar perusahaan dalam group (*inter company sales*), dimana volume pasok untuk kedua permintaan pelanggan ini diabaikan.
2. Semen curah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah semen tanpa kemasan yang dikirimkan menggunakan truk curah kapsul, dan tidak termasuk curah dalam arti kemasan *jumbo bag* (1 ton).
3. Biaya tetap di masing-masing fasilitas pasok telah mengalami penyesuaian sehingga menjadi Rp/ton.
4. Ketersediaan stok dan truk dalam pemenuhan permintaan/ pemesanan diabaikan.

## 1.7 Sistematika Penulisan Tesis

Sistematika penulisan tesis ini secara garis besar dibagi kedalam lima bab, dimana setiap bab dibagi menjadi sub-sub bab berisi uraian yang mendukung isi secara sistematis dari setiap bab secara keseluruhan. Adapun sistematika proposal tesis ini adalah:

## BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan secara umum materi-materi yang akan dibahas, yaitu: latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi penelitian serta sistematika penulisan proposal tesis.

## BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai landasan teori, kerangka pemikiran dan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini, yaitu yang berkisar di tema *supply chain management*, biaya *supply chain*, metode yang digunakan yaitu *Linear Programming*, dan lainnya.

## BAB III: METODE PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan tentang metode penelitian yang terdiri dari kerangka dan alur tahapan metode yang digunakan hingga menghasilkan solusi perbaikan yang diinginkan.

## BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang studi kasus atas objek amatan mulai dari pengumpulan dan pengolahan data, model *linear programming*, hasil optimalisasi, dan potensi penghematan.

## BAB V: KESIMPULAN

Pada bab ini diuraikan kesimpulan-kesimpulan terhadap keseluruhan pembahasan yang dilengkapi dengan saran-saran untuk perbaikan dalam penelitian di masa mendatang.

## LAMPIRAN

Pada bagian ini berisi data pendukung dan hasil perhitungan kajian finansial, yang dilengkapi dengan data-data pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Supply Chain Management***

*Supply Chain* adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Perusahaan-perusahaan tersebut biasanya termasuk *supplier*, pabrik, distributor, toko atau ritel, serta perusahaan-perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik, adapun *Supply Chain Management* adalah metode, alat, atau pendekatan pengelolaannya (Pujawan dan Mahendrawathi, 2010).

Tujuan utama dalam pengelolaan *supply chain* adalah untuk mengoordinasi kegiatan dalam rantai pasokan untuk memaksimalkan keunggulan kompetitif dan manfaat dari rantai pasokan bagi konsumen akhir (Heizer dan Render, 2015).

##### **2.1.1 Tujuan Strategis *Supply Chain***

Strategi tidak bisa dilepaskan dari tujuan jangka panjang. Tujuan inilah yang diharapkan akan tercapai. Keputusan-keputusan jangka pendek dan di lingkungan lokal mestinya harus mendukung organisasi atau *supply chain* ke arah tujuan-tujuan strategis tersebut. Tujuan-tujuan strategis tersebut perlu dicapai untuk membuat *supply chain* menang atau setidaknya bertahan dalam persaingan pasar. Untuk bisa memenangkan persaingan pasar maka *supply chain* harus bisa menyediakan produk yang :

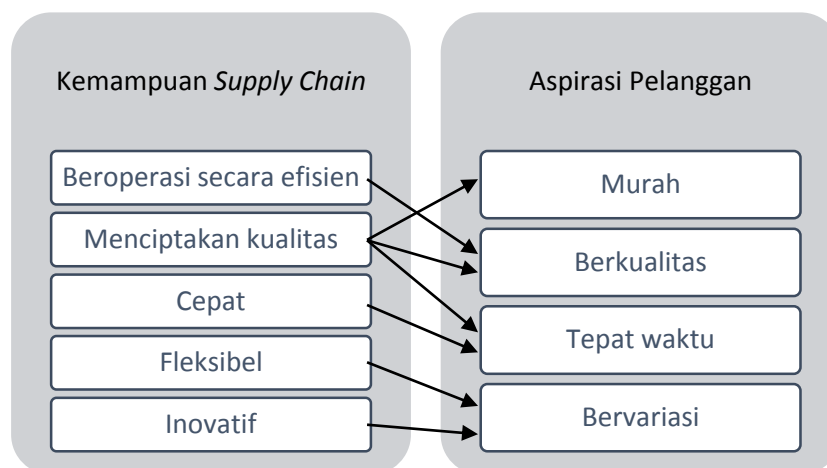
1. Murah
2. Berkualitas
3. Tepat Waktu
4. Bervariasi

Keempat tujuan strategis tersebut sangat penting di mata pelanggan. Namun perlu disadari bahwa tingkat kepentingan untuk masing-masing tujuan di atas berbeda-beda untuk tiap jenis produk dan segmen pelanggan. Ada produk yang dibeli oleh pelanggan yang membeli dengan kualitas sebagai pertimbangan utama. Ada jenis produk yang bisa unggul di pasar karena mampu menciptakan variasi produk yang beragam, ada juga karena mudah atau cepat bisa diperoleh.

Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut maka *supply chain* harus bisa menerjemahkan tujuan-tujuan di atas ke dalam kemampuan sumber daya yang dimiliki. Dalam konteks operasi *supply chain*, tujuan-tujuan di atas bisa dicapai apabila memiliki kemampuan untuk :

1. Beroperasi secara efisien
2. Menciptakan kualitas
3. Cepat
4. Fleksibel
5. Inovatif

Gambar 2.1 mengilustrasikan hubungan antara empat aspirasi pelanggan dengan lima kemampuan strategis yang harus dimiliki oleh *supply chain*.



Gambar 2. 1 Aspirasi pelanggan dan kemampuan strategis *supply chain* (Pujawan dan Mahendrawathi, 2010)

### 2.1.2 Jaringan *Supply Chain*

Perancangan jaringan *supply chain* merupakan satu kegiatan strategis yang harus dilakukan pada *Supply Chain Management* dan mencakup keputusan tentang lokasi, jumlah, serta kapasitas fasilitas produksi dan distribusi dalam suatu *supply chain* (baik yang dimiliki oleh satu atau sejumlah perusahaan yang berkolaborasi). Tujuan dari keberadaan jaringan *supply chain* untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang tentunya bisa berubah secara dinamis dari waktu ke waktu (Klibi *et al*, 2010). Dari sisi pelanggan, jaringan yang baik tentunya harus bisa

memberikan kecepatan respons yang tinggi (*lead time* yang pendek bagi pelanggan untuk memperoleh barang) dan *service level* yang tinggi, yaitu kemampuan jaringan untuk memasok dengan ketersediaan barang cukup tinggi (Sourirajan *et al*, 2009). Dari sisi *supply chain*, biaya untuk menyediakan layanan dengan *lead time* yang pendek atau tingkat layanan yang tinggi harus dilaksanakan secara efisien.

Menurut Kibli *et al* (2010), rancangan jaringan *supply chain* mencakup jawaban terhadap berbagai pertanyaan seperti :

1. Pasar mana yang akan menjadi target penjualan ?
2. Berapa waktu kirim (*lead time*) yang bisa dijanjikan dan dengan biaya berapa ?
3. Berapa dan dimana lokasi fasilitas produksi serta distribusi yang akan dioperasikan ?
4. Proses apa yang bisa diserahkan ke pihak ketiga ?
5. Berapa masing-masing kapasitas fasilitas yang harus digunakan?
6. Produk apa yang harus diproduksi di masing-masing pabrik ?
7. Produk apa yang harus disimpan di masing-masing gudang ?
8. Pabrik mana yang akan memasok tiap gudang ?
9. Gudang mana yang akan memasok tiap wilayah pasar ? (Pujawan dan Mahendrawathi, 2010)

Adapun menurut Chopra dan Meindl (2016), keputusan perancangan jaringan *supply chain* terbagi menjadi sebagai berikut:

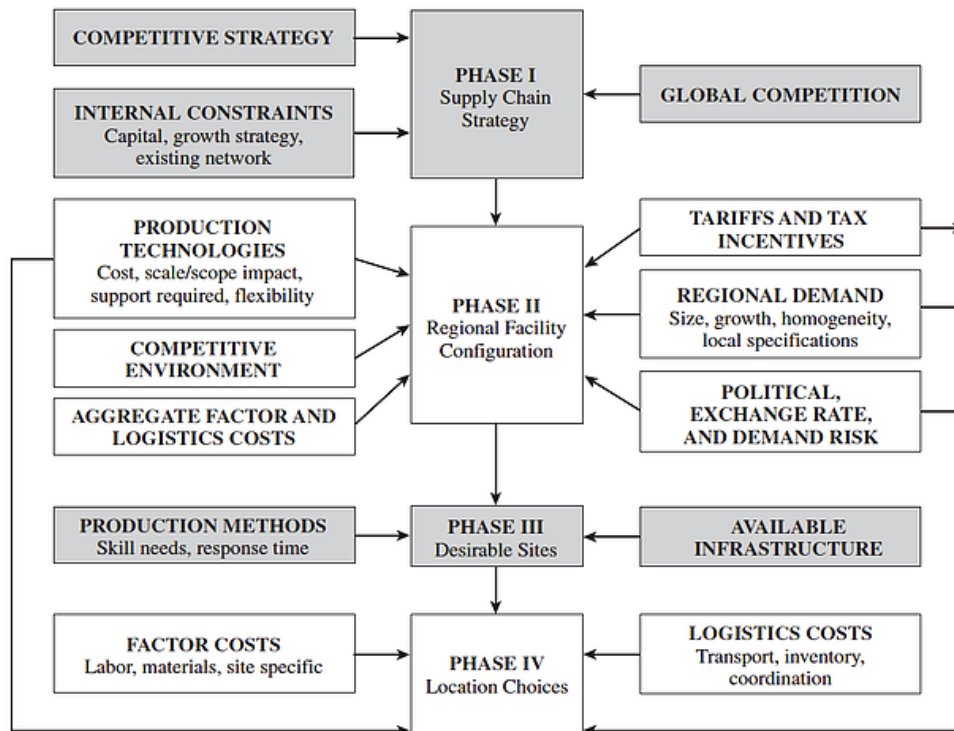
1. **Peran fasilitas** : Apa peranan masing-masing fasilitas? Proses apa yang dilakukan di setiap fasilitas ?
2. **Lokasi fasilitas** : Dimana lokasi fasilitas yang seharusnya ?
3. **Alokasi kapasitas** : Berapa banyak kapasitas yang harus dialokasikan ke masing-masing fasilitas ?
4. **Alokasi *market* dan *supply*** : Pasar mana yang seharusnya dilayani oleh fasilitas? Sumber pasokan mana yang seharusnya melayani masing-masing fasilitas ?

Alokasi kapasitas dapat diubah lebih mudah daripada lokasi, tetapi keputusan kapasitas cenderung tetap berlaku selama beberapa tahun. Mengalokasikan terlalu banyak kapasitas ke lokasi mengakibatkan pemanfaatan yang buruk dan sebagai akibatnya biaya yang lebih tinggi. Pengalokasian kapasitas yang terlalu sedikit menghasilkan respons yang buruk ketika permintaan tidak dapat terpenuhi, kemudian biaya menjadi tinggi jika permintaan diisi dari fasilitas yang jauh.

Alokasi sumber pasokan dan pasar ke fasilitas memiliki dampak yang signifikan pada kinerja karena mempengaruhi total produksi, persediaan, dan biaya transportasi yang dikeluarkan oleh rantai pasokan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Keputusan ini harus dipertimbangkan kembali secara rutin sehingga alokasi dapat diubah karena biaya produksi dan transportasi, kondisi pasar, atau kapasitas pabrik berubah. Tentu saja, alokasi pasar dan sumber pasokan hanya dapat diubah jika fasilitasnya fleksibel untuk melayani pasar yang berbeda dan menerima pasokan dari sumber yang berbeda.

Keputusan desain jaringan harus ditinjau kembali saat kondisi pasar berubah atau ketika dua perusahaan bergabung. Mengkonsolidasikan beberapa fasilitas dan mengubah lokasi serta peran yang lain sering dapat membantu mengurangi biaya dan meningkatkan respons karena berlebihan dan perbedaan pasar yang dilayani oleh salah satu dari dua perusahaan yang terpisah. Keputusan desain jaringan juga perlu ditinjau kembali jika biaya faktor seperti transportasi telah berubah secara signifikan.

Tujuan ketika merancang jaringan rantai pasokan adalah untuk memaksimalkan profit perusahaan sembari memenuhi kebutuhan pelanggan dalam hal *demand* dan *responsiveness*. Chopra dan Meindl (2016) mengusulkan sebuah *framework* untuk keputusan perancangan jaringan yang ditunjukkan oleh gambar 2.2. Untuk merancang jaringan yang efektif, seorang manajer harus mempertimbangkan semua faktor diatas.



Gambar 2. 2 Framework keputusan perancangan jaringan (Chopra dan Meindl, 2016)

### Fase 1: Menentukan Strategi / Desain *Supply Chain*

Fase I dimulai dengan definisi yang jelas dari strategi persaingan perusahaan sebagai himpunan kebutuhan pelanggan bahwa *supply chain* bertujuan untuk memuaskan pelanggan. Manajer juga harus mengidentifikasi kendala pada modal yang tersedia dan apakah pertumbuhan akan dicapai dengan memperoleh fasilitas eksisting, membangun fasilitas baru, atau melalui kemitraan.

### Fase II: Tentukan Konfigurasi Fasilitas Regional

Tujuan dari tahap kedua desain jaringan ini adalah untuk mengidentifikasi daerah-daerah di mana fasilitas akan ditempatkan, peran potensial mereka, dan perkiraan kapasitas mereka. Pada akhirnya, manajer mengidentifikasi konfigurasi fasilitas regional menggunakan model desain jaringan *supply chain*, seperti *network optimization models*.

### Fase III: Pilih Satu Set Lokasi Potensial Yang Diinginkan

Tujuan fase III adalah untuk memilih satu set tempat potensial yang diinginkan di setiap wilayah di mana fasilitas akan ditempatkan. Lokasi harus dipilih berdasarkan



analisis ketersediaan infrastruktur untuk mendukung metodologi produksi yang diinginkan. Pada fase ini, *gravity location models* dapat berguna ketika mengidentifikasi lokasi geografis yang sesuai di suatu wilayah. Model gravitasi digunakan untuk menemukan lokasi yang meminimalkan biaya transportasi bahan baku dari pemasok dan barang jadi ke pasar yang dilayani.

#### **Fase IV: Pilihan lokasi**

Tujuan dari fase IV adalah untuk memilih, di antara lokasi potensial, lokasi yang tepat dan alokasi kapasitas untuk setiap fasilitas. Jaringan ini dirancang untuk memaksimalkan keuntungan total, dengan mempertimbangkan margin dan permintaan yang diharapkan di setiap pasar, berbagai biaya logistik dan fasilitas, serta pajak dan tarif di setiap lokasi.

#### **2.1.3 Optimalisasi Supply Chain**

Solusi dengan melakukan optimalisasi telah banyak digunakan dalam permasalahan-permasalahan yang ada di dalam cakupan *supply chain*, baik metode heuristik atau *linear programming*. Permasalahan-permasalahan yang banyak dibahas dalam literatur juga beragam, seperti Chopra dan Meindl (2016) yang membahas permasalahan *network optimization model*, *gravity location model*, serta *aggregat planning* menggunakan metode *linear programming*. Demikian juga Taylor (2014) yang membahas permasalahan model transportasi, *transshipment*, dan model alokasi dengan metode yang sama. Optimalisasi *supply chain* tidak akan terlepas dari fungsi tujuan memaksimalkan keuntungan, atau meminimalkan biaya.

#### **2.1.4 Biaya Supply Chain**

Istilah ‘biaya *supply chain*’ dan ‘biaya logistik’ sering digunakan dalam dunia akademi dan literatur, sehingga tidak heran jika terkadang terdapat kesalahpahaman dalam definisi keduanya. Namun sesuai definisi *Supply Chain Management* yang memiliki cakupan yang lebih luas daripada Manajemen Logistik, maka biaya *supply chain* didefinisikan sebagai seluruh biaya yang timbul terkait dengan kegiatan dalam *supply chain* dari sebuah perusahaan atau organisasi, dan ini termasuk didalamnya biaya logistik yang terkait dengan biaya distribusi, biaya transportasi dan biaya pergudangan (Pettersson & Segerstedt, 2013).

Chen (1997) mengatakan bahwa biaya *supply chain* dapat dibagi menjadi lima kategori: Biaya produksi, biaya transportasi, biaya pergudangan, biaya persediaan persediaan dan biaya penanganan material internal.

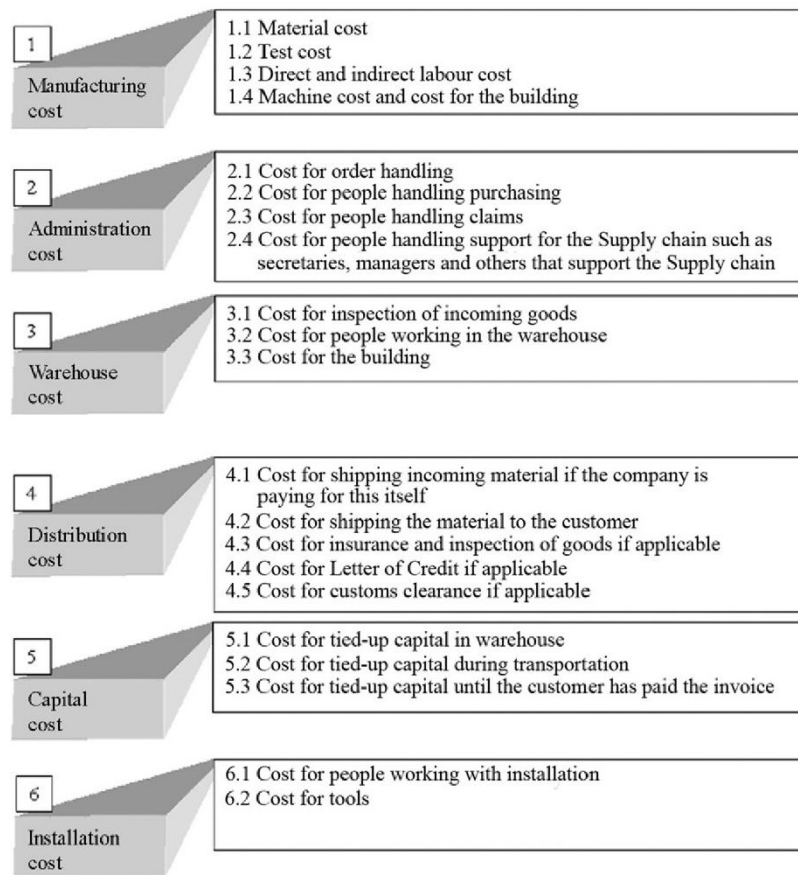
Pettersson & Segerstedt (2013) menyarankan bahwa biaya *supply chain* dibagi menjadi lima bidang utama ditambah satu bidang keenam yang berlaku untuk *supply chain* di mana biaya instalasi adalah bagian yang perlu dan termasuk dalam harga jual.

Enam bidang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Biaya produksi.
2. Biaya administrasi.
3. Biaya gudang.
4. Biaya distribusi.
5. Biaya modal.
6. Biaya instalasi.

Biaya manufaktur meliputi bahan langsung, tenaga kerja langsung, dan biaya produksi *overhead*. Biaya administrasi mencakup semua biaya yang terkait dengan administrasi, seperti biaya untuk membayar orang-orang yang menangani pesanan pelanggan, orang-orang yang membeli bahan dan orang-orang yang memesan transportasi. Biaya gudang menutupi biaya untuk kepemilikan saham dan perawatan di gudang. Biaya distribusi termasuk transportasi masuk dan keluar dan administrasinya. Biaya modal terkait dengan investasi untuk fasilitas perusahaan, sementara biaya pemasangan adalah untuk perusahaan yang menginstal produk mereka (misalnya mesin, lift, sistem kontrol listrik dan sebagainya) di fasilitas pelanggan mereka. Ini akan bervariasi tergantung pada *supply chain* dan jenis bisnis apa saja yang termasuk dalam setiap biaya.

Banyaknya perbedaan dalam *supply chain* membuat komponen biaya *supply chain* juga beragam. Dalam beberapa *supply chain*, biaya manufaktur adalah bagian yang dominan, di lain pihak, biaya distribusi dapat mendominasi, dan di lain pihak, biaya gudang dan distribusi dapat mendominasi. Alasan membagi biaya *supply chain* ke dalam enam kelompok ini adalah untuk melihat dengan jelas di mana biaya *supply chain* berasal. Keenam bidang ini dapat dilihat sebagai dasar tolak ukur (lebih detail di Gambar 2.3 )



Gambar 2. 3 Konten Biaya Supply Chain (Pettersson & Segerstedt, 2013)

Supply Chain Council dalam Supply Chain Operation Reference (SCOR) versi 11 (2012), juga memaparkan komponen-komponen biaya yang bisa menjadi indikator kinerja dalam *supply chain*, yang disebut dengan *Total Cost to Serve*, yaitu Jumlah semua biaya *supply chain* untuk mengirimkan produk dan jasa kepada pelanggan. *Total Cost to Serve* terdiri biaya perencanaan *supply chain*; biaya mendatangkan bahan, produk, muatan, dagangan, dan jasa; biaya untuk memproduksi, manufaktur, manufaktur ulang, *refurbish*, perbaikan dan perawatan barang dan jasa selama masa tanggungan; biaya untuk mengelola pemesanan, permintaan, dan pengembalian pelanggan; dan biaya untuk mengirimkan produk dan jasa di lokasi yang disepakati. Gambar 2.4 menunjukkan hirarki biaya dalam *Total Cost to Serve*.

Hierarchy	
CO.2.001	Planning Cost
CO.2.002	Sourcing Cost
CO.2.003	Material Landed Cost
CO.2.004	Production Cost
CO.2.005	Order Management Cost
CO.2.006	Fulfillment Cost
CO.2.007	Returns Cost
CO.2.008	Cost of Goods Sold

Gambar 2. 4 Hirarki *Total Cost to Serve* (Supply Chain Council, 2012)

## 2.2 Model Transportasi

Model transportasi dirumuskan untuk kelas permasalahan dengan karakteristik unik berikut :

- (1) Suatu produk diangkut dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan dengan biaya seminimum mungkin.
- (2) Setiap sumber mampu memasok unit produk dengan jumlah tetap, dan setiap tujuan mempunyai permintaan tetap terhadap produk tersebut.

Meskipun model transportasi umum dapat diterapkan pada banyak ragam permasalahan, penerapan khusus pada transportasi barang inilah yang paling dikenal, dan dari sinilah penamaan itu muncul. (Taylor, 2014)

## 2.3 *Linear Programming*

Banyak keputusan besar yang harus dihadapi oleh manajer sebuah bisnis berfokus pada cara terbaik untuk mencapai tujuan perusahaan, yang dipengaruhi oleh batasan-batasan yang dialami oleh manajer dalam lingkungan operasionalnya. Batasan-batasan ini dapat berupa sumber daya yang terbatas, seperti waktu, tenaga kerja, energi, bahan baku, atau uang; atau batasan tersebut bisa dalam bentuk aturan yang ketat, seperti resep dalam membuat sereal atau spesifikasi teknik. Salah satu tujuan perusahaan bisnis yang paling sering didapati adalah untuk mendapatkan keuntungan sebanyak mungkin atau, dengan kata lain, untuk memaksimalkan laba. Adapun tujuan unit produksi atau pengemasan sering kali adalah meminimalkan biaya. Ketika seorang manajer mencoba untuk memecahkan jenis masalah umum dengan mencari tujuan yang harus patuh pada batasan, teknik ilmu manajemen yang

disebut dengan pemrograman linier sering digunakan. Pemrograman linier adalah model yang terdiri dari hubungan linear yang mewakili keputusan perusahaan, dengan tujuan dan kendala sumber daya yang ada.

Ada tiga langkah dalam menerapkan teknik pemrograman linier. Pertama, masalah harus diidentifikasi sebagai masalah yang mampu dipecahkan oleh pemrograman linier. Kedua, ketidakstrukturan masalah harus dirumuskan sebagai model matematika. Ketiga, model harus dipecahkan dengan menggunakan teknik matematis yang mumpuni (Taylor, 2014).

### **2.3.1 Perumusan Model**

Model pemrograman linier terdiri dari komponen dan karakteristik umum tertentu. Komponen model termasuk variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala model, yang terdiri dari variabel keputusan dan parameter. Variabel keputusan adalah simbol matematika yang mewakili tingkat aktivitas oleh perusahaan. Sebagai contoh, perusahaan manufaktur elektrik ingin menghasilkan  $x_1$  radio,  $x_2$  pemanggang roti, dan  $x_3$  jam, di mana  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$  adalah simbol yang mewakili kuantitas variabel yang tidak diketahui dari setiap item. Nilai akhir dari  $x_1$ ,  $x_2$  dan  $x_3$  adalah keputusan yang diambil perusahaan misalnya, persamaan  $x_1 = 100$  radio adalah keputusan oleh perusahaan untuk menghasilkan 100 radio.

Fungsi tujuan adalah hubungan matematis linier yang menggambarkan tujuan perusahaan dalam hal variabel keputusan. Fungsi tujuan selalu memaksimalkan atau meminimalkan suatu nilai (misalnya, memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya produksi radio).

Kendala model juga memiliki hubungan yang linier dengan variabel keputusan; model kendala mewakili pembatasan yang ditempatkan pada perusahaan oleh lingkungan operasional. Pembatasan bisa dalam bentuk sumber daya yang terbatas atau aturan yang membatasi. Misalnya, hanya 40 jam kerja yang mungkin tersedia untuk menghasilkan radio selama produksi. Nilai numerik yang aktual dalam fungsi tujuan dan kendala, seperti 40 jam kerja yang tersedia, adalah parameter (Taylor, 2014).

### 2.3.2 Model Matematis Permasalahan Transportasi

Salah satu permasalahan yang bisa diselesaikan oleh pemrograman linier adalah permasalahan transportasi (*transportation problem*). Secara umum, permasalahan transportasi memiliki ciri-ciri khusus sebagai berikut :

1. Satu kumpulan  $m$  titik pasok darimana suatu barang dikirim. Titik pasok  $i$  dapat memasok maksimal  $s_i$  unit.
2. Satu kumpulan  $n$  permintaan (*demand*) kemana suatu barang dikirim. Titik permintaan  $j$  harus menerima minimal  $d_j$  unit atas barang yang dikirim.
3. Masing-masing unit yang diproduksi di titik pasok  $i$  dan dikirim ke titik permintaan  $j$  menyebabkan adanya suatu biaya variabel  $c_{ij}$ .

Jika,

$x_{ij}$  = jumlah unit yang dikirim dari titik pasok  $i$  ke titik permintaan  $j$ , maka formulasi umum dari permasalahan transportasi sebagai berikut,

$$\min \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \leq s_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (\text{Kendala Pasok})$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{i=m} x_{ij} \geq d_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{Kendala Permintaan})$$

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

Jika suatu permasalahan memiliki kendala seperti rumus diatas, namun tujuannya adalah maksimasi, maka permasalahan tersebut juga masih disebut sebagai permasalahan transportasi.

Jika,

$$\sum_{i=1}^{i=m} s_i = \sum_{j=1}^{j=n} d_j$$

Maka total pasok sama dengan total permintaan, dan permasalahan ini disebut sebagai permasalahan transportasi yang seimbang (*balanced transportation problem*) (Winston, 2004).

### 2.3.3 Analisis Sensitivitas

Ketika model pemrograman linier telah dirumuskan, secara implisit diasumsikan bahwa parameter dari model diketahui dengan pasti. Parameter-parameter ini meliputi koefisien fungsi tujuan, seperti laba per mangkuk; nilai kuantitas kendala model, seperti jam kerja yang tersedia; dan koefisien kendala, seperti berapa pon tanah liat per mangkuk. Bagi pengambil keputusan penting untuk melihat bagaimana pengaruh perubahan suatu parameter terhadap solusi model. Perubahan dapat berupa reaksi terhadap ketidakpastian yang diantisipasi dalam parameter atau reaksi terhadap informasi. Analisis perubahan parameter dan pengaruhnya pada solusi model dikenal sebagai analisis sensitivitas.

Cara yang lain nyata untuk memastikan pengaruh perubahan pada parameter model adalah dengan membuat perubahan pada model aslinya, memecahkan kembali dengan model tersebut, dan membandingkan hasil solusinya dengan aslinya (Taylor, 2014).

## 2.4 Solver Untuk Optimasi

Microsoft Excel berisi alat optimisasi *built-in* yang dikenal sebagai *Solver*. *Solver* dikembangkan oleh Frontline Systems, salah satu penyedia *software* untuk Microsoft. Dengan *Solver*, pengguna dapat mengembangkan model optimisasi *spreadsheet* dan kemudian menyelesaikannya untuk menemukan solusi optimal. Banyak diantara studi pengantar optimisasi menggunakan *Solver* dan Excel untuk memperkenalkan siswa pada pemodelan dan optimisasi. Hanya saja, ketika siswa menerapkan keahlian optimalisasi untuk masalah-masalah dunia nyata, mereka sering menemukan bahwa ukuran masalah yang dapat dioptimalkan oleh *Solver* terbatas hingga tidak lebih dari 200 variabel keputusan, dan bahwa mereka perlu memperbarui salah satu produk Frontline yang lebih mahal, yaitu *Premium Solver* (Mason & Dunning, 2010)

Premium Solver Frontline memiliki batas 2.000 variabel keputusan untuk masalah linier, dan 500 variabel untuk masalah nonlinier - dan itu memecahkan masalah dengan ukuran tersebut dalam waktu yang jauh lebih singkat (Solver.com).

## 2.5 OpenSolver

OpenSolver adalah *solver add-in* Excel VBA yang lebih kuat dibandingkan dengan *Solver* bawaan Excel. Aplikasi ini dikembangkan dan dikelola oleh Andrew Mason dan para mahasiswa di departemen Ilmu Teknik, University of Auckland, NZ. Pengembangan terakhir adalah milik Jack Dunn di MIT.

OpenSolver menyediakan fitur-fitur berikut:

- OpenSolver menawarkan berbagai solusi untuk digunakan di Excel, termasuk mesin pengoptimalan *open source*, COIN-OR CBC yang luar biasa, yang dapat dengan cepat menyelesaikan masalah linier dan integer yang besar.
- Kompatibel dengan model Solver Excel yang ada, sehingga tidak perlu mengubah model *spreadsheet*.
- Tidak ada batasan artifisial pada ukuran masalah yang dapat dipecahkan.
- OpenSolver gratis, *opensource*.

Selain menyediakan mesin optimisasi alternatif, OpenSolver juga menawarkan :

- Visualisasi model bawaan yang menyoroti variabel keputusan, tujuan, dan kendala model langsung di *spreadsheet*.
- Mode QuickSolver yang membuatnya lebih cepat untuk menyelesaikan kembali model setelah melakukan perubahan
- Algoritma untuk membangun dan memperbarui model hanya menggunakan informasi yang ada pada lembar kerja.
- Alat pemodelan yang memiliki nilai lebih dari sekedar Solver Excel bawaan

OpenSolver telah dikembangkan untuk Excel 2007/2010/2013/2016 (termasuk versi 64bit) yang beroperasi pada Windows, dan mendukung Excel untuk Mac 2011 pada Mac OS X, dengan dukungan terbatas untuk Excel untuk Mac 2016. Saat ini diuji terhadap Excel 2010 / 2013/2016 pada Windows 7 dan Windows 10, dan Excel 2011/2016 pada OS X 10.7 hingga 10.11 (Opensolver.org). Gambar 2.5 menunjukkan tampilan OpenSolver dalam Excel.



Transportation costs per unit						
Costs	Demand 1	Demand 2	Demand 3	Demand 4	Demand 5	
Supply 1	2	4	5	2	1	
Supply 2	1	3	2	4	1	
Supply 3	3	1	3	2	3	

Flows	Demand 1	Demand 2	Demand 3	Demand 4	Demand 5	Total	Available
Supply 1	0	0	0	0	0	0	<= 1000
Supply 2	0	0	0	0	0	0	<= 500
Supply 3	0	0	0	0	0	0	<= 4000
Total	0	0	0	0	0		
Required	500	900	1800	200	700		

From/To	Demand 1	Demand 2	Demand 3	Demand 4	Demand 5	Total	Available
Supply 1	0	0	0	0	0	0	<= 1000
Supply 2	0	0	0	0	0	0	<= 500
Supply 3	0	0	0	0	0	0	<= 4000
Total	0	0	0	0	0		
Required	500	900	1800	200	700		

Minimise	0

Gambar 2. 5 Tampilan Opensolver di Excel

## 2.6 Posisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai bahan perbandingan dan kajian. Beberapa penelitian tersebut terkait topik optimisasi, khususnya yang membahas tentang *supply chain* dan permasalahan transportasi.

Mogale, *et al* (2016) menyelidiki masalah transportasi dan penyimpanan gandum curah multi-modal multi-periode dalam jaringan rantai pasokan Sistem Distribusi Publik dua tahap. Transportasi dan penyimpanan massal dapat secara signifikan mengurangi transit dan kehilangan penyimpanan biji-bijian makanan, yang mengarah pada penghematan biaya yang substansial. Model *mixed integer non-linear programming* (MINLP) dikembangkan setelah mempelajari skenario rantai pasokan gandum India, di mana tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya transportasi, penyimpanan dan operasional biji-bijian makanan yang dikeluarkan untuk transfer gandum yang efisien dari negara-negara produsen ke lokasi konsumsi. Penelitian ini juga mengusulkan varian baru dari *Chemical Reaction Optimization* (CRO), yaitu menggabungkan fitur pencarian CRO dan Tabu (TS) dan menamakannya sebagai algoritma hybrid CROTS (Chemical reaction optimization combined with Tabu Search). Berbagai masalah dengan ukuran yang berbeda diselesaikan dengan menggunakan algoritma yang diusulkan dan hasil yang diperoleh telah dibandingkan dengan CRO. Studi komparatif mengungkapkan bahwa algoritma CROTS yang diusulkan menawarkan solusi yang lebih baik dalam

waktu komputasi yang lebih sedikit daripada algoritma CRO dan dominasi algoritma CROTS di atas algoritma CRO ditunjukkan melalui analisis statistik.

Chabot, *et al* (2018) membahas tentang optimalisasi dalam permasalahan *vehicle routing problem* menggunakan *Less than truckload* (LTL), yang merupakan tipe transportasi berbasis jalan raya. Chabot mengembangkan empat skema kolaboratif operasional dengan tujuan yang berbeda-beda. Yang pertama berfokus pada meminimalkan biaya pengiriman untuk pengirim (*shipper*). Yang kedua meminimalkan biaya pengangkut (*carrier*) dan yang ketiga biaya lingkungan. Adapun yang keempat adalah kombinasi dari ketiganya. Hasil dari eksperimen komputasi menunjukkan bahwa kolaborasi mengarah pada pengurangan biaya yang signifikan. Manfaat yang besar dapat dicapai dengan dampak yang sangat kecil pada *service level*.

Wang, *et al* (2018) mengembangkan pendekatan tiga langkah pengelompokan berbasis pelanggan untuk memecahkan masalah perutean lokasi dua tahap dengan jendela waktu. Model dual tujuan yang meminimalkan biaya dan memaksimalkan kepuasan pelanggan diformulasikan bersama dengan fungsi pengukuran inovatif untuk menentukan solusi optimal. Metodologi yang diusulkan adalah pendekatan berbasis pengetahuan yang mempertimbangkan lokasi pelanggan dan perilaku pembelian, menemukan karakteristik serupa di antara mereka melalui pengelompokan, dan menerapkan metode pemulusan eksponensial untuk meramalkan permintaan pelanggan secara periodik. Hasilnya mendukung bahwa: (1) pembentukan kelompok yang berisi pelanggan yang sangat mirip meningkatkan keandalan layanan, dan mendukung manajemen hubungan pelanggan yang produktif; (2) mempertimbangkan preferensi produk berkontribusi untuk memaksimalkan tingkat kepuasan pelanggan dan pengendalian persediaan yang efektif di setiap pusat distribusi; (3) pengelompokan, alih-alih membantu meningkatkan layanan, terbukti merugikan ketika terlalu banyak kelompok terbentuk. Pengambil keputusan perlu melakukan serangkaian simulasi untuk mengamati skenario pengelompokan yang sesuai.

Amaliah, dkk (2016) mengusulkan sebuah metode baru dengan memodifikasi *Vogel's Approximation Method* (VAM) yaitu *Max Min Vogel's Approximation Method* (MM-VAM). Metode ini dapat menghasilkan nilai yang lebih optimal

daripada VAM, karena menggunakan Max-Min penalti dan matriks *Total Opportunity Cost* (TOC). Dari hasil penelitian, MMVAM menghasilkan nilai biaya yang lebih kecil daripada VAM dan dapat mencapai nilai optimal atau mendekati optimal dengan tingkat akurasi 99% .

Prabowo (2018) membahas permasalahan yang disebabkan faktor eksternal yaitu penurunan *market share*. Dalam penelitian ini, langkah yang dilakukan adalah dengan melakukan maksimalisasi EBITDA dengan menggunakan model *linear programming*. Dari pemodelan yang dihasilkan, tercatat pencapaian EBITDA dengan kenaikan sebesar 10.54%. Pemodelan saat diuji pada kondisi normal, *shortage* maupun *over capacity* masih menghasilkan kenaikan pencapaian EBITDA yang cukup signifikan.

Adapun penelitian ini, akan menitik beratkan pada studi kasus di industri semen dengan tujuan meminimalkan biaya *supply chain*. Metode yang digunakan adalah menggunakan pemrograman linier. Variable keputusan dalam perumusan pemrograman linier adalah volume produk semen baik semen tipe kantong dan curah yang dialokasikan dari titik fasilitas pasok ke sejumlah distrik pemasaran semen di Jawa dan Bali. Dari penelitian ini diharapkan akan memberi sumbangsih dalam dunia akademis terkait studi kasus optimalisasi biaya. Penelitian ini juga diharapkan akan memberikan saran dan rekomendasi yang bisa diaplikasikan secara langsung oleh perusahaan amatan, terutama untuk alat pendukung pengambilan keputusan yang akan dirancang. Detail posisi penelitian ini sendiri dapat dijelaskan dalam tabel 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode Optimasi	Parameter						Tujuan Optimasi
				<i>Biaya Produksi (Operasional)</i>	<i>Biaya Transportasi</i>	<i>Biaya Marketing</i>	<i>Leadtime</i>	<i>Distance</i>	<i>Market Share</i>	
1	D.G. Mogale, Sri Krishna Kumar, Fausto Pedro García Márquez, Manoj Kumar Tiwari (2016)	<i>Bulk wheat transportation and storage problem of Public Distribution System</i>	Mixed integer non-linear programming  Chemical reaction optimization combined with Tabu Search	√	√		√	√		Meminimalkan Biaya Transportasi
2	Chabot, et al (2018)	<i>Service level, cost and environmental optimization of collaborative transportation</i>	<i>Branch-and-cut algorithm</i>  <i>Adaptive large neighborhood search</i>	√	√					Meminimalkan Biaya Transportasi
3	Yong Wang , Kevin Assogba , Yong liu , Xiaolei Ma , Maozeng Xu , Yinhai Wang (2018)	<i>Two-echelon location-routing optimization with time windows based on customer clustering</i>	<i>Modified Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II (M-NSGA-II)</i>		√		√			
4	Bilqis Amaliah, et al (2016)	Metode Max Min Vogel's Approximation Method Untuk Menemukan Biaya Minimal Pada Permasalahan Transportasi	<i>Max Min Vogel's Approximation Method (MM-VAM)</i>		√					Meminimalkan Biaya Transportasi
5	Fredy Agung Prabowo (2018)	Optimasi Pencapaian Ebitda Dengan Penerapan Strategi Alokasi Distribusi <i>Market Share</i> Di PT. XYZ	<i>Linear Programming</i>	√						Memaksimalkan EBITDA

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode Optimasi	Parameter						Tujuan Optimasi
				<i>Biaya Produksi (Operasional)</i>	<i>Biaya Transportasi</i>	<i>Biaya Marketing</i>	<i>Leadtime</i>	<i>Distance</i>	<i>Market Share</i>	
6	Maramis Setiawan (2018)	Optimalisasi Transportasi Darat Pada Produk Kemasan Dan Curah Di Industri Semen Indonesia Untuk Meminimalkan Biaya Supply Chain Menggunakan Linear Programming	<i>Linear Programming</i>	√	√	√				Meminimalkan Biaya Supply Chain

### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan langkah dan metode penelitian yang dilakukan. Setelah melakukan identifikasi masalah dan studi pustaka di dua bab sebelumnya, kemudian dilakukan tahapan penelitian sebagai berikut : pengumpulan dan pengolahan data, pembuatan model matematis pemrograman linier, perancangan OpenSolver dalam excel, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

### 3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data di perusahaan amatan, PT. Z di Regional 2. Data-data didapatkan dari unit-unit terkait di PT.Z yang terdiri dari (1) realisasi transaksi penjualan, (2) perencanaan penjualan, dan (3) laporan keuangan. Data-data tersebut dikumpulkan dan diolah sehingga didapatkan enam olahan data yang akan menjadi inputan dalam penelitian ini, detail data ini ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data-Data Yang Diolah

No	Nama dan Penjelasan Data Olahan	Sumber Data
1	<b>Fasilitas Pasok</b> , yaitu mengidentifikasi dimana saja fasilitas produksi berada, baik berupa pabrik terintegrasi, pabrik pengemasan, pabrik penggilingan, atau gudang penyangga, serta mengumpulkan data kemampuan pasok di bulan <i>peak season</i> .	Realisasi Transaksi Penjualan, Oktober 2018
2	<b>Permintaan Distrik</b> , yaitu mengidentifikasi dimana saja distrik pemasaran yang dilayani oleh PT. Z di cakupan Jawa Bali, dan berapa volume permintaan di masing-masing distrik tersebut.	Realisasi Transaksi Penjualan, Oktober 2018
3	<b>Biaya-Biaya Di Fasilitas Pasok</b> , yaitu biaya-biaya yang timbul dari di masing-masing fasilitas pasok, berupa biaya produksi, pengemasan, kemasan, biaya transfer persediaan, termasuk depresiasi dan beban terhadap administrasi dan pemasaran.	Laporan Keuangan, Januari-Oktober 2018
4	<b>Matriks Biaya Angkut</b> , dari fasilitas produksi ke masing-masing distrik pemasaran.	Realisasi Transaksi Penjualan, Oktober 2018
5	<b>Data Realisasi Alokasi Transportasi</b> , yaitu realisasi pasokan semen dari titik fasilitas pasok ke distrik pemasaran selama <i>peak season</i>	Realisasi Transaksi Penjualan, Oktober 2018

No	Nama dan Penjelasan Data Olahan	Sumber Data
6	<b>Perencanaan Penjualan</b> , yaitu target penjualan selama bulan Januari s/d Maret 2019.	Perencanaan Penjualan (RKAP tahun 2019)

### 3.2 Pembuatan Model Matematis Pemrograman Linier

Model formula dalam pemrograman linier dalam penelitian ini berbasiskan model umum permasalahan transportasi dengan mempertimbangkan kemampuan pasok masing-masing fasilitas pasok, permintaan di masing-masing distrik baik berupa semen curah dan semen kantong, dan biaya-biaya rantai pasok.

#### 3.2.1 Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam permasalahan model transportasi semen kantong dan curah sebagai berikut,

$x_{ij}$  = Volume semen yang dikirimkan dari fasilitas pasok  $i$  ke distrik pemasaran  $bag\ j$

$x_{ik}$  = Volume semen yang dikirimkan dari fasilitas pasok  $i$  ke distrik pemasaran curah  $k$

#### 3.2.2 Fungsi Objektif

Tujuan dalam permasalahan transportasi ini adalah meminimalkan biaya keseluruhan *supply chain* yang timbul, dengan fungsi tujuan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Min } & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} + p_{ij} + f_{ij} + t_{ij} + pk_{ij} + k_{ij} + m_{ij}) x_{ij} \\ & + \sum_{i=1}^m \sum_{k=n+1}^q (c_{ik} + p_{ik} + f_{ik} + t_{ik} + pk_{ik} + m_{ik}) x_{ik} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Dimana,

$c_{ij}$  = biaya angkut semen kantong dari fasilitas pasok  $i$  ke distrik pemasaran  $j$

$p_{ij}$  = biaya produksi semen kantong dari fasilitas pasok  $i$

$f_{ij}$  = biaya tetap semen kantong di fasilitas pasok  $i$

$t_{ij}$  = biaya transfer persediaan semen kantong di fasilitas pasok  $i$

$pk_{ij}$  = biaya pengemasan semen kantong di fasilitas pasok  $i$

$k_{ij}$  = biaya kemasan semen kantong di fasilitas pasok  $i$

$m_{ij}$  = biaya pemasaran semen kantong di fasilitas pasok  $i$

$c_{ik}$  = biaya angkut semen curah dari fasilitas pasok  $i$  ke distrik pemasaran  $k$

$p_{ik}$  = biaya produksi semen curah dari fasilitas pasok  $i$

$f_{ik}$  = biaya tetap semen curah di fasilitas pasok  $i$

$t_{ik}$  = biaya transfer persediaan semen curah di fasilitas pasok  $i$

$pk_{ik}$  = biaya pengemasan semen curah di fasilitas pasok  $i$

$m_{ik}$  = biaya pemasaran semen curah di fasilitas pasok  $i$

### 3.2.3 Fungsi Kendala

Kendala dalam permasalahan ini adalah pembatasan kemampuan pasok masing-masing fasilitas pasok, volume permintaan di masing-masing pasar baik permintaan semen kantong atau curah, dan kendala non negatif. Fungsi kendala tersebut sebagai berikut,

*Subject to*

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad (\text{Kendala permintaan atas semen bag}) \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ik} = d_k \quad (\text{Kendala permintaan atas semen curah}) \quad (3.3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{k=n+1}^q x_{ik} \leq s_i \quad (\text{Kendala pasokan atas semen}) \quad (3.4)$$

$$x_{ij}; x_{ik} \geq 0 \quad (\text{Kendala non-negativity}) \quad (3.5)$$

Dimana,

$d_j$  = permintaan semen kantong di distrik pemasaran  $j$

$d_k$  = permintaan semen curah di distrik pemasaran  $k$

$s_i$  = kemampuan pasokan semen di fasilitas pasok  $i$

### 3.3 Pembuatan Model OpenSolver

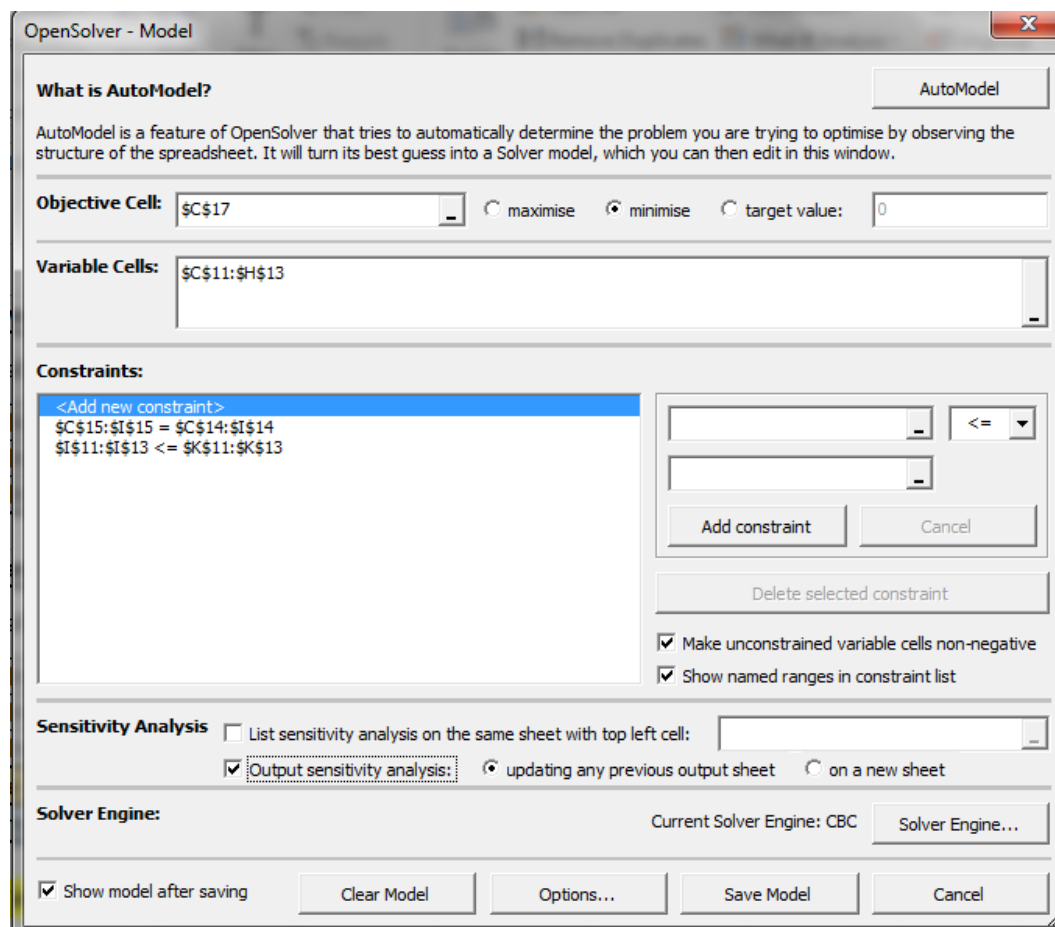
Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan model optimalisasi menggunakan OpenSolver. Perangkat optimasi ini lebih dipilih daripada Solver bawaan excel dikarenakan variabel dalam penelitian ini yang sangat besar, dimana Solver bawaan excel yang premium pun tidak mampu untuk menyelesaikannya. Hasil optimaliasi yang didapatkan dari Opensolver juga sekaligus hasil analisis sensitivitas. Model Spreadsheet dan OpenSolver dalam penelitian ini diilustrasikan dalam Gambar 3.1 dan Gambar 3.2



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		<b>Biaya Supply Chain</b>										
2		Fasilitas Pasok	Permintaan Semen Kantong			Permintaan Semen Kantong						
3			Distrik 1	Distrik 2	Distrik 3	Distrik 1	Distrik 2	Distrik 3				
4		Fasilitas 1										
5		Fasilitas 2										
6		Fasilitas 3										
7												
8		<b>Aliran Barang</b>										
9		Fasilitas Pasok	Permintaan Semen Kantong			Permintaan Semen Kantong			Total	Kemampuan Pasok		
10			Distrik 1	Distrik 2	Distrik 3	Distrik 1	Distrik 2	Distrik 3				
11		Fasilitas 1							0	<=		
12		Fasilitas 2							0	<=		
13		Fasilitas 3							0	<=		
14		Total	0	0	0	0	0	0	0			
15		Permintaan										
16												
17		Minimasi	0									
18												

Gambar 3. 1 Model Spreadsheet

*Cell* C4:H6 merupakan *cell* inputan untuk biaya *supply chain* yang merupakan akumulasi dari biaya-biaya di fasilitas pasok dengan biaya angkut dari fasilitas pasok tersebut ke suatu distrik pemasaran. *Cell* C15:H15 merupakan *cell* inputan untuk jumlah permintaan di masing-masing distrik. *Cell* K11:K13 merupakan *cell* inputan untuk total kemampuan pasok untuk fasilitas 1 hingga fasilitas 3. *Cell* C14 hingga H14 merupakan *cell* rumus penjumlahan total volume permintaan yang melayani Distrik 1, dengan memasukkan formula =SUM(C11:C13). Demikian pula halnya *cell* I11 hingga I13, yang merupakan *cell* rumus penjumlahan total volume pasokan yang dilayani oleh Fasilitas 1, dengan memasukkan formula =SUM(C11:H11). Terakhir yaitu *cell* C17, yang merupakan *cell* fungsi objektif, yaitu dengan formula =SUMPRODUCT(C4:H6;C11:H13). Adapun hasil optimasi atas variabel keputusan, yaitu aliran barang dari fasilitas ke distrik pemasaran akan muncul di *cell* C11:H13. Kemudian selanjutnya mengatur parameter, *cell* fungsi tujuan, dan *cell* fungsi batasan di menu OpenSolver untuk membangun dan mengatur sebuah model seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Model OpenSolver

Penyelesaian permasalahan menggunakan OpenSolver dalam penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, (1) Optimalisasi data alokasi eksisting yang telah realisasi, dengan data *peak season* yaitu bulan Oktober 2018. (2). Optimalisasi untuk target volume penjualan bulan yang akan datang.

### 3.4 Verifikasi dan Validasi Model

Pada tahap ini model OpenSolver yang telah dibuat akan melalui tahap verifikasi dan validasi sebagai berikut :

#### 1. Verifikasi

Model OpenSolver dapat dijalankan dan menghasilkan nilai tujuan optimal jika tidak muncul peringatan *error*. Penyebab adanya *error* juga bisa dilacak melalui *log error* bawaan OpenSolver.

#### 2. Validasi

Model dan angka optimal yang dihasilkan perlu melalui proses validasi agar solusi yang dihasilkan sah dan sesuai atau mendekati permasalahan nyata di lapangan. Dalam penelitian ini, proses validasi dilakukan melalui *focus group discussion* (FGD) antara penyusun dengan pihak-pihak terkait di PT. Z. Hasil FGD akan menjadi bukti yang menguatkan apakah model dan angka optimal yang dihasilkan telah sesuai dengan kasus nyata atau tidak.

### **3.5 Hasil dan Pembahasan**

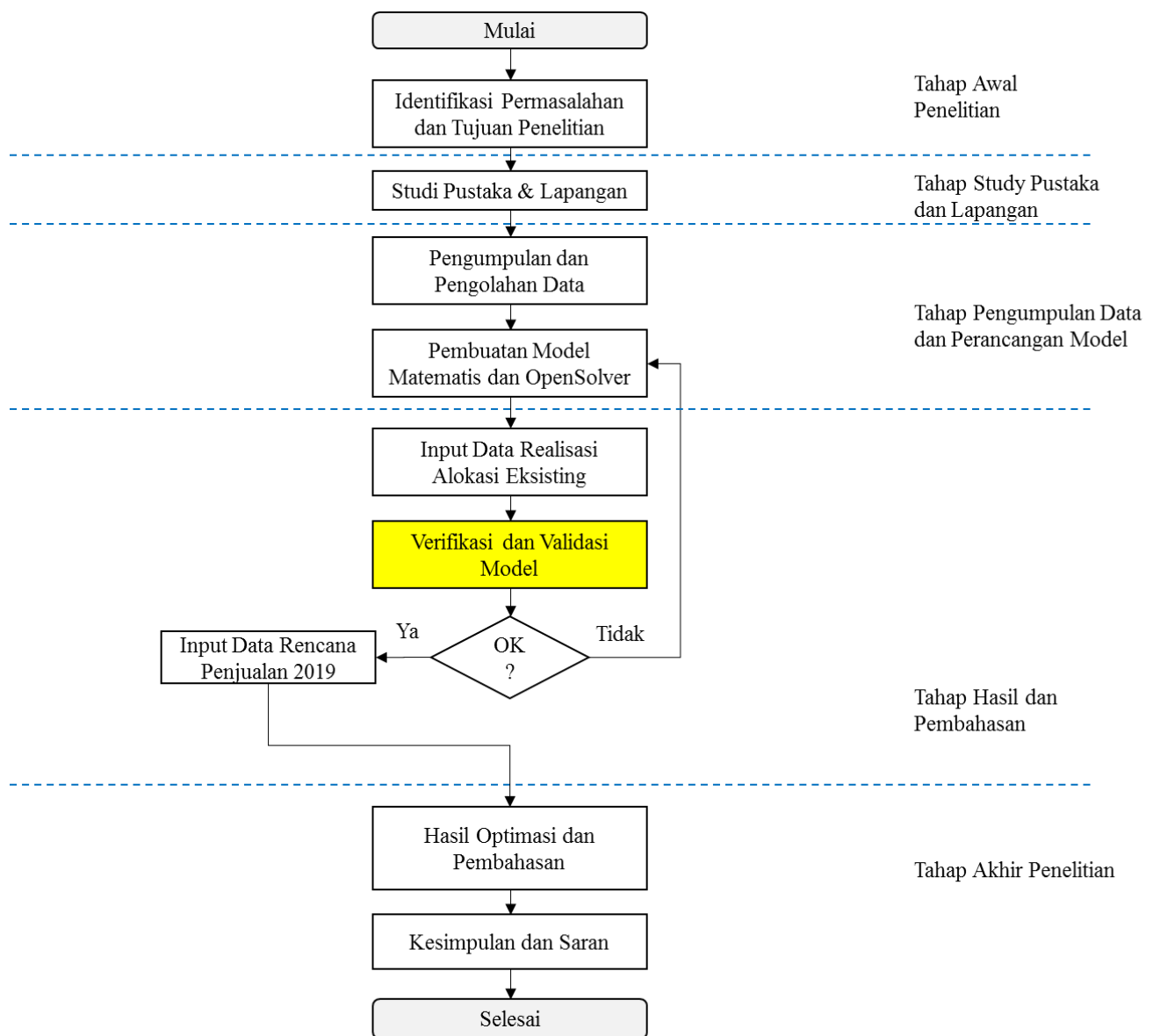
Pada tahap ini akan dijabarkan hasil optimasi yang telah dilakukan, disertai dengan analisis sensitivitas dan pembahasan lain yang diperlukan.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Hasil akhir dari penelitian ini berupa kesimpulan dan saran yang akan menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Saran dari penelitian ini bisa menjadi masukan kepada perusahaan amatan dalam melakukan optimasi biaya *supply chain*.

### **3.7 Diagram Alur Penelitian**

Adapun alur penelitian ini sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.3 berikut ini,



Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian

( Halaman ini sengaja dikosongkan )

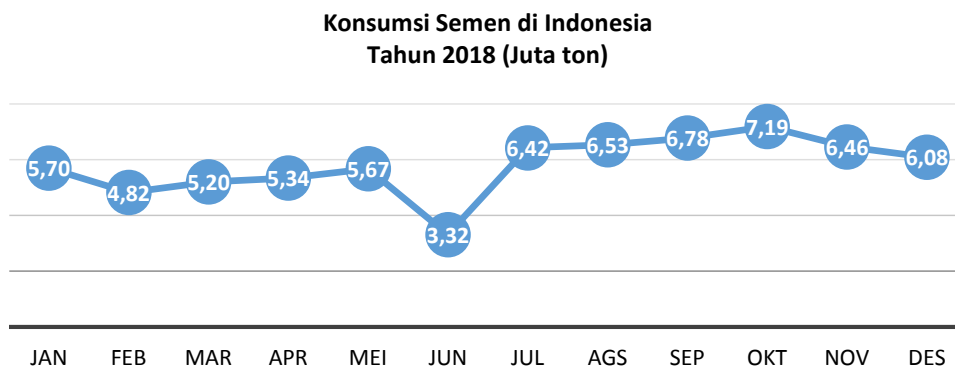
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini akan dipaparkan mengenai kondisi obyek amatan eksisting, pengumpulan dan pengolahan data, hasil optimasi model OpenSolver di Excel, Pembahasan dan Analisis Sensitivitas.

#### 4.1 Kondisi Riil Industri Semen di Indonesia dan PT. Z

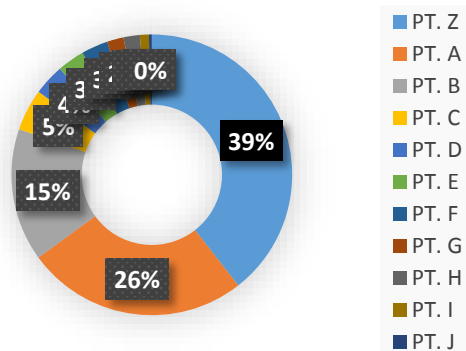
Komoditas semen merupakan salah satu komoditas yang memiliki pola musiman, dengan musim terendah ketika memasuki bulan Ramadhan dan hari raya Idul Fitri, sedangkan musim tertinggi ketika memasuki bulan September atau Oktober. Volume konsumsi semen di Indonesia di tahun 2018 ditunjukkan pada gambar 4.1



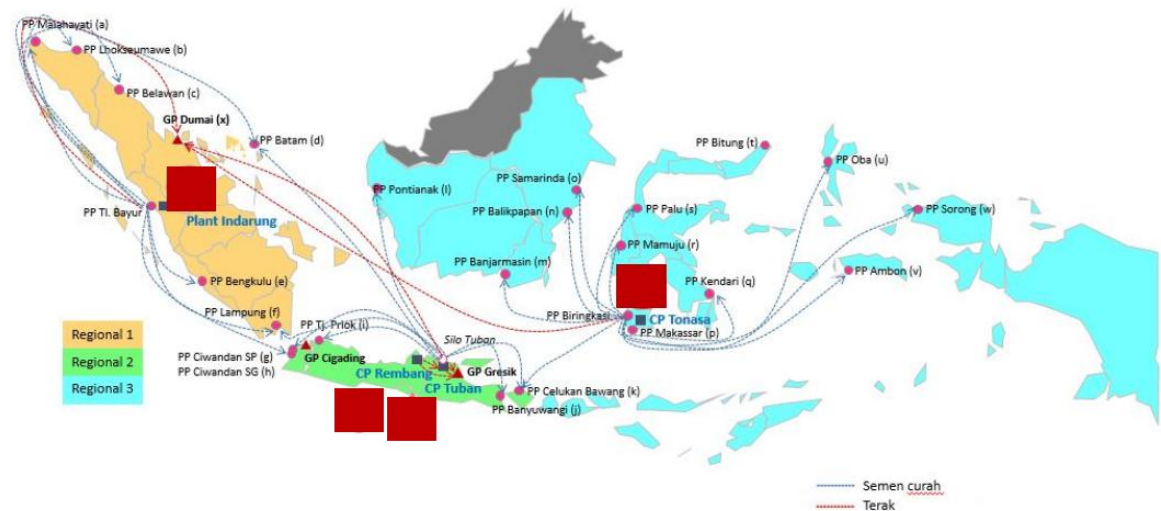
Gambar 4. 1 Konsumsi Semen di Indonesia Tahun 2018 (Sumber data: Asosiasi Semen Indonesia)

Dan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri semen di Indonesia adalah PT.Z, yang merupakan perusahaan semen di Indonesia dengan pangsa pasar terbesar, yaitu mencapai 39 % di tahun 2018, dengan cakupan wilayah pasar yang tersebar mulai dari ujung wilayah barat Indonesia hingga ujung wilayah timur Indonesia yang kemudian dibagi menjadi tiga regional pemasaran : Regional 1 untuk wilayah Sumatera, Regional 2 untuk wilayah Jawa dan Bali, dan Regional 3 untuk wilayah Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua. Aliran distribusi PT. Z ditunjukkan pada gambar 4.3.

### Pangsa Pasar Industri Semen di Indonesia

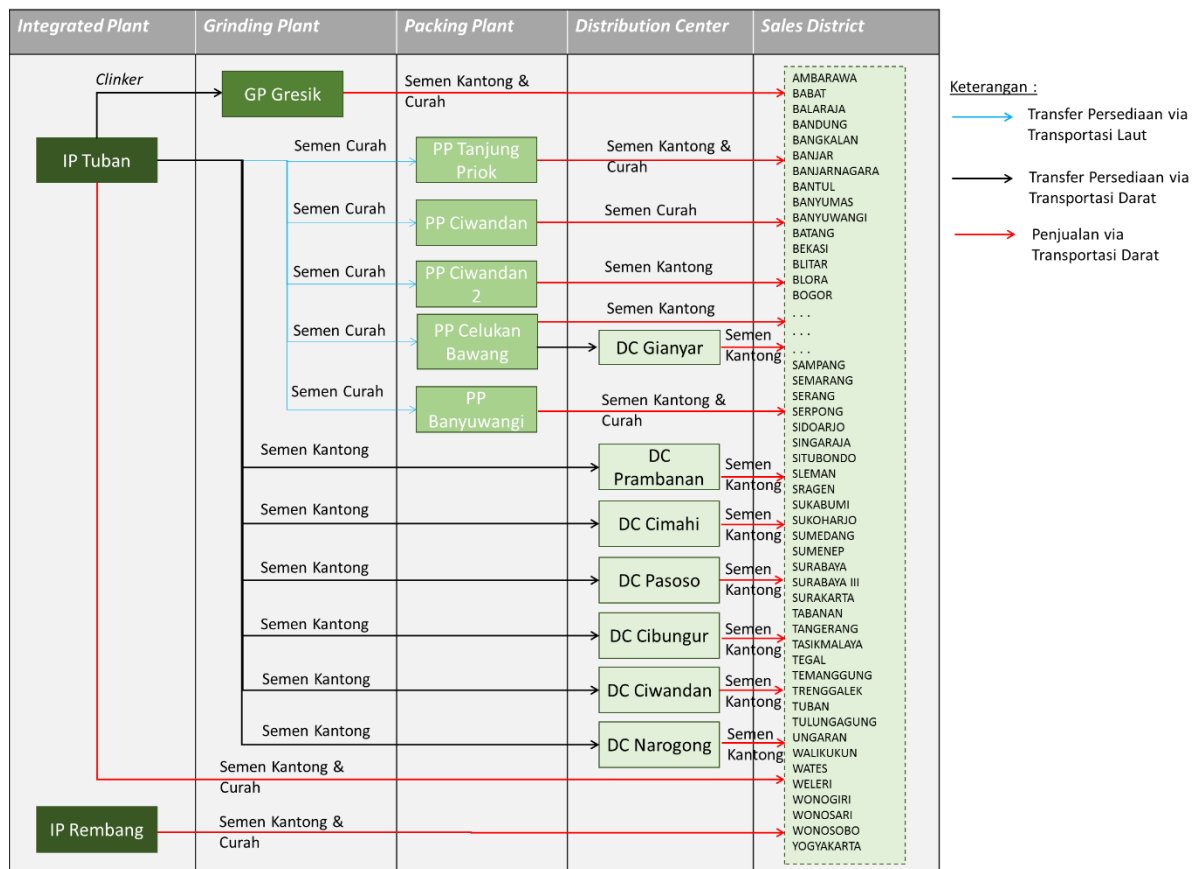


Gambar 4. 2 Pangsa Pasar Industri Semen di Indonesia



Gambar 4. 3 Aliran Distribusi Semen di PT. Z

Adapun untuk Regional 2 (yang ditunjukkan dengan warna hijau pada gambar 4.3), secara lebih detail proses aliran barang dijelaskan sebagaimana gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Aliran Barang Dari Fasilitas Pasok ke Distrik Penjualan Regional 2

Lingkup pada penelitian ini dibatasi pada sistem distribusi penjualan melalui transportasi darat (yang ditunjukkan dengan garis panah merah), yang terdiri dari 15 fasilitas pasok dan 129 distrik pemasaran. Diantara 15 fasilitas pasok tersebut terdiri dari 2 *integrated plant*, 1 *grinding plant*, 5 *packing plant*, dan 7 *distribution center*. Kapasitas masing-masing fasilitas pasok menggunakan data kemampuan pasok ketika musim tertinggi, yaitu pada bulan Oktober 2018. Adapun alokasi eksisting dari masing-masing fasilitas pasok ke distrik penjualan akan dipaparkan pada subbab pengumpulan dan pengolahan data.

## 4.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder, yang bersumber dari data perusahaan amatan. Data-data tersebut berupa : Fasilitas pasok, distrik pemasaran, biaya-biaya di fasilitas pasok, matriks biaya angkut, realisasi alokasi transportasi, dan perencanaan penjualan.



#### 4.2.1 Fasilitas Pasok

Regional 2 memiliki 15 fasilitas pasok, yang terdiri dari pabrik terintegrasi (*integrated plant*), pabrik penggilingan semen (*grinding plant*), pabrik pengemasan (*packing plant*), dan gudang penyangga (*distribution center*). Pabrik terintegrasi adalah pabrik yang melakukan proses penambangan hingga menjadi produk setengah jadi yaitu *clinker*, dan kemudian digiling menjadi produk akhir semen. Pabrik penggilingan semen adalah pabrik yang melakukan proses penggilingan *clinker* menjadi semen. Pabrik pengemasan adalah pabrik yang hanya melakukan proses pengemasan semen. Gudang penyangga adalah fasilitas penyimpanan produk akhir semen.

Lokasi fasilitas pasok dan kemampuan pasok ditunjukkan dalam tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Lokasi Fasilitas Pasok Semen

No	Nama Fasilitas	Jenis Fasilitas Pasok	Lokasi Fasilitas Pasok	Kemampuan Pasok / bulan (ton)
1	IP Rembang	Integrated Plant	Rembang	_.803
2	IP Tuban	Integrated Plant	Tuban	_.501
3	DC Cibungur	Distribution Center	Cibungur	_.400
4	DC Ciwandan	Distribution Center	Ciwandan	_.914
5	DC Narogong	Distribution Center	Narogong	_.362
6	DC Pasoso	Distribution Center	Pasoso	_.544
7	DC Prambanan	Distribution Center	Prambanan	_.987
8	DC Cimahi	Distribution Center	Cimahi	_.165
9	DC Gianyar	Distribution Center	Gianyar	_.462
10	GP Gresik	Grinding Plant	Gresik	_.782
11	PP Banyuwangi	Packing Plant	Banyuwangi	_.468
12	PP Celukan Bawang	Packing Plant	Celukan Bawang	_.415
13	PP Ciwandan	Packing Plant	Ciwandan	_.240
14	PP Ciwandan 2	Packing Plant	Ciwandan	_.630
15	PP Tanjung Priok	Packing Plant	Tanjung Priok	_.710

#### 4.2.2 Distrik Pemasaran

Distrik pemasaran yang dipasok terdiri dari 129 Distrik yang tersebar di pulau Jawa dan Bali. Tabel 4.2 menunjukkan distrik pemasaran Regional 2.

Tabel 4. 2 Distrik Pemasaran

Kode dan Distrik Pemasaran Regional 2							
D1	Ambarawa	D34	Gresik	D67	Magelang	D100	Serang
D2	Babat	D35	Gunung kidul	D68	Magetan	D101	Serpong
D3	Balaraja	D36	Indramayu	D69	Majalengka	D102	Sidoarjo
D4	Bandung	D37	Jakarta	D70	Majenang	D103	Singaraja
D5	Bangkalan	D38	Jakarta barat	D71	Malang	D104	Situbondo
D6	Banjar	D39	Jakarta selatan	D72	Mojokerto	D105	Sleman
D7	Banjarnagara	D40	Jakarta timur	D73	Negara	D106	Sragen
D8	Bantul	D41	Jakarta utara	D74	Nganjuk	D107	Sukabumi
D9	Banyumas	D42	Jember	D75	Ngawi	D108	Sukoharjo
D10	Banyuwangi	D43	Jembrana	D76	Ngraho	D109	Sumedang
D11	Batang	D44	Jepara	D77	Nusa dua	D110	Sumenep
D12	Bekasi	D45	Jimbaran	D78	Pacitan	D111	Surabaya
D13	Blitar	D46	Jombang	D79	Padalarang	D112	Surabaya III
D14	Blora	D47	Kab. Bandung	D80	Padangan	D113	Surakarta
D15	Bogor	D48	Kab. Karawang	D81	Pamekasan	D114	Tabanan
D16	Bojonegoro	D49	Kab. Kuningan	D82	Pandeglang	D115	Tangerang
D17	Bondowoso	D50	Kab. Lebak	D83	Parakan	D116	Tasikmalaya
D18	Boyolali	D51	Kab. Subang	D84	Pare	D117	Tegal
D19	Brebes	D52	Kab. Tangerang	D85	Pasuruan	D118	Temanggung
D20	Buleleng	D53	Karanganyar	D86	Pati	D119	Trenggalek
D21	Cepu	D54	Karangasem	D87	Pekalongan	D120	Tuban
D22	Ciamis	D55	Kebumen	D88	Pemalang	D121	Tulungagung
D23	Cianjur	D56	Kediri	D89	Ponorogo	D122	Ungaran
D24	Cibitung	D57	Kendal	D90	Probolinggo	D123	Walikukun
D25	Cikarang	D58	Klaten	D91	Purbalingga	D124	Wates
D26	Cilacap	D59	Klungkung	D92	Purwodadi	D125	Weleri
D27	Cilegon	D60	Kota depok	D93	Purwokerto	D126	Wonogiri
D28	Cimahi	D61	Kudus	D94	Purworejo	D127	Wonosari
D29	Cirebon	D62	Kulonprogo	D95	Rangkasbitung	D128	Wonosobo
D30	Demak	D63	Kuningan	D96	Rembang	D129	Yogyakarta
D31	Denpasar	D64	Lamongan	D97	Salatiga		
D32	Garut	D65	Lumajang	D98	Sampang		
D33	Gianyar	D66	Madiun	D99	Semarang		

#### 4.2.3 Biaya-Biaya Di Fasilitas Pasok

Biaya yang timbul di masing-masing fasilitas pasok dapat diidentifikasi sebagai berikut,

- (i) **Biaya produksi** adalah biaya yang timbul atas proses produksi semen dari mulai tambang hingga menjadi semen dalam bentuk curah,

- (ii) **Biaya pengemasan** adalah biaya yang timbul atas proses pengemasan semen dan bongkar muat. Biaya ini muncul baik untuk produk kantong atau curah
- (iii) **Biaya kemasan** adalah harga kemasan semen, baik untuk kemasan kantong 40kg dan 50kg.
- (iv) **Biaya transfer persediaan** adalah biaya yang timbul atas adanya transfer persediaan dari satu fasilitas pasok ke fasilitas pasok yang lain (*Stock transfer order*)
- (v) **Beban administrasi dan marketing** adalah beban yang timbul atas adanya program promosi dan pemasaran atas produk.
- (vi) **Biaya tetap** adalah biaya yang timbul atas depresiasi mesin atau terhadap asset fasilitas pasok.

Biaya-biaya diatas timbul dan melekat pada biaya operasional di masing-masing fasilitas pasok, dan bisa berbeda untuk produk kantong dan curah walaupun pada titik proses yang sama, misalnya untuk biaya produksi di pabrik Tuban, antara semen kantong dan curah seharusnya sama berdasarkan definisi biaya produksi yang telah dipaparkan. Biaya-biaya tersebut bisa berbeda karena adanya asumsi pengabaian tipe semen yang diproduksi, sehingga mempengaruhi biaya yang dilaporkan dalam laporan keuangan PT. Z.

Tabel 4. 3 Biaya-Biaya di Fasilitas Pasok Produk Kantong

Nama Fasilitas	Biaya Produksi	Biaya Pengemasan	Kemasan	Biaya Tetap	Biaya Angkut Transfer	Beban Adm & Marketing	TOTAL
IP Rembang	_.715	_.483	_.300	_.683		_.073	_.254
IP Tuban	_.891	_.115	_.034	_.840	_.334	_.934	_.148
DC Cibungur	_.044	_.831	_.319	_.984	_.315	_.887	_.669
DC Ciwandan	_.432	_.949	_.918	_.842	_.004	_.998	_.216
DC Narogong	_.539	_.472	_.539	_.975	_.284	_.464	_.079
DC Pasoso	_.731	_.580	_.605	_.219	_.738	_.116	_.734
DC Prambanan							

Nama Fasilitas	Biaya Produksi	Biaya Pengemas-an	Kemasan	Biaya Tetap	Biaya Angkut Transfer	Beban Adm & Marketing	TOTAL
DC Cimahi	_.605	_.413	_.677	_.589	_.910	_.876	_.387
DC Gianyar	_.154		_.494	_.845	_.929	_.664	_.831
GP Gresik	_.553	_.179	_.199	_.961	_.204	_.675	_.491
PP Banyuwangi	_.697	_.822	_.249	_.344	_.078	_.836	_.828
PP Celukan Bawang	_.584		_.742	_.448	_.450	_.432	_.431
PP Ciwandan	_.293	_.716	_.269	_.013	_.583	_.085	_.704
PP Ciwandan 2	_.855		_.674	_.589	_.280	_.694	_.129
PP Tanjung Priok	_.921		_.222	_.762	_.854	_.382	_.141

Tabel 4. 4 Biaya-Biaya di Fasilitas Pasok Produk Curah

Nama Fasilitas	Biaya Produksi	Biaya Pengemas-an	Kemasan	Biaya Tetap	Biaya Angkut Transfer	Beban Adm & Marketing	TOTAL
IP Rembang	_.274	_.483		_.725		_.073	_.555
IP Tuban	_.284	_.863		_.982	_.223	_.057	_.185
DC Prambanan	_.521	_.049		_.155		_.741	_.466
GP Gresik	_.775	_.228		_.773	_.053	_.854	_.600
PP Banyuwangi	_.749	_.029		_.192	_.096	_.669	_.735
PP Ciwandan	_.867	_.190		_.268	_.921	_.913	_.159
PP Ciwandan 2	_.963			_.938	_.309	_.767	_.977
PP Tanjung Priok	_.563			_.935	_.669	_.297	_.464

#### 4.2.4 Matriks Biaya Angkut

Biaya Angkut adalah biaya yang timbul atas adanya pengiriman semen dari titik fasilitas pasok ke distrik pemasaran. Produk semen kantong dan semen curah memiliki biaya angkut yang berbeda meskipun dengan tujuan distrik yang sama. Biaya angkut semen curah relatif lebih mahal dibandingkan dengan biaya angkut semen kantong. Biaya angkut ini khusus untuk pelanggan yang melakukan pemesanan dengan *incoterm* Franco / *Delivery*.

Berikut Tabel 4.5 dan 4.6 menunjukkan matriks biaya secara ringkas untuk distrik Bandung, Blora, Denpasar, Lamongan, Rembang, dan Situbondo.

Tabel 4. 5 Matriks Biaya Angkut Produk Kantong

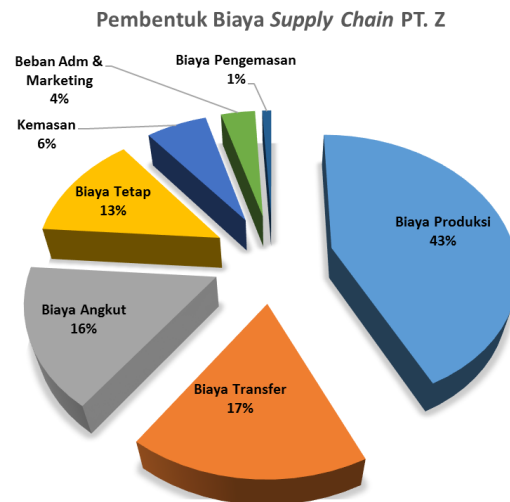
NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.250			_.850		...
IP Tuban	...	_.230	_.100		_.741	_.178	_.042	...
DC Cibungur	...	_.222						...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...	_.000						...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...				_.225		_.400	...
PP Banyuwangi	...			_.275			_.425	...
PP Celukan Bawang	...			_.400				...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Tabel 4. 6 Matriks Biaya Angkut Produk Curah

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.898					...
IP Tuban	...	_.461	_.797		_.285	_.011	_.006	...
DC Cibungur	...							...

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...							...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...			_.779	_.288		_.834	...
PP Banyuwangi	...			_.892			_.051	...
PP Celukan Bawang	...							...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Akumulasi biaya-biaya yang timbul di masing-masing fasilitas pasok dan biaya angkut dari masing-masing fasilitas pasok tersebut ke distrik penjualan merupakan biaya *supply chain* di PT. Z, dengan porsi terbesar dibentuk oleh biaya produksi, dan disusul oleh biaya transfer persediaan dan biaya angkut. Gambar 4.5 menunjukkan porsi komponen biaya terhadap pembentukan biaya supply chain di PT. Z secara rata-rata.



Gambar 4. 5 Pembentuk Biaya Supply Chain PT. Z

#### 4.2.5 Realisasi Alokasi Transportasi

Alokasi transportasi yang eksisting diperlukan untuk membandingkan dengan hasil alokasi yang optimal, sehingga akan diketahui seberapa besar potensi biaya yang bisa dihemat. Secara ringkas, dari lima belas titik pasok yang dimiliki di Region 2, masing-masing memasok ke suatu distrik seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9 sebagai berikut,

Tabel 4. 7 Matriks Alokasi Ekisting

Fasilitas Pasok	Tipe	Jumlah Distrik Yang Dipasok	Distrik : ....																													
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	...	D127	D128	D129	
IP Rembang	CURAH	22							✓				✓			✓				✓	✓							:				
	ZAK	25	✓										✓							✓				✓	✓			:				
IP Tuban	CURAH	85		✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓	:		✓	✓	✓
	ZAK	85				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	:		✓	✓	
DC Cibungur	ZAK	6				✓								✓													✓	:				
DC Ciwandan	ZAK	5																										:				
DC Narogong	ZAK	2																										:				
DC Pasoso	ZAK	7																										:				
DC Prambanan	CURAH	1																										:				
DC Cimahi	ZAK	1				✓																						:				
DC Gianyar	ZAK	1																										:				
GP Gresik	CURAH	20										✓		✓														:				
	ZAK	29					✓					✓	✓		✓				✓									:				
PP Banyuwangi	CURAH	8										✓																:				
	ZAK	8										✓																:				
PP Celukan Bawang	ZAK	9																				✓						:				
PP Ciwandan	CURAH	8			✓																							:				
PP Ciwandan 2	ZAK	3																										:				
PP Tanjung Priok	CURAH	9												✓				✓									✓	✓	:			
	ZAK	5																										:				
Jumlah Fasilitas Pasok Yang Memasok Distrik :			1	1	1	4	1	1	3	2	2	6	4	7	3	4	5	3	2	4	2	1	2	2	1	2	4	:	2	2	1	

Fasilitas pasok yang paling banyak melayani distrik pemasaran adalah IP Tuban, baik untuk semen kantong ataupun semen curah, sedangkan DC Prambanan, DC Cimahi, dan DC Gianyar menjadi fasilitas pasok melayani distrik pemasaran yang paling sedikit dengan masing-masing hanya melayani satu distrik pemasaran.

#### 4.2.6 Perencanaan Penjualan

Setelah optimasi dijalankan dengan membandingkan antara alokasi eksisting dan menunjukkan potensi penghematan, maka model optimasi akan diterapkan untuk data perencanaan penjualan. Dalam penelitian ini perencanaan penjualan menggunakan data RKAP perusahaan selama triwulan pertama di tahun 2019, sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4. 8 Target Penjualan Produk Kantong

<b>DISTRIK (BAG)</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>
AMBARAWA	_.400	_.500	_.100
BANDUNG	_.500	_.900	_.000
BANGKALAN	_.400	_.700	_.300
BANJAR	_.100	_.200	_.700
BANJARNAGARA	_.400	_.100	_.400
...	...	...	...
WONOGIRI	_.100	_.100	_.700
WONOSARI	_.300	_.600	_.000
WONOSOBO	_.800	_.600	_.600
<b>TOTAL</b>	_.100	_.400	_.100

Tabel 4. 9 Target Penjualan Produk Curah

<b>DISTRIK (BULK)</b>	<b>JAN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>
BABAT	_.200	_.200	_.200
BALARAJA	_.700	_.600	_.700
BANDUNG	_.000	_.400	_.800
BANJARNAGARA	_.100	_.500	_.800
BANTUL	_.800	_.600	_.300
...			
WONOGIRI	_.600	_.400	_.500
WONOSOBO	_.200	_.200	_.200
YOGYAKARTA	_.100	_.900	_.200
<b>TOTAL</b>	_.500	_.500	_.800

### 4.3 Formulasi Matematika Permasalahan

#### 4.3.1 Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam permasalahan transportasi ini mencakup 332 variabel keputusan yang diwakili dengan notasi sebagai berikut,



$X_{i,j}$  : Volume yang dipasok dari fasilitas pasok  $i$  untuk memenuhi permintaan di distrik  $j$

$X_{i,k}$  : Volume yang dipasok dari fasilitas pasok  $i$  untuk memenuhi permintaan di distrik  $k$

Dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 15$  untuk titik fasilitas pasok;  $j = 1, 2, 3, \dots, 111$  (untuk distrik dengan permintaan produk semen kantong), dan  $k = 112, 113, 114, \dots, 208$  (untuk distrik dengan permintaan produk semen curah)

#### 4.3.2 Fungsi Objektif

Tujuan dalam permasalahan transportasi ini adalah meminimalkan biaya keseluruhan *supply chain* yang timbul. Koefisien variabel dalam variabel keputusan merupakan keseluruhan biaya *supply chain* sebagaimana yang telah dipaparkan dalam Bab III, yaitu biaya produksi, biaya tetap, biaya transfer persediaan, biaya pengemasan, biaya kemasan, biaya pemasaran, dan biaya angkut, sehingga fungsi tujuan dalam studi ini sebagai berikut,

$Z_{\min} =$

$$\begin{aligned} & \_780 X_{1.1} + \_730 X_{1.9} + \_430 X_{1.12} + \_080 X_{1.14} + \_280 X_{1.16} + \_380 X_{1.19} + \_230 \\ & X_{1.26} + \_330 X_{1.39} + \_980 X_{1.47} + \_080 X_{1.51} + \_505 X_{1.54} + \_530 X_{1.58} + \_930 \\ & X_{1.66} + \_080 X_{1.70} + \_505 X_{1.73} + \_805 X_{1.78} + \_030 X_{1.81} + \_055 X_{1.82} + \_080 \\ & X_{1.84} + \_730 X_{1.90} + \_080 X_{1.91} + \_905 X_{1.93} + \_230 X_{1.106} + \_455 X_{1.107} + \_655 \\ & X_{1.108} + \_951 X_{1.115} + \_518 X_{1.119} + \_337 X_{1.122} + \_141 X_{1.125} + \_949 X_{1.126} + \\ & \_067 X_{1.134} + \_693 X_{1.142} + \_981 X_{1.147} + \_817 X_{1.150} + \_815 X_{1.153} + \_906 \\ & X_{1.173} + \_946 X_{1.175} + \_891 X_{1.179} + \_626 X_{1.180} + \_936 X_{1.184} + \_804 X_{1.185} + \\ & \_826 X_{1.191} + \_327 X_{1.197} + \_123 X_{1.200} + \_895 X_{1.202} + \_445 X_{2.2} + \_684 X_{2.4} \\ & + \_095 X_{2.5} + \_552 X_{2.6} + \_015 X_{2.7} + \_652 X_{2.8} + \_198 X_{2.9} + \_536 X_{2.10} + \_365 \\ & X_{2.11} + \_315 X_{2.12} + \_579 X_{2.13} + \_721 X_{2.14} + \_411 X_{2.15} + \_455 X_{2.16} + \_422 \\ & X_{2.17} + \_911 X_{2.20} + \_692 X_{2.21} + \_250 X_{2.22} + \_508 X_{2.23} + \_627 X_{2.24} + \_989 \\ & X_{2.25} + \_535 X_{2.28} + \_573 X_{2.30} + \_640 X_{2.31} + \_450 X_{2.32} + \_796 X_{2.33} + \_290 \\ & X_{2.37} + \_530 X_{2.39} + \_990 X_{2.40} + \_030 X_{2.41} + \_468 X_{2.42} + \_795 X_{2.43} + \_592 \\ & X_{2.45} + \_340 X_{2.47} + \_199 X_{2.48} + \_608 X_{2.49} + \_825 X_{2.50} + \_390 X_{2.51} + \_368 \\ & X_{2.52} + \_696 X_{2.53} + \_886 X_{2.54} + \_140 X_{2.55} + \_956 X_{2.56} + \_848 X_{2.57} + \_405 \\ & X_{2.59} + \_140 X_{2.60} + \_275 X_{2.61} + \_885 X_{2.62} + \_939 X_{2.63} + \_247 X_{2.64} + \_715 \end{aligned}$$

$X2.65 + \_040 X2.66 + \_523 X2.68 + \_192 X2.69 + \_115 X2.70 + \_903 X2.72 + \_775$   
 $X2.73 + \_051 X2.74 + \_006 X2.75 + \_677 X2.76 + \_237 X2.77 + \_761 X2.78 + \_712$   
 $X2.79 + \_968 X2.80 + \_392 X2.81 + \_715 X2.84 + \_575 X2.87 + \_549 X2.88 + \_256$   
 $X2.89 + \_258 X2.90 + \_123 X2.92 + \_065 X2.93 + \_175 X2.94 + \_052 X2.96 + \_315$   
 $X2.97 + \_772 X2.100 + \_263 X2.101 + \_015 X2.102 + \_940 X2.103 + \_849 X2.104 +$   
 $\_205 X2.105 + \_043 X2.108 + \_790 X2.109 + \_615 X2.110 + \_835 X2.111 + \_144$   
 $X2.112 + \_590 X2.114 + \_456 X2.115 + \_451 X2.116 + \_952 X2.117 + \_079 X2.118 +$   
 $\_346 X2.119 + \_226 X2.120 + \_333 X2.121 + \_926 X2.122 + \_586 X2.123 + \_408$   
 $X2.124 + \_901 X2.125 + \_190 X2.127 + \_251 X2.128 + \_078 X2.129 + \_574 X2.130 +$   
 $\_618 X2.131 + \_610 X2.133 + \_812 X2.134 + \_492 X2.136 + \_772 X2.137 + \_322$   
 $X2.138 + \_514 X2.139 + \_890 X2.141 + \_667 X2.142 + \_073 X2.144 + \_577 X2.145 +$   
 $\_579 X2.146 + \_112 X2.147 + \_285 X2.148 + \_708 X2.149 + \_965 X2.150 + \_176$   
 $X2.151 + \_643 X2.153 + \_237 X2.154 + \_277 X2.155 + \_414 X2.156 + \_517 X2.157 +$   
 $\_631 X2.158 + \_208 X2.159 + \_666 X2.160 + \_144 X2.161 + \_334 X2.162 + \_120$   
 $X2.164 + \_648 X2.165 + \_049 X2.166 + \_662 X2.167 + \_125 X2.168 + \_727 X2.170 +$   
 $\_394 X2.171 + \_897 X2.172 + \_584 X2.173 + \_484 X2.174 + \_727 X2.175 + \_776$   
 $X2.176 + \_171 X2.177 + \_956 X2.178 + \_968 X2.179 + \_276 X2.180 + \_705 X2.181 +$   
 $\_139 X2.183 + \_845 X2.184 + \_133 X2.185 + \_368 X2.188 + \_135 X2.190 + \_849$   
 $X2.191 + \_014 X2.192 + \_156 X2.193 + \_890 X2.194 + \_951 X2.195 + \_497 X2.196 +$   
 $\_546 X2.197 + \_275 X2.199 + \_800 X2.200 + \_184 X2.201 + \_906 X2.202 + \_997$   
 $X2.203 + \_394 X2.204 + \_369 X2.205 + \_001 X2.206 + \_712 X2.207 + \_651 X2.208 +$   
 $\_715 X3.2 + \_138 X3.10 + \_411 X3.22 + \_648 X3.24 + \_715 X3.41 + \_070 X3.42 +$   
 $\_713 X4.44 + \_768 X4.46 + \_051 X4.85 + \_896 X4.86 + \_022 X4.99 + \_984 X5.10 +$   
 $\_984 X5.13 + \_301 X6.10 + \_229 X6.13 + \_146 X6.33 + \_488 X6.35 + \_285 X6.36 +$   
 $\_549 X6.53 + \_881 X6.99 + \_530 X7.154 + \_194 X8.2 + \_088 X9.29 + \_199 X10.3 +$   
 $\_421 X10.8 + \_471 X10.11 + \_621 X10.15 + \_371 X10.37 + \_421 X10.47 + \_646$   
 $X10.50 + \_596 X10.51 + \_321 X10.56 + \_471 X10.58 + \_425 X10.63 + \_844 X10.71 +$   
 $\_546 X10.74 + \_221 X10.75 + \_571 X10.76 + \_821 X10.77 + \_434 X10.78 + \_846$   
 $X10.79 + \_146 X10.83 + \_821 X10.84 + \_496 X10.89 + \_826 X10.95 + \_124 X10.96 +$   
 $\_346 X10.101 + \_471 X10.103 + \_921 X10.104 + \_121 X10.105 + \_756 X10.109 + \_423$   
 $X10.118 + \_146 X10.120 + \_393 X10.132 + \_672 X10.135 + \_405 X10.138 + \_231$   
 $X10.140 + \_433 X10.141 + \_610 X10.144 + \_401 X10.149 + \_180 X10.156 + \_326$

$X_{10.161} + \_308 X_{10.162} + \_790 X_{10.169} + \_607 X_{10.172} + \_747 X_{10.177} + \_683$   
 $X_{10.188} + \_726 X_{10.190} + \_413 X_{10.195} + \_508 X_{10.196} + \_040 X_{10.205} + \_676$   
 $X_{11.8} + \_466 X_{11.27} + \_266 X_{11.29} + \_116 X_{11.38} + \_266 X_{11.52} + \_116 X_{11.88} +$   
 $\_616 X_{11.89} + \_816 X_{11.98} + \_181 X_{11.118} + \_959 X_{11.135} + \_433 X_{11.137} + \_861$   
 $X_{11.143} + \_057 X_{11.152} + \_786 X_{11.163} + \_895 X_{11.189} + \_118 X_{11.190} + \_398$   
 $X_{12.18} + \_623 X_{12.27} + \_600 X_{12.29} + \_173 X_{12.38} + \_773 X_{12.48} + \_791 X_{12.52} +$   
 $\_298 X_{12.67} + \_813 X_{12.88} + \_531 X_{12.98} + \_885 X_{13.113} + \_698 X_{13.132} + \_328$   
 $X_{13.140} + \_398 X_{13.182} + \_649 X_{13.186} + \_051 X_{13.187} + \_663 X_{13.198} + \_017$   
 $X_{14.46} + \_517 X_{14.85} + \_492 X_{14.99} + \_121 X_{15.33} + \_036 X_{15.34} + \_559 X_{15.35} +$   
 $\_730 X_{15.36} + \_982 X_{15.99} + \_035 X_{15.120} + \_437 X_{15.123} + \_046 X_{15.129} + \_155$   
 $X_{15.130} + \_062 X_{15.140} + \_795 X_{15.146} + \_976 X_{15.187} + \_844 X_{15.198}$

### 4.3.3 Fungsi Kendala

Kendala dalam permasalahan ini adalah pembatasan kemampuan pasok masing-masing fasilitas pasok, volume permintaan di masing-masing pasar baik permintaan semen kantong atau curah, dan kendala non negatif. Dalam fungsi kendala volume permintaan berikut merupakan dengan angka volume target Januari 2019. Fungsi kendala tersebut sebagai berikut,

- Kendala kemampuan pasok fasilitas

- (1)  $X_{1.1} + X_{1.9} + X_{1.12} + X_{1.14} + X_{1.16} + X_{1.19} + X_{1.26} + X_{1.39} + X_{1.47} +$   
 $X_{1.51} + X_{1.54} + X_{1.58} + X_{1.66} + X_{1.70} + X_{1.73} + X_{1.78} + X_{1.81} + X_{1.82} +$   
 $X_{1.84} + X_{1.90} + X_{1.91} + X_{1.93} + X_{1.106} + X_{1.107} + X_{1.108} + X_{1.115} +$   
 $X_{1.119} + X_{1.122} + X_{1.125} + X_{1.126} + X_{1.134} + X_{1.142} + X_{1.147} + X_{1.150} +$   
 $X_{1.153} + X_{1.173} + X_{1.175} + X_{1.179} + X_{1.180} + X_{1.184} + X_{1.185} + X_{1.191} +$   
 $X_{1.197} + X_{1.200} + X_{1.202} \leq \_746$
- (2)  $X_{2.2} + X_{2.4} + X_{2.5} + X_{2.6} + X_{2.7} + X_{2.8} + X_{2.9} + X_{2.10} + X_{2.11} + X_{2.12} +$   
 $X_{2.13} + X_{2.14} + X_{2.15} + X_{2.16} + X_{2.17} + X_{2.20} + X_{2.21} + X_{2.22} + X_{2.23} +$   
 $X_{2.24} + X_{2.25} + X_{2.28} + X_{2.30} + X_{2.31} + X_{2.32} + X_{2.33} + X_{2.37} + X_{2.39} +$   
 $X_{2.40} + X_{2.41} + X_{2.42} + X_{2.43} + X_{2.45} + X_{2.47} + X_{2.48} + X_{2.49} + X_{2.50} +$   
 $X_{2.51} + X_{2.52} + X_{2.53} + X_{2.54} + X_{2.55} + X_{2.56} + X_{2.57} + X_{2.59} + X_{2.60} +$   
 $X_{2.61} + X_{2.62} + X_{2.63} + X_{2.64} + X_{2.65} + X_{2.66} + X_{2.68} + X_{2.69} + X_{2.70} +$   
 $X_{2.72} + X_{2.73} + X_{2.74} + X_{2.75} + X_{2.76} + X_{2.77} + X_{2.78} + X_{2.79} + X_{2.80} +$

$$\begin{aligned}
& X2.81 + X2.84 + X2.87 + X2.88 + X2.89 + X2.90 + X2.92 + X2.93 + X2.94 + \\
& X2.96 + X2.97 + X2.100 + X2.101 + X2.102 + X2.103 + X2.104 + X2.105 + \\
& X2.108 + X2.109 + X2.110 + X2.111 + X2.112 + X2.114 + X2.115 + X2.116 + \\
& X2.117 + X2.118 + X2.119 + X2.120 + X2.121 + X2.122 + X2.123 + X2.124 + \\
& X2.125 + X2.127 + X2.128 + X2.129 + X2.130 + X2.131 + X2.133 + X2.134 + \\
& X2.136 + X2.137 + X2.138 + X2.139 + X2.141 + X2.142 + X2.144 + X2.145 + \\
& X2.146 + X2.147 + X2.148 + X2.149 + X2.150 + X2.151 + X2.153 + X2.154 + \\
& X2.155 + X2.156 + X2.157 + X2.158 + X2.159 + X2.160 + X2.161 + X2.162 + \\
& X2.164 + X2.165 + X2.166 + X2.167 + X2.168 + X2.170 + X2.171 + X2.172 + \\
& X2.173 + X2.174 + X2.175 + X2.176 + X2.177 + X2.178 + X2.179 + X2.180 + \\
& X2.181 + X2.183 + X2.184 + X2.185 + X2.188 + X2.190 + X2.191 + X2.192 + \\
& X2.193 + X2.194 + X2.195 + X2.196 + X2.197 + X2.199 + X2.200 + X2.201 + \\
& X2.202 + X2.203 + X2.204 + X2.205 + X2.206 + X2.207 + X2.208 \leq \_ .385
\end{aligned}$$

$$(3) \quad X3.2 + X3.10 + X3.22 + X3.24 + X3.41 + X3.42 \leq \_ .400$$

$$(4) \quad X4.44 + X4.46 + X4.85 + X4.86 + X4.99 \leq \_ .914$$

$$(5) \quad X5.10 + X5.13 \leq \_ .362$$

$$(6) \quad X6.10 + X6.13 + X6.33 + X6.35 + X6.36 + X6.53 + X6.99 \leq \_ .544$$

$$(7) \quad X7.154 \leq \_ .987$$

$$(8) \quad X8.2 \leq \_ .165$$

$$(9) \quad X9.29 \leq \_ .462$$

$$\begin{aligned}
(10) \quad & X10.3 + X10.8 + X10.11 + X10.15 + X10.37 + X10.47 + X10.50 + X10.51 + \\
& X10.56 + X10.58 + X10.63 + X10.71 + X10.74 + X10.75 + X10.76 + X10.77 + \\
& X10.78 + X10.79 + X10.83 + X10.84 + X10.89 + X10.95 + X10.96 + X10.101 + \\
& X10.103 + X10.104 + X10.105 + X10.109 + X10.118 + X10.120 + X10.132 + \\
& X10.135 + X10.138 + X10.140 + X10.141 + X10.144 + X10.149 + X10.156 + \\
& X10.161 + X10.162 + X10.169 + X10.172 + X10.177 + X10.188 + X10.190 + \\
& X10.195 + X10.196 + X10.205 \leq \_ .782
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(11) \quad & X11.8 + X11.27 + X11.29 + X11.38 + X11.52 + X11.88 + X11.89 + X11.98 + \\
& X11.118 + X11.135 + X11.137 + X11.143 + X11.152 + X11.163 + X11.189 + \\
& X11.190 \leq \_ .468
\end{aligned}$$

- (12)  $X_{12.18} + X_{12.27} + X_{12.29} + X_{12.38} + X_{12.48} + X_{12.52} + X_{12.67} + X_{12.88} + X_{12.98} \leq \_ .415$
- (13)  $X_{12.18} + X_{12.27} + X_{12.29} + X_{12.38} + X_{12.48} + X_{12.52} + X_{12.67} + X_{12.88} + X_{12.98} + 29240 \leq \_ .240$
- (14)  $X_{14.46} + X_{14.85} + X_{14.99} \leq \_ .630$
- (15)  $X_{15.33} + X_{15.34} + X_{15.35} + X_{15.36} + X_{15.99} + X_{15.120} + X_{15.123} + X_{15.129} + X_{15.130} + X_{15.140} + X_{15.146} + X_{15.187} + X_{15.198} \leq \_ .710$

▪ Kendala volume permintaan

- (1)  $X_{1.1} = \_ .400$
- (2)  $X_{2.2} + X_{3.2} + X_{8.2} = \_ .500$
- (3)  $X_{10.3} = \_ .400$
- (4)  $X_{2.4} = \_ .100$
- (5)  $X_{2.5} = \_ .400$
- (6)  $X_{2.6} = \_ .800$
- (7)  $X_{2.7} = \_ .100$
- (8)  $X_{2.8} + X_{10.8} + X_{11.8} = \_ .200$
- (9)  $X_{1.9} + X_{2.9} = \_ .800$
- (10)  $X_{2.10} + X_{3.10} + X_{5.10} + X_{6.10} = \_ .000$
- (11)  $X_{2.11} + X_{10.11} = \_ .000$
- (12)  $X_{1.12} + X_{2.12} = \_ .700$
- (13)  $X_{2.13} + X_{5.13} + X_{6.13} = \_ .000$
- (14)  $X_{1.14} + X_{2.14} = \_ .300$
- (15)  $X_{2.15} + X_{10.15} = \_ .700$
- (16)  $X_{1.16} + X_{2.16} = \_ .400$
- (17)  $X_{2.17} = \_ .400$
- (18)  $X_{12.18} = \_ .400$
- (19)  $X_{1.19} = \_ .000$
- (20)  $X_{2.20} = \_ .400$
- (21)  $X_{2.21} = \_ .900$
- (22)  $X_{2.22} + X_{3.22} = \_ .900$
- (23)  $X_{2.23} = \_ .300$

- (24)  $X_{2.24} + X_{3.24} = \_ .100$
- (25)  $X_{2.25} = \_ .000$
- (26)  $X_{1.26} = \_ .300$
- (27)  $X_{11.27} + X_{12.27} = \_ .600$
- (28)  $X_{2.28} = \_ .100$
- (29)  $X_{9.29} + X_{11.29} + X_{12.29} = \_ .600$
- (30)  $X_{2.30} = \_ .900$
- (31)  $X_{2.31} = \_ .500$
- (32)  $X_{2.32} = \_ .800$
- (33)  $X_{2.33} + X_{6.33} + X_{15.33} = \_ .500$
- (34)  $X_{15.34} = \_ .0$
- (35)  $X_{6.35} + X_{15.35} = \_ .200$
- (36)  $X_{6.36} + X_{15.36} = \_ .200$
- (37)  $X_{2.37} + X_{10.37} = \_ .100$
- (38)  $X_{11.38} + X_{12.38} = \_ .500$
- (39)  $X_{1.39} + X_{2.39} = \_ .600$
- (40)  $X_{2.40} = \_ .500$
- (41)  $X_{2.41} + X_{3.41} = \_ .300$
- (42)  $X_{2.42} + X_{3.42} = \_ .500$
- (43)  $X_{2.43} = \_ .500$
- (44)  $X_{4.44} = \_ .300$
- (45)  $X_{2.45} = \_ .800$
- (46)  $X_{4.46} + X_{14.46} = \_ .000$
- (47)  $X_{1.47} + X_{2.47} + X_{10.47} = \_ .300$
- (48)  $X_{2.48} + X_{12.48} = \_ .900$
- (49)  $X_{2.49} = \_ .500$
- (50)  $X_{2.50} + X_{10.50} = \_ .600$
- (51)  $X_{1.51} + X_{2.51} + X_{10.51} = \_ .500$
- (52)  $X_{2.52} + X_{11.52} + X_{12.52} = \_ .800$
- (53)  $X_{2.53} + X_{6.53} = \_ .600$
- (54)  $X_{1.54} + X_{2.54} = \_ .300$

- (55)  $X2.55 = \underline{.000}$   
(56)  $X2.56 + X10.56 = \underline{.500}$   
(57)  $X2.57 = \underline{.900}$   
(58)  $X1.58 + X10.58 = \underline{.700}$   
(59)  $X2.59 = \underline{.100}$   
(60)  $X2.60 = \underline{.100}$   
(61)  $X2.61 = \underline{.200}$   
(62)  $X2.62 = \underline{.300}$   
(63)  $X2.63 + X10.63 = \underline{.300}$   
(64)  $X2.64 = \underline{.800}$   
(65)  $X2.65 = \underline{.700}$   
(66)  $X1.66 + X2.66 = \underline{.700}$   
(67)  $X12.67 = \underline{.600}$   
(68)  $X2.68 = \underline{.700}$   
(69)  $X2.69 = \underline{.400}$   
(70)  $X1.70 + X2.70 = \underline{.500}$   
(71)  $X10.71 = \underline{.800}$   
(72)  $X2.72 = \underline{.300}$   
(73)  $X1.73 + X2.73 = \underline{.100}$   
(74)  $X2.74 + X10.74 = \underline{.100}$   
(75)  $X2.75 + X10.75 = \underline{.000}$   
(76)  $X2.76 + X10.76 = \underline{.400}$   
(77)  $X2.77 + X10.77 = \underline{.000}$   
(78)  $X1.78 + X2.78 + X10.78 = \underline{.800}$   
(79)  $X2.79 + X10.79 = \underline{.000}$   
(80)  $X2.80 = \underline{.800}$   
(81)  $X1.81 + X2.81 = \underline{.900}$   
(82)  $X1.82 = \underline{.500}$   
(83)  $X10.83 = \underline{.500}$   
(84)  $X1.84 + X2.84 + X10.84 = \underline{.100}$   
(85)  $X4.85 + X14.85 = \underline{.800}$

- (86)  $X_{4.86} = \underline{\hspace{1cm}}.0$
- (87)  $X_{2.87} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (88)  $X_{2.88} + X_{11.88} + X_{12.88} = \underline{\hspace{1cm}}.300$
- (89)  $X_{2.89} + X_{10.89} + X_{11.89} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (90)  $X_{1.90} + X_{2.90} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (91)  $X_{1.91} = \underline{\hspace{1cm}}.600$
- (92)  $X_{2.92} = \underline{\hspace{1cm}}.800$
- (93)  $X_{1.93} + X_{2.93} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (94)  $X_{2.94} = \underline{\hspace{1cm}}.800$
- (95)  $X_{10.95} = \underline{\hspace{1cm}}.700$
- (96)  $X_{2.96} + X_{10.96} = \underline{\hspace{1cm}}.600$
- (97)  $X_{2.97} = \underline{\hspace{1cm}}.800$
- (98)  $X_{11.98} + X_{12.98} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (99)  $X_{4.99} + X_{6.99} + X_{14.99} + X_{15.99} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (100)  $X_{2.100} = \underline{\hspace{1cm}}.900$
- (101)  $X_{2.101} + X_{10.101} = \underline{\hspace{1cm}}.500$
- (102)  $X_{2.102} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (103)  $X_{2.103} + X_{10.103} = \underline{\hspace{1cm}}.700$
- (104)  $X_{2.104} + X_{10.104} = \underline{\hspace{1cm}}.100$
- (105)  $X_{2.105} + X_{10.105} = \underline{\hspace{1cm}}.600$
- (106)  $X_{1.106} = \underline{\hspace{1cm}}.300$
- (107)  $X_{1.107} = \underline{\hspace{1cm}}.800$
- (108)  $X_{1.108} + X_{2.108} = \underline{\hspace{1cm}}.300$
- (109)  $X_{2.109} + X_{10.109} = \underline{\hspace{1cm}}.100$
- (110)  $X_{2.110} = \underline{\hspace{1cm}}.300$
- (111)  $X_{2.111} = \underline{\hspace{1cm}}.800$
- (112)  $X_{2.112} = \underline{\hspace{1cm}}.200$
- (113)  $X_{13.113} = \underline{\hspace{1cm}}.700$
- (114)  $X_{2.114} = \underline{\hspace{1cm}}.000$
- (115)  $X_{1.115} + X_{2.115} = \underline{\hspace{1cm}}.100$
- (116)  $X_{2.116} = \underline{\hspace{1cm}}.800$



- (117)  $X2.117 = \underline{.200}$
- (118)  $X2.118 + X10.118 + X11.118 = \underline{.700}$
- (119)  $X1.119 + X2.119 = \underline{.000}$
- (120)  $X2.120 + X10.120 + X15.120 = \underline{.700}$
- (121)  $X2.121 = \underline{.500}$
- (122)  $X1.122 + X2.122 = \underline{.200}$
- (123)  $X2.123 + X15.123 = \underline{.300}$
- (124)  $X2.124 = \underline{.900}$
- (125)  $X1.125 + X2.125 = \underline{.800}$
- (126)  $X1.126 = \underline{.100}$
- (127)  $X2.127 = \underline{.500}$
- (128)  $X2.128 = \underline{.000}$
- (129)  $X2.129 + X15.129 = \underline{.900}$
- (130)  $X2.130 + X15.130 = \underline{.300}$
- (131)  $X2.131 = \underline{.100}$
- (132)  $X10.132 + X13.132 = \underline{.300}$
- (133)  $X2.133 = \underline{.200}$
- (134)  $X1.134 + X2.134 = \underline{.400}$
- (135)  $X10.135 + X11.135 = \underline{.200}$
- (136)  $X2.136 = \underline{.100}$
- (137)  $X2.137 + X11.137 = \underline{.700}$
- (138)  $X2.138 + X10.138 = \underline{.000}$
- (139)  $X2.139 = \underline{.800}$
- (140)  $X10.140 + X13.140 + X15.140 = \underline{.800}$
- (141)  $X2.141 + X10.141 = \underline{.900}$
- (142)  $X1.142 + X2.142 = \underline{.400}$
- (143)  $X11.143 = \underline{.000}$
- (144)  $X2.144 + X10.144 = \underline{.600}$
- (145)  $X2.145 = \underline{.0}$
- (146)  $X2.146 + X15.146 = \underline{.001}$
- (147)  $X1.147 + X2.147 = \underline{.800}$

- (148)  $X2.148 = \underline{.400}$   
(149)  $X2.149 + X10.149 = \underline{.500}$   
(150)  $X1.150 + X2.150 = \underline{.800}$   
(151)  $X2.151 = \underline{.400}$   
(152)  $X11.152 = \underline{.100}$   
(153)  $X1.153 + X2.153 = \underline{.700}$   
(154)  $X2.154 + X7.154 = \underline{.300}$   
(155)  $X2.155 = \underline{.100}$   
(156)  $X2.156 + X10.156 = \underline{.600}$   
(157)  $X2.157 = \underline{.800}$   
(158)  $X2.158 = \underline{.600}$   
(159)  $X2.159 = \underline{.900}$   
(160)  $X2.160 = \underline{.000}$   
(161)  $X2.161 + X10.161 = \underline{.600}$   
(162)  $X2.162 + X10.162 = \underline{.100}$   
(163)  $X11.163 = \underline{.200}$   
(164)  $X2.164 = \underline{.600}$   
(165)  $X2.165 = \underline{.500}$   
(166)  $X2.166 = \underline{.100}$   
(167)  $X2.167 = \underline{.100}$   
(168)  $X2.168 = \underline{.0}$   
(169)  $X10.169 = \underline{.500}$   
(170)  $X2.170 = \underline{.0}$   
(171)  $X2.171 = \underline{.400}$   
(172)  $X2.172 + X10.172 = \underline{.300}$   
(173)  $X1.173 + X2.173 = \underline{.200}$   
(174)  $X2.174 = \underline{.600}$   
(175)  $X1.175 + X2.175 = \underline{.000}$   
(176)  $X2.176 = \underline{.000}$   
(177)  $X2.177 + X10.177 = \underline{.500}$   
(178)  $X2.178 = \underline{.200}$

- (179)  $X1.179 + X2.179 = \_.100$   
(180)  $X1.180 + X2.180 = \_.100$   
(181)  $X2.181 = \_.500$   
(182)  $X13.182 = \_.200$   
(183)  $X2.183 = \_.300$   
(184)  $X1.184 + X2.184 = \_.900$   
(185)  $X1.185 + X2.185 = \_.100$   
(186)  $X13.186 = \_.700$   
(187)  $X13.187 + X15.187 = \_.600$   
(188)  $X2.188 + X10.188 = \_.800$   
(189)  $X11.189 = \_.300$   
(190)  $X2.190 + X10.190 + X11.190 = \_.700$   
(191)  $X1.191 + X2.191 = \_.400$   
(192)  $X2.192 = \_.300$   
(193)  $X2.193 = \_.300$   
(194)  $X2.194 = \_.800$   
(195)  $X2.195 + X10.195 = \_.700$   
(196)  $X2.196 + X10.196 = \_.900$   
(197)  $X1.197 + X2.197 = \_.300$   
(198)  $X13.198 + X15.198 = \_.600$   
(199)  $X2.199 = \_.700$   
(200)  $X1.200 + X2.200 = \_.000$   
(201)  $X2.201 = \_.300$   
(202)  $X1.202 + X2.202 = \_.500$   
(203)  $X2.203 = \_.000$   
(204)  $X2.204 = \_.0$   
(205)  $X2.205 + X10.205 = \_.600$   
(206)  $X2.206 = \_.0$   
(207)  $X2.207 = \_.200$   
(208)  $X2.208 = \_.100$

- Kendala Non Negatif

(1)  $X_{1.1}, \dots, X_{i.j} \geq 0$

(2)  $X_{1.112}, \dots, X_{i.k} \geq 0$

#### **4.4 Model OpenSolver**

Model OpenSolver yang dibuat terdiri dari 3.120 variabel, dimana dengan variabel sebesar itu tidak bisa menggunakan Solver bawaan Excel sekalipun dengan versi yang berbayar. Sehingga penggunaan OpenSolver menjadi pilihan satu-satunya untuk perangkat optimasi yang berbasis spreadsheet. Alokasi dari suatu fasilitas pasok ke distrik pemasaran yang tidak terdefinisi atau terkendala dengan medan maka diberi angka konstanta besar agar solusi yang terbentuk tidak memilih alokasi tersebut dan solusi menjadi menjadi *feasible*. Gambar 4.6 menunjukkan tampilan spreadsheet atas permasalahan transportasi dalam penelitian ini. Adapun gambar 4.7 adalah tampilan model OpenSolver yang dibangun.

	B	C	F	H	R	AG	SJ	O	CQ	DP	DX	EK	FF	GG	GN
1		VOLUME	Numbering	2	12	27	56	81	89	114	122	138	156	183	190
2		Row Labels	KAPS	BANDUNG	BLORA	DENPASAR	LAMONGAN	REMBANG	SITUBONDO	BANDUNG BULK	BLORA BULK	DENPASAR BULK	LAMONGAN BULK	REMBANG BULK	SITUBONDO BULK
3		Grand Total	1479173	7.049	4.112	26.005	18.988	8.910	5.206	4.835	904	3.005	6.967	1.164	2.286
56		FASILITAS SUPPLY	KAPS	D2	D12	D27	D56	D81	D89	D114	D122	D138	D156	D183	D190
57		IP Rembang	803		430			2.030			1.337			414	139
58		IP Tuban	291	445	915		956	5.392	256	590	928				135
59		DC Cibungur	0	715											
60		DC Cirandan	14												
61		DC Narogong													
62		DC Pasoso	44												
63		DC Prambanan	7												
64		DC Cimahi		194											
65		DC Gianyar													
66		GP Gresik	782				321		496			672	180		726
67		PP Banyuwangi	60			466		616			959				118
68		PP Celukan Bawang	15		623										
69		PP Cirandan	40												
70		PP Cirandan 2	0												
71		PP Tanjung Priok	10												
72		SUPPLY CHAIN COST	853.524.278.894												
73		ALIRAN BARANG YANG OPTIMAL													
74		Row Labels	SUPPLY	BANDUNG	BLORA	DENPASAR	LAMONGAN	REMBANG	SITUBONDO	BANDUNG BULK	BLORA BULK	DENPASAR BULK	LAMONGAN BULK	REMBANG BULK	SITUBONDO BULK
75		IP Rembang	-												
76		IP Tuban	-												
77		DC Cibungur	-												
78		DC Cirandan	-												
79		DC Narogong	-												
80		DC Pasoso	-												
81		DC Prambanan	-												
82		DC Cimahi	-												
83		DC Gianyar	-												
84		GP Gresik	-												
85		PP Banyuwangi	-												
86		PP Celukan Bawang	-												
87		PP Cirandan	-												
88		PP Cirandan 2	-												
89		PP Tanjung Priok	-												
90		Grand Total	DEMAND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91		SUPPLY CHAIN COST													
92		OPTIMAL													

Gambar 4. 6 Model Spreadsheet Permasalahan

OpenSolver - Model

**What is AutoModel?** AutoModel

AutoModel is a feature of OpenSolver that tries to automatically determine the problem you are trying to optimise by observing the structure of the spreadsheet. It will turn its best guess into a Solver model, which you can then edit in this window.

**Objective Cell:**  ☐ maximise ☒ minimise ☐ target value:

**Variable Cells:**

**Constraints:**

[Add new constraint](#)

☒ Make unconstrained variable cells non-negative

☒ Show named ranges in constraint list

**Sensitivity Analysis** ☐ List sensitivity analysis on the same sheet with top left cell:

☒ Output sensitivity analysis: ☐ updating any previous output sheet ☒ on a new sheet

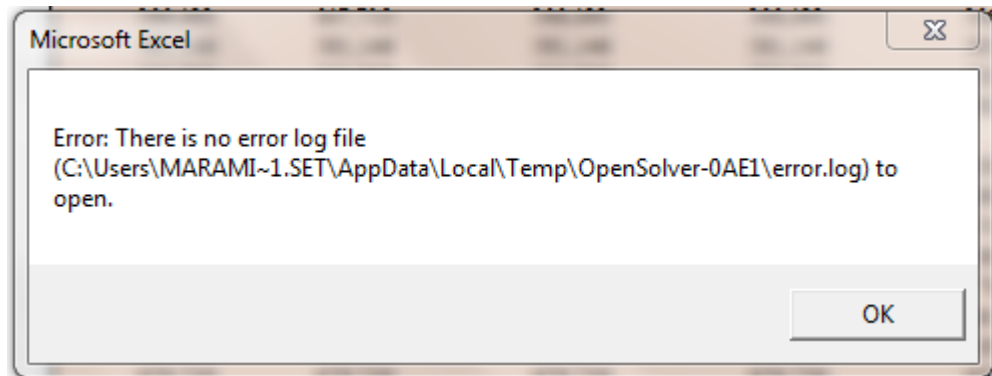
**Solver Engine:**  Solver Engine...

☒ Show model after saving Clear Model Options... Save Model Cancel

Gambar 4. 7 Tampilan Model di OpenSolver

#### 4.5 Verifikasi Model

Model yang telah dirancang melalui *spreadsheet* telah mampu dijalankan tanpa adanya peringatan *error*, dan didapatkan nilai fungsi tujuan di sel *spreadsheet* yang telah ditentukan sebelumnya (*objective cell*). Gambar 4.8 menunjukkan tampilan untuk mengetahui ada atau tidaknya *error* di model OpenSolver terhadap model terakhir yang dijalankan.



Gambar 4. 8 Tampilan *Log Error*

#### 4.6 Validasi Model

Model yang telah diverifikasi dan menghasilkan nilai fungsi tujuan, selanjutnya divalidasi dengan melakukan pengecekan kembali atas angka-angka yang dimasukkan terutama parameter fungsi tujuan dan fungsi batasan. Selanjutnya diadakan *focus group discussion* (FGD) dengan unit terkait di PT. Z, yang dihadiri oleh *Supervisor*, *Manager* dan *Senior Manager* (notulen dan daftar hadir FGD terlampir). Beberapa poin notulen yang dihasilkan dari FGD tersebut sebagai berikut :

1. Penyusun memaparkan bagaimana metode perancangan model OpenSolver dan angka-angka inputan yang menjadi parameter model.
2. Disepakati oleh forum bahwa model yang dirancang dan angka-angka yang diinputkan telah sesuai dengan kondisi nyata.
3. Nilai optimal yang dihasilkan beserta dampak peralihan alokasinya diakui oleh forum sebagai hasil yang sah dan valid.



Gambar 4. 9 *Focus Group Discussion*

#### 4.7 Hasil OpenSolver Data Alokasi Eksisting

Sebelum dilakukan optimasi menggunakan OpenSolver, biaya *supply chain* atas data input alokasi eksisting dihitung sehingga didapatkan biaya *supply chain* eksisting yang akan dibandingkan dengan biaya *supply chain* optimal. Dalam penelitian ini hanya akan ditampilkan untuk beberapa distrik pemasaran dan dengan adanya sensor angka, yaitu Bandung (BDG), Blora (BLR), Denpasar (DPS), Lamongan (LMG), Rembang (RMBG), dan Situbondo (STBND). Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 menunjukkan alokasi eksisting produk kantong dan curah secara berturut-turut, dan Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 menunjukkan hasil alokasi eksisting yang optimal untuk produk kantong dan curah secara berturut-turut.

Tabel 4. 10 Alokasi Eksisting Produk Kantong

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.776			_.184		...
IP Tuban	...	_.732	_.336		_.718	_.726	_.966	...
DC Cibungur	...	_.152						...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...	_.165						...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...				_.270		_.60	...

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
PP Banyuwangi	...			_.143			_.180	...
PP Celukan Bawang	...			_.862				...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Tabel 4. 11 Alokasi Eksisting Produk Curah

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.55					...
IP Tuban	...	_.935	_.849		_.810	_.164	_.681	...
DC Cibungur	...							...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...							...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...			_.96	_.157		_.547	...
PP Banyuwangi	...			_.909			_.58	...
PP Celukan Bawang	...							...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Tabel 4. 12 Alokasi Optimal Produk Kantong

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.112			_.910		...
IP Tuban	...	_.884			_.988			...
DC Cibungur	...							...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...



NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...	_.165						...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...						_.206	...
PP Banyuwangi	...			_.639				...
PP Celukan Bawang	...			_.366				...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Tabel 4. 13 Alokasi Optimal Produk Curah

NAMA FASILITAS PASOK	...	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	...
IP Rembang	...		_.904					...
IP Tuban	...	_.935			_.967	_.164	_.286	...
DC Cibungur	...							...
DC Ciwandan	...							...
DC Narogong	...							...
DC Pasoso	...							...
DC Prambanan	...							...
DC Cimahi	...							...
DC Gianyar	...							...
GP Gresik	...							...
PP Banyuwangi	...			_.005				...
PP Celukan Bawang	...							...
PP Ciwandan	...							...
PP Ciwandan 2	...							...
PP Tanjung Priok	...							...

Dari alokasi kondisi eksisting biaya *supply chain* sebesar Rp. 853.524.278.893,-. Adapun hasil alokasi yang optimal didapatkan biaya *supply chain* sebesar Rp. 845.118.672.087,-. Hal ini menunjukkan bahwa dengan melakukan optimasi perusahaan mampu melakukan pengurangan biaya hingga Rp. 8,4 M, atau sebesar

1%. Dari hasil optimasi juga menunjukkan adanya peralihan sumber pasokan bagi distrik-distrik pemasaran, yang secara ringkas disajikan dalam Tabel 4.16.

Tabel 4. 14 Peralihan Alokasi Eksisting ke Alokasi Optimal

No	Distrik Pemasaran	Pasokan Eksisting	Pasokan Optimal
1	Bandung	Kantong : Tuban, Cimahi, Cibungur	Kantong : Tuban, Cimahi
		Curah : Tuban	Curah : Tuban
2	Blora	Kantong : Rembang, Tuban	Kantong : Rembang
		Curah : Rembang, Tuban	Curah : Rembang
3	Denpasar	Kantong : Banyuwangi, Celukan Bawang	Kantong : Banyuwangi, Celukan Bawang
		Curah : Gresik, Banyuwangi	Curah : Banyuwangi
4	Lamongan	Kantong : Tuban, Gresik	Kantong : Tuban
		Curah : Tuban, Gresik	Curah : Tuban
5	Rembang	Kantong : Tuban, Rembang	Kantong : Rembang
		Curah : Rembang	Curah : Rembang
6	Situbondo	Kantong : Tuban, Gresik, Banyuwangi	Kantong : Gresik
		Curah : Tuban, Gresik, Banyuwangi	Curah : Tuban

Selain menghasilkan keputusan untuk melakukan pasokan dari suatu fasilitas pasok ke suatu distrik pemasaran, juga bisa dilihat dari hasil optimasi bahwa alokasi volume bisa berubah. Misalnya untuk Distrik Denpasar untuk produk kantong, bahwa alokasi optimal tidak berubah, yaitu dipasok dari Banyuwangi dan Celukan Bawang, namun proporsi volume keduanya berubah, dari sebelumnya hampir 1:1, menjadi 2:1 dengan pasokan dari Banyuwangi lebih besar. Tabel 4.17 menunjukkan visualisasi perubahan alokasi volume pasok dari kondisi eksisting ke alokasi optimal.

Tabel 4. 15 Visualisasi Perubahan Alokasi Eksisting ke Optimal

Produk Kantong							Produk Bulk						
NAMA FASILITAS	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND	NAMA FASILITAS	BDG	BLR	DPS	LMG	RMBG	STBND
IP Rembang		↑			↑		IP Rembang		↑				
IP Tuban	↑	↓		↑	↓	↓	IP Tuban	●	↓		↑	●	↑
DC Cibungur	↓						DC Cibungur						
DC Ciwandan							DC Ciwandan						
DC Narogong							DC Narogong						
DC Pasoso							DC Pasoso						
DC Prambanan							DC Prambanan						
DC Cimahi	●						DC Cimahi						
DC Gianyar							DC Gianyar						
GP Gresik				↓		↑	GP Gresik			↓	↓		↓
PP Banyuwangi			↑			↓	PP Banyuwangi			↑			↓
PP Celukan Bawang			↓				PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan							PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2							PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok							PP Tanjung Priok						

↑ Volume pasokan dinaikkan  
 ↓ Volume pasokan diturunkan  
 ● Tetap

#### 4.8 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas akan melihat dua hal, (1) rentang optimalitas (*range of optimality*) dan (2) rentang kelayakan (*range of feasibility*). Analisis sensitivitas dalam Bab ini hanya akan ditampilkan untuk produk semen kantong secara ringkas. Rentang optimalitas dilihat dari analisis sensitivitas dari variabel keputusan, sebagai sebagaimana pada pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 16 Analisis Sensitivitas Variabel Keputusan

Cells	Name	Final Value	Reduced Costs	Objective Value	Allowable Increase	Allowable Decrease
R76	IP Rembang BLORA	__12	0	__6430	20775	1E+100
CI76	IP Rembang REMBANG	__10	0	__2030	4253	1E+100
H77	IP Tuban BANDUNG	__84	0	__3445	2584	113509
BG77	IP Tuban KOTA DEPOK	0	3798	__0696	1E+100	3798
AG86	PP Banyuwangi DENPASAR	__639	0	__4465	4633	16440
..	...	...	...	...	...	...

Volume pasokan semen kantong dari IP Rembang ke Blora masih akan menghasilkan solusi yang optimal jika ada kenaikan biaya supply chain di rute tersebut yang tidak lebih dari Rp 20.775,-. Hal ini juga akan terjadi pada volume pasokan semen kantong dari IP Rembang ke Rembang dengan kenaikan biaya supply chain yang tidak lebih dari Rp. 4.253,- Adapun untuk volume pasokan

semen kantong dari IP Tuban ke distrik Bandung dan dari PP Banyuwangi ke Denpasar, selain memiliki batas kenaikan, rute tersebut juga memiliki batas penurunan biaya supply chain yang diperbolehkan untuk menjadikan volume pasokan yang dihasilkan masih menjadi solusi optimal. Sedangkan untuk volume pasokan semen kantong dari IP Tuban ke distrik Depok justru memiliki *reduced cost*, artinya biaya supply chain akan mengalami kenaikan sebesar Rp. 3.798,- untuk setiap ada realisasi volume pasok dari IP Tuban ke distrik Depok sebesar 1 ton.

Tabel 4. 17 Analisis Sensitivitas Batasan

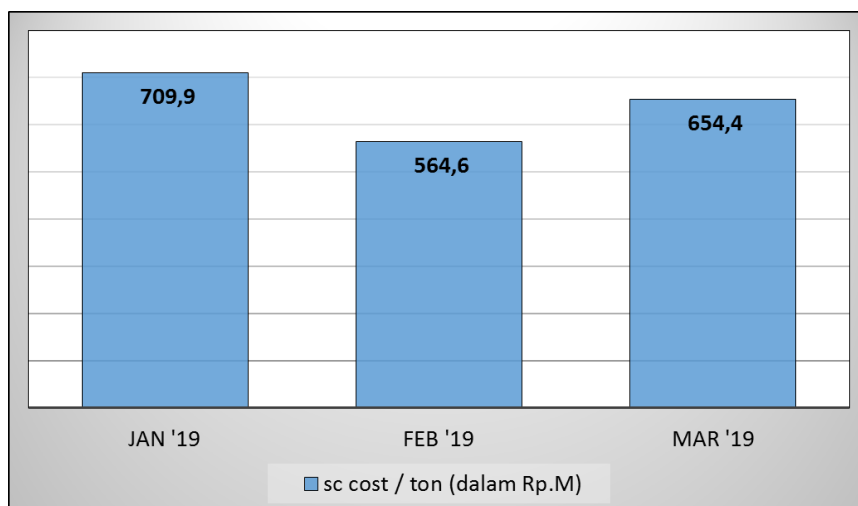
Cells	Name	Final Value	Shadow Price	RHS Value	Allowable Increase	Allowable Decrease
F76<=F57	IP Rembang SUPPLY	__0803	-107367,2	__0803	2797	0
F77<=F58	IP Tuban SUPPLY	__3291	-110257,59	__3291	2797	0
F86<=F67	PP Banyuwangi SUPPLY	__468	-178597,17	X468	2639	0
R91=R19	DEMAND BLORA	__12	593797,31	__12	0	2797
AG91=AG19	DEMAND DENPASAR	__005	893062,89	__005	0	2639
..	...	...	...	...	...	...

Rentang kelayakan dalam analisis sensitivitas disajikan dalam Tabel 4.17 *Shadow Price* akan menunjukkan perubahan biaya per tonase kenaikan di *RHS Value*. Dalam tabel tersebut juga ditunjukkan batas kenaikan dan penurunan yang diperbolehkan untuk dimasing-masing batasan kemampuan pasok di fasilitas pasok atau permintaan di distrik pemasaran. Misalnya untuk batasan pasokan IP Rembang, mengalami kenaikan kemampuan pasok hingga 2.000 ton yang masih masuk dalam rentang kenaikan yang diperbolehkan. Maka perubahan biaya *supply chain* akan sebesar :  $-107.367,2 \times 2000 = - \text{Rp. } 214.734.400$ , dengan angka minus yang menunjukkan penurunan biaya *supply chain* sebesar nominal tersebut dari total biaya *supply chain* optimal yang dihasilkan. Penurunan biaya *supply chain* juga akan terjadi jika kemampuan pasok di IP Tuban dan PP Banyuwangi ditingkatkan dengan tidak melebihi volume yang diperbolehkan, sebesar 2.797 ton dan 2.639 ton secara berturut-turut. Analisis yang sama juga berlaku untuk permintaan di masing-masing distrik pemasaran, sebagai contoh jika permintaan semen kantong di distrik Blora mengalami penurunan 2.000 ton, yang masih masuk dalam rentang volume penurunan yang diizinkan maka perubahan biaya *supply*

*chain* akan sebesar :  $593797,31 \times -2000 = - \text{Rp } 1.187.594.620$ , dengan angka minus yang menunjukkan adanya penurunan biaya total *supply chain* sebesar nominal tersebut dari total biaya *supply chain* optimal yang dihasilkan.

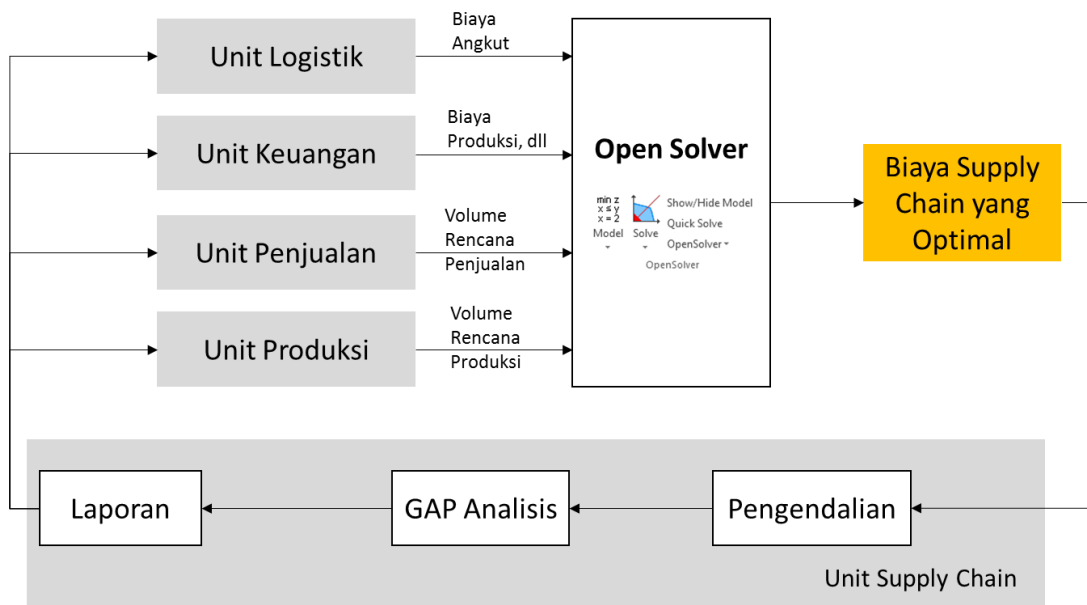
#### 4.9 Hasil OpenSolver Data Perencanaan Penjualan

Pada Subbab sebelumnya telah dibahas optimalisasi biaya *supply chain*, dan dengan adanya potensi penghematan biaya *supply chain* hingga Rp. 8,4 M dengan dataset satu bulan saat *peak season*. Maka dengan model optimasi yang sama, diinputkan target penjualan yang telah ditetapkan oleh perusahaan dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) untuk bulan yang akan datang, dimana dalam penelitian ini akan menggunakan target penjualan bulan Januari s/d Maret tahun 2019. Hasilnya, biaya *supply chain* yang optimal sebagai berikut,



Gambar 4. 10 Biaya *Supply Chain* Optimal Bulan Jan s/d Maret 2019

Biaya *supply chain* yang optimal dengan angka diatas perlu dikawal oleh segenap unit terkait, yaitu Logistik, Produksi, Keuangan, *Supply Chain*, dan Penjualan di PT.Z, sehingga diharapkan penghematan biaya sebesar 1% bisa selalu tercapai. Hasil OpenSolver berupa alokasi sumber pasok ke distrik penjualan yang optimal harus dikendalikan oleh unit khusus yang melekat pada Unit *Supply Chain*. Unit *Supply Chain* ini kemudian melakukan pengendalian dan Gap Analisis atas alokasi optimal dengan realisasinya. Dan hasilnya berupa laporan sebagai umpan balik unit-unit terkait. Gambar 4.11 adalah kerangka kerja yang diusulkan kepada PT. Z dalam melakukan optimalisasi biaya *supply chain* secara berkelanjutan.



Gambar 4. 11 Kerangka Kerja Optimasi Biaya Yang Diusulkan

Prosedur dalam melakukan pengoptimalan biaya *supply chain* di PT. Z sebagaimana Gambar 4.11 bisa dilakukan secara dengan berurutan langkah demi langkah sebagai berikut :

1. Unit Logistik melakukan *update* dan input biaya angkut secara periodik di *spreadsheet* OpenSolver yang telah disediakan. Unit Logistik juga bertanggung jawab atas angka rencana pasok atas fasilitas pasok di gudang penyangga, dan pabrik pengemasan.
2. Unit Keuangan melakukan *update* dan input biaya-biaya yang muncul dari masing-masing fasilitas pasok, yaitu biaya produksi, biaya kemasan dan pengemasannya, biaya transfer persediaan, administrasi dan pemasaran, dan biaya tetap. Unit Keuangan lebih dipilih untuk diusulkan dalam melakukan peran ini karena di PT. Z angka biaya-biaya ini dikeluarkan dalam laporan keuangan yang diterbitkan secara periodik oleh Unit Keuangan.
3. Unit Penjualan melakukan *update* dan input rencana/ target penjualan di masing-masing distrik pemasaran, baik untuk semen kantong dan semen curah.
4. Unit Produksi melakukan *update* dan input rencana/ target produksi di masing-masing fasilitas pasok, khususnya di pabrik terintegrasi dan pabrik penggilingan semen.

5. Unit Supply Chain menjalankan optimisasi di OpenSolver dan kemudian melakukan pengendalian dan analisis *gap* atas alokasi optimal dengan rencana alokasi yang sedang dan atau akan berjalan.
6. Unit Supply Chain membuat laporan tentang realisasi optimalisasi biaya ini sebagai umpan balik ke masing-masing unit terkait, terutama jika ada alokasi optimal yang tidak bisa ter-realisis, analisis terhadap penyebabnya, dan *action plan* yang akan dilakukan untuk periode selanjutnya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan disampaikan beberapa kesimpulan atas optimalisasi model permasalahan transportasi yang telah dilakukan dalam penelitian ini, sebagai berikut,

1. Model *linear programming* tentang permasalahan transportasi darat untuk studi kasus industri semen telah dirancang dan dituangkan dalam model matematis dan model Opensolver. Penyelesaian menggunakan Opensolver bisa berjalan dengan baik dan menghasilkan solusi yang optimal.
2. Optimalisasi yang dilakukan mampu menghasilkan penghematan biaya supply chain sebesar Rp. 8,4 M atau sebesar 1% dari biaya eksisting.
3. Dengan adanya optimalisasi beberapa distrik pemasaran akan dilayani oleh fasilitas pasok yang berbeda dari sebelumnya, atau masih dengan fasilitas pasok yang sama namun dengan dikurangi/dinaikkan volume pasoknya.
4. Optimalisasi untuk mengalokasikan produk semen dari titik fasilitas pasok ke distrik penjualan untuk target dalam RKAP PT. Z bulan Januari s/d Maret 2019 secara berturut-turut adalah Rp. 709,9 M, Rp. 564, 6 M, dan Rp. 654,4 M.

Kemudian saran-saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan optimalisasi alokasi transportasi terbukti telah mampu memberikan potensi penghematan yang besar, sehingga disarankan agar hal ini menjadi suatu kerangka kerja yang diimplementasikan secara periodik oleh PT. Z
2. Penggunaan *Solver* dengan OpenSolver lebih disarankan dibandingkan dengan menggunakan *Solver* bawaan Excel. Terutama jika akan menjalankan permasalahan dengan ribuan variabel seperti dalam penelitian ini.
3. Perlu adanya penelitian selanjutnya terkait topik yang sama, namun dengan tambahan pertimbangan *lead time*, kesulitan medan, *transshipment*, atau dalam bentuk probabilistik.



( Halaman ini sengaja dikosongkan )

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah, Bilqis., Krisdanto, Agri., dan Perwita, Astris Dyah, (2016), “Metode Max Min Vogel’s Approximation Method Untuk Menemukan Biaya Minimal Pada Permasalahan Transportasi”. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi \_\_IV*, Surabaya
- APICS, (2017), *Quick Reference Guide SCOR Supply Chain Operations Reference Model*, Version 12.0
- Asosiasi Semen Indonesia, (2018), *Laporan Market Share*, Oktober 2018
- Chabot, Thomas., Bouchard, Florence., Legault-Michaud, Ariane., Renaud, Jacques., dan Coelho, Leandro C, (2018), “Service level, cost and environmental optimization of collaborative Transportation”, *Transportation Research Part E* 110 (2018) 1–14
- Chen, J., (1997), “Achieving maximum supply chain efficiency”. *IIE Solutions* 29 (6),30–35
- Chopra, Sunil dan Meindl, Peter, (2016), *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 6th edition, Global Edition, Pearson Education Limited
- Heizer, Jay dan Render, Barry, (2015), *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*, Salemba Empat, Jakarta
- <https://opensolver.org/>, diakses tanggal 1 Nopember 2018
- <https://www.solver.com/standard-excel-solver-dealing-problem-size-limits>, diakses tanggal 1 Nopember 2018
- Indrajit, Richardus Eko dan Djokopranoto, Richardus., (2016), *Supply Chain Management: Modul Pembelajaran Berbasis Standar Kompetensi dan Kualifikasi Kerja*, Edisi Kedua, Preinexus, Yogyakarta.
- Klibi, W., Martel, A., dan Guitouni, A., (2010), “The design of Robust value-creating supply chain networks: A critical review. *European Journal of Operational Research* 203(2), pp. 283-293
- Lu, Dawei., (2011), *Fundamentals of Supply Chain Management*, Bookboon.com ltd

- Mason, Andrew J. dan Dunning, Iain, “Open Solver: Open Source Optimisation for Excel”, *Proceedings of the 45th Annual Conference of the ORSNZ*, November 2010
- Mogale, D.G., Krishna Kumar, S., Pedro García Márquez, F., dan Kumar Tiwari, M., (2016), “Bulk wheat transportation and storage problem of Public Distribution System”, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 104, February 2017, Pages 80-97
- Pettersson, Annelie I., dan Segerstedt, Anders., (2013), “Measuring Supply Chain Cost”, *International Journal of Production Economics*, 143(2), 357–363
- Prabowo, Fredy Agung, (2018), *Optimasi Pencapaian Ebitda Dengan Penerapan Strategi Alokasi Distribusi Market Share Di PT. XYZ*, Tesis Magister Manajemen Teknologi, Surabaya
- PT. Z, (2017), *Reshaping The Future*, Laporan Tahunan 2017
- Pujawan, Nyoman., dan ER, Mehendrawathi (2010), *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Gunawidya, Surabaya
- Sourirajan, K., Ozsen, L., dan Uzsoy, R., (2009), “A Genetic algorithm for a single product network design model with lead time and safety stock considerations”, *European Journal of Operational Research* 197 (2), pp. 599-608
- Supply Chain Council, (2012), *SCOR Supply Chain Operation Reference, Revision 11.0*, Printed in the United States of America. October 2012.
- Taylor, Bernard W., (2014), *Sains Manajemen Introduction to Management Science*, Penerbit Salemba Empat, Jakarta
- Winston, Wayne l., (2004), *Operations Research Applications And Algorithm*, 4th edition, Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc.
- Yong Wang, Yong., Assogba, Kevin.,liu, Yong., Ma, Xiaolei Ma., Xu, Maozeng., dan Wang,Yinhai, (2018), “Two-echelon location-routing optimization with time windows based on customer clustering”, *Expert Systems With Applications*, Volume 104, 15 August 2018, Pages 244-260

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Tuban pada tanggal 10 Maret 1988. Penulis menamatkan pendidikan dasar di SDN Latsari III di Tuban, selanjutnya meneruskan pendidikan pada SMP Negeri 1 dan SMA Negeri 1 masih di kota yang sama. Penulis melanjutkan pendidikan di bangku kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya di Jurusan Teknis Industri. Setelah menyandang gelar Sarjana Teknik, penulis sempat mengajar di Jurusan Teknik Industri, Universitas Ronggolawe Tuban selama satu semester. Penulis pernah bekerja di PT. PLN (Persero) dan PT. Holcim Indonesia, Tbk masing-masing selama dua tahun. Saat ini penulis bekerja di PT Semen Indonesia (Persero), Tbk yang saat ini sudah berjalan selama empat tahun. Selama berkarir penulis berkecimpung di bidang logistik, *supply chain*, hingga pemasaran. Sambil berkarir, penulis saat ini berstatus sebagai mahasiswa pascasarjana dengan program studi Manajemen Industri di Departemen Manajemen Teknologi ITS, Surabaya. Untuk kontak lebih lanjut terutama untuk perihal penelitian ini bisa berkorespondensi melalui email [maramis.setiawan@gmail.com](mailto:maramis.setiawan@gmail.com).

## **LAMPIRAN**

## • Minutes of Meeting •

---








<b>Judul</b>	: Penyelesaian Keajiban Ex Distributor Semen Padang
<b>Date</b>	: 4 Desember 2018
<b>Time</b>	: 09.00 s/d 11.00 WIB
<b>Place</b>	: Gedung Utama PT. Z
<b>Chair Person</b>	: Hanny K Lukito
<b>In Attendance</b>	: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Achmad Nuril, Senior Manager of Operations Transportation</li><li>2. Hanny K Lukito, Senior Manager of Distribution Planning &amp; Control</li><li>3. Dedi Abriyantoro, Manager of Distribution Planning &amp; Control</li><li>4. Dinar N.S, Supervisor of Distribution System Development</li><li>5. Chandra G.Y, Supervisor of Distribution Planning &amp; Control</li><li>6. Dimas Yanto R, Adm of Distribution Planning &amp; Control</li><li>7. Maramis Setiawan, Supervisor of Channel Management (Penyusun Tesis)</li></ol>
<b>Agenda</b>	: Focus Group Discussion Model Optimisasi yang dirancang dalam penelitian berjudul “Optimalisasi Transportasi Darat Pada Produk Kantong Dan Curah Di Industri Semen Indonesia Untuk Meminimalkan Biaya <i>Supply Chain</i> Menggunakan <i>Linear Programming</i> ”
<b>Minutes Submitted By</b>	: Maramis Setiawan

### Hasil Diskusi

1. Penyusun memaparkan bagaimana metode perancangan model OpenSolver dan angka-angka inputan yang menjadi parameter model.
2. Disepakati oleh forum bahwa model yang dirancang dan angka-angka yang diinputkan telah sesuai dengan kondisi nyata.
3. Penghitungan biaya *supply chain* yang didapatkan dari model alokasi transportasi eksisting bulan Oktober 2018, dicocokkan dengan laporan *flash report* keuangan PT. Z dengan bulan yang sama. Hasilnya sebagai berikut :
  - Dalam laporan *flash report* PT. Z, total biaya *supply chain* sebesar Rp 1,1 T, termasuk biaya diluar lingkup penelitian ini, yaitu biaya yang timbul atas adanya pengiriman semen ke luar Jawa Bali
  - Biaya *supply chain* atas rancangan model eksisting menghasilkan total biaya sebesar Rp. 853 M (hanya distrik pemasaran Jawa Bali)
  - Selisih biaya tersebut lebih disebabkan karena adanya perbedaan lingkup biaya *supply chain*, dengan selisih sekitar 20%
4. Nilai optimal yang dihasilkan beserta dampak peralihan alokasinya diakui oleh forum sebagai hasil yang sah dan valid.

## DAFTAR HADIR

Hari / Tanggal : Selasa / 4 Desember 2018  
 Pukul : 09.00 - 11.00 WIB  
 Tempat : Gedung Utama PT. Z  
 Acara : Focus Group Discussion

NO	NAMA	INSTANSI / UNIT KERJA	TANDA TANGAN	
1	Pedi Abriyontoro	Distribution Plan & Control	1	
2	Dimas Yanto K.	Dist. Plan & Control	2	
3	Hanny K. Lukito	Dist. Plan & Control	3	
4	Chandra G.Y	Dist. Planning x Control	4	
5	DINOR N.S.	Dist-System development	5	
6	Maramis Setiawan	channel management	6	
7	Ach. Nurul	OT-2.	7	
8			8	
9			9	
10			10	
11			11	
12			12	
13			13	
14			14	
15			15	
16			16	
17			17	
18			18	
19			19	
20			20	
21			21	
22			22	
23			23	
24			24	

Catatan :

OpenSolver Sensitivity Report - CBC

Worksheet: [Data Thesis FINAL 27-12-2018 BONGKAR2 R1.xlsx] Model Solver Sensitivity 2

Report Created: 09/01/2019 0:04:30

Decision Variables

	Cells	Name	Final Value	Reduced Costs	Objective Value	Allowable Increase	Allowable Decrease
1	G76	IP Rembang AMBARAWA	_.992	_.0	_.875	999341852.7	1E+100
2	H76	IP Rembang BANDUNG	_.0	999313660	1000000000	1E+100	999313664.5
3	I76	IP Rembang BANGKALAN	_.0	999449980	1000000000	1E+100	999449982.7
4	J76	IP Rembang BANJAR	_.0	999350430	1000000000	1E+100	999350425.7
5	K76	IP Rembang BANJARNAGARA	_.0	999384010	1000000000	1E+100	999384014.9
6	L76	IP Rembang BANTUL	_.0	999457560	1000000000	1E+100	999457557.2
7	M76	IP Rembang BANYUMAS	_.0	999385090	1000000000	1E+100	999385094.9
8	N76	IP Rembang BANYUWANGI	_.0	999388760	1000000000	1E+100	999388760.8
9	O76	IP Rembang BATANG	_.0	_.383	_.875	1E+100	_.281
10	P76	IP Rembang BEKASI	_.0	999363570	1000000000	1E+100	999363573.7
11	Q76	IP Rembang BLITAR	_.0	999443740	1000000000	1E+100	999443744.9
12	R76	IP Rembang BLORA	_.112	_.0	_.875	_.775	1E+100
13	S76	IP Rembang BOGOR	_.0	999340530	1000000000	1E+100	999340530.9
14	T76	IP Rembang BOJONEGORO	_.0	_.75	_.875	1E+100	_.75
15	U76	IP Rembang BONDOWOSO	_.0	999416700	1000000000	1E+100	999416698.7
16	V76	IP Rembang BOYOLALI	_.582	_.0	_.875	_.065	1E+100
17	W76	IP Rembang BREBES	_.0	999416690	1000000000	1E+100	999416687.2
18	X76	IP Rembang BULELENG	_.0	999286530	1000000000	1E+100	999286529.3
19	Y76	IP Rembang CEPU	_.352	_.0	_.875	999397252.7	1E+100



20	Z76	IP Rembang CIAMIS	_.0	999334200	1000000000	1E+100	999334198.2
21	AA76	IP Rembang CIANJUR	_.0	999312420	1000000000	1E+100	999312417.4
22	AB76	IP Rembang CIKARANG	_.0	999359380	1000000000	1E+100	999359384
23	AC76	IP Rembang CILACAP	_.0	999399600	1000000000	1E+100	999399601.8
24	AD76	IP Rembang CIMAHI	_.0	999313480	1000000000	1E+100	999313482.8
25	AE76	IP Rembang CIREBON	_.0	999416120	1000000000	1E+100	999416120.4
26	AF76	IP Rembang DEMAK	_.000	_.0	_.875	999364402.7	1E+100
27	AG76	IP Rembang DENPASAR	_.0	999214300	1000000000	1E+100	999214304.3
28	AH76	IP Rembang GARUT	_.0	999293570	1000000000	1E+100	999293574.9
29	AI76	IP Rembang GIANYAR	_.0	999217330	1000000000	1E+100	999217327.6
30	AJ76	IP Rembang GRESIK	_.0	999495540	1000000000	1E+100	999495536.7
31	AK76	IP Rembang GUNUNG KIDUL	_.0	999420470	1000000000	1E+100	999420469.9
32	AL76	IP Rembang INDRAMAYU	_.0	999410660	1000000000	1E+100	999410659.8
33	AM76	IP Rembang Jakarta Barat	_.0	999358310	1000000000	1E+100	999358313.7
34	AN76	IP Rembang Jakarta Selatan	_.0	999314650	1000000000	1E+100	999314654.1
35	AO76	IP Rembang Jakarta Timur	_.0	999343270	1000000000	1E+100	999343272.3
36	AP76	IP Rembang Jakarta Utara	_.0	999351480	1000000000	1E+100	999351475.2
37	AQ76	IP Rembang JEMBER	_.0	999437820	1000000000	1E+100	999437819.8
38	AR76	IP Rembang JEMBRANA	_.0	999244750	1000000000	1E+100	999244754.3
39	AS76	IP Rembang JEPARA	_.0	_.910	_.875	1E+100	_.910
40	AT76	IP Rembang JOMBANG	_.0	999476120	1000000000	1E+100	999476119.9
41	AU76	IP Rembang KAB. BANDUNG	_.0	999311080	1000000000	1E+100	999311079.9
42	AV76	IP Rembang KAB. KARAWANG	_.0	999366640	1000000000	1E+100	999366641.9
43	AW76	IP Rembang KAB. KUNINGAN	_.0	999405310	1000000000	1E+100	999405314.9
44	AX76	IP Rembang KAB. LEBAK	_.0	999364190	1000000000	1E+100	999364187.9
45	AY76	IP Rembang KAB. SUBANG	_.0	999379520	1000000000	1E+100	999379517.4

46	AZ76	IP Rembang KAB. TANGERANG	_.0	999373350	1000000000	1E+100	999373349.7
47	BA76	IP Rembang KARANGANYAR	_.0	_.617	_.875	1E+100	_.719
48	BB76	IP Rembang KARANGASEM	_.0	999226150	1000000000	1E+100	999226154.3
49	BC76	IP Rembang KEBUMEN	_.0	999427500	1000000000	1E+100	999427501.6
50	BD76	IP Rembang KEDIRI	_.0	999473280	1000000000	1E+100	999473284.9
51	BE76	IP Rembang KLATEN	_.0	_.891	_.875	1E+100	_.063
52	BF76	IP Rembang KLUNGKUNG	_.0	999210140	1000000000	1E+100	999210136.8
53	BG76	IP Rembang KOTA DEPOK	_.0	999340210	1000000000	1E+100	999340211.3
54	BH76	IP Rembang KUDUS	_.0	_.742	_.875	1E+100	_.219
55	BI76	IP Rembang KULONPROGO	_.0	999447970	1000000000	1E+100	999447969.9
56	BJ76	IP Rembang LAMONGAN	_.0	999524150	1000000000	1E+100	999524154
57	BK76	IP Rembang LUMAJANG	_.0	999451260	1000000000	1E+100	999451262.1
58	BL76	IP Rembang MADIUN	_.020	_.0	_.875	_.766	1E+100
59	BM76	IP Rembang MAGELANG	_.0	999438700	1000000000	1E+100	999438704.2
60	BN76	IP Rembang MAGETAN	_.0	999431970	1000000000	1E+100	999431969.9
61	BO76	IP Rembang MAJALENGKA	_.0	999411830	1000000000	1E+100	999411834.9
62	BP76	IP Rembang MAJENANG	_.0	999396230	1000000000	1E+100	999396225
63	BQ76	IP Rembang MALANG	_.0	999451170	1000000000	1E+100	999451170.5
64	BR76	IP Rembang MOJOKERTO	_.0	999488860	1000000000	1E+100	999488862.5
65	BS76	IP Rembang NGANJUK	_.0	999471390	1000000000	1E+100	999471394.9
66	BT76	IP Rembang NGAWI	_.492	_.0	_.875	_.125	_.563
67	BU76	IP Rembang NUSA DUA	_.0	999215630	1000000000	1E+100	999215629.3
68	BV76	IP Rembang PACITAN	_.0	999351590	1000000000	1E+100	999351586.6
69	BW76	IP Rembang PADALARANG	_.0	999308920	1000000000	1E+100	999308917.4
70	BX76	IP Rembang PADANGAN	_.0	_.075	_.875	1E+100	_.075
71	BY76	IP Rembang PAMEKASAN	_.0	999413340	1000000000	1E+100	999413338.3

72	BZ76	IP Rembang PASURUAN	_.0	999467210	1000000000	1E+100	999467207
73	CA76	IP Rembang PATI	_.0	_.840	_.875	1E+100	_.840
74	CB76	IP Rembang PEKALONGAN	_.0	999444060	1000000000	1E+100	999444058.5
75	CC76	IP Rembang PEMALANG	_.0	999438100	1000000000	1E+100	999438103.5
76	CD76	IP Rembang PONOROGO	_.0	999434430	1000000000	1E+100	999434432.4
77	CE76	IP Rembang PROBOLINGGO	_.0	999460870	1000000000	1E+100	999460872.3
78	CF76	IP Rembang PURWODADI	_.524	_.0	_.875	_.188	1E+100
79	CG76	IP Rembang PURWOKERTO	_.0	999388400	1000000000	1E+100	999388397.4
80	CH76	IP Rembang PURWOREJO	_.0	999429140	1000000000	1E+100	999429141.8
81	CI76	IP Rembang REMBANG	_.910	_.0	_.875	_.2.5	1E+100
82	CJ76	IP Rembang SALATIGA	_.692	_.0	_.875	999334577.7	1E+100
83	CK76	IP Rembang SAMPANG	_.0	999431040	1000000000	1E+100	999431035.8
84	CL76	IP Rembang SEMARANG	_.0	_.475	_.875	1E+100	_.475
85	CM76	IP Rembang SERANG	_.0	999408850	1000000000	1E+100	999408849.7
86	CN76	IP Rembang SERPONG	_.0	999364010	1000000000	1E+100	999364005.4
87	CO76	IP Rembang SIDOARJO	_.0	999483530	1000000000	1E+100	999483534.9
88	CP76	IP Rembang SINGARAJA	_.0	999266110	1000000000	1E+100	999266114.3
89	CQ76	IP Rembang SITUBONDO	_.0	999422690	1000000000	1E+100	999422685.8
90	CR76	IP Rembang SLEMAN	_.0	_.141	_.875	1E+100	_.063
91	CS76	IP Rembang SRAGEN	_.816	_.0	_.875	999355552.7	1E+100
92	CT76	IP Rembang SUKABUMI	_.0	999295990	1000000000	1E+100	999295986.7
93	CU76	IP Rembang SUKOHARJO	_.940	_.0	_.875	_.050	1E+100
94	CV76	IP Rembang SUMEDANG	_.0	999327930	1000000000	1E+100	999327934.9
95	CW76	IP Rembang SUMENEP	_.0	999389360	1000000000	1E+100	999389355.8
96	CX76	IP Rembang SURABAYA	_.0	999492060	1000000000	1E+100	999492057.8
97	CY76	IP Rembang SURAKARTA	_.0	999457790	1000000000	1E+100	999457794.9

98	CZ76	IP Rembang TABANAN	_.0	999236400	1000000000	1E+100	999236396
99	DA76	IP Rembang TANGERANG	_.0	999369880	1000000000	1E+100	999369878.6
100	DB76	IP Rembang TASIKMALAYA	_.0	999331340	1000000000	1E+100	999331337.4
...	...	...	...	...	...	...	...
3001	CQ90	PP Tanjung Priok SITUBONDO	_.0	999382000	1000000000	1E+100	999381995.8
3002	CR90	PP Tanjung Priok SLEMAN	_.0	999446160	1000000000	1E+100	999446162
3003	CS90	PP Tanjung Priok SRAGEN	_.0	999422230	1000000000	1E+100	999422229.9
3004	CT90	PP Tanjung Priok SUKABUMI	_.0	999255300	1000000000	1E+100	999255296.7
3005	CU90	PP Tanjung Priok SUKOHARJO	_.0	999408400	1000000000	1E+100	999408404.9
3006	CV90	PP Tanjung Priok SUMEDANG	_.0	999287240	1000000000	1E+100	999287244.9
3007	CW90	PP Tanjung Priok SUMENEP	_.0	999348670	1000000000	1E+100	999348665.8
3008	CX90	PP Tanjung Priok SURABAYA	_.0	999451370	1000000000	1E+100	999451367.8
3009	CY90	PP Tanjung Priok SURAKARTA	_.0	999417100	1000000000	1E+100	999417104.9
3010	CZ90	PP Tanjung Priok TABANAN	_.0	999195710	1000000000	1E+100	999195706
3011	DA90	PP Tanjung Priok TANGERANG	_.0	_.203	_.625	1E+100	_.313
3012	DB90	PP Tanjung Priok TASIKMALAYA	_.0	999290650	1000000000	1E+100	999290647.4
3013	DC90	PP Tanjung Priok TEGAL	_.0	999383160	1000000000	1E+100	999383157.1
3014	DD90	PP Tanjung Priok TEMANGGUNG	_.0	999368400	1000000000	1E+100	999368404.9
3015	DE90	PP Tanjung Priok TRENGGALEK	_.0	999400480	1000000000	1E+100	999400479.9
3016	DF90	PP Tanjung Priok TUBAN	_.0	999482570	1000000000	1E+100	999482571
3017	DG90	PP Tanjung Priok TULUNGAGUNG	_.0	999420210	1000000000	1E+100	999420214.3
3018	DH90	PP Tanjung Priok UNGARAN	_.0	999415080	1000000000	1E+100	999415079.9
3019	DI90	PP Tanjung Priok WALIKUKUN	_.0	999430850	1000000000	1E+100	999430854.9
3020	DJ90	PP Tanjung Priok WELERI	_.0	999422380	1000000000	1E+100	999422376.9
3021	DK90	PP Tanjung Priok WONOGIRI	_.0	999376630	1000000000	1E+100	999376629.9
3022	DL90	PP Tanjung Priok WONOSARI	_.0	999360800	1000000000	1E+100	999360804.9

3023	DM90	PP Tanjung Priok WONOSOBO	_.0	999339580	1000000000	1E+100	999339584.9
3024	DN90	PP Tanjung Priok BABAT BULK	_.0	999500280	1000000000	1E+100	999500275.9
3025	DO90	PP Tanjung Priok BALARAJA BULK	_.0	999331930	1000000000	1E+100	999331934.1
3026	DP90	PP Tanjung Priok BANDUNG BULK	_.0	999239830	1000000000	1E+100	999239829.5
3027	DQ90	PP Tanjung Priok BANJARNAGARA BULK	_.0	999327360	1000000000	1E+100	999327359.3
3028	DR90	PP Tanjung Priok BANTUL BULK	_.0	999362970	1000000000	1E+100	999362968.8
3029	DS90	PP Tanjung Priok BANYUMAS BULK	_.0	999333470	1000000000	1E+100	999333467.8
3030	DT90	PP Tanjung Priok BANYUWANGI BULK	_.0	999316900	1000000000	1E+100	999316899
3031	DU90	PP Tanjung Priok BATANG BULK	_.0	999416070	1000000000	1E+100	999416073.7
3032	DV90	PP Tanjung Priok BEKASI BULK	_.518	_.0	_.375	_.484	1E+100
3033	DW90	PP Tanjung Priok BLITAR BULK	_.0	999408090	1000000000	1E+100	999408086.9
3034	DX90	PP Tanjung Priok BLORA BULK	_.0	999503970	1000000000	1E+100	999503972.6
3035	DY90	PP Tanjung Priok BOGOR BULK	_.707	_.0	_.875	_.9.5	1E+100
3036	DZ90	PP Tanjung Priok BOJONEGORO BULK	_.0	999495010	1000000000	1E+100	999495011.2
3037	EA90	PP Tanjung Priok BOYOLALI BULK	_.0	999444170	1000000000	1E+100	999444169.3
3038	EB90	PP Tanjung Priok BREBES BULK	_.0	999365360	1000000000	1E+100	999365360.9
3039	EC90	PP Tanjung Priok CEPU BULK	_.0	999474230	1000000000	1E+100	999474229.5
3040	ED90	PP Tanjung Priok CIAMIS BULK	_.0	999252170	1000000000	1E+100	999252168.6
3041	EE90	PP Tanjung Priok CIBITUNG BULK	_.586	_.0	_.875	_.094	1E+100
3042	EF90	PP Tanjung Priok CIKARANG BULK	_.554	_.0	_.125	_.875	_.094
3043	EG90	PP Tanjung Priok CILACAP BULK	_.0	999311800	1000000000	1E+100	999311801.6
3044	EH90	PP Tanjung Priok CILEGON BULK	_.0	999354120	1000000000	1E+100	999354120.8
3045	EI90	PP Tanjung Priok CIREBON BULK	_.0	999354810	1000000000	1E+100	999354809.1
3046	EJ90	PP Tanjung Priok DEMAK BULK	_.0	999483240	1000000000	1E+100	999483242.6
3047	EK90	PP Tanjung Priok DENPASAR BULK	_.0	999213120	1000000000	1E+100	999213120.6
3048	EL90	PP Tanjung Priok GARUT BULK	_.0	999227930	1000000000	1E+100	999227927.9

3049	EM90	PP Tanjung Priok GIANYAR BULK	_.0	999205650	1000000000	1E+100	999205647.4
3050	EN90	PP Tanjung Priok GRESIK BULK	_.0	999484100	1000000000	1E+100	999484098.1
3051	EO90	PP Tanjung Priok INDRAMAYU BULK	_.0	999442910	1000000000	1E+100	999442905.5
3052	EP90	PP Tanjung Priok JAKARTA BULK	_.971	_.0	_.625	_.141	1E+100
3053	EQ90	PP Tanjung Priok JEMBER BULK	_.0	999414530	1000000000	1E+100	999414529.1
3054	ER90	PP Tanjung Priok JEPARA BULK	_.0	999457620	1000000000	1E+100	999457616.7
3055	ES90	PP Tanjung Priok JIMBARAN BULK	_.0	999245220	1000000000	1E+100	999245218.7
3056	ET90	PP Tanjung Priok JOMBANG BULK	_.0	999409350	1000000000	1E+100	999409347.1
3057	EU90	PP Tanjung Priok KAB. BANDUNG BULK	_.0	999239840	1000000000	1E+100	999239842.2
3058	EV90	PP Tanjung Priok KAB. KARAWANG BULK	_.0	_.602	_.125	1E+100	_.156
3059	EW90	PP Tanjung Priok KARANGANYAR BULK	_.0	999418310	1000000000	1E+100	999418307.7
3060	EX90	PP Tanjung Priok KEBUMEN BULK	_.0	999340130	1000000000	1E+100	999340134.5
3061	EY90	PP Tanjung Priok KEDIRI BULK	_.0	999441710	1000000000	1E+100	999441711.8
3062	EZ90	PP Tanjung Priok KENDAL BULK	_.0	999443450	1000000000	1E+100	999443454.4
3063	FA90	PP Tanjung Priok KLATEN BULK	_.0	999478240	1000000000	1E+100	999478243.3
3064	FB90	PP Tanjung Priok KLUNGKUNG BULK	_.0	999203020	1000000000	1E+100	999203023.4
3065	FC90	PP Tanjung Priok KUDUS BULK	_.0	999484490	1000000000	1E+100	999484494.5
3066	FD90	PP Tanjung Priok KULONPROGO BULK	_.0	999420180	1000000000	1E+100	999420183
3067	FE90	PP Tanjung Priok KUNINGAN BULK	_.0	999358140	1000000000	1E+100	999358142.8
3068	FF90	PP Tanjung Priok LAMONGAN BULK	_.0	999487010	1000000000	1E+100	999487005.7
3069	FG90	PP Tanjung Priok MADIUN BULK	_.0	999420900	1000000000	1E+100	999420902.9
3070	FH90	PP Tanjung Priok MAGELANG BULK	_.0	999367790	1000000000	1E+100	999367788.7
3071	FI90	PP Tanjung Priok MAGETAN BULK	_.0	999387210	1000000000	1E+100	999387211.9
3072	FJ90	PP Tanjung Priok MAJALENGKA BULK	_.0	999332750	1000000000	1E+100	999332753.5
3073	FK90	PP Tanjung Priok MALANG BULK	_.0	999410280	1000000000	1E+100	999410275.7
3074	FL90	PP Tanjung Priok MOJOKERTO BULK	_.0	999465090	1000000000	1E+100	999465086

3075	FM90	PP Tanjung Priok NEGARA BULK	_.0	999268290	1000000000	1E+100	999268294.2
3076	FN90	PP Tanjung Priok NGANJUK BULK	_.0	999440300	1000000000	1E+100	999440299.2
3077	FO90	PP Tanjung Priok NGAWI BULK	_.0	999461770	1000000000	1E+100	999461771.5
3078	FP90	PP Tanjung Priok NGRAHO BULK	_.0	999464370	1000000000	1E+100	999464370.2
3079	FQ90	PP Tanjung Priok PACITAN BULK	_.0	999346760	1000000000	1E+100	999346758
3080	FR90	PP Tanjung Priok PADANGAN BULK	_.0	999474290	1000000000	1E+100	999474294.2
3081	FS90	PP Tanjung Priok PAMEKASAN BULK	_.0	999336700	1000000000	1E+100	999336701.7
3082	FT90	PP Tanjung Priok PARAKAN BULK	_.0	999362690	1000000000	1E+100	999362692.7
3083	FU90	PP Tanjung Priok PARE BULK	_.0	999442030	1000000000	1E+100	999442025.6
3084	FV90	PP Tanjung Priok PASURUAN BULK	_.0	999458520	1000000000	1E+100	999458522.5
3085	FW90	PP Tanjung Priok PATI BULK	_.0	999483400	1000000000	1E+100	999483403.6
3086	FX90	PP Tanjung Priok PEKALONGAN BULK	_.0	999398940	1000000000	1E+100	999398935.1
3087	FY90	PP Tanjung Priok PEMALANG BULK	_.0	999379360	1000000000	1E+100	999379364
3088	FZ90	PP Tanjung Priok PONOROGO BULK	_.0	999384640	1000000000	1E+100	999384643.8
3089	GA90	PP Tanjung Priok PROBOLINGGO BULK	_.0	999439250	1000000000	1E+100	999439248.1
3090	GB90	PP Tanjung Priok PURBALINGGA BULK	_.0	999309460	1000000000	1E+100	999309463.8
3091	GC90	PP Tanjung Priok PURWODADI BULK	_.0	999497420	1000000000	1E+100	999497419.5
3092	GD90	PP Tanjung Priok PURWOKERTO BULK	_.0	999368140	1000000000	1E+100	999368143.1
3093	GE90	PP Tanjung Priok PURWOREJO BULK	_.0	999349710	1000000000	1E+100	999349714.4
3094	GF90	PP Tanjung Priok RANGKASBITUNG BULK	_.0	999328420	1000000000	1E+100	999328420.8
3095	GG90	PP Tanjung Priok REMBANG BULK	_.0	999446280	1000000000	1E+100	999446280.3
3096	GH90	PP Tanjung Priok SALATIGA BULK	_.0	999433370	1000000000	1E+100	999433373.5
3097	GI90	PP Tanjung Priok SEMARANG BULK	_.0	999450510	1000000000	1E+100	999450506.4
3098	GJ90	PP Tanjung Priok SERANG BULK	_.0	999343170	1000000000	1E+100	999343169.6
3099	GK90	PP Tanjung Priok SERPONG BULK	_.348	_.0	_.875	_.344	1E+100
3100	GL90	PP Tanjung Priok SIDOARJO BULK	_.0	999468050	1000000000	1E+100	999468051.8

3101	GM90	PP Tanjung Priok SINGARAJA BULK	_.0	999244190	1000000000	1E+100	999244185.2
3102	GN90	PP Tanjung Priok SITUBONDO BULK	_.0	999382280	1000000000	1E+100	999382284.9
3103	GO90	PP Tanjung Priok SLEMAN BULK	_.0	999408480	1000000000	1E+100	999408484
3104	GP90	PP Tanjung Priok SRAGEN BULK	_.0	999428410	1000000000	1E+100	999428405.7
3105	GQ90	PP Tanjung Priok SUKOHARJO BULK	_.0	999404260	1000000000	1E+100	999404263.6
3106	GR90	PP Tanjung Priok SUMEDANG BULK	_.0	999258530	1000000000	1E+100	999258529.3
3107	GS90	PP Tanjung Priok SURABAYA BULK	_.0	999443470	1000000000	1E+100	999443468.8
3108	GT90	PP Tanjung Priok SURABAYA III BULK	_.0	999447920	1000000000	1E+100	999447922.4
3109	GU90	PP Tanjung Priok SURAKARTA BULK	_.0	999444980	1000000000	1E+100	999444983
3110	GV90	PP Tanjung Priok TANGERANG BULK	_.976	_.0	_.375	_.734	_.344
3111	GW90	PP Tanjung Priok TASIKMALAYA BULK	_.0	999205140	1000000000	1E+100	999205144.7
3112	GX90	PP Tanjung Priok TEGAL BULK	_.0	999374620	1000000000	1E+100	999374619.5
3113	GY90	PP Tanjung Priok TUBAN BULK	_.0	999510240	1000000000	1E+100	999510235.1
3114	GZ90	PP Tanjung Priok UNGARAN BULK	_.0	999446420	1000000000	1E+100	999446415.4
3115	HA90	PP Tanjung Priok WATES BULK	_.0	999349420	1000000000	1E+100	999349422.2
3116	HB90	PP Tanjung Priok WELERI BULK	_.0	999424030	1000000000	1E+100	999424025.5
3117	HC90	PP Tanjung Priok WONOGIRI BULK	_.0	999406050	1000000000	1E+100	999406050.8
3118	HD90	PP Tanjung Priok WONOSARI BULK	_.0	999382420	1000000000	1E+100	999382418.5
3119	HE90	PP Tanjung Priok WONOSOBO BULK	_.0	999305710	1000000000	1E+100	999305707.5
3120	HF90	PP Tanjung Priok YOGYAKARTA BULK	_.0	999381770	1000000000	1E+100	999381768.2

#### Constraints

	Cells	Name	Final Value	Shadow Price	RHS Value	Allowable Increase	Allowable Decrease
1	F76<=F57	IP Rembang SUPPLY	_.803	_.7.2	_.803	_.797	_.0
2	F77<=F58	IP Tuban SUPPLY	_.291	_.59	_.291	_.797	_.0
3	F78<=F59	DC Cibungur SUPPLY	_.400	_.97	_.400	_.18	_.0



4	F79<=F60	DC Ciwandan SUPPLY	_.914	_.203	_.914	_.518	_.0
5	F80<=F61	DC Narogong SUPPLY	_.362	_.29	_.362	_.797	_.0
6	F81<=F62	DC Pasoso SUPPLY	_.544	_.22	_.544	_.518	_.0
7	F82<=F63	DC Prambanan SUPPLY	_.987	_.961	_.987	_.547	_.0
8	F83<=F64	DC Cimahi SUPPLY	_.165	_.52	_.165	_.797	_.0
9	F84<=F65	DC Gianyar SUPPLY	_.462	_.26	_.462	_.240	_.0
10	F85<=F66	GP Gresik SUPPLY	_.782	_.363	_.782	_.797	_.0
11	F86<=F67	PP Banyuwangi SUPPLY	_.468	_.17	_.468	_.639	_.0
12	F87<=F68	PP Celukan Bawang SUPPLY	_.415	_.871	_.415	_.639	_.0
13	F88<=F69	PP Ciwandan SUPPLY	_.240	_.55	_.240	_.682	_.0
14	F89<=F70	PP Ciwandan 2 SUPPLY	_.630	_.0	_.630	1E+100	_.0
15	F90<=F71	PP Tanjung Priok SUPPLY	_.710	_.176	_.710	_.682	_.0
16	G91=G19	DEMAND AMBARAWA	_.992	_.31	_.992	_.0	_.797
17	H91=H19	DEMAND BANDUNG	_.049	_.71	_.049	_.0	_.797
18	I91=I19	DEMAND BANGKALAN	_.425	_.53	_.425	_.0	_.797
19	J91=J19	DEMAND BANJAR	_.895	_.52	_.895	_.0	_.797
20	K91=K19	DEMAND BANJARNAGARA	_.080	_.31	_.080	_.0	_.080
21	L91=L19	DEMAND BANTUL	_.045	_.96	_.045	_.0	_.797
22	M91=M19	DEMAND BANYUMAS	_.32	_.31	_.32	_.0	_.32
23	N91=N19	DEMAND BANYUWANGI	_.660	_.41	_.660	_.0	_.797
24	O91=O19	DEMAND BATANG	_.524	_.93	_.524	_.0	_.797
25	P91=P19	DEMAND BEKASI	_.344	_.52	_.344	_.0	_.797
26	Q91=Q19	DEMAND BLITAR	_.124	_.31	_.124	_.0	_.797
27	R91=R19	DEMAND BLORA	_.112	_.31	_.112	_.0	_.797
28	S91=S19	DEMAND BOGOR	_.568	_.26	_.568	_.0	_.797
29	T91=T19	DEMAND BOJONEGORO	_.824	_.56	_.824	_.0	_.797

30	U91=U19	DEMAND BONDOWOSO	_.816	_.46	_.816	_.0	_.797
31	V91=V19	DEMAND BOYOLALI	_.582	_.31	_.582	_.0	_.797
32	W91=W19	DEMAND BREBES	_.644	_.01	_.644	_.0	_.797
33	X91=X19	DEMAND BULELENG	_.24	_.89	_.24	_.0	_.24
34	Y91=Y19	DEMAND CEPU	_.352	_.31	_.352	_.0	_.797
35	Z91=Z19	DEMAND CIAMIS	_.690	_.98	_.690	_.0	_.690
36	AA91=AA19	DEMAND CIANJUR	_.414	_.81	_.414	_.0	_.414
37	AB91=AB19	DEMAND CIKARANG	_.780	_.17	_.780	_.0	_.18
38	AC91=AC19	DEMAND CILACAP	_.314	_.39	_.314	_.0	_.797
39	AD91=AD19	DEMAND CIMAHI	_.320	_.39	_.320	_.0	_.797
40	AE91=AE19	DEMAND CIREBON	_.408	_.81	_.408	_.0	_.797
41	AF91=AF19	DEMAND DEMAK	_.000	_.31	_.000	_.0	_.797
42	AG91=AG19	DEMAND DENPASAR	_.005	_.89	_.005	_.0	_.639
43	AH91=AH19	DEMAND GARUT	_.278	_.31	_.278	_.0	_.278
44	AI91=AI19	DEMAND GIANJAR	_.702	_.55	_.702	_.0	_.240
45	AJ91=AJ19	DEMAND GRESIK	_.362	_.54	_.362	_.0	_.797
46	AK91=AK19	DEMAND GUNUNG KIDUL	_.670	_.31	_.670	_.0	_.797
47	AL91=AL19	DEMAND INDRAMAYU	_.739	_.43	_.739	_.0	_.797
48	AM91=AM19	DEMAND Jakarta Barat	_.635	_.3.5	_.635	_.0	_.797
49	AN91=AN19	DEMAND Jakarta Selatan	_.50	_.13	_.50	_.0	_.50
50	AO91=AO19	DEMAND Jakarta Timur	_.985	_.86	_.985	_.0	_.985
51	AP91=AP19	DEMAND Jakarta Utara	_.432	_.01	_.432	_.0	_.518
52	AQ91=AQ19	DEMAND JEMBER	_.162	_.39	_.162	_.0	_.797
53	AR91=AR19	DEMAND JEMBRANA	_.416	_.89	_.416	_.0	_.416
54	AS91=AS19	DEMAND JEPARA	_.646	_.31	_.646	_.0	_.797
55	AT91=AT19	DEMAND JOMBANG	_.354	_.31	_.354	_.0	_.797

56	AU91=AU19	DEMAND KAB. BANDUNG	_.638	_.33	_.638	_.0	_.18
57	AV91=AV19	DEMAND KAB. KARAWANG	_.684	_.29	_.684	_.0	_.797
58	AW91=AW19	DEMAND KAB. KUNINGAN	_.758	_.31	_.758	_.0	_.758
59	AX91=AX19	DEMAND KAB. LEBAK	_.576	_.31	_.576	_.0	_.576
60	AY91=AY19	DEMAND KAB. SUBANG	_.172	_.81	_.172	_.0	_.172
61	AZ91=AZ19	DEMAND KAB. TANGERANG	_.112	_.48	_.112	_.0	_.112
62	BA91=BA19	DEMAND KARANGANYAR	_.276	_.69	_.276	_.0	_.797
63	BB91=BB19	DEMAND KARANGASEM	_.652	_.89	_.652	_.0	_.652
64	BC91=BC19	DEMAND KEBUMEN	_.330	_.57	_.330	_.0	_.797
65	BD91=BD19	DEMAND KEDIRI	_.274	_.32	_.274	_.0	_.797
66	BE91=BE19	DEMAND KLATEN	_.110	_.42	_.110	_.0	_.797
67	BF91=BF19	DEMAND KLUNGKUNG	_.723	_.39	_.723	_.0	_.639
68	BG91=BG19	DEMAND KOTA DEPOK	_.432	_.93	_.432	_.0	_.518
69	BH91=BH19	DEMAND KUDUS	_.408	_.57	_.408	_.0	_.797
70	BI91=BI19	DEMAND KULONPROGO	_.972	_.31	_.972	_.0	_.972
71	BJ91=BJ19	DEMAND LAMONGAN	_.988	_.16	_.988	_.0	_.797
72	BK91=BK19	DEMAND LUMAJANG	_.360	_.14	_.360	_.0	_.797
73	BL91=BL19	DEMAND MADIUN	_.020	_.31	_.020	_.0	_.797
74	BM91=BM19	DEMAND MAGELANG	_.776	_.03	_.776	_.0	_.797
75	BN91=BN19	DEMAND MAGETAN	_.466	_.31	_.466	_.0	_.797
76	BO91=BO19	DEMAND MAJALENGKA	_.144	_.31	_.144	_.0	_.144
77	BP91=BP19	DEMAND MAJENANG	_.296	_.18	_.296	_.0	_.797
78	BQ91=BQ19	DEMAND MALANG	_.290	_.71	_.290	_.0	_.797
79	BR91=BR19	DEMAND MOJOKERTO	_.900	_.69	_.900	_.0	_.797
80	BS91=BS19	DEMAND NGANJUK	_.864	_.31	_.864	_.0	_.797
81	BT91=BT19	DEMAND NGAWI	_.928	_.31	_.928	_.0	_.797

82	BU91=BU19	DEMAND NUSA DUA	_.228	_.89	_.228	_.0	_.639
83	BV91=BV19	DEMAND PACITAN	_.964	_.64	_.964	_.0	_.797
84	BW91=BW19	DEMAND PADALARANG	_.608	_.81	_.608	_.0	_.608
85	BX91=BX19	DEMAND PADANGAN	_.584	_.31	_.584	_.0	_.584
86	BY91=BY19	DEMAND PAMEKASAN	_.442	_.91	_.442	_.0	_.797
87	BZ91=BZ19	DEMAND PASURUAN	_.982	_.22	_.982	_.0	_.797
88	CA91=CA19	DEMAND PATI	_.072	_.31	_.072	_.0	_.797
89	CB91=CB19	DEMAND PEKALONGAN	_.334	_.68	_.334	_.0	_.797
90	CC91=CC19	DEMAND PEMALANG	_.834	_.66	_.834	_.0	_.797
91	CD91=CD19	DEMAND PONOROGO	_.204	_.81	_.204	_.0	_.797
92	CE91=CE19	DEMAND PROBOLINGGO	_.018	_.88	_.018	_.0	_.797
93	CF91=CF19	DEMAND PURWODADI	_.524	_.31	_.524	_.0	_.797
94	CG91=CG19	DEMAND PURWOKERTO	_.405	_.78	_.405	_.0	_.797
95	CH91=CH19	DEMAND PURWOREJO	_.944	_.5.4	_.944	_.0	_.797
96	CI91=CI19	DEMAND REMBANG	_.910	_.31	_.910	_.0	_.797
97	CJ91=CJ19	DEMAND SALATIGA	_.692	_.31	_.692	_.0	_.797
98	CK91=CK19	DEMAND SAMPANG	_.781	_.41	_.781	_.0	_.797
99	CL91=CL19	DEMAND SEMARANG	_.388	_.31	_.388	_.0	_.797
100	CM91=CM19	DEMAND SERANG	_.925	_.48	_.925	_.0	_.518
...	...	...	...	...	...	...	...
201	GJ91=GJ19	DEMAND SERANG BULK	_.934	_.58	_.934	_.0	_.682
202	GK91=GK19	DEMAND SERPONG BULK	_.348	_.61	_.348	_.0	_.682
203	GL91=GL19	DEMAND SIDOARJO BULK	_.873	_.41	_.873	_.0	_.797
204	GM91=GM19	DEMAND SINGARAJA BULK	_.292	_.95	_.292	_.0	_.292
205	GN91=GN19	DEMAND SITUBONDO BULK	_.286	_.26	_.286	_.0	_.286
206	GO91=GO19	DEMAND SLEMAN BULK	_.338	_.22	_.338	_.0	_.338

<b>207</b>	GP91=GP19	DEMAND SRAGEN BULK	_.196	_.46	_.196	_.0	_.196
<b>208</b>	GQ91=GQ19	DEMAND SUKOHARJO BULK	_.308	_.56	_.308	_.0	_.308
<b>209</b>	GR91=GR19	DEMAND SUMEDANG BULK	_.309	_.86	_.309	_.0	_.309
<b>210</b>	GS91=GS19	DEMAND SURABAYA BULK	_.631	_.42	_.631	_.0	_.797
<b>211</b>	GT91=GT19	DEMAND SURABAYA III BULK	_.337	_.75	_.337	_.0	_.337
<b>212</b>	GU91=GU19	DEMAND SURAKARTA BULK	_.124	_.13	_.124	_.0	_.124
<b>213</b>	GV91=GV19	DEMAND TANGERANG BULK	_.925	_.61	_.925	_.0	_.682
<b>214</b>	GW91=GW19	DEMAND TASIKMALAYA BULK	_.849	_.46	_.849	_.0	_.849
<b>215</b>	GX91=GX19	DEMAND TEGAL BULK	_.383	_.69	_.383	_.0	_.797
<b>216</b>	GY91=GY19	DEMAND TUBAN BULK	_.226	_.04	_.226	_.0	_.226
<b>217</b>	GZ91=GZ19	DEMAND UNGARAN BULK	_.778	_.78	_.778	_.0	_.778
<b>218</b>	HA91=HA19	DEMAND WATES BULK	_.150	_.255	_.150	_.0	_.150
<b>219</b>	HB91=HB19	DEMAND WELERI BULK	_.393	_.68	_.393	_.0	_.393
<b>220</b>	HC91=HC19	DEMAND WONOGIRI BULK	_.189	_.33	_.189	_.0	_.797
<b>221</b>	HD91=HD19	DEMAND WONOSARI BULK	_.333	_.69	_.333	_.0	_.797
<b>222</b>	HE91=HE19	DEMAND WONOSOBO BULK	_.631	_.72	_.631	_.0	_.631
<b>223</b>	HF91=HF19	DEMAND YOGYAKARTA BULK	_.975	_.96	_.975	_.0	_.975

**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	Total Memasok Distrik	AMBARAWA	BANDUNG	BANGKALAN	BANJAR	BANJARNAGARA	BANTUL
IP Rembang	14	✓					
IP Tuban	73		✓		✓	✓	✓
DC Cibungur	2						
DC Ciwandan	4						
DC Narogong	1						
DC Pasoso	5						
DC Prambanan	0						
DC Cimahi	1		✓				
DC Gianyar	1						
GP Gresik	7			✓			
PP Banyuwangi	1						
PP Celukan Bawang	9						
PP Ciwandan	0						
PP Ciwandan 2	2						
PP Tanjung Priok	1						
<b>Grand Total</b>	<b>Total Dipasok Fasilitas Pasok</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok		BABAT BULK	BALARAJA BULK	BANDUNG BULK	BANJARNAGARA BULK	BANTUL BULK	BANYUMAS BULK
IP Rembang	15				✓		
IP Tuban	65	✓		✓		✓	✓
DC Cibungur	0						
DC Ciwandan	0						
DC Narogong	0						
DC Pasoso	0						
DC Prambanan	1						
DC Cimahi	0						
DC Gianyar	0						
GP Gresik	1						
PP Banyuwangi	7						
PP Celukan Bawang	0						
PP Ciwandan	5		✓				
PP Ciwandan 2	0						
PP Tanjung Priok	7						
<b>Grand Total</b>	<b>Total Dipasok Fasilitas Pasok</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## Semen Bag

## Semen Curah

[illegible]

**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	BOYOLALI	BREBES	BULELENG	CEPU	CIAMIS	CIANJUR	CIKARANG	CILACAP	CIMAH
IP Rembang	✓			✓					
IP Tuban		✓			✓	✓		✓	✓
DC Cibungur							✓		
DC Ciwandan									
DC Narogong									
DC Pasoso									
DC Prambanan									
DC Cimahi									
DC Gianyar									
GP Gresik									
PP Banyuwangi									
PP Celukan Bawang			✓						
PP Ciwandan									
PP Ciwandan 2									
PP Tanjung Priok									
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok	CEPU BULK	CIAMIS BULK	CIBITUNG BULK	CIKARANG BULK	CILACAP BULK	CILEGON BULK	CIREBON BULK	DEMAK BULK	DENPASAR BULK
IP Rembang								✓	
IP Tuban	✓	✓		✓	✓		✓		
DC Cibungur									
DC Ciwandan									
DC Narogong									
DC Pasoso									
DC Prambanan									
DC Cimahi									
DC Gianyar									
GP Gresik									
PP Banyuwangi									✓
PP Celukan Bawang									
PP Ciwandan						✓			
PP Ciwandan 2									
PP Tanjung Priok			✓	✓					
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	CIREBON	DEMAK	DENPASAR	GARUT	GIANYAR	GRESIK	GUNUNG KIDUL	INDRAMAYU
IP Rembang		✓						
IP Tuban	✓			✓		✓	✓	✓
DC Cibungur								
DC Ciwandan								
DC Narogong								
DC Pasoso								
DC Prambanan								
DC Cimahi								
DC Gianyar					✓			
GP Gresik								
PP Banyuwangi			✓					
PP Celukan Bawang			✓		✓			
PP Ciwandan								
PP Ciwandan 2								
PP Tanjung Priok								
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok	GARUT BULK	GIANYAR BULK	GRESIK BULK	INDRAMAYU BULK	JAKARTA BULK	JEMBER BULK	JEPARA BULK	JIMBARAN BULK
IP Rembang							✓	
IP Tuban	✓	✓	✓	✓		✓		
DC Cibungur								
DC Ciwandan								
DC Narogong								
DC Pasoso								
DC Prambanan								
DC Cimahi								
DC Gianyar								
GP Gresik								
PP Banyuwangi		✓						✓
PP Celukan Bawang								
PP Ciwandan								
PP Ciwandan 2								
PP Tanjung Priok					✓			
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

[illegible]

## Semen Curah

[illegible]

**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	KAB. BANDUNG	KAB. KARAWANG	KAB. KUNINGAN	KAB. LEBAK	KAB. SUBANG	KAB. TANGERANG	KARANGANYAR
IP Rembang							
IP Tuban	✓	✓	✓		✓		✓
DC Cibungur	✓						
DC Ciwandan				✓			
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2						✓	
PP Tanjung Priok							
<b>Grand Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok	KLUNKUNG BULK	KUDUS BULK	KULONPROGO BULK	KUNINGAN BULK	LAMONGAN BULK	MADIUN BULK	MAGELANG BULK
IP Rembang		✓					
IP Tuban			✓	✓	✓	✓	✓
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan			✓				
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi	✓						
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

[illegible]

## Semen Curah

[illegible]

## Semen Bag

## Semen Curah

[illegible]

### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

Fasilitas Pasok	MOJOKERTO	NGANJUK	NGAWI	NUSA DUA	PACITAN	PADALARANG	PADANGAN
IP Rembang			✔				
IP Tuban	✔	✔	✔		✔	✔	✔
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang				✔			
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## Semen Curah

[illegible]

### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

[illegible]

## Semen Curah

[illegible]

### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

Fasilitas Pasok	PURWOKERTO	PURWOREJO	REMBANG	SALATIGA	SAMPANG	SEMARANG	SERANG	SERPONG
IP Rembang			✓	✓				
IP Tuban	✓	✓				✓		
DC Cibungur								
DC Ciwandan							✓	✓
DC Narogong								
DC Pasoso								
DC Prambanan								
DC Cimahi								
DC Gianyar								
GP Gresik					✓			
PP Banyuwangi								
PP Celukan Bawang								
PP Ciwandan								
PP Ciwandan 2							✓	
PP Tanjung Priok								
Grand Total	1	1	1	1	1	1	2	1

## Semen Curah

[illegible]



### Alokasi Baru Setelah Optimalisasi

## Semen Bag

[illegible]

## Semen Curah

[illegible]

**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	SURABAYA	SURAKARTA	TABANAN	TANGERANG	TASIKMALAYA	TEGAL	TEMANGGUNG	TRENGGALEK	TUBAN	TULUNGAGUNG
IP Rembang										
IP Tuban	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
DC Cibungur										
DC Ciwandan				✓						
DC Narogong										
DC Pasoso				✓						
DC Prambanan										
DC Cimahi										
DC Gianyar										
GP Gresik	✓									
PP Banyuwangi										
PP Celukan Bawang			✓							
PP Ciwandan										
PP Ciwandan 2										
PP Tanjung Priok										
<b>Grand Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok	WONOSOBO BULK	YOGYAKARTA BULK
IP Rembang		
IP Tuban	✓	✓
DC Cibungur		
DC Ciwandan		
DC Narogong		
DC Pasoso		
DC Prambanan		
DC Cimahi		
DC Gianyar		
GP Gresik		
PP Banyuwangi		
PP Celukan Bawang		
PP Ciwandan		
PP Ciwandan 2		
PP Tanjung Priok		
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**Alokasi Baru Setelah  
Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	UNGARAN	WALIKUKUN	WELERI	WONOGIRI	WONOSARI	WONOSOBO
IP Rembang	✓	✓				
IP Tuban			✓	✓	✓	✓
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik						
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						
<b>Grand Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Semen Curah

Fasilitas Pasok
IP Rembang
IP Tuban
DC Cibungur
DC Ciwandan
DC Narogong
DC Pasoso
DC Prambanan
DC Cimahi
DC Gianyar
GP Gresik
PP Banyuwangi
PP Celukan Bawang
PP Ciwandan
PP Ciwandan 2
PP Tanjung Priok
<b>Grand Total</b>

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	AMBARAWA	BANDUNG	BANGKALAN	BANJAR	BANJARNAGARA	BANTUL
IP Rembang	●					
IP Tuban		↑ ↓		●	●	●
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi		●				
DC Gianyar						
GP Gresik			●			
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

Semen Curah

Fasilitas Pasok	BABAT BULK	BALARAJA BULK	BANDUNG BULK	BANJARNAGARA BULK	BANTUL BULK	BANYUMAS BULK
IP Rembang				↑ ↓		
IP Tuban	●		●		●	●
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik						
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan		●				
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	BANYUMAS	BANYUWANGI	BATANG	BEKASI	BLITAR	BLORA	BOGOR
IP Rembang			↓			↑	
IP Tuban	●	↓	↑	↑	↑	↓	↑
DC Cibungur				↓			
DC Ciwandan							
DC Narogong				↓			↑
DC Pasoso				↓			↓
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik		↑			↓		
PP Banyuwangi		↓					
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

Fasilitas Pasok	BANYUWANGI BULK	BATANG BULK	BEKASI BULK	BLITAR BULK	BLORA BULK	BOGOR BULK	BOJONEGORO BULK
IP Rembang		↓			↑		
IP Tuban	↓	↑	↓	●	↓	↓	●
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik	↓		↓				
PP Banyuwangi	↑						
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok			↑			↑	

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	BOJONEGORO	BONDOWOSO	BOYOLALI	BREBES	BULELENG	CEPU	CIAMIS
IP Rembang	↓		↑	●		●	●
IP Tuban	↑	↑	↓				
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik		↓					
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang					●		
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							
Semen Curah							
Fasilitas Pasok	BOYOLALI BULK	BREBES BULK	CEPU BULK	CIAMIS BULK	CIBITUNG BULK	CIKARANG BULK	CILACAP BULK
IP Rembang	↑	●					
IP Tuban	↓		●	●	↓	↓	●
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok					↑	↑	

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	CIANJUR	CIKARANG	CILACAP	CIMAHI	CIREBON	DEMAK	DENPASAR
IP Rembang							
IP Tuban	●	↓	●	↑	●	●	
DC Cibungur		↑		↓			
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi							↑
PP Celukan Bawang							↓
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

Fasilitas Pasok	CILEGON BULK	CIREBON BULK	DEMAK BULK	DENPASAR BULK	GARUT BULK	GIANYAR BULK	GRESIK BULK
IP Rembang			↑				
IP Tuban		●	↓		●	↑	↑
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik	↓			↓			↓
PP Banyuwangi				↑		↓	
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan	↑						
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	GARUT	GIANYAR	GRESIK	GUNUNG KIDUL	INDRAMAYU	Jakarta Barat
IP Rembang						
IP Tuban	●		●	●	●	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						↓
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar		●				
GP Gresik						
PP Banyuwangi		↓				
PP Celukan Bawang		↑				
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						↓

Fasilitas Pasok	INDRAMAYU BULK	JAKARTA BULK	JEMBER BULK	JEPARA BULK	JIMBARAN BULK	JOMBANG BULK
IP Rembang						
IP Tuban	●		↑	↑↓		↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik		↓	↓			↓
PP Banyuwangi					●	
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan		↓				
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok		↑				

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap



**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	Jakarta Selatan	Jakarta Timur	Jakarta Utara	JEMBER	JEMBRANA	JEPARA
IP Rembang						
IP Tuban				↑		↓
DC Cibungur						↑
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso		↑	↑			
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik				↓		
PP Banyuwangi					↓	
PP Celukan Bawang					↑	
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok	●	↓	↓			

Semen Curah

Fasilitas Pasok	KAB. BANDUNG BULK	KAB. KARAWANG BULK	KARANGANYAR BULK	KEBUMEN BULK	KEDIRI BULK	KENDAL BULK
IP Rembang			↓			↓
IP Tuban	●	↑	↑	●	↑	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik					↓	
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok		↓				

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	JOMBANG	KAB. BANDUNG	KAB. KARAWANG	KAB. KUNINGAN	KAB. LEBAK	KAB. SUBANG
IP Rembang						
IP Tuban	●	↓	↑	●		●
DC Cibungur		↑	↓			
DC Ciwandan					●	
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik						
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

Semen Curah

Fasilitas Pasok	KLATEN BULK	KLUNGKUNG BULK	KUDUS BULK	KULONPROGO BULK	KUNINGAN BULK	LAMONGAN BULK
IP Rembang			↑			
IP Tuban	●		↓	●	●	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan				●		
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik						↓
PP Banyuwangi		●				
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	KAB. TANGERANG	KARANGANYAR	KARANGASEM	KEBUMEN	KEDIRI	KLATEN
IP Rembang		↓				↓
IP Tuban		↑	↓	●	↑	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan	↓					
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik		↓			↓	↓
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang			↑			
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2	↑					
PP Tanjung Priok						

Semen Curah

Fasilitas Pasok	MADIUN BULK	MAGELANG BULK	MAGETAN BULK	MAJALENGKA BULK	MALANG BULK	MOJOKERTO BULK
IP Rembang						
IP Tuban	●	●	●	●	↑	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik					↓	↓
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	KLUNGKUNG	KOTA DEPOK	KUDUS	KULONPROGO	LAMONGAN	LUMAJANG
IP Rembang			↓			
IP Tuban	↓	↓	↑	●	↑	●
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso		↑				
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik					↓	
PP Banyuwangi	↓					
PP Celukan Bawang	↑					
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

Semen Curah

Fasilitas Pasok	NEGARA	BULK	NGANJUK BULK	NGAWI BULK	NGRAHO BULK	PACITAN BULK	PADANGAN BULK
IP Rembang							
IP Tuban			●	●	●	●	●
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							
PP Banyuwangi	●						
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	MADIUN	MAGELANG	MAGETAN	MAJALENGKA	MAJENANG	MALANG
IP Rembang	↑					
IP Tuban		●	●	●	●	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik	↓					↓
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

Fasilitas Pasok	PAMEKASAN BULK	PARAKAN BULK	PARE BULK	PASURUAN BULK	PATI BULK	PEKALONGAN BULK
IP Rembang					↑	
IP Tuban		●	●	↑	↓	●
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik	●			↓		
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	MOJOKERTO	NGANJUK	NGAWI	NUSA DUA	PACITAN
IP Rembang			↓		
IP Tuban	●	●	↑		●
DC Cibungur					
DC Ciwandan					
DC Narogong					
DC Pasoso					
DC Prambanan					
DC Cimahi					
DC Gianyar					
GP Gresik					
PP Banyuwangi					
PP Celukan Bawang				●	
PP Ciwandan					
PP Ciwandan 2					
PP Tanjung Priok					

Fasilitas Pasok	PEMALANG BULK	PONOROGO BULK	PROBOLINGGO BULK	PURBALINGGA BULK	PURWODADI BULK
IP Rembang	↑				↑
IP Tuban	↓	●	↑	●	↓
DC Cibungur					
DC Ciwandan					
DC Narogong					
DC Pasoso					
DC Prambanan					
DC Cimahi					
DC Gianyar					
GP Gresik			↓		
PP Banyuwangi					
PP Celukan Bawang					
PP Ciwandan					
PP Ciwandan 2					
PP Tanjung Priok					

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	PADALARANG	PADANGAN	PAMEKASAN	PASURUAN	PATI	PEKALONGAN
IP Rembang		↓			↓	
IP Tuban	●	↑		●	↑	↑
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik			●			↓
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

Fasilitas Pasok	PURWOKERTO BULK	PURWOREJO BULK	RANGKASBITUNG BULK	REMBANG BULK	SALATIGA BULK	SEMARANG BULK
IP Rembang	↓				↑	↑
IP Tuban	↑	●		●	↓	↓
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik						
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan			●			
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	PEMALANG	PONOROGO	PROBOLINGGO	PURWODADI	PURWOKERTO	PURWOREJO	REMBANG
IP Rembang				↑↓			↑↓
IP Tuban	↑	↑	↑	↓	↑	●	↓
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik	↓	↓	↓	↓	↓		
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

Fasilitas Pasok	SERANG BULK	SERPONG BULK	SIDOARJO BULK	SINGARAJA BULK	SITUBONDO BULK	SLEMAN BULK	SRAGEN BULK
IP Rembang						↑↓	
IP Tuban			↑		↑	↓	●
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik			↓		↓		
PP Banyuwangi				●	↓		
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan	●	↓					
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok		↑					

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap



**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	SALATIGA	SAMPANG	SEMARANG	SERANG	SERPONG	SIDOARJO
IP Rembang	●		↓			
IP Tuban			↑			●
DC Cibungur						
DC Ciwandan				↓	●	
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik		●	↓			
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						
PP Ciwandan 2				↑		
PP Tanjung Priok						

Semen Curah

Fasilitas Pasok	SUKOHARJO BULK	SUMEDANG BULK	SURABAYA BULK	SURABAYA III BULK	SURAKARTA BULK	TANGERANG BULK
IP Rembang					↑	
IP Tuban	●	●	↑	↑	↓	
DC Cibungur						
DC Ciwandan						
DC Narogong						
DC Pasoso						
DC Prambanan						
DC Cimahi						
DC Gianyar						
GP Gresik			↓	↓		
PP Banyuwangi						
PP Celukan Bawang						
PP Ciwandan						↑
PP Ciwandan 2						
PP Tanjung Priok						↓

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	SINGARAJA	SITUBONDO	SLEMAN	SRAGEN	SUKABUMI	SUKOHARJO	SUMEDANG
IP Rembang			↓	●		↑	
IP Tuban	↓	↓	↑		●	↓	●
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik		↑					
PP Banyuwangi	↓	↓					
PP Celukan Bawang	↑						
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

Semen Curah

Fasilitas Pasok	TASIKMALAYA BULK	TEGAL BULK	TUBAN BULK	UNGARAN BULK	WATES BULK	WELERI BULK	WONOGIRI BULK
IP Rembang		↓		↑			
IP Tuban	●	↑	●	↓	●	●	↑
DC Cibungur							
DC Ciwandan							
DC Narogong							
DC Pasoso							
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik							↓
PP Banyuwangi							
PP Celukan Bawang							
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2							
PP Tanjung Priok							

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	SUMENEP	SURABAYA	SURAKARTA	TABANAN	TANGERANG	TASIKMALAYA	TEGAL
IP Rembang							
IP Tuban		↓	●			●	↑
DC Cibungur							
DC Ciwandan					↑		
DC Narogong							
DC Pasoso					↑		
DC Prambanan							
DC Cimahi							
DC Gianyar							
GP Gresik	●	↑					↓
PP Banyuwangi				↓			
PP Celukan Bawang				↑			
PP Ciwandan							
PP Ciwandan 2					↓		
PP Tanjung Priok					↓		

Semen Curah




Fasilitas Pasok	WONOSARI BULK	WONOSOBO BULK	YOGYAKARTA BULK
IP Rembang			
IP Tuban	●	●	●
DC Cibungur			
DC Ciwandan			
DC Narogong			
DC Pasoso			
DC Prambanan			
DC Cimahi			
DC Gianyar			
GP Gresik			
PP Banyuwangi			
PP Celukan Bawang			
PP Ciwandan			
PP Ciwandan 2			
PP Tanjung Priok			

↑	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
↓	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
●	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag




Fasilitas Pasok	TEMANGGUNG	TRENGGALEK	TUBAN	TULUNGAGUNG	UNGARAN	WALIKUKUN	WELERI	WONOGIRI
IP Rembang								
IP Tuban								
DC Cibungur								
DC Ciwandan								
DC Narogong								
DC Pasoso								
DC Prambanan								
DC Cimahi								
DC Gianyar								
GP Gresik								
PP Banyuwangi								
PP Celukan Bawang								
PP Ciwandan								
PP Ciwandan 2								
PP Tanjung Priok								
Semen Curah								
Fasilitas Pasok								
IP Rembang								
IP Tuban								
DC Cibungur								
DC Ciwandan								
DC Narogong								
DC Pasoso								
DC Prambanan								
DC Cimahi								
DC Gianyar								
GP Gresik								
PP Banyuwangi								
PP Celukan Bawang								
PP Ciwandan								
PP Ciwandan 2								
PP Tanjung Priok								

	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
	Pasokan tetap

**Perubahan Pasokan  
Setelah Optimalisasi**

Semen Bag

Fasilitas Pasok	WONOSARI	WONOSOBO
IP Rembang		
IP Tuban	●	●
DC Cibungur		
DC Ciwandan		
DC Narogong		
DC Pasoso		
DC Prambanan		
DC Cimahi		
DC Gianyar		
GP Gresik		
PP Banyuwangi		
PP Celukan Bawang		
PP Ciwandan		
PP Ciwandan 2		
PP Tanjung Priok		
Semen Curah		
<b>Fasilitas Pasok</b>		
IP Rembang		
IP Tuban		
DC Cibungur		
DC Ciwandan		
DC Narogong		
DC Pasoso		
DC Prambanan		
DC Cimahi		
DC Gianyar		
GP Gresik		
PP Banyuwangi		
PP Celukan Bawang		
PP Ciwandan		
PP Ciwandan 2		
PP Tanjung Priok		

	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
	Volume dinaikkan dari pasokan eksisting
	Pasokan tetap