



TESIS - BM185407

**MODEL INTEGRATED TRANSPORTATION - INVENTORY
UNTUK OPTIMASI OUTBOUND LOGISTICS PRODUK
SEMEN PT X**

**HAJARIYAH AGUSTINA
09211750015006**

**Dosen Pembimbing:
Prof. Ir. Budi Santosa, M.S.,Ph.D**

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Hajariyah Agustina

NRP: 09211750015006

Tanggal Ujian: 10 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. **Prof. Ir. Budi Santosa, M.S.,Ph.D**
NIP: 196905121994021001



.....

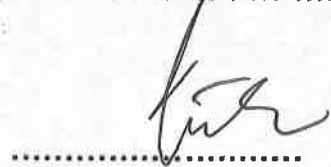
Penguji:

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



.....

2. **Niniet Indah Arvitrida, S.T.,M.T .,Ph.D**
NIP: 198407062009122007



.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

MODEL INTEGRATED TRANSPORTATION – INVENTORY UNTUK OPTIMASI OUTBOUND LOGISTICS PRODUK SEMEN PT X

Nama : Hajariyah Agustina
NRP : 9211750015006
Pembimbing : Prof. Ir. Budi Santosa, M.S.,Ph.D

ABSTRAK

Di industri semen, *supply chain management* memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan daya saing dari mulai dari *inbound logistik* hingga *outbound logistics*. PT X merupakan perusahaan produksi semen terbesar di Indonesia dengan penguasaan pasar mencapai 53% di tahun 2019. Strategi kunci PT X adalah *supply chain optimization* yang memiliki peran utama untuk mencapai pertumbuhan target perusahaan dengan prinsip mencapai efisiensi biaya logistik dan transportasi dan tetap mengedepankan tingkat pelayanan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Optimalisasi *outbound logistics* di PT X dapat didekati dengan model *integrated transportation-Inventory* (ITI). ITI adalah model yang mengintegrasikan keputusan transportasi dan *inventory* secara bersamaan. ITI juga merupakan model yang dapat menentukan alokasi produk dengan mempertimbangkan level *inventory*, jumlah produksi dan keputusan untuk melakukan *backorder*. Penerapan ITI pada studi kasus PT X menggunakan konfigurasi *supply chain* dari beberapa sumber produk (pabrik) ke beberapa pelanggan, *transshipment*, *multi periode*, *multi product*, memperbolehkan adanya *backorder*, dan *demand* yang bersifat deterministik. Hasil dari simulasi pada model ITI dapat digunakan sebagai dasar melakukan perencanaan produksi dan penjualan. Pada penelitian ini model ITI yang dikembangkan menggunakan metode eksak solver simplex melalui software Lingo 18, yang telah memiliki fitur untuk mempercepat proses komputasi dalam problem skala besar. Pengembangan model ITI pada optimalisasi *outbound logistics* PT X memberikan efisiensi dan efektivitas biaya distribusi dengan tetap mengupayakan pemenuhan kebutuhan pelanggan melalui jaminan ketersediaan produk. Hasil Simulasi menunjukkan bahwa optimasi outbound logistics PT X dengan menggunakan model ITI mampu menghemat biaya sebesar 1,86% atau senilai 117 Milyar jika dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Kata Kunci: *supply chain management*, *outbound logistic*, optimasi, *integrated transportation-inventory*, *transshipment*, *multi periode*, *multi product*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

***INTEGRATED TRANSPORTATION – INVENTORY MODEL
FOR OUTBOUND LOGISTIC OPTIMIZATION OF
CEMENT PRODUCT OF PT X***

Nama : Hajariyah Agustina
NRP : 9211750015006
Pembimbing : Prof. Ir. Budi Santosa, M.S.,Ph.D

ABSTRACT

In the cement industry, supply chain management has an important role in determining competitiveness from inbound logistics to outbound logistics. PT X is the largest cement company in Indonesia with market share about 53% in 2019. The Company's key strategy is supply chain optimization to achieve logistic and transportation cost efficiency and also prioritizing service level to meet customer needs. Outbound logistics optimization in PT X can be approached with the Integrated Transport-Inventory (ITI) model. ITI is a model that integrates transportation and inventory decisions. In addition, ITI can also determine inventory levels, production quantities and backorder decisions. The application of ITI to PT X case study is categorized as multiple to multiple supply chain configurations, transshipment, multi-period, multi-product, allowing for back orders, and deterministic demand. The results of simulations of ITI models can be used as a basis sales planning and production. In this research, the ITI model solved with simplex solver method on Lingo 18, which has features to improve computational processes of a large scale. The development of the ITI model in optimizing outbound logistics at PT X provides efficiency and effectiveness of distribution strategy to meet customer demand. Simulation results show that optimization of outbound logistics using the ITI model is able to save costs by 1.86% (worth 117 billion) compared to existing conditions.

Keywords: *supply chain management, optimization, outbound logistic, Integrated Transporatation-Inventory, transshipment, multi period, multi product.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini

Penyusunan tesis ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan studi strata dua dan memperoleh gelar magister manajemen teknologi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Mulyati dan Bapak Supriyadi serta Ahmad Rizal Supriyanto selaku kedua orang tua dan kakak kandung penulis yang senantiasa memberikan dukungan, inspirasi, semangat dan kepercayaan yang luar biasa besar kepada penulis. Terima kasih untuk tetap dan selalu percaya, terima kasih.
2. Prof. Ir. Budi Santosa, M.S., Ph.D selaku selaku dosen pembimbing atas semua pembelajaran yang telah diberikan selama ini.
3. Eka Ari Puspita, Riskana P., Tiger Thoriq, Bambang H.P serta seluruh keluarga besar penulis yang selalu mendoakan memberikan inspirasi, dan mendukung mimpi-mimpi yang dicapai penulis.
4. Sahabat-sahabat terbaik penulis: Kak Hanny, Zarah, Bu Ria, Risal, Hendy, Hasyim, Dini, Jumi, Anggra dan Nadia yang selalu ada untuk menjadi teman terbaik dalam menjalankan hal-hal yang tida penting bersama-sama, terima kasih.

Serta berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari bahwa pengerjaan tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan sebagai motivasi dalam rangka pengembangan diri menjadi lebih baik.

Penulis berharap Tugas tesis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Sekian yang bisa penulis sampaikan, mohon maaf jika ada yang kurang berkenan, terima kasih.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.4.1 Batasan	5
1.4.2 Asumsi	6
1.5 Kontribusi	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 <i>Outbound logistics</i>	9
2.2 <i>Integrated Inventory – Transportation Model (ITI)</i>	10
2.2.1 Variasi ITI.....	11
2.2.2 Model Matematis ITI	12
2.3 Gambaran Perusahaan.....	15
2.4 Penelitian Terdahulu	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	22
3.2 Tahap Pengembangan Model Matematis <i>ITI</i>	23
3.3 Tahap Pengembangan Model dalam Software Lingo	24
3.4 Validasi dan Verifikasi Model	25
3.5 Eksperimen	25
3.6 Analisis dan Interpretasi Hasil	25
3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran	25
BAB 4 HASIL PENELITIAN	27
4.1 Pengembangan Model <i>Integrated Transportation & Inventory (ITI)</i>	27
4.1.1 Parameter.....	27
4.1.2 Variabel Keputusan	28
4.1.3 Fungsi Tujuan	29
4.1.4 Batasan	29
4.2 Pengembangan Model dalam Software LINGO 18	30
4.3 Validasi dan Verifikasi Model	30

4.3.1	Data Uji	30
4.3.2	Verifikasi Model.....	31
4.3.3	Validasi Model	31
4.4	Data	36
4.4.1	Parameter	37
4.4.2	Data Biaya	38
4.4.3	Data Lainnya.....	41
4.5	Eksperimen	41
4.6	Hasil Eskperimen	42
4.7	Analisis Hasil	42
4.7.1	Alokasi Produk	43
4.7.2	Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi.....	45
4.7.3	Hasil Optimasi Biaya.....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN DARAN		49
1.1	Kesimpulan.....	49
1.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN 6. A		53
LAMPIRAN 6. B.....		56
LAMPIRAN 6. C.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Beban Pokok Penjualan PT X	2
Gambar 1.2 Jaringan Distribusi PT X.....	3
Gambar 2.1 Fasilitas Produksi dan Distribusi PT X.	15
Gambar 2.2 Konfigurasi Alokasi Pengiriman Produk ke Setiap Provinsi	16
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	21
Gambar 3.2 Model Sistem <i>ITI</i> untuk PT X.....	24
Gambar 4.1 Jaringan Distribusi Data Uji.....	32
Gambar 4.2 Keputusan Alokasi, Produksi, <i>Inventory</i> dan <i>Backorder</i> pada Data Uji di Periode 1	33
Gambar 4.3 Keputusan Alokasi, Produksi, <i>Inventory</i> dan <i>Backorder</i> pada Data Uji di Periode 2	34
Gambar 4.4 Solver Status pada LINGO 18.....	35
Gambar 4.5 Status Lingo untuk Eksperimen pada Data Uji	42

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Variasi ITI.....	12
Tabel 2.2 Posisi Penelitian	19
Tabel 3.1 Kebutuhan Data dan Atribut Data.....	22
Tabel 3.2 Kebutuhan Data dan Atribut Data (Lanjutan).....	23
Tabel 4.1 Data Uji : Data Kapasitas dan <i>Demand</i>	30
Tabel 4.2 Data Uji : Data Biaya <i>Inventory</i> , Biaya Produksi dan Biaya <i>Backorder</i>	31
Tabel 4.3 Data Uji : Biaya Transportasi.....	31
Tabel 4.4 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan Y,Z,X	35
Tabel 4.5 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan P dan B.....	35
Tabel 4.6 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan InP dan InT	36
Tabel 4.7 Tipe Produk.....	37
Tabel 4.8 <i>Plant</i> Produksi.....	37
Tabel 4.9 Periode Perencanaan	37
Tabel 4.10 <i>Transshipment Plant</i>	38
Tabel 4.11 Biaya <i>Inventory Plant</i> (Kiri) dan Biaya <i>Inventory Transshipment</i> <i>Plant</i> (Kanan) (dalam Rp/Ton)	38
Tabel 4.12 Biaya Produksi Tiap <i>Plant</i> (dalam Rp/Ton)	39
Tabel 4.13 Biaya Transportasi <i>Plant</i> ke <i>Transshipment Plant</i> (dalam Rp/Ton)...	40
Tabel 4.14 Biaya <i>Plant</i> ke Pelanggan (dalam Rp/Ton).....	40
Tabel 4.15 Biaya <i>Transshipment Plant</i> ke Pelanggan (dalam Rp/Ton).....	40
Tabel 4.16 Biaya <i>Backorder</i> Per Pelanggan Per Tipe (dalam Rp/Ton)	41
Tabel 4.17 Alokasi Produk <i>Plant</i> ke <i>Transshipment Plant</i>	43
Tabel 4.18 Hasil Alokasi <i>Transshipment Plant</i> ke Pelanggan	44
Tabel 4.19 Hasil Alokasi <i>Plant</i> ke Pelanggan	44
Tabel 4.20 Summary Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi	45
Tabel 4.21 Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi Tipe OPC Curah.....	45
Tabel 4.22 Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi Tipe OPC Zak.....	45
Tabel 4.23 Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi Tipe PCC Zak.....	46
Tabel 4.24 Perencanaan Produksi, <i>Inventory</i> , <i>Backorder</i> dan Distribusi Tipe PCC Curah.....	46
Tabel 4.25 Perbandingan Biaya Rp/Ton	47
Tabel 6.1 Data Pelanggan dan Demand	57

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

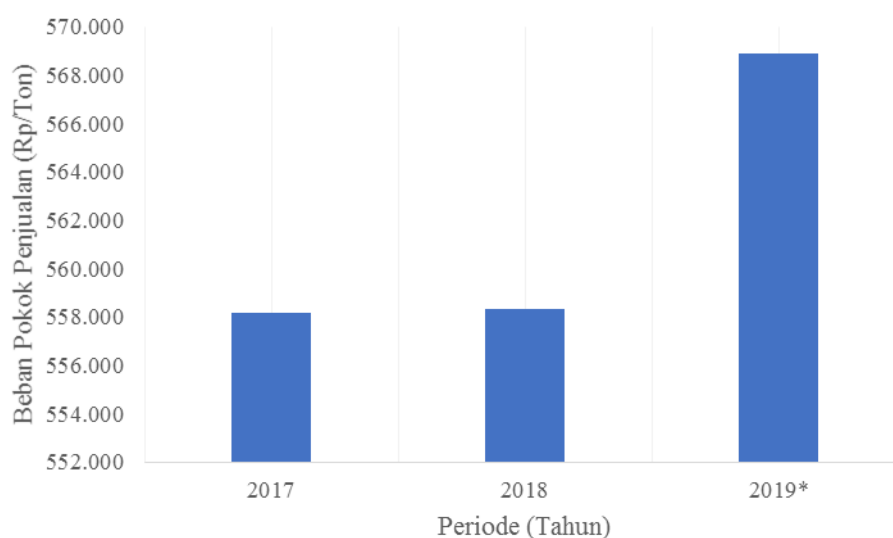
1.1 Latar Belakang

Supply chain management, menurut “The Council of Supply chain Management Professionals” (CSCMP), adalah suatu proses perencanaan dan pengelolaan segala aktivitas yang terkait proses sourcing dan pengadaan, proses produksi dan proses logistik, yang termasuk didalamnya adalah aktivitas koordinasi dan kolaborasi dengan stakeholder terkait, seperti supplier, perantara/agen, pihak ketiga sebagai penyedia jasa dan konsumen (Wisner, 2011). Dalam proses bisnis, penerapan *supply chain* dilakukan untuk dapat meningkatkan level pelayanan terhadap konsumen, memastikan produk memiliki kualitas yang baik dan terjaga, meminimumkan biaya operasional serta menjadikan perusahaan lebih fleksible terhadap perubahan pasar yang terjadi (Couril, 2014). Hal ini menjadi dasar bahwa proses optimasi *supply chain* memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pencapaian tujuan perusahaan untuk dapat menghadapi persaingan pasar. Proses optimasi ini termasuk diantaranya adalah upaya-upaya yang bersifat strategis seperti penetapan fasilitas produksi atau yang bersifat operasional seperti penjadwalan armada, penjadwalan produksi dan optimalisasi stok level.

Di industri semen, *supply chain management* memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan daya saing perusahaan mulai dari *inbound logistics* hingga *outbound logistics*. *Outbound logistics* adalah bagian dari manajemen rantai pasok yang merencanakan, mengimplementasikan, dan mengendalikan aliran, penyimpanan barang, layanan, dan informasi mulai dari adanya order pelanggan hingga pengiriman produk ke pelanggan (Miller & Liberatore, 2015). Karakteristik dari industri semen adalah tingginya biaya logistik. Bahan baku semen merupakan hasil tambang, hal inilah yang menjadikan pengambilan keputusan pendirian fasilitas produksi mendekati sumber bahan baku, padahal produk akhir yakni semen merupakan produk yang bersifat *bulky* dengan nilai ekonomis yang rendah. Berdasarkan pemaparan di atas maka strategi *outbound logistics* pada industri

semen memegang peranan kunci dalam menentukan efisiensi biaya sehingga dapat meningkatkan daya saingnya.

PT X merupakan perusahaan semen terbesar di Indonesia dengan penguasaan pasar mencapai 39,4% di tahun 2018 dan 53% di tahun 2019. Dalam strategi kunci perusahaan, *supply chain optimization* memiliki peran utama untuk mencapai pertumbuhan target perusahaan. Strategi *supply chain optimization* ini berupaya mendapatkan biaya yang paling minimum dengan prinsip mencapai efisiensi biaya logistik dan transportasi dan tetap mengedepankan tingkat pelayanan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Strategi *supply chain optimization* ini dirumuskan untuk dapat menekan biaya distribusi yang pada tahun 2018 mengalami kenaikan sebesar 0,003% dibandingkan dengan tahun 2017, dan pada tahun 2019 sampai dengan bulan juni mengalami kenaikan yang cukup tinggi dikarenakan adanya peraturan pemerintah terkait batasan beban muatan dan kenaikan tariff BBM. Dalam Gambar 1.1. beban pokok penjualan PT X mencapai Rp 568.691/Ton, beban biaya ini mengalami kenaikan sebesar 1,8% dari tahun 2018.



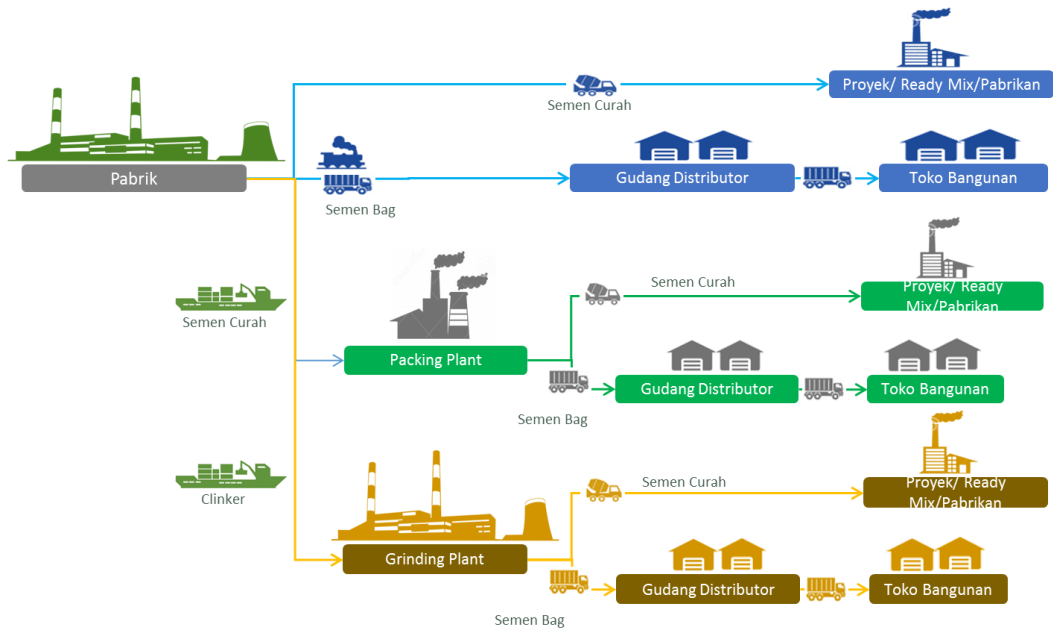
Gambar 1.1 Beban Pokok Penjualan PT X

*Data sampai dengan bulan Juni 2019

(Sumber : Hasil olah data laporan PT X)

PT X di wilayah domestik memiliki jaringan distribusi domestik yang dapat menjangkau seluruh wilayah Indonesia dengan 7 *integrated plant* yang berlokasi di Cilacap, Ngarong, Lhoknga, Padang, Tuban, Rembang, dan Pangkep yang

memiliki kapasitas produksi semen sampai dengan 47,2 Juta Ton semen per tahun serta didukung dengan 32 fasilitas *packing plant* dan *grinding plant*. Masing-masing tipe semen yang dijual akan dikemas dalam bentuk curah dan zak. Secara garis besar gambaran *outbound logistics* dari PT X adalah sebagai berikut:



Gambar 1.2 Jaringan Distribusi PT X (PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, 2019)

Dalam jaringan distribusi PT X, gudang distributor merupakan titik akhir untuk disupply. PT X saat ini memiliki 239 gudang distributor yang harus disupply, gudang ini belum termasuk pelanggan proyek yang pada umumnya disupply secara langsung ke titik lokasi proyek.

Dengan kombinasi variasi jenis produk, jumlah pabrik, jumlah fasilitas distribusi serta cakupan jaringan distribusi yang luas maka pengambilan keputusan dalam *outbound logistics* PT X memiliki kompleksitas yang tinggi. Selain itu adanya dinamika perubahan faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi pengambilan keputusan seperti perubahan harga bahan bakar, *unplanned breakdown* fasilitas produksi atau distribusi, serta perubahan kondisi pasar mengakibatkan pengambilan keputusan harus dilakukan dalam waktu yang singkat dengan hasil yang dapat mengoptimalkan tujuan perusahaan yakni efisiensi biaya.

Optimalisasi *outbound logistics* di PT X dapat didekati dengan metode *integrated inventory – transportation*. Model *integrated transportation-inventory*

(ITI) adalah model yang mengintegrasikan keputusan transportasi dan *inventory* secara bersamaan (Mosca, Vidyarthi, & Satir, 2018). Dalam masalah transportasi (TP) ada beberapa sumber produk dan beberapa pelanggan untuk satu jenis produk atau beberapa produk. Optimasi transportasi memiliki tujuan meminimalkan total biaya transportasi dengan menentukan berapa banyak kuantitas dari sumber produk untuk dikirim ke berbagai tujuan pelanggan dengan tetap memperhatikan ketersediaan produk dan batasan lainnya (Krishnakumari, 2016). Dalam optimasi persediaan terdapat sumber produksi yang digunakan untuk melakukan strategi menyimpan produk untuk mengamankan proses produksi atau pengiriman ke berbagai tujuan. Hal ini dikarenakan jika persediaan bahan baku atau produk yang diperlukan tidak tersedia pada waktunya, maka proses pemenuhan kebutuhan akan terganggu. Di sisi lain stok yang tidak memadai dari produk akan menimbulkan penurunan reputasi perusahaan, kehilangan pesanan, dan dampak lainnya. ITI mempertimbangkan antara *trade off* biaya transportasi dan biaya persediaan dalam proses pengambilan keputusan dengan tujuan meminimalkan keseluruhan total biaya.

Aplikasi ITI dalam menyelesaikan optimalisasi logistik telah banyak dikembangkan diantaranya pada logistik produk minyak di China oleh Tang et al (2009) dimana hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa metode ITI sebagai metode yang mampu mengkoordinasikan kegiatan logistik dan mengurangi total biaya logistik, meningkatkan efisiensi sistem logistik, dan dapat menjadi dasar untuk meningkatkan competitiveness melalui strategi program logistik (Tang, Tang, Tian, & Jia, 2009).

Optimalisasi ITI PT X dapat dikategorikan sebagai kasus *NP-hard* (*non polynomial hard*) yang memiliki karakteristik semakin besar ukuran permasalahan, waktu komputasi yang dibutuhkan akan semakin lama. Metode penyelesaian ITI memiliki cakupan yang beragam mulai dari metode eksak hingga metode heuristik. Metode eksak merupakan metode optimasi yang menggunakan basis simplex solver. Pada umumnya metode eksak memiliki kelemahan jika diterapkan pada kasus yang berukuran sangat besar dan sangat kompleks karena akan membutuhkan waktu komputasi yang sangat lama serta dibutuhkannya asumsi bahwa problem harus bersifat linier. Pada penelitian ini model ITI yang dikembangkan akan

menggunakan metode eksak melalui software Lingo 18, yang telah memiliki fitur untuk mempercepat proses komputasi dalam problem skala besar.

Pengembangan model ITI pada optimalisasi *outbound logistics* PT X diharapkan akan mampu memberikan efisiensi dan efektivitas biaya distribusi dengan tetap mengupayakan pemenuhan kebutuhan pelanggan melalui jaminan ketersediaan produk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan optimalisasi biaya distribusi di *outbound logistics* di PT X?
2. Bagaimana mengembangkan model *ITI* untuk dapat menyelesaikan permasalahan optimalisasi *outbound logistics* di PT X?

1.3 Tujuan

Penelitian *outbound logistics* ini dilakukan bertujuan untuk:

1. Mendapatkan model ITI yang mempertimbangkan fungsi tujuan minimasi biaya transportasi dan *inventory* di *outbound logistics* produk semen PT X.
2. Melakukan efisiensi biaya distribusi dalam jaringan *outbound logistics* PT X.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam ruang lingkup penelitian akan dijelaskan batasan-batasan serta asumsi yang digunakan. Batasan-batasan yang ada digunakan agar penelitian ini tidak meluas dan tetap dalam lingkup penelitian, sedangkan Asumsi digunakan untuk memberikan pembenaran atas kondisi penelitian terhadap kondisi realitasnya.

1.4.1 Batasan

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Permasalahan yang diteliti adalah ITI dengan fungsi tujuan minimasi biaya biaya transportasi dan *inventory*.

2. Data uji menggunakan data sekunder dari yang didapatkan dari observasi di PT X.
3. Komputasi model dilakukan dengan *software* LINGO 18 dan dengan jenis spesifikasi komputer yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Periode perencanaan yang dipertimbangkan adalah dari bulan Januari sampai dengan Juni (1 semester), hal ini dikarenakan data yang tersedia untuk perbandingan adalah realisasi pada bulan Januari sampai dengan Juni 2019, selain itu penambahan data akan mempengaruhi waktu komputasi.
5. Produk yang dipertimbangkan dalam simulasi hanya produk yang paling banyak dijual oleh PT X.

1.4.2 Asumsi

Asumsi – asumsi pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan tiap pelanggan untuk setiap tipe semen telah diketahui
2. Seluruh input data bersifat deterministik selama periode perencanaan.
3. Biaya distribusi ekuivalen dengan jarak.

1.5 Kontribusi

Kontribusi yang diberikan dalam penelitian ini adalah tentang pengembangan model ITI dengan study case *outbound logistics* produk semen PT X adalah untuk memberikan kontribusi di bidang keilmuan optimasi dan bidang *supply chain management* dalam penyelesaian problem ITI.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tesis ini akan terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi tentang hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian serta pengidentifikasian masalah penelitian. Bagian-bagian yang terdapat dalam bab pendahuluan ini meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari acuan yang akan dijadikan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian yang akan dijadikan THESIS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metodologi penelitian yang dilakukan dalam mengembangkan model ITI di PT X.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Bab ini meliputi validasi model pada contoh kasus sederhana dengan data skala kecil dan membandingkan hasilnya dengan hasil perhitungan manual, disamping itu juga ditampilkan hasil uji eksperimen dengan input data dari referensi pembanding. Pada bab ini juga akan dijabarkan mengenai analisis hasil eksperimen.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian selanjutnya

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Outbound logistics*

Outbound logistics dalam rantai pasok memainkan peran penting dalam menjamin hubungan dengan pelanggan (CRM). *Outbound logistics* menurut CSCMP (*Council of Supply chain Management Professionals*) (2013) dapat didefinisikan sebagai proses yang terkait dengan pergerakan dan penyimpanan produk dari akhir jalur produksi kepada pengguna akhir” (Miller & Liberatore, 2015). Kegagalan supplier untuk menyediakan layanan pengiriman yang andal bagi pelanggan ritelnya dapat menghasilkan penalti finansial yang signifikan dan bahkan substitusi produk pemasok dari portofolio produk aktif distributor atau pelanggan. Jadi, kinerja *outbound logistics* merupakan faktor utama dalam keputusan pelanggan apakah melakukan pembelian produk supplier atau tidak.

Outbound logistics pada umumnya disebut dengan "*last miles*", langkah terakhir dari proses pengiriman, yang merupakan proses kunci dalam langkah-langkah CRM. Mengingat perannya yang kritis, perencanaan dan pendekatan terhadap *outbound logistics* sangat diharapkan untuk bisa mendapat manfaat besar dengan melakukan penelitian berbasis kuantitatif data kinerja perusahaan, serta dari wawasan yang dihasilkan oleh data berbasis persepsi yang lebih kualitatif.

Dalam *outbound logistics* terdapat manajemen distribusi fisik produk yang bertujuan melakukan upaya secara sistematis mengelola serangkaian kegiatan yang saling terkait termasuk transportasi, distribusi, pergudangan, barang jadi, tingkat persediaan, pengemasan dan bahan penanganan, untuk memastikan efisiensi pengiriman barang jadi kepada pelanggan (Kwateng, Manso, & Osei-Mensah, 2014). Fokus manajemen distribusi fisik produk adalah mengelola distribusi barang jadi dengan cara memenuhi kebutuhan pelanggan dengan biaya serendah mungkin. Selain transportasi, manajemen distribusi fisik produk juga melibatkan perencanaan produksi, pembelian, pemrosesan pesanan, kontrol material dan pergudangan. Semua area ini harus dikelola sehingga dapat memberikan level layanan sesuai

kebutuhan pelanggan dengan biaya se-efisien mungkin. Proses distribusi ini dimulai ketika pemasok menerima pesanan dari pelanggan.

2.2 *Integrated Inventory – Transportation Model (ITI)*

Perkembangan topik ITI telah dilakukan sejak tahun 1970. Sebelum itu optimalisasi biaya transportasi dan biaya distribusi dilakukan masing-masing dan independen satu sama lain. Pada dasarnya model *integrated inventory – transportation* merupakan model matematis yang memformulasi keputusan untuk meminimumkan biaya *inventory* dan biaya transportasi dengan mempertimbangkan batasan-batasan terkait dengan alokasi produk dan pemenuhan *demand*.

Tujuan optimasi dalam model ITI adalah untuk mengoptimalkan sistem logistik, mengurangi biaya logistik, dan menentukan strategi transportasi dan *strategy inventory*. *Trade off* antara biaya transportasi dan biaya persediaan yang dipertimbangkan dalam model ITI sangat relevan dengan kondisi operasional bisnis saat ini. Optimasi biaya transportasi akan mempertimbangkan variabilitas dalam struktur biaya transportasi terhadap sejumlah faktor, termasuk berat dan jarak transportasi.

Dalam ITI, vendor memiliki kemampuan dalam menentukan waktu dan jumlah produk yang didistribusikan termasuk didalamnya penentuan rute yang optimal, konsep ini adalah bagian dari VMI. VMI sendiri adalah suatu proses bisnis yang bertujuan untuk meminimasi biaya logistik dan memberikan nilai tambah dalam proses bisnis (Coelho, Cordeau, & Laporte, 2013). VMI mulai dikenal pada akhir tahun 80-an ketika Wal-Mart dan Procter and Gambler sukses menerapkannya dan kemudian diikuti oleh beberapa pemain industri lainnya (Chaudhury & Kuilboer, 2002).

Dalam konteks ini, supplier memiliki tiga poin pengambilan keputusan yang dilakukan secara simultan yakni:

1. Kapan produk dikirim kepada pelanggan
2. Berapa banyak produk akan dikirim
3. Bagaimana mengkombinasikan pengiriman kepada alokasi pengiriman yang diassign untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

2.2.1 Variasi ITI

Sejak tahun 1970, ITI telah mengalami berbagai perkembangan dan modifikasi dari awal diformulasikan. Menurut Mosca et al (2018) ITI dapat diklasifikasikan berdasarkan 4 kriteria utama yakni tipe dan formulasi model, konfigurasi *supply chain*, spesifikasi produk, spesifikasi dari jenis transportasi yang digunakan dan kebijakan *backorder/stockout*.

Berdasarkan type modelnya terdapat empat jenis ITI yakni *general ITI*, ITI dengan mempertimbangkan rute yang pada umumnya disebut dengan IRP (*integrated routing problem*), ITI dengan mekanisme *inventory lot sizing* dan topik khusus *ITI*.

Berdasarkan konfigurasi *supply chain*-nya terdapat empat kategori yakni satu titik ke satu titik, satu titik ke beberapa titik, beberapa titik ke satu titik dan beberapa titik ke beberapa titik. Struktur satu titik ke satu titik adalah ketika 1 supplier melayani 1 pelanggan, struktur satu titik ke beberapa titik adalah ketika 1 supplier melayani beberapa pelanggan, struktur beberapa titik ke satu titik adalah ketika beberapa supplier melayani satu pelanggan dan yang terakhir adalah struktur beberapa titik ke beberapa titik dimana beberapa supplier dapat melayani beberapa pelanggan. Kasus yang paling umum terjadi menggunakan struktur satu titik ke beberapa titik. Dalam kriteria spesifikasi produk dibagi menjadi satu produk dan beberapa produk. Sedangkan pada kriteria spesifikasi transportasi terdapat beberapa mekanisme transportasi diantaranya adalah *direct shipment*, *travelling salesman*, *transshipment*, *crossdocking* dan *closed loop*.

Sementara itu kebijakan terkait persediaan juga dipertimbangkan apakah diperbolehkan untuk terjadi *backorder* dan atau *stockout*. *Backorder* adalah suatu kondisi dalam pendistribusian barang di mana barang yang dipesan tidak atau belum dapat disediakan baik seluruhnya ataupun sebagian, dimana jika terjadi *backorder* maka ekstra demand yang belum dapat disediakan dapat diakomodasi di periode sebelumnya. Sedangkan *stockout* adalah kondisi dimana jika perusahaan mengalami ketiadaan *stock* untuk memenuhi permintaan konsumen maka akan dikenakan penalti atas hilangnya peluang untuk melakukan penjualan (Pulungan & Fatma, 2018).

Beberapa kriteria variasi ITI lainnya secara lebih detail dapat dilihat pada Tabel 2.1 yakni sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kriteria Variasi ITI

Kriteria		Term
Tipe Model	GITI	<i>General Integrated Transportation-Inventory Model</i>
	ITIR	<i>Integrated Transportation-Inventory Model with Routing</i>
	ITILS	<i>Integrated Transportation-Inventory Model with Lot Sizing</i>
	STITI	<i>Special Topic Integrated Transportation-Inventory Model</i>
Formulasi Model	LP	<i>Linear Programming</i>
	NLP	<i>Nonlinear Programming</i>
	IP	<i>Integer Programming</i>
	MIP	<i>Mixed Integer Programming</i>
	MDP	<i>Markov Decision Process</i>
Konfigurasi Supply Chain	S-S	<i>Single-Single</i>
	S-M	<i>Single-Multiple</i>
	M-S	<i>Multiple-Single</i>
	M-M	<i>Multiple-Multiple</i>
Spesifikasi Produk	S	<i>Single</i>
	M	<i>Multiple</i>
Demand	D	<i>Deterministic</i>
	S	<i>Stochastic</i>
Backorder/Stockout	B	<i>Backorders</i>
	LS	<i>Lost Sales</i>
Spesifikasi Transportasi	DS	<i>Direct Shipment</i>
	TS	<i>Travelling Salesman</i>
	TR	<i>Transshipment</i>
	CD	<i>Crossdocking</i>
	CL	<i>Closed Loop</i>
Biaya	F	<i>Fixed</i>
	V	<i>Variable</i>
	PW	<i>Piecewise</i>

Sumber : Mosca, Vidyarthi, & Satir, 2018

2.2.2 Model Matematis ITI

Pada penelitian ini model matematis ITI yang digunakan mengacu pada model penelitian yang dikembangkan oleh Krishnakumari (2016). Dimana variasi yang digunakan adalah GITI, satu jenis produk, *multiperiode*, *direct shipment*, beberapa titik ke beberapa titik.

Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Biaya transportasi dari lokasi *plant* ke pelanggan dapat bervariasi di semua periode.
2. Biaya persediaan untuk setiap item per period di semua lokasi *plant* dan tujuan dapat bervariasi di berbagai periode.

3. Unit biaya komoditas di *plant* apa pun lokasi tetap,
4. Biaya transportasi per produk dari *plant* ke lokasi pelanggan dinyatakan dalam biaya satuan unit.
5. *Demand* bersifat deterministik.
6. Variasi *lead time* tidak dipertimbangkan
7. Produk bukan termasuk dalam golongan perishable item
8. Biaya persediaan dan transportasi yang dipertimbangkan hanya pada mekanisme pengiriman dari *plant*

Index

- M = Jumlah lokasi sumber produk/*plant*
- N = Jumlah lokasi tujuan dari *demand*/pelanggan
- S_i = lokasi *plant* ke i dimana $i \in m$
- Dj = Lokasi pelanggan ke j dimana $i \in n$
- TTC = Total biaya transportasi dari *Plant* ke Pelanggan.
- TIC = Total biaya *inventory* di setiap *Plant*
- S = Jumlah periode perencanaan
- T_k = Periode perencanaan ke k , dimana $i \in s$.
- s_i^k = Jumlah *shortage* produk pada *plant* S_i pada periode k.
- cs_i^k = Biaya *shortage* per unit pada *plant* S_i pada periode k.
- h_i^k = *Inventory* pada *plant* S_i pada setiap awal periode k.
- Ch_i^k = Holding Cost/unit pada *plant* S_i pada periode k.
- o_i^k = Biaya pemesanan pada *plant* i pada periode k.
- N_i^k = Jumlah order yang ditempatkan pada *plant* i pada periode k.
- a_i^k = Jumlah produk yang tersedia pada *plant* i pada periode k.
- b_j^k = Jumlah unit yang dibutuhkan pada pelanggan j pada awal periode k
- c_{ij} = Biaya transportasi per unit dari *plant* i ke pelanggan j
- x_{ij} = Produk yang dikirim dari *plant* i ke pelanggan j
- p_i^k = Biaya per unit untuk setiap produk yang ada di *plant* i pada periode k

NC_i^k = Total produk yang diproduksi pada periode k

N_i^k = Total produk yang dipesan pada periode k

Ta_i^k = Total produk yang dikirimkan dari *plant* i ke pelanggan j

Tb_j^k = Kebutuhan total pelanggan j pada periode k dimana termasuk

didalamnya adalah kebutuhan yang belum terpenuhi pada periode sebelumnya.

Fungsi Tujuan

$$\text{Min } Z = W1 * TIC + W2 * TTC$$

$$\text{Min } Z = w1 * \left[\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^s [h_i^k * ch_i^k + s_i^k * cs_i^k + p_i^k * NC_i^k] \right] + \sum_{k=1}^s \sum_{i=1}^m [o_i^k * N_i^k] + w2 * \sum_{k=1}^s \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^k * c_{ij}^k \quad (2.1)$$

Batasan

$$Ta_i^k = a_i^k + h_i^{k-1} \quad \forall i \forall k \text{ dimana untuk } k=1, h_i^0 = 0 \quad (2.2)$$

$$Tb_j^k = b_j^k + ub_j^{k-1} \quad \forall j \forall k \text{ dimana untuk } k=1, ub_j^0 = 0 \quad (2.3)$$

$$Ta_i^k - \sum_{j=1}^n x_{ij}^k = h_i^k \quad \forall i \forall j \forall k \quad (2.4)$$

$$Tb_j^k - \sum_{i=1}^m x_{ij}^k = ub_j^k \quad \forall i \forall j \forall k \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n ub_j^k = \sum_{i=1}^m s_i^k \quad \forall k \quad (2.6)$$

$$h_i^k * s_i^k = 0 \quad \forall i \quad \forall k \quad (2.7)$$

$$x_{ij} \in \mathbb{N} \quad (2.8)$$

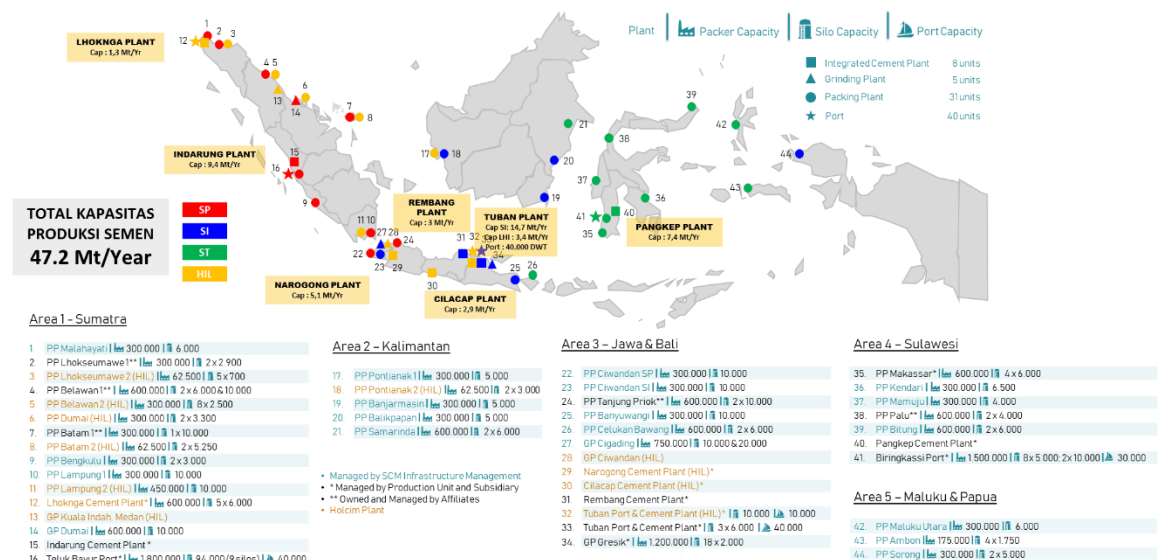
$$w1 + w2 = 1, 0 \leq w1 \leq 1, 0 \leq w2 \quad (2.9)$$

Fungsi tujuan (2.1) dalam model ini adalah minimasi biaya yang terdiri dari biaya persediaan, dan biaya transportasi. Dalam biaya persediaan dipertimbangkan juga biaya produksi dan biaya jika terjadi *shortage*. Rumus (2.2 dan 2.4) merupakan batasan terkait dengan aliran produk yang terkirim mampu memenuhi *demand* seluruh pelanggan termasuk *backorder* pada periode sebelumnya. Rumus (2.3 dan

2.5) merupakan batasan keseimbangan persediaan memastikan bahwa jumlah produk yang terkirim ke pelanggan sama dengan jumlah yang tersedia di *Plant*.

2.3 Gambaran Perusahaan

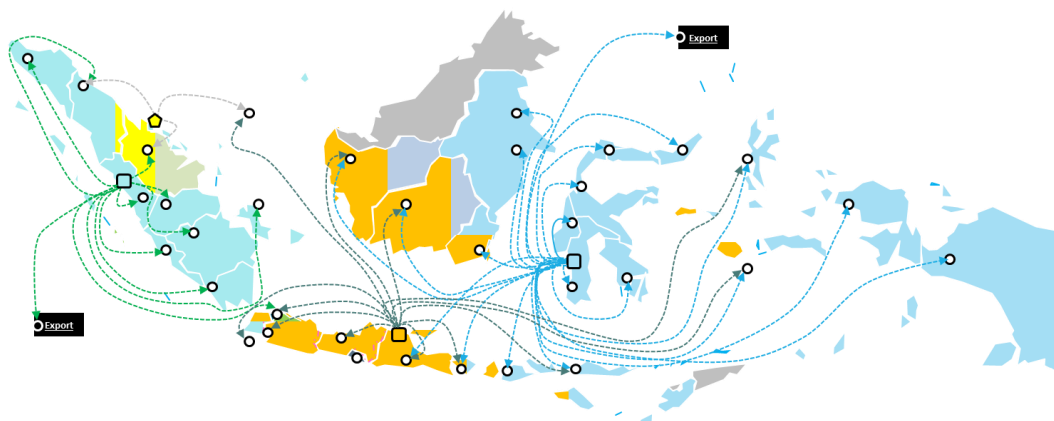
PT X, yang merupakan perusahaan BUMN multinasional pertama di Indonesia, memiliki jaringan *supply chain* yang cukup kompleks dalam tingkat regional asia tenggara. Wilayah pemasaran PT X mencakup wilayah domestik dengan menggunakan merk produk Semen Padang, Semen Tonasa dan Semen Gresik, selain itu juga terdapat penjualan di Vietnam dengan merk Semen Thang Long. Dalam system distribusi domestiknya Fasilitas produksi yang dimiliki terdiri 7 lokasi *integrated cement plant* (Tuban, Indarung, Tonasa, Lhoknga, Rembang, Cilacap, Narogong), 32 unit packing plant. Total kapasitas produksi PT X pada tahun 2017 adalah 31.8 juta ton. Dalam hal jaringan distribusi, PT X juga mengoptimalkan biaya distribusi dengan melakukan pembangunan sarana dan prasarana penunjang distribusi diantaranya adalah packing *plant* serta pelabuhan khusus untuk aktivitas pemuatan dan pembongkaran semen. Secara total PT X memiliki 17 pelabuhan, dan 25 unit pengemasan (*packing plant*) dan beberapa gudang penyangga yang tersebar di seluruh wilayah di Indonesia.



Gambar 2.1 Fasilitas Produksi dan Distribusi PT X.
Sumber : PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, 2018

Semen yang merupakan produk utama yang dihasilkan oleh PT X terbagi menjadi dua kemasan yakni curah dan zak. Sedangkan berdasarkan tipe semennya dibagi menjadi OPC TYPE 1, TYPE II, PPC, PCC, TYPE II, TYPE V, SBC, dan SLAG CEMENT.

Tantangan dalam penjualan semen adalah karakteristik produk yang bersifat bulky dimana nilai produk lebih rendah dibandingkan biaya distribusinya. Selain itu komoditas semen juga merupakan salah satu komoditas yang memiliki pola musiman, dengan musim terendah pada Q1 awal tahun sedangkan musim tertinggi ketika memasuki Q3 sampai dengan Q4.



Gambar 2.2 Konfigurasi Alokasi Pengiriman Produk ke Setiap Provinsi

Pada Gambar 2.2 adalah gambaran konfigurasi alokasi pengiriman produk ke setiap area penjualan di seluruh nasional. Dengan melihat jangkauan wilayah, jumlah tipe produk, serta periode perencanaan maka melakukan optimasi alokasi produk yang optimal tidaklah mudah dan cepat. Tantangan-tantangan tersebut mendorong upaya untuk melakukan optimalisasi secara periodik dengan metode pengambilan keputusan yang cepat. Dikarenakan jika terlambat dalam melakukan pengambilan keputusan maka proses operasional yang dilakukan tidak dapat mengantisipasi perubahan yang terjadi sehingga tidak dapat memanfaatkan adanya peluang pasar.

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada sub bab ini membahas tentang hasil penelitian pendahuluan yang terkait dengan *ITI*, dan optimasi dalam *outbound logistics* produk semen. Hal ini

dilakukan untuk melihat sejauh mana penelitian terkait judul *outbound logistics* sudah dilakukan atau dipublikasikan, serta bagaimana urgensi dari penelitian *outbound logistics*.

ITI sejak dikembangkan pertama kali pada tahun 1970 mengkombinasikan *transportation problem* dan *inventory management* (Mosca, Vidyarthi, & Satir, 2018) telah banyak mengalami penyesuaian untuk menyelesaikan permasalahan yang. Variasi dari ITI berdasarkan struktur modelnya dapat dibagi berdasarkan konfigurasi *supply chain*, kebijakan transportasi, kebijakan *inventory*, tipe model dan variasi model.

Beberapa penelitian pada 10 tahun terakhir terkait dengan pengembangan ITI dan aplikasinya diantaranya adalah yang dilakukan oleh Krishnakumari (2016) dalam penelitiannya yang berjudul "*Formulation of a Combined Transportation and Inventory Optimization Model with Multiple Time Periods*". Dalam penelitiannya penelitiannya tersebut dikembangkan metode ITI dengan struktur jaringan *supply chain* banya ke banyak (*multiple to multiple*), dengan periode perencanaan multiperiode pada produk tunggal. Dimana alokasi bertujuan untuk mendistribusikan produk dari beberapa pabrik ke pelanggan yang tersebar di beberapa wilayah. Tujuannya adalah untuk untuk menentukan jumlah *inventory* dan alokasi pengiriman yang dapat meminimumkan total biaya transportasi dan biaya *inventory*. Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan pendekatan metode solusi Vogel dan MODI, dapat disimpulkan hasil yang didapatkan dengan mencapai solusi global optima namun masih terbatas pada penyelesaian permasalahan benchmark skala kecil. Dalam penelitian ini juga belum dipertimbangkan parameter multiproduct dan *transshipment*.

Pengembangan ITI untuk beberapa kasus juga telah banyak dilakukan diantaranya adalah adalah pengembangan ITI pada multi eselon, multi produk, multi periode dengan mempertimbangkan rute yang dilakukan oleh (Harahap, Mawengkang, Siswadi, & Effendi, 2018), dimana metode penyelesaiannya menggunakan metode *heuristic direct search*. Dalam aplikasinya untuk menyelesaikan permasalahan industri, ITI telah diaplikasikan untuk menyelesaikan optimasi biaya *inventory* dan biaya transportasi di logistik minyak (Tang, Tang, Tian, & Jia, 2009). Dalam penelitian tersebut model formulasi ITI yang digunakan

mempertimbangkan parameter multi produk, multi *plant* dan multi pelanggan namun belum mempertimbangkan *transshipment* dan multi periode. Teknik solusi yang digunakan adalah metode eksak, solver simplex dengan menggunakan LINGO.

Pada penelitian ini, model ITI akan dikembangkan untuk dapat menyelesaikan permasalahan *outbound logistics* PT X dengan fungsi tujuan adalah minimasi biaya distribusi dan biaya *inventory*. Pengembangan ITI yang mempertimbangkan *trade off* antara transportasi dan biaya *inventory* pada mekanisme transportasi *transshipment* belum dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Data yang akan digunakan mengacu pada data *outbound logistics* pada study kasus PT X. Setiawan (2018) telah menyelesaikan permasalahan *outbound inventory* pada study kasus PT X dengan menggunakan *linier programming* dan model *transportation problem* (Setiawan, 2018). Dalam penelitian tersebut belum dipertimbangkan biaya *inventory* di setiap fasilitas distribusi, mekanisme *transshipment* dan mekanisme perencanaan multi periode. Selain itu simulasi yang dilakukan juga terbatas pada kondisi untuk jaringan *outbound logistics* untuk 2 *integrated plant*, 13 fasilitas distribusi dan 129 distrik di area pemasaran di Pulau Jawa. Hal ini dilakukan karena keterbatasan *open solver* sebagai media simulasi yang berdasarkan metode eksak memiliki keterbatasan dalam waktu komputasi dalam menyelesaikan masalah yang lebih besar. Besar harapannya dalam penelitian akan didapatkan model ITI pada study kasus PT X dengan waktu komputasi yang lebih efisien. Hal ini tentunya akan memberikan manfaat dalam pengambilan keputusan untuk menghadapi dinamika pasar dalam bidang *supply chain* Industri Semen yang terus berkembang dan semakin kompetitif.

Secara garis besar perbandingan antara penelitian ini dibandingkan dengan penelitian – penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.2 Posisi Penelitian

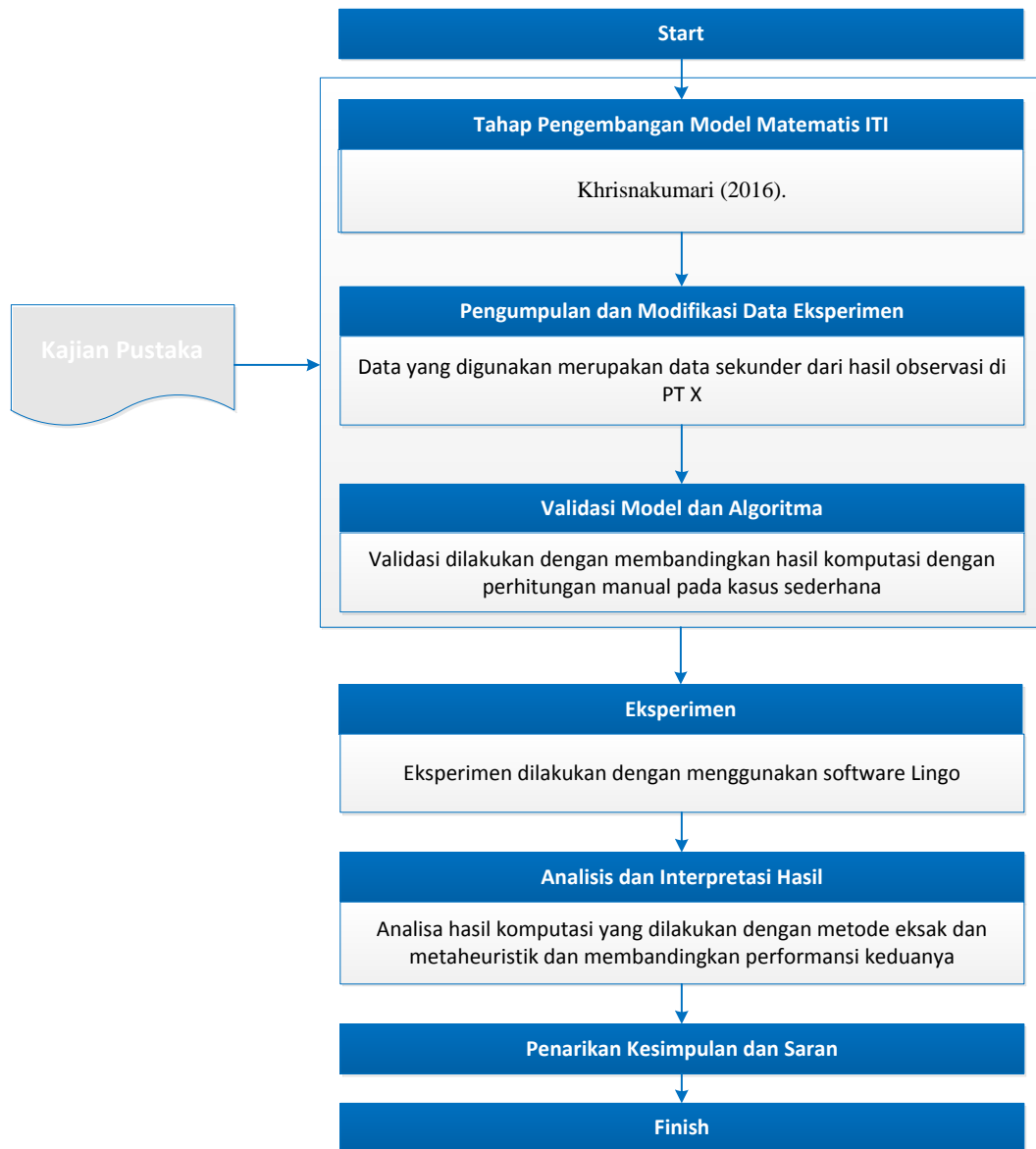
NO	PENELITIAN	MODEL	TEKNIK SOLUSI	STUDI KASUS	FUNGSI TUJUAN
1	Krishnakumari (2016). <i>Formulation of a Combined Transportation and Inventory Optimization Model with Multiple Time Periods.</i>	Integrated Transportation – <i>Inventory</i> Model: Multi periode	Vogel dan MODI	Data sekunder. Data benchmark	1. Minimasi biaya <i>inventory</i> 2. Minimasi total biaya transportasi
2	Tang et al (2009). <i>Inventory-Transportation Integrated Optimization Problem: A Model of Product Oil Logistik.</i>	Integrated Transportation – <i>Inventory</i> Model: multi produk, Multiple – Multiple	Linier Programming (Metode Eksak) dengan LINGO 18	Studi kasus logistik perusahaan minyak di China	1. Minimasi biaya <i>inventory</i> 2. Minimasi total biaya transportasi
3	Setiawan (2018). Optimalisasi Transportasi Darat Pada Produk Kantong dan Curah Di Industri Semen Indonesia untuk Meminimalkan Biaya <i>Supply chain</i> Menggunakan Linear Programming	Transportation Problem: Multiple to Multiple, Direct Shipment, Multi produk	Linier Programming (Metode Eksak) dengan Open Solver	Data sekunder. Studi kasus PT X	Minimasi total biaya <i>supply chain</i> (biaya produksi, biaya tetap, biaya pengemasan, biaya kemasan, biaya pemasaran, dan biaya angkut)
4	Agustina (2019). Integrated Transportation – <i>Inventory</i> Model Untuk Optimalisasi <i>Outbound logistics</i> Produk Semen PT X	Integrated Transportation – <i>Inventory</i> Model: Multiple-Multiple, <i>Transshipment</i> , Multi produk, Multi periode	Linier Programming (Metode Eksak) dengan LINGO 18	Data sekunder. Studi kasus PT X	1. Minimasi biaya <i>inventory</i> 2. Minimasi total biaya transportasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini diuraikan desain, metode, atau pendekatan yang digunakan dmelakukan penelitian mengenai model ITI di PT X. Sebagai gambaran umum berikut ini adalah metodologi penelitian yang dilakukan :



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

3.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan pengolahan data PT X mencakup data *demand*, data biaya transportasi, data kapasitas, serta biaya produksi didapatkan dari unit-unit terkait di *Supply chain* PT X. Periode perencanaan dalam penelitian ini adalah pada tahun 2019.

Tabel 3.1 Kebutuhan Data dan Atribut Data

No	Data	Atribut Data	Keterangan	Sumber Data
1	Fasilitas Produksi dan Fasilitas Distribusi	Jumlah Fasilitas dan Kapasitas Produksi	Merupakan informasi terkait dengan jumlah fasilitas produksi (<i>plant</i>) dan fasilitas distribusi (<i>transshipment plant</i>). Dalam fasilitas produksi atribut yang dipertimbangkan adalah kapasitas produksi. Kapasitas produksi dinyatakan dalam Kapasitas/periode	Perencanaan Penjualan (RKAP tahun 2019)
2	<i>Demand</i> Pelanggan (Distrik)	Jumlah Distrik dan <i>Demand</i> selama periode perencanaan	Merupakan informasi terkait dengan jumlah <i>demand</i> pelanggan di setiap distrik untuk setiap tipe produk selama periode perencanaan. <i>Demand</i> dinyatakan dalam satuan ton/periode	Perencanaan Penjualan (RKAP tahun 2019)
3	Biaya-Biaya	Biaya Produksi	Biaya Produksi merupakan data Harga Pokok Produksi yang mempertimbangkan Biaya Tetap dan Biaya Variabel. Biaya Variabel tersusun atas biaya bahan baku, biaya energi, biaya tenaga kerja langsung. Biaya tetap dan biaya variabel ini didekati dengan satuan Rp/Ton. Untuk fasilitas produksi yang tidak dapat memproduksi tipe tertentu akan dinilai dengan biaya BIG M (10.000.000)	Laporan Keuangan, November 2019
		Biaya Transportasi	Biaya Transportasi merupakan biaya pengiriman yang dibutuhkan untuk mendistribusikan produk dari <i>plant</i> ke customer, <i>plant</i> ke <i>transshipment plant</i> dan <i>transshipment plant</i> ke customer. Untuk rute alokasi yang tidak dapat disupply akan dinilai dengan biaya BIG M (10.000.000)	Data Biaya Transportasi PT X tahun 2019

Tabel 3.2 Kebutuhan Data dan Atribut Data (Lanjutan)

No	Data	Atribut Data	Keterangan	Sumber Data
		Biaya <i>Backorder</i>	Biaya <i>Backorder</i> didekati dengan opportunity lost yang didapatkan dengan pendekatan proporsi dari Harga Jual tiap produk dan tiap tipe dari masing-masing pelanggan. Dalam hal ini proporsi nilai <i>backorder</i> diasumsikan sebesar 30%	Data Pendekatan
		Biaya <i>Inventory</i>	Di PT X biaya <i>inventory</i> didefinisikan sebagai biaya tetap dan variable penyimpanan (sewa dan operasional fasilitas pengemasan di <i>plant/transshipment plant</i>). Biaya <i>inventory</i> dinyatakan dalam Rp/Ton untuk setiap produk dan setiap fasilitas	Laporan Keuangan, November 2019
4	Data Realisasi Alokasi Transportasi, yaitu realisasi pasokan semen dari titik fasilitas pasok ke distrik pemasaran.		Merupakan rute alokasi data eksisting yang digunakan sebagai pembanding dari hasil simulasi	Realisasi Alokasi Penjualan, 2019

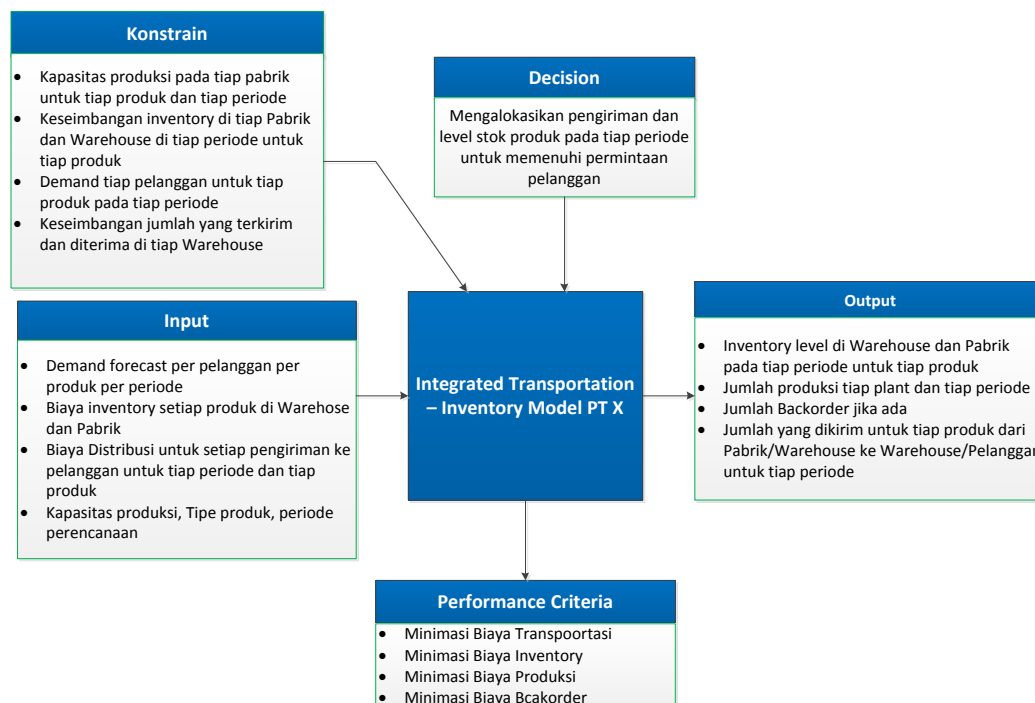
3.2 Tahap Pengembangan Model Matematis *ITI*

Tahap pengembangan model matematis *ITI* ini dilakukan berdasarkan pada model yang telah dikembangkan oleh Khrisnakumari (2016). Model yang dikembangkan memiliki fungsi tujuan untuk meminimasi biaya *inventory* dan biaya transportasi. Tujuan dari dikembangkannya model ini adalah untuk mendapatkan alokasi produk yang optimal untuk *outbound logistics* PT X pada multi periode dan multi produk serta *strategy inventory* dan *strategy backorder*. Input dari model ini adalah data forecast *demand*, data biaya produksi, data biaya transportasi, data biaya *inventory*, kapasitas produksi dan periode perencanaan yang dilakukan.

Output yang diharapkan dalam model ini adalah *inventory* level yang optimal untuk masing-masing *transshipment plant* dan *plant* serta jumlah alokasi produk yang optimal dari *plant* ke *transshipment plant*, *plant* ke pelanggan atau *transshipment plant* ke pelanggan. *Transshipment plant* dalam kasus PT X adalah

adalah Packing *Plant* atau Gudang Penyangga. Sedangkan batasan atau konstrain yang dipertimbangkan adalah kapasitas produksi *plant*, kewajiban untuk pemenuhan *demand* di tiap pelanggan, keseimbangan antara jumlah produk yang dikirim ke *transshipment plant* dan jumlah produk yang dikirim dari *transshipment plant* serta *plant*,

Output, Input dan batasan ini kemudian akan dimodelkan secara matematis dengan kriteria performansinya adalah tercapainya fungsi tujuan yang meminimumkan biaya distribusi dan biaya *inventory*. Gambaran sistem permodelan ITI untuk kasus *outbound logistics* PT X dapat digambarkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Model Sistem ITI untuk PT X

3.3 Tahap Pengembangan Model dalam Software Lingo

LINGO 18 adalah software optimasi komprehensif yang dirancang untuk mengembangkan dan menyelesaikan permasalahan *linear, nonlinear (convex & nonconvex / global), quadratic, quadratically constrained, second order cone, semi-definite, stochastic*, dan model optimasi Integer lebih cepat, lebih mudah dan lebih efisien (Lindo System Inc, 2018). Pada LINGO model yang matematis yang

digenerate akan diselesaikan dengan menggunakan metode simplex sehingga secara hasil merupakan solusi optimal.

3.4 Validasi dan Verifikasi Model

Validasi merupakan proses pengecekan apakah model yang dibuat mampu merepresentasikan model konseptual ITI di PT X. Validasi model dilakukan dengan perhitungan enumerasi untuk problem skala kecil, kemudian dibandingkan dengan perhitungan eksak yang didapatkan.

3.5 Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan menerjemahkan model ke dalam bahasa software LINGO 18. Eksperimen dilakukan dalam 2 tahap, yakni tahap validasi dan verifikasi model dengan menggunakan data kecil dan tahap eksperimen pada kasus nyata dengan melakukan simulasi terhadap data set yang merupakan studi kasus dari permasalahan *outbound logistics* PT X.

3.6 Analisis dan Interpretasi Hasil

Analisis dilakukan dengan melihat hasil eksperimen pada data set studi kasus. Analisis dibagi menjadi dua yakni analisis hasil alokasi produk dan analisis hasil kebijakan dalam keputusan *inventory* level, jumlah produksi, jumlah distribusi dan jumlah produk *backorder* jika ada.

3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahapan akhir dalam penelitian ini. Kesimpulan didapatkan berdasarkan hasil analisis dan interpretasi hasil dari eksperimen yang telah dilakukan. Kesimpulan juga menjawab tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian. Setelah penarikan kesimpulan juga dirumuskan saran-saran terkait pengembangan yang mungkin dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengembangan Model *Integrated Transportation & Inventory* (ITI)

Pengembangan model ITI pada bab ini didasarkan pada model konseptual yang telah dibuat dalam Gambar 3.2. Fungsi tujuan yang dipertimbangkan terdiri dari minimasi total biaya yakni biaya produksi, biaya *inventory*, biaya transportasi, biaya produksi serta biaya *backorder*. Fungsi tujuan minimasi total biaya produksi akan memperhitungkan nilai total biaya produksi yang terdiri dari biaya tetap dan biaya variable yang didekati dengan satuan Rp/Ton dikalikan dengan jumlah produk yang diproduksi di tiap tipe, tiap periode dan tiap *plant*. Fungsi tujuan selanjutnya yakni minimasi biaya *inventory* dan biaya *backorder* untuk tiap produk di tiap periode. Tujuan ini akan memberikan kebijakan bagi perusahaan untuk menentukan apakah lebih efektif untuk menyimpan produk lebih banyak atau melakukan kebijakan *backorder* dengan memenuhi *demand* pada periode selanjutnya. Biaya yang dipertimbangkan selanjutnya adalah biaya transportasi, yang terdiri dari biaya transportasi dari *plant* ke pelanggan, *Plant* ke *transshipment plant* dan *plant* ke pelanggan. Keputusan optimasi biaya transportasi ini akan menghasilkan rute alokasi supply produk yang optimal baik itu dari secara langsung dari *Plant* ke pelanggan, atau dari *transshipment plant* ke pelanggan.

Model ITI digambarkan dalam model matematis yang terdiri dari beberapa bagian yakni variabel keputusan dan parameter yang digunakan dalam model, fungsi tujuan yang dipertimbangkan serta konstrain atau batasan dalam model.

4.1.1 Parameter

Berikut ini merupakan parameter-parameter yang terdapat dalam model matematis dari *Integrated Transportation & Inventory* untuk PT X :

k	= Periode perencanaan	$(k \in K)$
j	= Jenis produk	$(j \in J)$
o	= Customer	$(o \in O)$
i	= <i>Plant</i>	$(i \in I)$

- n = *Transshipment Plant* ($n \in N$)
- C_j^B = Biaya *backorder* setiap produk j (biaya/unit)
- C_j^P = Biaya produksi setiap produk j (biaya/unit)
- C_{ij}^{InP} = Biaya *inventory* untuk setiap produk j di setiap *plant* i (biaya/unit)
- C_{nj}^{InT} = Biaya *inventory* untuk setiap produk j di setiap *transshipment plant* n (biaya/unit)
- CT_{ijn}^{PT} = Biaya distribusi untuk setiap produk j yang dikirim dari *plant* i ke *transshipment plant* n (biaya/unit)
- CT_{ijo}^{PC} = Biaya distribusi untuk setiap produk j yang dikirim dari *plant* i ke customer o (biaya/unit)
- CT_{njo}^{TC} = Biaya distribusi untuk setiap produk j yang dikirim dari *transshipment plant* n ke customer o (biaya/unit)
- D_{ojk} = *Demand* tiap produk j pada periode k untuk customer o (unit)
- Cap^{ijk} = Kapasitas produksi *plant* i untuk produk j pada periode k (unit)
- I_{ij}^{InP} *Beginning = Inventory* awal pada *plant* i untuk produk j (unit)
- I_{nj}^{InT} *Beginning = Inventory* awal pada *transshipment plant* n untuk produk j (unit)

4.1.2 Variabel Keputusan

Berikut ini adalah variabel-variabel keputusan yang dipertimbangkan dalam model matematis permasalahan *ITI*:

- P_{ijk} = Jumlah produksi produk j pada *plant* i pada periode ke k (unit).
- INP_{ijk} = Jumlah *inventory* produk j pada *plant* i pada periode ke k (unit).
- INT_{ijk} = Jumlah *inventory* produk j pada *plant* i pada periode ke k (unit).
- B_{ojk} = Jumlah *backorder* produk j untuk customer o pada periode ke k (unit).
- X_{ojk} = Jumlah distribusi dari *plant* i produk j untuk customer o pada periode ke k (unit).

Y_{njik} = Jumlah distribusi dari *plant i* produk *j* untuk *transshipment plant n* pada periode ke *k* (unit).

Z_{ojnk} = Jumlah distribusi dari *transshipment plant n* produk *j* untuk customer *o* pada periode ke *k* (unit).

4.1.3 Fungsi Tujuan

Berikut ini merupakan fungsi tujuan yang dipertimbangkan dalam model matematis *ITI*. Fungsi tujuan yang dipertimbangkan total minimasi biaya distribusi, biaya ineventory, biaya produksi, dan biaya *backorder*.

$$\begin{aligned} MinZ = & \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (C_j^P P_{ijk} + C_{ij}^{InP} INP_{ijk}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N C_{nj}^{InT} INT_{ijk} + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I CT_{ijn}^{PT} Y_{njik} + \\ & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{o=1}^O CT_{njo}^{TC} Z_{ojnk} + \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{o=1}^O CT_{ijo}^{TC} X_{ojik} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{o=1}^O C_j^B B_{ojk} \end{aligned} \quad (4.1)$$

4.1.4 Batasan

Berikut ini merupakan batasan-batasan yang digunakan dalam model matematis ini :

1. Konstrain keseimbangan *inventory* di setiap *Plant*
Konstrain yang memastikan bahwa jumlah yang diproduksi sesuai dengan kebutuhan produksinya dengan mempertimbangkan besarnya *demand*, *backorder* pada periode tersebut, *backorder* pada periode sebelumnya, besarnya *inventory* pada periode tersebut dan *inventory* pada periode sebelumnya.

$$P_{ijk} + I_{ij}^{InP} Beginning = Y_{njik} + X_{ojik} + INP_{ijk}; k=1, \forall i \forall j \quad (4.2)$$

$$P_{ijk} + INP_{ijk-1} = Y_{njik} + X_{ojik} + INP_{ijk}; k > 1, \forall i \forall j \quad (4.3)$$

Konstrain keseimbangan *inventory* di setiap *Transshipment Plant*

$$Y_{njik} + I_{nj}^{InT} Beginning = Z_{ojnk} + INT_{njik}; k=1, \forall n \forall j \quad (4.4)$$

$$Y_{njik} + INT_{njik-1} = Z_{ojnk} + INT_{njik}; k > 1, \forall n \forall j \quad (4.5)$$

2. Konstrain Kapasitas

$$P_{ijk} \leq Cap^{ijk}; \forall i \forall j \forall k \quad (4.6)$$

3. Konstrain Pemenuhan Demand

$$D_{ojk} = Z_{ojnk} + X_{ojik} + B_{ojk}; k = 1, \forall o \forall j \quad (4.7)$$

$$D_{ojk} B_{ojk-1} = Z_{ojnk} + X_{ojik} + B_{ojk}; k > 1, \forall o \forall j \quad (4.7)$$

4.2 Pengembangan Model dalam Software LINGO 18

Model ITI yang telah dikembangkan pada sub bab 4.1 diterjemahkan dalam bahasa software LINGO 18 Setelah disimulasikan kemudian akan dilakukan uji validasi dan verifikasi dengan melakukan check model matematis dan hasil simulasi. Hasil pengembangan model ITI dalam bahasa software LINGO 18 dapat dilihat pada Lampiran 6A

4.3 Validasi dan Verifikasi Model

Validasi merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah mampu merepresentasikan permasalahan yang diselesaikan. Validasi dalam penelitian dilakukan untuk model matematis yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan di kasus PT X. Sementara itu verifikasi model dilakukan dengan membandingkan hasil uji solver dan hasil uji lingo.

4.3.1 Data Uji

Data uji digunakan untuk melakukan validasi dan verifikasi model. Data uji merupakan data skala kecil dengan parameter 2 periode (jan,feb), 1 produk, 2 *transshipment plant* (n1,n2), 2 *Plant* (i1,i2) dan 2 Pelanggan (o1,o2). Berikut merupakan data uji yang digunakan :

Tabel 4.1 Data Uji : Data Kapasitas dan Demand

Capacity	Periode	
	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	700	700
Cp Tuban (i2)	800	400
Demand	Periode	
	Jan (k1)	Feb (k2)
Tangerang (o1)	200	900
Serang (o2)	500	900

Tabel 4.2 Data Uji : Data Biaya *Inventory*, Biaya Produksi dan Biaya *Backorder*

CInvP	Jan (k1)	Feb (k2)	Cprod	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	100	100	CP Rembang (i1)	4	5
Cp Tuban (i2)	100	100	Cp Tuban (i2)	1	3

CInvT	Jan (k1)	Feb (k2)	C backorder	Jan (k1)	Feb (k2)
UP Ciwandan (n1)	15	20	Tangerang (o1)	10000	10000
Up Tj Priok (n2)	25	35	Serang (o2)	10000	10000

Tabel 4.3 Data Uji : Biaya Transportasi

Cost PT	n1		n2	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	1	2	5	1
Cp Tuban (i2)	3	4	6	2

Cost TC	o1		o2	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
UP Ciwandan (n1)	2	3	4	2
Up Tj Priok (n2)	1	1	5	3

Cost PC	o1		o2	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	7	10	7	10
Cp Tuban (i2)	8	9	8	9

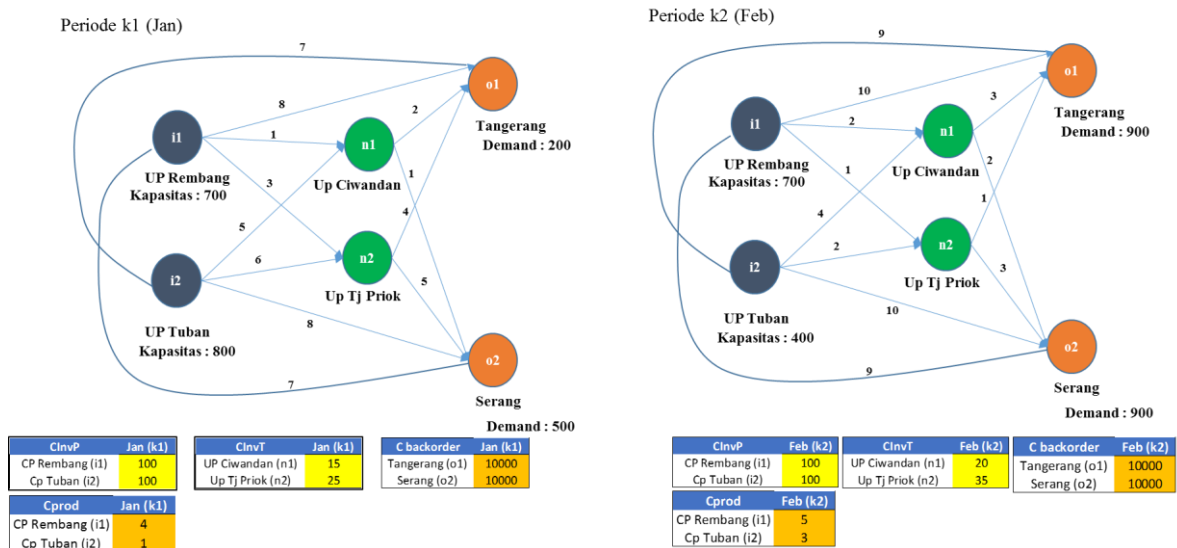
4.3.2 Verifikasi Model

Verifikasi model eksak dilakukan dengan melakukan evaluasi struktur model yang digenerate dalam *software* LINGO 18. Evaluasi model didasarkan pada apakah model yang digenerate telah memiliki struktur yang sesuai dengan model matematisnya. Model Matematis dari data uji ada pada Lampiran 6B.

4.3.3 Validasi Model

Berdasarkan struktur model diatas dapat disimpulkan bahwa model yang digenerate telah mampu merepresentasikan model matematisnya. Kemudian setelah melakukan verifikasi dilakukan validasi model. Validasi model matematis dilakukan dengan membandingkan antara logika perhitungan hasil komputasi dengan logika perhitungan manualnya.

Untuk mempermudah proses validasi maka dibuatlah jaringan distribusi sederhana yang menggambarkan kemungkinan alokasi dan biayanya. Jaringan distribusi ini digambarkan pada Gambar 4.1.

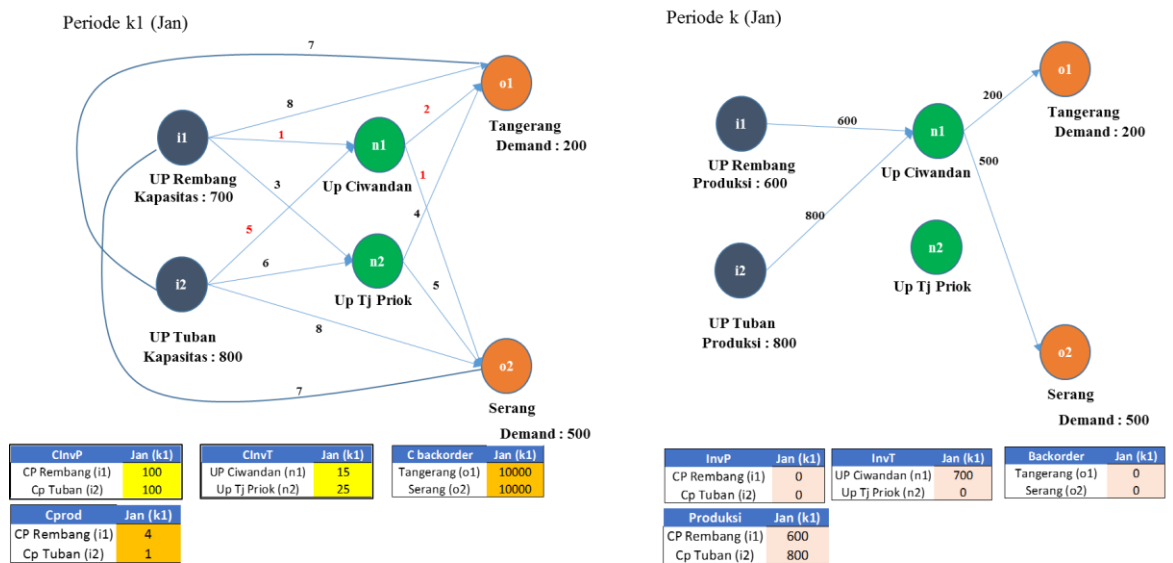


Gambar 4.1 Jaringan Distribusi Data Uji

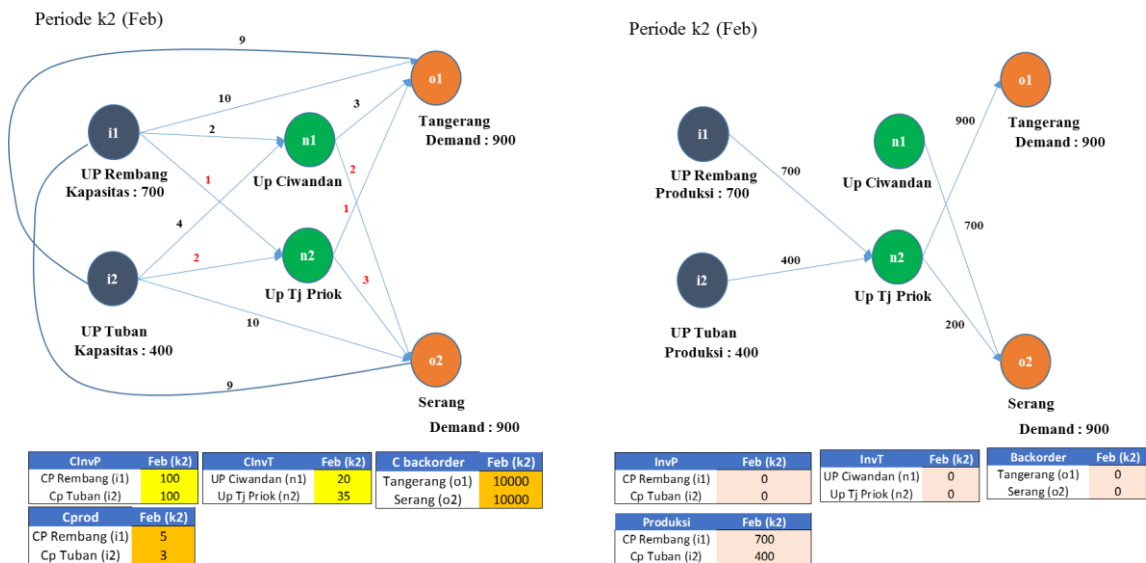
Pada periode 1 bulan Januari, total demand adalah sejumlah 700 ton sedangkan total kapasitas produksi adalah sejumlah 1.400 Ton, namun pada periode 2 bulan Februari total demand adalah sejumlah 1.800 Ton sedangkan kapasitas produksi hanya sejumlah 1.100 Ton. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan pada periode berikutnya, maka pada periode 1, semen yang diproduksi memaksimalkan kapasitas produksinya yakni sejumlah 1.400 Ton. Biaya produksi antara CP Tuban dibandingkan dengan CP Rembang lebih murah CP Tuban yakni senilai 1 sehingga keputusan produksi lebih banyak dilakukan di CP Tuban yakni sejumlah kapasitasnya yakni 800 Ton, sisa kebutuhannya kemudian di produksi di CP Rembang sejumlah 600 Ton. Sebagai upaya untuk menyeimbangkan kebutuhan di period 2 dengan keterbatasan kapasitas produksi maka dilakukan kebijakan *inventory*, dimana setelah dibandingkan biaya *inventory* termurah ada di UP Ciwandan yakni sebesar 15, sehingga selain dialokasikan untuk pemenuhan demand maka akan ada *inventory* di UP Ciwandan sejumlah 700 Ton. Berdasarkan data uji, kebijakan *backorder* tidak digunakan karena biayanya yang lebih tinggi dibandingkan total biaya produksi, biaya *inventory* dan biaya distribusi ke

pelanggan tersebut. Kebijakan alokasi mempertimbangkan perbandingan biaya distribusi paling murah ke masing-masing pelanggan. Biaya distribusi ke Tangerang paling murah jika mengambil rute UP Ciwandan – Tangerang yakni sejumlah 2, dan biaya distribusi ke Serang paling murah adalah dengan rute alokasi UP Ciwandan – Serang dengan biaya sejumlah 1.

Detail keputusan produksi, *inventory*, alokasi dan *backorder* untuk periode 1 ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Keputusan Alokasi, Produksi, *Inventory* dan *Backorder* pada Data Uji di Periode 1



Gambar 4.3 Keputusan Alokasi, Produksi, *Inventory* dan *Backorder* pada Data Uji di Periode 2

Pada Gambar 4.3 telah ditampilkan keputusan alokasi, produksi, *inventory* dan *backorder* pada periode 2. Dimana pada pada periode 2 ini terdapat *inventory* pada periode sebelumnya yang disimpan di UP Ciwandan untuk dapat memenuhi kebutuhan demand yang melonjak di periode 2. Selain itu kebijakan alokasi juga mengalami perubahan untuk dikarenakan adanya perubahan biaya distribusi di periode 2. Perubahan biaya ini ditunjukkan untuk mengetahui sensitivitas model jika terdapat perubahan biaya di periode berikutnya. Dengan tetap mempertimbangkan perbandingan biaya distribusi paling murah ke masing-masing pelanggan maka biaya distribusi ke Tangerang paling murah jika mengambil rute UP Tj Priok – Tangerang yakni sejumlah 1, dan biaya distribusi ke Serang paling murah adalah dengan rute alokasi UP Ciwandan – Serang sejumlah 2 dan UP Tj Priok – Serang dengan biaya sejumlah 3. Total biaya yang dihasilkan adalah sejumlah 28.200.

Berikut ini adalah hasil perhitungan dengan menggunakan metode *branch and bound* pada *software* LINGO:



Gambar 4.4 Solver Status pada LINGO 18

Berdasarkan komputasi yang dilakukan didapatkan nilai fungsi tujuan total biaya sebesar 28.200. Status solusi merupakan solusi global optima dan berikut adalah hasil komputasi untuk masing –masing variable keputusan.

Tabel 4.4 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan Y,Z,X

Trans PT	UP Ciwandan (n1)		Up Tj Priok (n2)	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	600	0	0	700
Cp Tuban (i2)	800	0	0	400
Trans TC	Tangerang (o1)		Serang (o2)	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
UP Ciwandan (n1)	200	0	500	700
Up Tj Priok (n2)	0	900	0	200
Trans PC	Tangerang (o1)		Serang (o2)	
	Jan (k1)	Feb (k2)	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	0	0	0	0
Cp Tuban (i2)	0	0	0	0

Tabel 4.5 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan P dan B

Produksi	Jan (k1)	Feb (k2)	Backorder	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	600	700	Tangerang (o1)	0	0
Cp Tuban (i2)	800	400	Serang (o2)	0	0

Tabel 4.6 Hasil Komputasi LINGO 18 Variabel Keputusan InP dan InT

InvP	Jan (k1)	Feb (k2)	InvT	Jan (k1)	Feb (k2)
CP Rembang (i1)	0	0	UP Ciwandan (n1)	700	0
Cp Tuban (i2)	0	0	Up Tj Priok (n2)	0	0

Hasil eksperimen pada Lingo juga menunjukkan bahwa strategi yang optimal adalah melakukan produksi di *plant* CP Rembang dan CP Tuban sesuai dengan kapasitasnya, dan menyimpan hasil produksi di *Transshipment Plant* UP Ciwandan sebesar 700 untuk mengantisipasi menurunnya kapasitas dan meningkatnya *demand* pada periode Februari.

Hasil strategi alokasi produk yang dilakukan juga telah menimbang biaya yang paling murah yakni pada periode Jan : CP Rembang – UP Ciwandan, CP Tuban – UP Ciwandan dan pada periode Feb : CP Rembang – UP Tj Priok, CP Tuban – UP Tj Priok, kemudian alokasi dari *transshipment plant* dikirimkan ke pelanggan periode Jan : UP Ciwandan – Tangerang dan UP Ciwandan – Serang dan pada periode Feb : UP Tj Priok – Tangerang dan UP Tj Priok – Serang serta UP Tj Priok -Tangerang.

Berdasarkan hasil komputasi yang dilakukan dengan menggunakan Lingo 18 dan perhitungan manual didapatkan hasil yang sama, selain itu model juga telah memenuhi logika matematisnya. Hal ini menjadikan dasar bahwa model dapat digunakan pada eksperimen nyata untuk menyelesaikan optimasi *outbound logistics* PT X.

4.4 Data

Data merupakan data untuk periode perencanaan tahun 2019 termasuk diantaranya adalah data *demand*, jumlah *plant*, tipe produk, jumlah *transshipment plant*, dan kapasitas produksi. Sementara itu data biaya mengacu pada data pada periode November tahun 2019. Untuk menjaga kerahasiaan data maka data biaya tidak ditampilkan secara detail pada penelitian ini.

4.4.1 Parameter

Beberapa parameter yang digunakan dalam simulasi model ITI untuk menyelesaikan permasalahan optimasi pada PT X adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Tipe Produk

INDEX	TIPE
J1	OPC CURAH
J2	OPC ZAK
J3	PCC CURAH
J4	PCC ZAK

Tabel 4.8 *Plant* Produksi

INDEX	PLANT
I1	CP CILACAP
I2	CP INDARUNG
I3	CP LHOKNGA
I4	CP NAROGONG
I5	CP REMBANG
I6	CP TONASA
I7	CP TUBAN

Tabel 4.9 Periode Perencanaan

INDEX	PERIODE
K1	JAN
K2	FEB
K3	MAR
K4	APR
K5	MEI
K6	JUNI

Tipe produk yang dipertimbangkan adalah produk dengan permintaan terbesar di tahun 2019, sedangkan pada *plant* produksi diasumikan *Plant* Tuban SMI dan *Plant* Tuban ex Holcim menjadi 1 sehingga hanya ada 7 *plant*. Sementara itu *transshipment Plant* yang dipertimbangkan ada 32 *plant* yang tersebar di seluruh Indonesia. Untuk Jumlah Pelanggan terdapat 293 pelanggan yang tersebar di 31 Provinsi mulai Aceh hingga Papua Barat. Untuk detail jumlah pelanggan terlampir di Lampiran 6C.

Tabel 4.10 *Transshipment Plant*

INDEX	TRANSHIPMENT PLANT	INDEX	TRANSHIPMENT PLANT
N1	GP CIGADING	N17	PP KENDARI
N2	GP DUMAI	N18	PP LAMPUNG
N3	GP GRESIK	N19	PP MAKASSAR
N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	N20	PP MAMUJU
N5	PP ACEH MALAHAYATI	N21	PP OBA
N6	PP AMBON	N22	PP PALU
N7	PP BALIKPAPAN	N23	PP PONTIANAK
N8	PP BANJARMASIN	N24	PP SAMARINDA
N9	PP BANYUWANGI	N25	PP SORONG
N10	PP BATAM	N26	PP TELUK BAYUR
N11	PP BELAWAN	N27	PP TJ PRIOK
N12	PP BENGKULU	N28	UP BATAM SBI
N13	PP BIRINGKASSI	N29	UP BELAWAN SBI
N14	PP BITUNG	N30	UP DUMAI SBI
N15	PP CEL. BAWANG	N31	UP LAMPUNG SBI
N16	PP CIWANDAN	N32	UP PONTIANAK SBI

4.4.2 Data Biaya

Data biaya yang dipertimbangkan dalam fungsi tujuan adalah data biaya *inventory*, biaya produksi, biaya transportasi baik itu dari *plant* ke pelanggan, *plant* ke *transshipment plant* dan *transshipment plant* ke pelanggan serta data biaya *backorder*, biaya *inventory* didapat dari operasional packing *plant* baik itu di *plant* maupun di *transshipment plant*. biaya tersebut tersusun atas biaya sewa, biaya tenaga kerja, biaya listrik dan biaya lain lain. Sebagai gambaran berikut biaya *inventory* untuk beberapa *plant* :

Tabel 4.11 Biaya *Inventory Plant* (Kiri) dan Biaya *Inventory Transshipment Plant* (Kanan) (dalam Rp/Ton)

PLANT	TIPE	INV COST	PLANT	TIPE	INV COST
CP CILACAP	OPC CURAH	28.367	GP CIGADING	OPC CURAH	150.000
CP CILACAP	OPC ZAK	28.367	GP CIGADING	OPC ZAK	150.000
CP CILACAP	PCC CURAH	28.367	GP CIGADING	PCC CURAH	150.000
CP CILACAP	PCC ZAK	28.367	GP CIGADING	PCC ZAK	150.000
CP INDARUNG	OPC CURAH	24.489	GP DUMAI	OPC CURAH	80.819
CP INDARUNG	OPC ZAK	24.489	GP DUMAI	OPC ZAK	80.819
CP INDARUNG	PCC CURAH	24.489	GP DUMAI	PCC CURAH	80.819
CP INDARUNG	PCC ZAK	24.489	GP DUMAI	PCC ZAK	80.819
CP LHOKNGA	OPC CURAH	17.751	GP GRESIK	OPC CURAH	150.331
CP LHOKNGA	OPC ZAK	17.751	GP GRESIK	OPC ZAK	150.331
CP LHOKNGA	PCC CURAH	17.751	GP GRESIK	PCC CURAH	150.331
CP LHOKNGA	PCC ZAK	17.751	GP GRESIK	PCC ZAK	150.331
CP NAROGONG	OPC CURAH	17.751	PP ACEH LHOKSEUMAWE	OPC CURAH	91.730
CP NAROGONG	OPC ZAK	17.751	PP ACEH LHOKSEUMAWE	OPC ZAK	91.730
CP NAROGONG	PCC CURAH	17.751	PP ACEH LHOKSEUMAWE	PCC CURAH	91.730
CP NAROGONG	PCC ZAK	17.751	PP ACEH LHOKSEUMAWE	PCC ZAK	91.730

Biaya produksi merupakan biaya tetap dan biaya variable yang dinyatakan dalam satuan Rp/Ton. Biaya Variabel tersusun atas biaya bahan baku, biaya energi, biaya tenaga kerja langsung. Sedangkan biaya tetap tersusun atas biaya yang tidak berubah meskipun terjadi perubahan produksi semen diantaranya adalah biaya sewa, biaya tenaga kerja tidak langsung, biaya depresiasi dll. Berikut ini merupakan gambaran Biaya produksi untuk beberapa *Plant* Produksi seperti yang tertampil dalam Tabel 4.12

Tabel 4.12 Biaya Produksi Tiap *Plant* (dalam Rp/Ton)

PLANT	TIPE	PROD COST
CP CILACAP	OPC CURAH	10.000.000
CP CILACAP	OPC ZAK	10.000.000
CP CILACAP	PCC CURAH	396.376
CP CILACAP	PCC ZAK	446.376
CP INDARUNG	OPC CURAH	460.936
CP INDARUNG	OPC ZAK	510.936
CP INDARUNG	PCC CURAH	436.289
CP INDARUNG	PCC ZAK	486.289
CP LHOKNGA	OPC CURAH	600.000
CP LHOKNGA	OPC ZAK	570.000
CP LHOKNGA	PCC CURAH	600.000
CP LHOKNGA	PCC ZAK	570.000
CP NAROGONG	OPC CURAH	600.000
CP NAROGONG	OPC ZAK	570.000
CP NAROGONG	PCC CURAH	600.000
CP NAROGONG	PCC ZAK	570.000

Untuk *plant* yang tidak memproduksi tipe tertentu akan diberikan nilai BIG M sebesar 10.000.000 untuk menghindari adanya alokasi dari *plant* tersebut.

Biaya transportasi dari *plant* ke pelanggan maupun *transshipment* ke Pelanggan merupakan biaya ongkos angkut yang telah tersedia dalam database PT X untuk beberapa data yang tidak tersedia menggunakan pendekatan jarak dengan metode perhitungan euclidean distance dari koordinat masing-masing titik (Latitude, Longitude). Dari koordinat tersebut, pada alokasi *plant* ke pelanggan/*transshipment* ke pelanggan dikalikan nilai rata-rata nya yakni Rp 91.950. Sedangkan dari *plant* ke *transshipment* adalah sebesar 41.800. Untuk *plant* yang tidak dapat mengalokasi produk ke *transshipment plant* tertentu untuk tipe tertentu akan diberikan nilai BIG M sebesar 10.000.000 untuk menghindari adanya alokasi dari *plant* tersebut. Begitu juga pada rute alokasi *plant* ke pelanggan maupun *transshipment plant* ke pelanggan. Pada Tabel 4.13 merupakan contoh matriks biaya transportasi :

Tabel 4.13 Biaya Transportasi *Plant* ke *Transshipment Plant* (dalam Rp/Ton)

PLANT	TIPE	PLANT	CST PT
CP CILACAP	OPC CURAH	GP CIGADING	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	GP DUMAI	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	GP GRESIK	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP ACEH LHOKSEUMA	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP ACEH MALAHAYATI	736.798
CP CILACAP	OPC CURAH	PP AMBON	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BALIKPAPAN	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BANJARMASIN	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BANYUWANGI	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BATAM	10.000.000
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BELAWAN	645.367
CP CILACAP	OPC CURAH	PP BENGKULU	10.000.000

Tabel 4.14 Biaya *Plant* ke Pelanggan (dalam Rp/Ton)

INDEX	KODE DISTRIK	SALES DISTRICT	TIPE	INDEXPLANT	CST PC	
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I1	CP CILACAP	1.624.090
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I2	CP INDARUNG	633.872
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNGA	130.705
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I4	CP NAROGONG	1.404.191
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I5	CP REMBANG	1.732.187
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I6	CP TONASA	2.319.480
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I7	CP TUBAN	1.789.783
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I1	CP CILACAP	1.753.790
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I2	CP INDARUNG	761.818
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNGA	7.196
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I4	CP NAROGONG	1.533.703
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I5	CP REMBANG	1.861.648
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I6	CP TONASA	2.442.415

Tabel 4.15 Biaya *Transshipment Plant* ke Pelanggan (dalam Rp/Ton)

INDEX	KODE DISTRIK	SALES DISTRICT	TIPE	INDEXTRANSHIPMENT	CST TC	
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N1	GP CIGADING	10.000.000,00
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N2	GP DUMAI	537.957,67
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N3	GP GRESIK	10.000.000,00
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	99.379,73
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N5	PP ACEH MALAHAYATI	103.661,01
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N6	PP AMBON	3.020.510,97
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N7	PP BALIKPAPAN	10.000.000,00
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N8	PP BANJARMASIN	1.830.184,48
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N9	PP BANYUWANGI	10.000.000,00
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N10	PP BATAM	771.771,29
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N11	PP BELAWAN	236.401,87
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N12	PP BENGKULU	943.242,92
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N13	PP BIRINGKASSI	2.351.075,35
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N14	PP BITUNG	2.671.962,47
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	N15	PP CEL. BAWANG	10.000.000,00

Biaya *backorder* merupakan biaya *opportunity lost* yang didapatkan dengan pendekatan proporsi dari harga jual tiap produk dan tiap tipe dari masing-masing pelanggan. Dalam hal ini proporsi nilai *backorder* diasumsikan sebesar 30%.

Berikut merupakan contoh biaya *backorder* untuk beberapa *plant* :

Tabel 4.16 Biaya *Backorder* Per Pelanggan Per Tipe (dalam Rp/Ton)

INDEX	KODE DIS	SALES DISTRICT	TIPE	BACKORDER COST
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	OPC CURAH	334.238
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	OPC ZAK	333.447
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC CURAH	334.238
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	313.274
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	OPC CURAH	334.238
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	OPC ZAK	333.447
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC CURAH	334.238
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	313.274
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	OPC CURAH	334.238
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	OPC ZAK	333.447
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC CURAH	334.238
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	313.274
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	OPC CURAH	334.238
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	OPC ZAK	333.447
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC CURAH	334.238
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	313.274

4.4.3 Data Lainnya

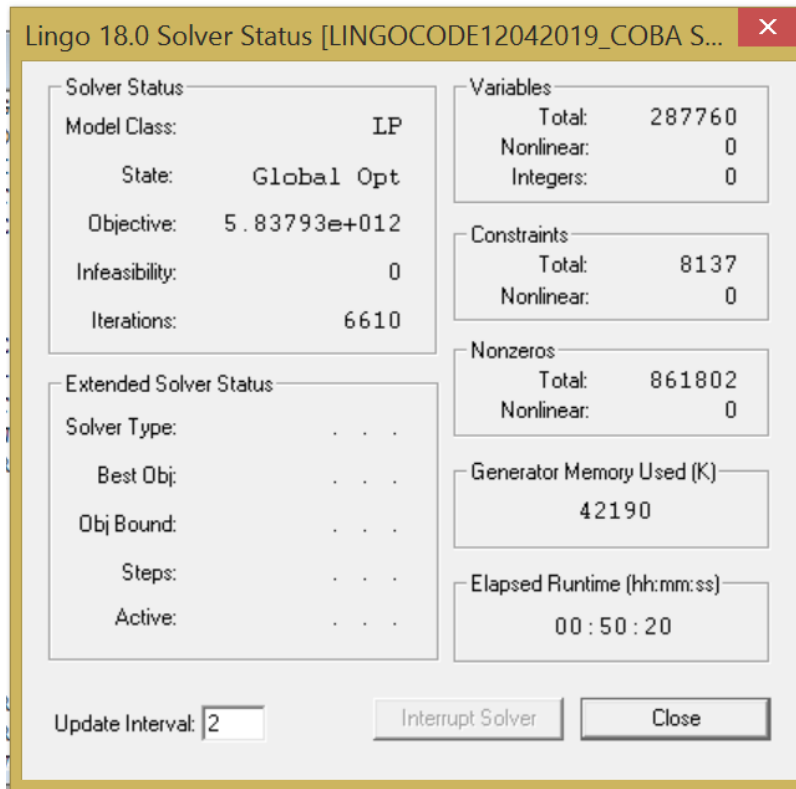
Data lainnya terdiri dari data kapasitas produksi, data *demand* per pelanggan per produk per periode dan data *inventory* awal. Data tersebut dinyatakan dalam satuan Ton. Secara detail data dapat dilihat pada Lampiran 6.C.

4.5 Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan software LINGO 18. LINGO 18 digunakan untuk melakukan eksperimen model dengan metode eksak menggunakan metode simplex. Spesifikasi komputer yang digunakan adalah Intel® Core™ i7-5500U CPU @ 2.40 G.Hz , RAM 8 GB.

4.6 Hasil Eksperimen

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan menggunakan LINGO dengan mengacu pada studi kasus dengan parameter 4 produk, 6 periode, 7 *plant*, 32 *transshipment plant*, dan 293 pelanggan didapatkan hasil sebagai running model sebagai berikut :



Gambar 4.5 Status Lingo untuk Eksperimen pada Data Uji

Dari status solver pada Lingo 18 pada Gambar 4.5 didapatkan bahwa model merupakan *linier programming* dengan total variable adalah sebanyak 287.760 variabel, 8137 konstrain dan membutuhkan waktu selama 30 menit 17 detik untuk mencapai global optima.

4.7 Analisis Hasil

Dari hasil simulasi didapatkan nilai fungsi tujuan untuk total biaya adalah sebesar Rp 5,837.925.000.000. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama yakni :

1. Alokasi Produk
2. Startegi Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi

4.7.1 Alokasi Produk

Alokasi produk dibagi menjadi tiga yakni alokasi dari Plant ke Transshipment Plant, Plant ke Pelanggan dan Transshipment Plant ke Pelanggan. Hasil alokasi dari Plant ke Transshipment Plant secara lebih detail dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.17 Alokasi Produk Plant ke Transshipment Plant

PLANT	TOTAL ALOKASI	PLANT	TOTAL ALOKASI
CP CILACAP	1.740	CP TONASA	338.925
PP BENGKULU	200	PP AMBON	41.180
PP MAMUJU	1.540	PP BITUNG	148.844
CP INDARUNG	564.299	PP KENDARI	776
GP DUMAI	12.276	PP MAKASSAR	6.323
PP BENGKULU	34.271	PP MAMUJU	46.646
PP CIWANDAN	201.021	PP OBA	27.957
PP LAMPUNG	151.707	PP SAMARINDA	33.001
PP TJ PRIOK	77.052	PP SORONG	34.199
UP BATAM SBI	25.761	CP TUBAN	1.016.032
UP DUMAI SBI	62.213	GP GRESIK	319.939
CP LHOKNGA	155.947	PP BANJARMASIN	140.754
PP ACEH LHOKSEUMAWE	45.232	PP BANYUWANGI	6.604
PP BELAWAN	57.913	PP BATAM	50.739
UP BELAWAN SBI	52.802	PP BIRINGKASSI	20.878
CP NAROGONG	2.220	PP CEL. BAWANG	103.425
PP BENGKULU	2.220	PP KENDARI	95.671
CP REMBANG	32.001	PP LAMPUNG	58.256
PP BANYUWANGI	32.001	PP MAKASSAR	43.395
		PP PALU	83.742
		PP SAMARINDA	36.704
		PP TJ PRIOK	55.924
		Grand Total	2.111.165

Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa untuk PP Bengkulu dapat disupply dari CP Indarung dan CP Cilacap, untuk PP Ciwandan optimal jika disupply dari CP Indarung. Alokasi supply packing plant dari lebih dari 2 plant bisa jadi diakibatkan karena keterbatasan kapasitas produksi, sehingga alokasi plant yang lebih sedikit bisa menjadi alternative pengganti ketika plant utama tidak beroperasi.

Tabel 4.18 Hasil Alokasi Transshipment Plant ke Pelanggan

INDEX	KODE DISTRIK	SALES DISTRICT	TIPE	INDEXTR	TRANSHIPMENT	INDEX	PERIODE	ALOKASI PCC
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K1	JAN	2.880,73
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K2	FEB	2.469,20
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K3	MAR	2.704,36
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K4	APR	2.586,78
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K5	MEI	2.586,78
O4	101007	KAB. ACEH TIMUR	PCC ZAK	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K6	JUNI	1.704,92
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K1	JAN	2.571,11
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K2	FEB	2.678,71
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K3	MAR	2.933,83
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K4	APR	2.806,27
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K5	MEI	2.806,27
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N4	PP ACEH LHOKSEUMAWE	K6	JUNI	1.849,59
O5	101008	KAB. ACEH UTARA	PCC CURAH	N5	PP ACEH MALAHAYATI	K1	JAN	554,05

Tabel 4.19 Hasil Alokasi Plant ke Pelanggan

INDEX	KODE DISTRIK	SALES DISTRICT	TIPE	INDEXPLANT	PLANT	INDEX	PERIODE	ALOKASI PCC
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K1		JAN	1807,80269
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K2		FEB	1549,54516
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K3		MAR	1697,12089
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K4		APR	1623,33303
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K5		MEI	1623,33303
O1	101001	KAB. ACEH BARAT	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K6		JUNI	1069,92404
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K1		JAN	5716,11453
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K2		FEB	4899,52674
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K3		MAR	5366,14833
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K4		APR	5132,83754
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K5		MEI	5132,83754
O2	101002	KAB. ACEH BESAR	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K6		JUNI	3383,00656
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K1		JAN	569,032258
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K2		FEB	487,741935
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K3		MAR	534,193548
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K4		APR	510,967742
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K5		MEI	510,967742
O3	101005	KAB. ACEH TENGAH	PCC ZAK	I3	CP LHOKNG/K6		JUNI	336,774194

Berdasarkan hasil simulasi yang sebagian ditunjukkan pada Tabel 4.18 dan 4.19 dapat meunjukkan bahwa untuk Distrik O1 Aceh Barat yang memiliki demand produk tipe PCC Zak optimal jika disupply dari CP Lhoknga, sedangkan untuk Distrik Aceh Timur optimal jika disupply dari PP Lhoksumawe. Konfigurasi alokasi supply yang optimal ini yang akan menghasilkan biaya transportasi total yang optimal.

4.7.2 Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan LINGO 18 dan dengan melakukan summay di ms Excel maka didapatkan workpaper perencanaan produksi, *inventory*, *backorder* dan distribusi sebagai berikut:

Tabel 4.20 Summary Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi

Resume All						
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI
DEMAND	2.005.482	1.643.152	1.883.186	1.755.311	1.879.577	1.305.299
BEG INV	205.000	98.310	77.833	46.088	34.023	15.920
PRODUKSI	1.898.792	1.622.675	1.851.441	1.743.246	1.861.474	1.299.860
DISTRIBUTED	2.005.482	1.643.152	1.883.186	1.755.311	1.879.577	1.305.230
END INV	98.310	77.833	46.088	34.023	15.920	10.550
BACKORDER	0,00	-	-	-	-	70

Tabel 4.21 Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi Tipe OPC

Curah

OPC CURAH						
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI
DEMAND	614.519	497.497	571.371	535.975	582.017	402.302
BEG INV	36.000	81	-	3.100	4.428	0
PRODUKSI	578.600	497.416	574.471	537.303	577.589	402.302
DISTRIBUTED	614.519	497.497	571.371	535.975	582.017	402.302
END INV	81	-	3.100	4.428	0	0
BACKORDER	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.22 Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi Tipe OPC

Zak

OPC ZAK						
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI
DEMAND	7.163	6.225	6.777	6.461	6.463	4.295
BEG INV	36.000	29.162	23.261	16.809	13.439	10.435
PRODUKSI	325	325	325	3.090	3.459	2.410
DISTRIBUTED	7.163	6.225	6.777	6.461	6.463	4.295
END INV	29.162	23.261	16.809	13.439	10.435	8.550
BACKORDER	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.23 Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi Tipe PCC

Zak

PCC ZAK	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI
DEMAND	1.279.928	1.050.588	1.204.163	1.120.807	1.196.542	832.046
BEG INV	67.000	35.461	34.089	20.746	13.104	4.084
PRODUKSI	1.248.388	1.049.215	1.190.820	1.113.164	1.187.522	828.892
DISTRIBUTED	1.279.928	1.050.588	1.204.163	1.120.807	1.196.542	831.976
END INV	35.461	34.089	20.746	13.104	4.084	1.000
BACKORDER	-	-	-	-	-	70

Tabel 4.24 Perencanaan Produksi, *Inventory*, *Backorder* dan Distribusi Tipe PCC

Curah

PCC CURAH	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI
DEMAND	103.872	88.842	100.875	92.069	94.555	66.657
BEG INV	66.000	33.607	20.483	5.432	3.051	1.400
PRODUKSI	71.479	75.718	85.824	89.688	92.904	66.257
DISTRIBUTED	103.872	88.842	100.875	92.069	94.555	66.657
END INV	33.607	20.483	5.432	3.051	1.400	1.000
BACKORDER	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.20, Tabel 4.21, Tabel 4.22, Tabel 4.23 dan Tabel 4.24 merupakan summary dari strategi alokasi transportasi yang telah terintegrasi dengan kebijakan *inventory* untuk seluruh tipe produk di seluruh plant pada tiap periode. Berdasarkan hasil simulais pada tabel-tabel tersebut dapat dilihat tidak ada *inventory* minimum untuk setiap periode nya, hal ini dikarenakan tidak ada batasan minimum *inventory* di setiap *plant* dan *transshipment plant*. Selain itu *backorder* juga baru terjadi di bulan Juni pada tipe produk zak, hal ini dikarenakan terbatasnya kapasitas produksi pada periode tersebut dan jika melakukan penyimpanan produk maka biayanya akan lebih tinggi.

Dengan adanya simulasi yang telah menginetgrasikan antara alokasi produk, kebijakan *inventory*, kebijakan produksi, dan kebijakan melakukan *backorder* maka akan mempermudah proses pengambilan keputusan terutama dalam mekanisme *sales & operation planning*.

4.7.3 Hasil Optimasi Biaya.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan didapatkan nilai fungsi tujuan sebesar Rp 5,837.925.000.000. untuk volume penjualan sejumlah 10.471.938 Ton sehingga rata-rata biaya yang dihasilkan adalah sebesar Rp 557.483/ton. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan realisasi biaya sampai dengan bulan juni yakni sebesar Rp 568.691 /ton.

Tabel 4.25 Perbandingan Biaya Rp/Ton

Periode	Volume	Rp/Ton
2019 Real	10.401.690	568.691
2019 Simulasi	10.471.938	557.482,79
%		101,86%

Berdasarkan perbandingan biaya tersebut dapat disimpulkan bahwa optimasi outbound logistic PT X dengan menggunakan model ITI mampu menghemat biaya sebesar 1,86% atau senilai Rp 117.367.751.698 dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini :

1. Dalam penelitian ini dihasilkan model *integrated inventory – transportation (ITI)* yang mempertimbangkan tujuan minimasi total biaya *inventory* dan transportasi dimana didalamnya dipertimbangkan untuk alokasi produk dengan mekanisme *transshipment*, level *inventory* minimum, keputusan *backorder* dan jumlah produksi untuk tiap produk dan tiap periode.
2. Hasil Simulasi menunjukkan bahwa optimasi outbound logistic PT X dengan menggunakan model ITI mampu menghemat biaya sebesar 1,86% atau senilai Rp 117.367.751.698 dibandingkan dengan kondisi eksisting .

1.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Menerapkan teknik penyelesaian menggunakan algoritma metaheuristik untuk dapat mempercepat proses komputasi.
2. Dalam simulasi selanjutnya mempertimbangkan level stock minimal dan lead time pengiriman.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhury , A., & Kuilboer, J.-P. (2002). *e-Business and e-Commerce Infrastructure*. McGraw-Hill/Irwin; 1 edition .
- Coelho, L., Cordeau, J., & Laporte, G. (2013). Thirty Years of *Inventory Routing*. *Transportation Science*, 1-19.
- Couril. (2014). *Logistics-Basic Concept & Characteristcs*.
- Farahani, R., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). *Logistics Operations and Management : Concepts and Models*. London: Elseiver.
- Harahap, A., Mawengkang, H., Siswadi, & Effendi, S. (2018). An Integer Programming Model for Multi-Echelon Supply Chain Decision Problem Considering Inventories. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Krishnakumari, G. (2016). Formulation of a Combined Transportation and *Inventory Optimization Model with Multiple Time Periods*. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 80-87.
- Kwateng, K., Manso, J., & Osei-Mensah, R. (2014). Outbound Logistics Management In Manufacturing Companies In Ghana. *Review Of Business and Finance Studies*.
- Lindo System Inc. (2018). *LINGO : The Modeling Language and Optimizer*. Chicago: Lindo System Inc.
- Miller, T., & Liberatore, M. (2015). Outbound Logistics: Strategies, Performance and Profitability. *Materail Handling & Logistics*, 18-23.
- Mosca, A., Vidyarthi, N., & Satir, A. (2018). Integrated transportation – *inventory models: A review*. *Operations Research Perspectives*.
- PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. (2018). *Annual Report Tahun 2017: Reshaping the Future*. Jakarta: PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.
- PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. (2019). *Company Presentation March 2019*. Jakarta: PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.
- Pulungan, D., & Fatma, E. (2018). Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan *Backorder* dan *Lost sales*. *Jurnal Teknik Industri*, 38-48.
- Russel, R., & Taylor III, B. (2011). *Operations Management*. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.
- Setiawan, M. (2018). *Optimalisasi Transportasi Darat Pada Produk Kantong dan Curah Di Industri Semen Indonesia untuk Meminimalkan Biaya Supply Chain Menggunakan Linear Programming*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Tang, Tang, H., Tian, L., & Jia, L. (2009). *Inventory-Transportation Integrated Optimization Problem:A Model of Product Oil Logistics*. *International Journal of Nonlinear Science*, 92-96.

Wisner. (2011). Linking supply chain performance to a firm's financial performance. *Supply Chain Management Review*.

LAMPIRAN 6. A

Pengembangan Model dalam Software LINGO 18

```
Sets :
Period/k1..k2/;;
Produk/j1..j2/;;
Transshipment/n1..n2/;;
Plant/i1..i2/;;
Cust/o1..o2/;;

!i for plant, k for period, j for product, n for transshipment, o for cust;
IndexDemand (Plant,Produk):CProd,BeginningP,CInP;
IndexCust (Cust,Produk):Cback;
IndexTrans (Transshipment,Produk):BeginningT,CInT;
IndexPT (IndexDemand,Transshipment):CostPT;
IndexTC (IndexCust,Transshipment):CostTC;
IndexPC (IndexCust,Plant):CostPC;
Production (IndexDemand,Period):Capacity,P,InP;
Demand(IndexCust,Period):Datademand,B;
PT (IndexPT,Period): Y;
TC(IndexTC, Period): Z;
PC(IndexPC,Period): X;
InvT ( IndexTrans,Period): InT;
endsets

data:
Capacity,BeginningP,
BeginningT,Cprod,Cback,Datademand,CostPT,CostTC,CostPC,CInP,CInT =
@ole('E:\MMT ITS\THESIS\SIMULATION 1_JBD_KECIL.xlsx');
@ole('E:\MMT ITS\THESIS\SIMULATION 1_JBD_KECIL.xlsx')= P,B,Y,Z,X,InP,InT;
enddata

!INDEX;
!i for plant, k for period, j for product, n for transshipment, o for cust;

!FUNGSI TUJUAN MINIMASI TOTAL BIAYA:biaya produksi, biaya inventory, biaya
transport, biaya backorder;
min= @sum(Production(i,j,k):(P(i,j,k)*Cprod
(i,j))+@sum(Production(i,j,k):(InP(i,j,k)*CInP (i,j)))+
@sum(InvT(n,j,k):(InT(n,j,k)*CInT (n,j)))+ @sum(PT(i,j,n,k):(Y(i,j,n,k)*CostPT
(i,j,n)))
+@sum(TC(o,j,n,k):(Z(o,j,n,k)*CostTC (o,j,n)))+
@sum(PC(o,j,i,k):(X(o,j,i,k)*CostPC (o,j,i))
+@sum(Demand(o,j,k):(B(o,j,k)*Cback(o,j))) ;

!KONSTRAIN 1:KESEIMBANGAN INVENTORY;
```

```

!Keseimbangan inventory untuk periode =1;
!Plant;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#EQ#1:
@for (Plant (i):
@sum (production(i,j,k):P(i,j,k)+ BeginningP (i,j))=
@sum (PT(i,j,n,k):(Y(i,j,n,k)))+@sum(PC(o,j,i,k):(X(o,j,i,k)))+@sum(Production(i,j,
k):(InP(i,j,k)))));

!Transshipment;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#EQ#1:
@for (Transshipment (n):
@sum (PT(i,j,n,k):Y(i,j,n,k))+@sum (IndexTrans (n,j): BeginningT (n,j))= @sum
(TC(o,j,n,k):Z(o,j,n,k))+@sum(InvT(n,j,k):(InT(n,j,k)))));

!Keseimbangan inventory untuk periode >1;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#GT#1:
@for (Plant (i):
@sum (production(i,j,k):P(i,j,k))+@sum(Production(i,j,k):(InP(i,j,k-1)))=
@sum (PT(i,j,n,k):(Y(i,j,n,k)))+@sum(PC(o,j,i,k):(X(o,j,i,k)))+@sum(Production(i,j,
k):(InP(i,j,k)))));

!Transshipment;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#GT#1:
@for (Transshipment (n):
@sum (PT(i,j,n,k):Y(i,j,n,k))+@sum(InvT(n,j,k):(InT(n,j,k-1)) )= @sum
(TC(o,j,n,k):Z(o,j,n,k))+@sum(InvT(n,j,k):(InT(n,j,k)))));

!KONSTRAN2 : KAPASITAS PRODUKSI;
@for (Plant (i):
@for (Produk (j):
@for (period (k): P (i,j,k)<= Capacity (i,j,k))):!OK

!KONTRAIN4 Pemenuhan Demand dan backorder;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#EQ#1:
@for (Cust (o):
@sum (Demand(o,j,k):Datademand(o,j,k))= @sum(PC(o,j,i,k):(X(o,j,i,k)))+@sum
(TC(o,j,n,k):Z(o,j,n,k))+@sum (Demand(o,j,k):B(o,j,k)))));

!Keseimbangan DEMAND untuk periode >1;
@for (produk (j):
@for (period (k)|k#GT#1:
@for (Cust (o):

```

```
@sum (Demand(o, j, k) : Datademand(o, j, k) + B(o, j, k - 1)) =  
@sum(PC(o, j, i, k) : (X(o, j, i, k))) + @sum (TC(o, j, n, k) : Z(o, j, n, k)) + @sum  
(Demand(o, j, k) : B(o, j, k))));
```

LAMPIRAN 6. B

Model Matematis

```
[_1] MIN= 15 * INT_1_1_1 + 20 * INT_1_2_1 + 25 * INT_2_1_1 + 35 * INT_2_2_1 + 100 *
INP_1_1_1 + 100 * INP_1_2_1 + 100 * INP_2_1_1 + 100 * INP_2_2_1 + 7 * X_1_1_1_1 +
10 * X_1_1_2_1 + 7 * X_1_2_1_1 + 10 * X_1_2_2_1 + 8 * X_2_1_1_1 + 9 * X_2_1_2_1 +
8 * X_2_2_1_1 + 9 * X_2_2_2_1 + 2 * Z_1_1_1_1 + 3 * Z_1_1_2_1 + 4 * Z_1_2_1_1 + 2
* Z_1_2_2_1 + Z_2_1_1_1 + Z_2_1_2_1 + 5 * Z_2_2_1_1 + 3 * Z_2_2_2_1 + Y_1_1_1_1 +
2 * Y_1_1_2_1 + 5 * Y_1_2_1_1 + Y_1_2_2_1 + 3 * Y_2_1_1_1 + 4 * Y_2_1_2_1 + 6 *
Y_2_2_1_1 + 2 * Y_2_2_2_1 + 10000 * B_1_1_1 + 10000 * B_1_2_1 + 10000 * B_2_1_1 +
10000 * B_2_2_1 + 4 * P_1_1_1 + 5 * P_1_2_1 + P_2_1_1 + 3 * P_2_2_1;
[_2] - INP_1_1_1 - X_1_1_1_1 - X_1_2_1_1 - Y_1_1_1_1 - Y_1_2_1_1 + P_1_1_1 = 0;
[_3] - INP_2_1_1 - X_2_1_1_1 - X_2_2_1_1 - Y_2_1_1_1 - Y_2_2_1_1 + P_2_1_1 = 0;
[_4] - INT_1_1_1 - Z_1_1_1_1 - Z_1_2_1_1 + Y_1_1_1_1 + Y_2_1_1_1 = 0;
[_5] - INT_2_1_1 - Z_2_1_1_1 - Z_2_2_1_1 + Y_1_2_1_1 + Y_2_2_1_1 = 0;
[_6] INP_1_1_1 - INP_1_2_1 - X_1_1_2_1 - X_1_2_2_1 - Y_1_1_2_1 - Y_1_2_2_1 +
P_1_2_1 = 0;
[_7] INP_2_1_1 - INP_2_2_1 - X_2_1_2_1 - X_2_2_2_1 - Y_2_1_2_1 - Y_2_2_2_1 +
P_2_2_1 = 0;
[_8] INT_1_1_1 - INT_1_2_1 - Z_1_1_2_1 - Z_1_2_2_1 + Y_1_1_2_1 + Y_2_1_2_1 = 0;
[_9] INT_2_1_1 - INT_2_2_1 - Z_2_1_2_1 - Z_2_2_2_1 + Y_1_2_2_1 + Y_2_2_2_1 = 0;
[_10] P_1_1_1 <= 700;
[_11] P_2_1_1 <= 800;
[_12] P_1_2_1 <= 700;
[_13] P_2_2_1 <= 400;
[_14] - X_1_1_1_1 - X_2_1_1_1 - Z_1_1_1_1 - Z_2_1_1_1 - B_1_1_1 = - 200;
[_15] - X_1_2_1_1 - X_2_2_1_1 - Z_1_2_1_1 - Z_2_2_1_1 - B_2_1_1 = - 500;
[_16] - X_1_1_2_1 - X_2_1_2_1 - Z_1_1_2_1 - Z_2_1_2_1 + B_1_1_1 - B_1_2_1 = - 900;
[_17] - X_1_2_2_1 - X_2_2_2_1 - Z_1_2_2_1 - Z_2_2_2_1 + B_2_1_1 - B_2_2_1 = - 900;
END
```

LAMPIRAN 6. C

Data Pelanggan dan Demand

Tabel 6.1 Data Pelanggan dan Demand

INDEX	KODE	DISTRIF	SALES DISTRICT	JAN				FEB				MAR				APR				MEI				JUNI				
				OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	
01	101001	KAB. ACEH BARAT		-	-	-	1.808	-	-	-	1.550	-	-	-	1.697	-	-	-	1.623	-	-	-	1.623	-	-	-	1.070	9.371
10	101023	KAB. PIDIE JAYA		-	-	1.371	12.725	-	-	1.175	10.907	-	-	1.287	11.946	-	-	1.231	11.427	-	-	1.231	11.427	-	-	811	7.531	73.067
100	224015	KAB. KARAWANG	10.500	-	-	3.500	8.300	-	-	-	2.800	9.500	-	-	3.200	9.100	-	-	3.100	10.000	-	-	3.400	7.000	-	-	2.300	72.700
101	224016	KAB. KUNINGAN	-	-	-	500	-	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	500	-	-	-	500	-	-	-	300	2.700
102	224018	KAB. PURWAKARTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
103	224019	KAB. SUBANG	-	-	-	800	-	-	-	-	600	-	-	-	800	-	-	-	700	-	-	-	800	-	-	-	500	4.200
104	224021	KAB. SUMEDANG	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	600
105	224023	KOTA BANDUNG	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	600
106	224027	KOTA DEPOK	-	-	-	4.500	-	-	-	-	3.600	-	-	-	4.200	-	-	-	4.000	-	-	-	4.300	-	-	-	3.000	23.600
107	225001	TASIKMALAYA	500	-	-	7.900	400	-	-	-	6.300	500	-	-	7.200	400	-	-	6.700	500	-	-	7.500	300	-	-	5.200	43.400
108	225002	CIAMIS	700	-	-	400	600	-	-	-	300	700	-	-	300	600	-	-	300	700	-	-	400	400	-	-	200	5.500
109	225005	BANJAR	-	-	-	5.100	-	-	-	-	4.100	-	-	-	4.700	-	-	-	4.400	-	-	-	4.800	-	-	-	3.500	26.600
11	111005	KAB. LABUHAN BATU	-	-	-	1.303	-	-	-	-	1.127	-	-	-	1.229	-	-	-	1.171	-	-	-	1.171	-	-	-	776	6.776
110	226001	MAJALENGA	1.500	-	-	1.100	1.200	-	-	-	900	1.400	-	-	1.100	1.300	-	-	1.000	1.400	-	-	1.100	1.000	-	-	800	13.800
111	226002	INDRAMAYU	800	-	-	3.700	600	-	-	-	3.000	700	-	-	3.500	800	-	-	3.200	700	-	-	3.600	600	-	-	2.500	23.700
112	226003	KUNINGAN	100	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	300	-
113	226004	CIREBON	100	-	-	12.500	100	-	-	-	9.900	100	-	-	11.300	400	-	-	10.800	100	-	-	12.000	-	-	-	8.100	65.400
114	231001	LASEM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	231002	REMBANG	300	-	-	7.800	200	-	-	-	6.300	300	-	-	7.200	300	-	-	6.800	300	-	-	7.500	200	-	-	5.200	42.400
116	231003	BLORA	200	-	-	4.700	100	-	-	-	3.800	200	-	-	4.500	200	-	-	3.900	200	-	-	4.700	100	-	-	3.200	25.800
117	231004	CEPU	400	-	-	4.000	400	-	-	-	3.100	400	-	-	3.700	400	-	-	3.400	400	-	-	3.800	300	-	-	2.600	22.900
118	231006	PATI	1.000	-	-	4.000	800	-	-	-	3.300	900	-	-	3.800	900	-	-	3.500	1.000	-	-	3.900	700	-	-	2.700	26.500
119	231007	KUDUS	500	-	-	5.300	400	-	-	-	4.200	500	-	-	4.800	500	-	-	4.500	500	-	-	5.100	400	-	-	3.500	30.200
12	111007	KAB. MANDAILING NATAL	93	-	-	925	81	-	-	-	800	88	-	-	873	84	-	-	831	84	-	-	831	55	-	-	551	5.296
120	231008	JEPARA	1.100	-	-	4.500	900	-	-	-	3.500	1.100	-	-	4.100	900	-	-	4.000	1.100	-	-	4.300	800	-	-	2.900	29.200
121	232001	PURWODADI	4.500	-	-	9.700	3.600	-	-	-	7.700	4.100	-	-	9.000	3.800	-	-	8.400	4.400	-	-	9.200	3.000	-	-	6.400	73.800
122	232002	DEMAK	15.700	-	-	5.300	12.700	-	-	-	4.200	14.600	-	-	4.800	13.500	-	-	4.500	15.300	-	-	5.100	10.500	-	-	3.400	109.600
123	232003	SEMARANG	7.700	-	100	19.800	6.100	-	-	-	15.700	7.000	-	100	18.300	6.600	-	-	17.100	7.200	-	100	18.900	5.000	-	-	13.100	142.800
124	232004	UNGARAN	400	-	-	4.300	300	-	-	-	3.400	300	-	-	4.000	300	-	-	3.700	400	-	-	4.100	300	-	-	2.900	24.400
125	232005	AMBARAWA	-	-	-	4.400	-	-	-	-	3.500	-	-	-	4.100	-	-	-	3.800	-	-	-	4.300	-	-	-	2.900	23.000
126	232006	SALATIGA	35.300	-	-	7.300	28.000	-	-	-	5.900	32.300	-	-	6.700	30.500	-	-	6.200	33.800	-	-	7.000	23.400	-	-	4.800	221.200
127	232007	KENDAL	2.500	-	-	-	2.000	-	-	-	-	2.300	-	-	-	2.200	-	-	-	2.400	-	-	-	-	-	-	-	13.100
128	232008	WELERI	-	-	-	3.300	-	-	-	-	2.600	-	-	-	2.800	-	-	-	2.700	-	-	-	3.100	-	-	-	2.200	16.700
129	233001	BATANG	22.900	-	-	6.900	18.300	-	-	-	5.400	21.100	-	-	6.300	19.900	-	-	5.900	22.000	-	-	6.600	15.300	-	-	4.600	155.200
13	111010	KAB. TAPANULI SELATAN	-	132	-	4.534	-	114	-	-	3.923	-	124	-	4.279	-	118	-	4.075	-	118	-	4.075	-	78	-	2.700	24.272
130	233002	PEKALONGAN	2.200	-	-	10.100	1.700	-	-	-	8.000	2.000	-	-	9.300	1.900	-	-	8.700	2.100	-	-	9.600	1.500	-	-	6.700	63.800
131	233003	PEMALANG	900	-	-	6.000	700	-	-	-	4.700	800	-	-	5.500	800	-	-	5.200	900	-	-	5.700	600	-	-	4.000	35.800
132	233004	TEGAL	22.700	-	-	6.500	18.100	-	-	-	5.100	21.000	-	-	5.900	19.700	-	-	5.800	21.700	-	-	6.200	15.100	-	-	4.200	152.000
133	233005	BREBES	1.800	-	-	2.400	1.400	-	-	-	2.000	1.600	-	-	2.200	1.500	-	-	2.100	1.700	-	-	2.300	1.200	-	-	1.600	21.800
134	234001	SURABAYA	2.700	-	-	7.700	2.200	-	-	-	6.100	2.600	-	-	7.000	2.300	-	-	6.600	2.700	-	-	7.300	1.900	-	-	5.000	54.100
135	234002	SURAKARTA	3.000	-	-	2.800	2.500	-	-	-	2.200	2.800	-	-	2.500	2.700	-	-	2.400	2.900	-	-	2.600	1.900	-	-	1.800	30.100
136	234003	GEMOLONG	-	-	-	100	-	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	600
137	234004	KARANGANYAR	4.100	-	-	18.200	3.200	-	-	-	14.600	3.600	-	-	16.900	3.500	-	-	15.700	3.800	-	-	17.500	2.700	-	-	12.100	115.900
138	234005	SUKOHARJO	300	-	-	4.000	200	-	-	-	3.200	300	-	-	3.700	300	-	-	3.500	300	-	-	3.900	200	-	-	2.700	22.600
139	234006	BOYOLALI	12.500	-	-	14.400	10.100	-	-	-	11.400	11.500	-	-	13.200	10.800	-	-	12.400	11.700	-	-	13.600	8.000	-	-	9.500	139.100
14	111012	KAB. TAPANULI UTARA	-	-	-	9.138	-	-	-	-	7.906	-	-	-	8.624	-	-	-	8.214	-	-	-	8.214	-	-	-	5.442	47.537
140	234007	KLATEN	1.100	-	-	15.500	900	-	-	-	12.400	1.100	-	-	14.300	1.000	-	-	13.600	1.100	-	-	14.900	800	-	-	10.400	87.100
141	234009	WONOGIRI	1.200	-	200	5.100	1.000	-	200	-	4.100	1.200	-	200	4.700	1.200	-	200	4.500	1.200	-	200	4.900	800	-	200	3.400	34.500

INDEX	KODE DISTRIK SALES DISTRICT	K1 JAN				K2 FEB				K3 MAR				K4 APR				K5 MEI				K6 JUNI				Grand Total
		OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	OPC CURAH	OPC ZAK	PCC CURAH	PCC ZAK	
0142	234010 PURWANTORO	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	600
0143	236002 KEBUMEN	2.000	-	-	2.500	1.700	-	-	2.000	1.900	-	-	2.200	1.700	-	-	2.200	1.900	-	-	2.500	1.300	-	-	1.700	23.600
0144	236003 BANJARNEGARA	2.800	-	-	1.400	2.100	-	-	1.100	2.500	-	-	1.400	2.300	-	-	1.300	2.600	-	-	1.400	1.900	-	-	1.000	21.800
0145	236004 WONOSOBO	200	-	-	800	200	-	-	600	200	-	-	600	200	-	-	600	200	-	-	700	100	-	-	400	4.800
0146	236006 PURWOREJO	400	-	-	4.800	300	-	-	3.700	400	-	-	4.300	400	-	-	4.200	400	-	-	4.600	300	-	-	3.100	26.900
0147	236007 PURBALINGGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0148	236008 PURWOKERTO	2.600	-	-	8.200	2.100	-	-	6.400	2.500	-	-	7.500	2.300	-	-	7.100	2.500	-	-	7.900	1.800	-	-	5.600	56.500
0149	236009 BANYUMAS	200	-	-	100	100	-	-	100	200	-	-	100	200	-	-	100	200	-	-	100	100	-	-	1.500	-
015	111013 KAB. TOBA SAMOSIR	-	-	-	2.793	-	-	-	2.416	-	-	-	2.636	-	-	-	2.510	-	-	-	2.510	-	-	-	1.663	14.529
0150	236010 MAJENANG	-	-	-	3.300	-	-	-	2.700	-	-	-	3.000	-	-	-	2.800	-	-	-	3.200	-	-	-	2.100	17.100
0151	236011 CILACAP	2.600	-	-	4.300	2.100	-	-	3.400	2.500	-	-	4.000	2.300	-	-	3.800	2.500	-	-	4.100	1.700	-	-	2.800	36.100
0152	236012 MAGELANG	2.500	-	-	3.200	1.700	-	-	2.600	2.300	-	-	3.400	2.100	-	-	3.100	2.400	-	-	3.000	1.700	-	-	2.500	30.500
0153	236013 MUNTILAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0154	236014 TEMANGGUNG	-	-	-	1.000	-	-	-	1.100	-	-	-	1.200	-	-	-	1.000	-	-	-	1.100	-	-	-	900	6.300
0155	236015 PARAKAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0156	245001 YOGYAKARTA	1.300	-	-	-	1.000	-	-	-	1.200	-	-	-	1.000	-	-	-	1.300	-	-	-	800	-	-	-	6.600
0157	245002 SLEMAN	1.500	-	-	5.000	1.200	-	-	4.000	1.300	-	-	4.600	1.300	-	-	4.300	1.300	-	-	4.800	1.000	-	-	3.400	33.700
0158	245003 WATES	1.100	-	-	-	800	-	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	-	1.100	-	-	-	800	-	-	-	5.800
0159	245004 BANTUL	5.500	-	-	10.700	4.400	-	-	8.500	5.000	-	-	9.800	4.800	-	-	9.200	5.300	-	-	10.200	3.600	-	-	7.100	84.100
016	111015 KOTA MEDAN	19.216	541	1.621	3.279	16.625	468	1.403	2.837	18.137	510	1.530	3.095	17.273	486	1.457	2.947	17.273	486	1.457	2.947	11.443	322	965	1.953	128.273
0160	245005 KULONPROGO	200	-	-	1.100	200	-	-	800	300	-	-	1.000	200	-	-	900	200	-	-	1.000	200	-	-	700	6.800
0161	245006 GUNUNG KIDUL	-	-	-	2.500	-	-	-	2.100	-	-	-	2.400	-	-	-	2.300	-	-	-	2.500	-	-	-	1.700	13.500
0162	245007 WONOSARI	-	-	-	3.300	-	-	-	2.600	-	-	-	3.000	-	-	-	2.800	-	-	-	3.100	-	-	-	2.100	16.900
0163	251001 GRESIK	13.800	-	200	7.700	10.900	-	100	6.300	12.800	-	200	7.300	11.800	-	200	7.000	13.200	-	200	7.700	9.600	-	100	5.100	114.200
0164	251002 SURABAYA	26.500	-	-	22.800	21.300	-	-	18.100	24.600	-	-	21.000	22.800	-	-	19.800	25.800	-	-	21.800	17.700	-	-	15.100	257.300
0165	251004 SURABAYA III	900	-	-	-	700	-	-	-	900	-	-	-	800	-	-	-	900	-	-	-	600	-	-	-	4.800
0166	251005 SIDARJO	8.100	-	-	25.000	6.600	-	-	20.000	7.600	-	-	23.100	7.000	-	-	21.700	7.800	-	-	23.900	5.600	-	-	16.700	173.100
0167	251006 MOJOKERTO	13.900	-	-	10.900	11.000	-	-	8.500	13.000	-	-	10.000	12.200	-	-	9.400	13.500	-	-	10.400	9.200	-	-	7.200	129.200
0168	251007 BAWEAN	-	-	-	400	-	-	-	300	-	-	-	400	-	-	-	300	-	-	-	400	-	-	-	300	2.100
0169	252001 PASURUAN	29.800	-	100	13.300	24.100	-	100	10.700	27.600	-	100	12.300	26.000	-	100	11.700	28.500	-	100	12.800	19.800	-	100	8.900	226.100
017	111017 KOTA SIBOLGA	-	13	-	3.159	-	12	-	2.733	-	13	-	2.982	-	12	-	2.840	-	12	-	2.840	-	8	-	1.881	16.505
0170	252002 BLITAR	700	-	-	13.800	600	-	-	11.800	700	-	-	13.700	700	-	-	12.800	700	-	-	14.300	500	-	-	10.000	81.300
0171	252003 MALANG	24.400	-	-	38.000	19.000	-	-	30.200	22.000	-	-	35.000	21.200	-	-	32.900	22.900	-	-	36.400	15.900	-	-	25.200	323.100
0172	253001 LAMONGAN	4.700	-	200	15.300	3.700	-	200	12.100	4.300	-	200	14.100	3.900	-	200	13.100	4.500	-	200	14.600	3.100	-	100	10.100	104.600
0173	253002 BABAT	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	600
0174	253003 TUBAN	200	-	-	10.100	100	-	-	8.000	100	-	-	9.300	100	-	-	8.800	100	-	-	9.600	100	-	-	6.700	53.200
0175	253004 SOKO RENGEL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0176	253005 JATIROGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0177	253006 NGRABO	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	400
0178	253008 PADANGAN	-	-	-	500	-	-	-	400	-	-	-	400	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	300	2.500
0179	253009 BOJONEGORO	900	-	-	11.200	700	-	-	8.900	900	-	-	10.300	800	-	-	9.700	900	-	-	10.700	600	-	-	7.400	63.000
018	111018 KOTA TANJUNG BALAI	-	-	-	2.419	-	-	-	2.093	-	-	-	2.283	-	-	-	2.174	-	-	-	2.174	-	-	-	1.441	12.584
0180	254001 JOMBANG	1.300	-	-	10.500	1.000	-	-	8.400	1.100	-	-	9.700	1.100	-	-	9.100	1.200	-	-	10.000	800	-	-	7.000	61.200
0181	254002 NGANJUK	1.200	-	-	7.700	900	-	-	6.200	1.200	-	-	7.100	1.200	-	-	6.700	1.200	-	-	7.300	800	-	-	5.100	46.600
0182	254003 KEDIRI	800	-	-	11.500	600	-	-	9.200	600	-	-	10.600	600	-	-	10.000	700	-	-	11.000	400	-	-	7.600	63.600
0183	254004 TULUNGAGUNG	200	-	-	9.400	100	-	-	7.600	100	-	-	8.700	100	-	-	8.200	200	-	-	9.000	-	-	-	6.300	49.900
0184	254005 TRENGGALEK	-	-	-	8.800	-	-	-	7.000	-	-	-	8.200	-	-	-	7.600	-	-	-	8.500	-	-	-	5.800	45.900
0185	254007 PARE	200	-	-	3.900	200	-	-	3.100	200	-	-	3.600	200	-	-	3.300	200	-	-	3.700	100	-	-	2.600	21.300
0186	255001 MADIUN	6.400	-	-	7.700	5.100	-	-	6.000	5.900	-	-	7.100	5.300	-	-	6.500	6.100	-	-	7.200	4.400	-	-	4.900	72.600
0187	255002 MAGETAN	900	-	-	6.100	700	-	-	4.800	800	-	-	5.600	800	-	-	5.300	800	-	-	5.900	600	-	-	4.000	36.300
0188	255003 NGAWI	1.100	-	-	4.600	900	-	-	3.700	1.100	-	-	4.300	1.100	-	-	4.000	1.100	-	-	4.400	700	-	-	3.100	30.100
0189	255004 PONOROGO	2.300	-	-	8.100	1.900	-	-	6.400	2.200	-	-	7.400	2.100	-	-	7.100	2.300	-	-	7.800	1.500	-	-	5.500	54.600
019	111019 KOTA TEBING TINGGI	-	1.966	1.621	12.828	-	1.701	1.403	11.099	-	1.856	1.530	12.108	-	1.767	1.457	11.531	-	1.767	1.457	11.531	-	1.171	965	7.639	85.399
0190	255005 PACITAN	600	-	-	6.800	400	-	-	5.300	500	-	-	6.300	400	-	-	5.900	600	-	-	6.500	300	-	-	4.500	38.100
0191	255006 WALIKUKUN	-	-	-	800	-	-	-	700	-	-	-	700	-	-	-	700	-	-	-	800	-	-	-	600	4.300
0192	256001 JEMBER	900	-	-	11.700	800	-	-	9.300	800	-	-	10.800	800	-	-	10.200	800	-	-	11.300	600	-	-	7.700	65.700
0193	256003 PROBOLINGGO	29.600	-	-	4.900	23.600	-	-	4.000	27.200	-	-	4.600	25.600	-	-	4.300	28.300	-	-	4.700	19.700	-	-	3.300	179.800
0194	256004 LUMAJANG	-	-	-	4.900	-	-	-	3.900	-	-	-	4.500	-	-	-	4.200	-	-	-	4.600	-	-	-	3.300	25.400
0195	257001 BONDOWOSO	-	-	-	3.600	-	-	-	2.800	-	-	-	3.300	-	-	-	3.100	-	-	-	3.400	-	-	-	2.400	18.60

INDEX	KODE	DISTRIB	SALES DISTRICT	K1				K2				K3				K4				K5				K6				Grand Total
				JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUNI		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUNI		
				OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	OPC	ZAK	
0201	258004	SUMENEP		-	-	-	7.400	-	-	-	6.000	-	-	-	6.900	-	-	-	6.300	-	-	-	7.100	-	-	-	4.900	38.600
0202	261001	BADUNG		-	-	200	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-	200	-	-	-	100	800	
0203	261003	BULELENG		-	-	-	3.600	-	-	-	3.000	-	-	-	3.400	-	-	-	3.200	-	-	-	3.400	-	-	-	2.500	19.100
0204	261004	DENPASAR		-	-	4.200	26.200	-	-	3.400	20.800	-	-	4.000	24.300	-	-	3.700	22.700	-	-	4.100	25.200	-	-	2.900	17.400	158.900
0205	261005	GIANYAR	1.000	-	-	3.800	2.100	800	-	3.000	1.700	900	-	3.500	2.000	800	-	3.200	1.900	900	-	3.600	2.000	700	-	2.500	1.500	35.900
0206	261006	JEMBRANA		-	-	-	500	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	300	2.600
0207	261007	KARANGASEM		-	-	-	2.800	-	-	-	2.200	-	-	-	2.500	-	-	-	2.400	-	-	-	2.600	-	-	-	1.800	14.300
0208	261008	KLUNGKUNG		-	-	100	3.800	-	-	100	2.900	-	-	100	3.300	-	-	100	3.200	-	-	100	3.500	-	-	100	2.400	19.700
0209	261009	TABANAN		-	-	-	3.900	-	-	-	3.100	-	-	-	3.500	-	-	-	3.400	-	-	-	3.800	-	-	-	2.600	20.300
021	121000	SUMATERA BARAT	5.295	2.277	4.649	81.124	4.561	1.961	4.005	69.879	4.981	2.141	4.373	76.304	4.771	2.051	4.189	73.092	4.771	2.051	4.189	73.092	3.146	1.353	2.762	48.192	485.208	
0210	261010	SINGARAJA		-	-	300	2.300	-	-	200	1.800	-	-	300	2.200	-	-	300	2.000	-	-	300	2.300	-	-	200	1.500	13.700
0211	261011	NEGARA		-	-	200	100	-	-	200	100	-	-	200	100	-	-	200	100	-	-	200	100	-	-	100	100	1.700
0212	261018	NUSA DUA		-	-	-	2.500	-	-	-	2.000	-	-	-	2.300	-	-	-	2.200	-	-	-	2.400	-	-	-	1.700	13.100
0213	261019	JIMBARAN		-	-	1.700	-	-	-	1.400	-	-	-	1.500	-	-	-	1.500	-	-	-	1.600	-	-	-	1.100	8.800	
0214	261023	GEROKGAK		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0215	271001	BIMA		-	-	-	558	-	-	-	496	-	-	-	579	-	-	-	512	-	-	-	522	-	-	-	382	3.048
0216	271006	LOMBOK TIMUR		-	-	-	1.171	-	-	-	1.067	-	-	-	1.245	-	-	-	1.097	-	-	-	1.111	-	-	-	815	6.506
0217	271007	MATARAM		-	-	-	1.056	-	-	-	938	-	-	-	1.095	-	-	-	968	-	-	-	987	-	-	-	723	5.767
0218	291001	BENGKAYANG		-	-	284	-	-	-	243	-	-	-	283	-	-	-	251	-	-	-	256	-	-	-	187	1.503	
0219	291005	KUBU RAYA		-	-	3.098	-	-	-	2.646	-	-	-	3.089	-	-	-	2.733	-	-	-	2.791	-	-	-	2.040	16.397	
022	121001	KOTA PADANG		-	-	-	137	-	-	-	118	-	-	-	129	-	-	-	123	-	-	-	123	-	-	-	81	712
0220	291008	PONTIANAK		-	-	2.105	14.096	-	-	1.798	12.038	-	-	2.099	14.052	-	-	1.857	12.432	-	-	1.896	12.695	-	-	1.386	9.280	85.734
0221	291014	SINTANG		-	-	84	-	-	-	72	-	-	-	84	-	-	-	74	-	-	-	76	-	-	-	55	445	
0222	301002	BANJAR		-	-	-	2.784	-	-	-	2.412	-	-	-	2.823	-	-	-	2.489	-	-	-	2.541	-	-	-	1.861	14.911
0223	301004	BANJARMASIN		-	-	7.300	18.747	-	-	6.700	16.242	-	-	7.800	19.007	-	-	6.900	16.760	-	-	7.000	17.106	-	-	5.100	12.527	141.189
0224	301011	TANAH BUMBU		-	-	-	168	-	-	-	146	-	-	-	170	-	-	-	150	-	-	-	153	-	-	-	112	900
0225	311011	PALANGKARAYA		-	-	-	2.147	-	-	-	1.822	-	-	-	2.129	-	-	-	1.883	-	-	-	1.920	-	-	-	1.405	11.306
0226	321001	BALIKPAPAN	4.720	-	-	537	7.777	4.008	-	456	6.604	4.683	-	533	7.717	4.136	-	471	6.815	4.227	-	481	6.965	3.086	-	351	5.085	68.650
0227	321002	BERAU		-	-	216	-	-	-	184	-	-	-	215	-	-	-	189	-	-	-	194	-	-	-	141	1.139	
0228	321003	BONTANG		-	-	319	-	-	-	271	-	-	-	317	-	-	-	280	-	-	-	286	-	-	-	209	1.681	
0229	321005	KUTAI BARAT		-	-	313	2.989	-	-	266	2.538	-	-	311	2.966	-	-	274	2.619	-	-	280	2.677	-	-	205	1.954	17.392
023	121014	KOTA PAYAKUMBUH		-	-	126	3.329	-	-	109	2.868	-	-	119	3.132	-	-	114	3.000	-	-	114	3.000	-	-	75	1.978	17.963
0230	321006	KUTAI KERTANEGARA		-	-	375	-	-	-	318	-	-	-	372	-	-	-	328	-	-	-	335	-	-	-	245	1.973	
0231	321007	KUTAI TIMUR	89	-	-	284	1.717	76	-	241	1.458	88	-	281	1.704	78	-	249	1.505	80	-	254	1.538	58	-	185	1.123	11.008
0232	321012	SAMARINDA	2.925	-	-	3.823	2.403	2.484	-	3.247	2.041	2.903	-	3.794	2.385	2.563	-	3.350	2.106	2.620	-	3.424	2.152	1.912	-	2.500	1.571	48.202
0233	331001	BANTAEANG		-	-	-	368	-	-	-	310	-	-	-	362	-	-	-	320	-	-	-	327	-	-	-	239	1.925
0234	331002	BARRU		-	-	-	2.395	-	-	-	2.018	-	-	-	2.356	-	-	-	2.081	-	-	-	2.125	-	-	-	1.554	12.528
0235	331003	BONE		-	-	-	11.640	-	-	-	9.808	-	-	-	11.452	-	-	-	10.113	-	-	-	10.329	-	-	-	7.554	60.895
0236	331004	BULUKUMBA		-	-	-	418	-	-	-	352	-	-	-	411	-	-	-	363	-	-	-	371	-	-	-	271	2.188
0237	331006	GOWA		-	-	-	321	-	-	-	271	-	-	-	316	-	-	-	279	-	-	-	285	-	-	-	208	1.680
0238	331007	JENEPOHTO		-	-	-	3.282	-	-	-	2.766	-	-	-	3.229	-	-	-	2.852	-	-	-	2.912	-	-	-	2.130	17.171
0239	331008	LUWU		-	-	-	244	-	-	-	205	-	-	-	240	-	-	-	212	-	-	-	216	-	-	-	158	1.275
024	131001	KAB. INDRAGIRI HILIR		-	-	-	4.894	-	-	-	4.236	-	-	-	4.602	-	-	-	4.382	-	-	-	4.419	-	-	-	2.922	25.455
0240	331009	LUWU TIMUR		-	-	387	1.402	-	-	326	1.181	-	-	380	1.379	-	-	336	1.218	-	-	343	1.244	-	-	251	910	9.355
0241	331010	LUWU UTARA		-	-	-	770	-	-	-	649	-	-	-	758	-	-	-	669	-	-	-	683	-	-	-	500	4.029
0242	331011	MAKASSAR	7.756	-	-	14.108	23.909	6.535	-	11.887	20.146	7.630	-	13.879	23.522	6.738	-	12.257	20.773	6.882	-	12.518	21.216	5.033	-	9.155	15.515	239.457
0243	331013	PALOPO		-	-	-	10.207	-	-	-	8.601	-	-	-	10.042	-	-	-	8.868	-	-	-	9.057	-	-	-	6.624	53.400
0244	331014	PANGKAJENE KEPULAU		-	-	1.385	4.915	-	-	1.167	4.141	-	-	1.362	4.835	-	-	1.203	4.270	-	-	1.229	4.361	-	-	899	3.190	32.958
0245	331015	PARE-PARE		-	-	-	8.815	-	-	-	7.427	-	-	-	8.672	-	-	-	7.658	-	-	-	7.822	-	-	-	5.720	46.114
0246	331016	PINRANG		-	-	-	6.254	-	-	-	5.270	-	-	-	6.153	-	-	-	5.434	-	-	-	5.549	-	-	-	4.058	32.717
0247	331017	SELAYAR		-	-	-	866	-	-	-	729	-	-	-	852	-	-	-	752	-	-	-	768	-	-	-	562	4.529
0248	331018	SIDENRENG RAPANG		-	-	-	6.933	-	-	-	5.841	-	-	-	6.820	-	-	-	6.023	-	-	-	6.152	-	-	-	4.499	36.268
0249	331019	SINJAI		-	-	-	3.726	-	-	-	3.139	-	-	-	3.666	-	-	-	3.237	-	-	-	3.306	-	-	-	2.418	19.492
025	131002	KOTA PEKANBARU	10.285	155	2.706	1.505	8.903	134	2.343	1.303	9.671	145	2.544	1.415	9.210	138	2.423	1.348	9.287	140	2.444	1.359	6.140	92	1.616	899	76.205	
0250	331020	SOPPING		-	-	-	808	-	-	-	680	-	-	-	794	-	-	-	702	-	-	-	717	-	-	-	524	4.225
0251	331021	TAKALAR		-	-	-	8.050	-	-	-	6.783	-	-	-	7.919	-	-	-	6.994	-	-	-	7.143	-	-	-	5.224	42.113
0252	331022	TANA TORAJA	3.445	-	-	-	1.795	2.903	-	-	1.513	3.389	-	-	1.766	2.993	-	-	1.560	3.057	-	-	1.593	2.235	-	-	1.165	27.412
0253	331023	WAJO		-	-	-	3.256	-	-	-	2.743	-	-	-	3.203	-	-	-	2.829	-	-	-	2.889	-	-	-	2.113	

INDEX	KODE	DISTRIB	SALES DISTRICT	K1				K2				K3				K4				K5				K6				Grand Total
				JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUNI		JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUNI		
				OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	
0255	341003	MAMUJU			1.545	8.630		1.320	7.374			1.537	8.590		1.356	7.577			1.385	7.739			1.015	5.673	53.741			
0256	341004	MAMUJU UTARA				3.130			2.674				3.115			2.748			2.807					2.057	16.531			
0257	341005	POLEWALI MANDAR				7.677			6.560				7.641			6.740			6.884						5.046	40.550		
0258	351001	BAU-BAU			86						73				85			75					56			450		
0259	351005	KENDARI	147		11.971	10.165		125	10.171	8.637		146	11.867	10.076	8.637	129	10.484	8.902	132	10.693	9.079	96	7.824	6.643	117.288			
026	131003	KAB. KUANTAN SINGIN				4.871			4.216				4.580			4.362			4.398						2.908	25.334		
0260	351007	KOLAKA UTARA				3.123			2.654				3.096			2.735			2.790						2.041	16.439		
0261	351008	KONAWA			137	101			117	86			136	101		120	89		123	91			90	66	1.256			
0262	351013	KOLAKA TIMUR	88		1.332	1.747		74	1.132	1.484		87	1.321	1.732	77	1.167	1.530	78	1.190	1.560	57		871	1.142	16.669			
0263	361001	BANGGAI				7.683			6.518				7.609			6.727			6.876						5.023	40.436		
0264	361003	BUOL				912			774				904			799			817						596	4.802		
0265	361005	MOROWALI				304			257				301			266			272						198	1.597		
0266	361006	PALU				4.954			4.202				4.906			4.337			4.433							3.238	26.070	
0267	361008	POSO																										
0268	361010	TOLI-TOLI				2.528			2.145				2.504			2.214			2.263						1.653	13.306		
0269	371001	BITUNG			2.685	7.459			2.282	6.338			2.671	7.418		2.355	6.542		2.407	6.684			1.761	4.891	53.492			
027	131004	KAB. INDRAGIRI HULU				4.102			3.551				3.858			3.674			3.704						2.449	21.339		
0270	371002	BOLAANG MONGONDO				748			636				744			656			671						491	3.946		
0271	371007	KOTAMOBAGU				659			560				656			578			591						432	3.477		
0272	371008	MANADO	12.642			9.386		10.742	7.976		12.573		9.335	11.088		8.232	11.330		8.412	8.290					6.155	116.161		
0273	381005	GORONTALO UTARA				402			360				420			370			379						277	2.208		
0274	391001	AMBON			163	9.371			140	8.039			164	9.418		145	8.324		147	8.467			107	6.184	50.668			
0275	391003	KEPULAUAN ARU				158			135				159			140			143						104	839		
0276	391009	TUAL				81			69				81			72			73						53	430		
0277	401001	HALMAHERA BARAT				290			257				300			265			270						197	1.580		
0278	401003	HALMAHERA TENGAH				477			423				494			436			444						324	2.597		
0279	401004	HALMAHERA TIMUR				437			387				452			399			406						296	2.376		
028	131005	KAB. KAMPAR	1.012					876				951			906		914			604						5.263		
0280	401005	HALMAHERA UTARA				538			477				557			491			501						365	2.928		
0281	401007	TERNATE				2.182			1.935				2.258			1.992			2.030						1.480	11.878		
0282	401008	TIDORE KEPULAUAN				130			116				135			119			121						88	710		
0283	401010	SOFIFI				1.177			1.044				1.218			1.075			1.096						799	6.410		
0284	411002	BIAK NUMFOR				170			152				178			156			160						117	933		
0285	411003	BOVEN DIGOEL	250		55		222		49		261		57		229	50		235	51		172		37			1.667		
0286	411005	JAYAPURA	945		57	1.413	841		51	1.257	985		59	1.473	865	52	1.293	889	54	1.329	649		39	970	13.222			
0287	411010	MERAUKE				102			90				106			93			96						70	556		
0288	411012	NABIRE				389			346				406			356			366						267	2.130		
0289	421002	KAIMANA				170			149				175			154			158						115	921		
029	131006	KAB. ROKAN HULU				10.495			9.085				9.868			9.398			9.477						6.266	54.588		
0290	421003	MANOKWARI				504			443				519			458			468						342	2.734		
0291	421004	RAJA AMPAT			794	427			698	376		817	440		722	389		738	397			540		291	6.630			
0292	421005	SORONG KOTA				1.405			1.236				1.447			1.278			1.306						955	7.628		
0293	421006	SORONG				3.368			2.964				3.469			3.065			3.132						2.290	18.289		
03	101005	KAB. ACEH TENGAH				569			488				534			511			511						337	2.950		
030	131007	KAB. PELALAWAN	5.967			1.328	5.165		1.150	5.611			1.249	5.343		1.189	5.388		1.199	3.562				793	37.945			
031	131008	KOTA DUMAI	8.852		1.842	6.899	7.663		1.595	5.973	8.324		1.732	6.487	7.927	1.650	6.179	7.993	1.663	6.230	5.285		1.100	4.119	91.513			
032	131009	KAB. SIAK	1.880			1.328	1.627		1.150	1.768			1.249	1.683		1.189	1.697		1.199	1.122					793	16.686		
033	131010	KAB. ROKAN HILIR				8.760			7.584				8.237			7.845			7.911						5.230	45.567		
034	141004	KOTA BATAM		773	11.749	3.995		699	10.630	3.615		736	11.189	3.805	6.999	10.630	3.615		6.999	10.630	3.615		478	7.273	2.473	87.305		
035	141005	KOTA TANJUNG PINANG			90	2.016			82	1.824			86	1.920		82	1.824		82	1.824				56	1.248	11.130		
036	151001	KOTA JAMBI	1.130	256	5.034	2.212	974	221	4.339	1.907	1.071	243	4.773	2.098	1.013	230	4.513	1.983	1.013	230	4.513	1.983	682	155	3.038	1.335	44.945	
037	151006	KAB. MUARO JAMBI				1.116			962				1.058			1.001			1.001						673	5.811		
038	151007	KAB. SAROLANGUN				11.486			9.902				10.892			10.298			10.298						6.931	59.808		
039	151008	KAB. BATANGHARI				6.988			6.024				6.627			6.265			6.265						4.217	36.387		
04	101007	KAB. ACEH TIMUR				2.881			2.469				2.704			2.587			2.587						1.705	14.933		
040	151009	KAB. TNJ. JABUNG BRT				2.237			1.929				2.121			2.006			2.006						1.350	11.649		
041	151010	KAB. TNJ. JABUNG TIM				1.490			1.285				1.413			1.336			1.336						899	7.760		
042	161001	KOTA PALEMBANG	1.401			7.385	1.191		6.583																			

INDEKS	KODE	DISTRIB	SALES DISTRICT	K1				K2				K3				K4				K5				K6				Grand Total
				JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUNI		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUNI		
				OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	OPC	PCC	
046	161012	KOTA PAGAR ALAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	2.039	
047	161013	KOTA PRABUMULIH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	1.628	
048	171003	KOTA PANGKAL PINAN	-	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	-	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	6.000	
049	181001	KAB. BENGKULU UTARA	-	-	-	796	-	-	-	677	-	-	-	756	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	478	4.139	
05	101008	KAB. ACEH UTARA	-	-	3.125	-	-	-	2.679	-	-	-	2.934	-	-	-	2.806	-	-	-	2.806	-	-	-	-	1.850	16.200	
050	181002	KOTA BENGKULU	462	-	1.200	1.323	393	-	1.020	1.124	439	-	1.140	1.257	416	-	1.080	1.191	416	-	1.080	1.191	277	-	720	794	15.522	
051	181003	KAB. REJANG LEBONG	-	-	-	776	-	-	-	660	-	-	-	737	-	-	-	698	-	-	-	698	-	-	-	466	4.035	
052	181004	KAB. BENGKULU SELATAN	-	-	-	217	-	-	-	184	-	-	-	206	-	-	-	195	-	-	-	195	-	-	-	130	1.127	
053	181005	KAB. SELUMA	-	-	-	800	-	-	-	680	-	-	-	760	-	-	-	720	-	-	-	720	-	-	-	480	4.160	
054	181006	KAB. MUKOMUKO	-	-	-	2.400	-	-	-	2.040	-	-	-	2.280	-	-	-	2.160	-	-	-	2.160	-	-	-	1.440	12.480	
055	181007	KAB. KEPAHANG	-	-	-	936	-	-	-	796	-	-	-	889	-	-	-	842	-	-	-	842	-	-	-	562	4.867	
056	181008	KAB. LEBONG	-	-	-	88	-	-	-	75	-	-	-	84	-	-	-	80	-	-	-	80	-	-	-	53	459	
057	181009	KAB. KAUR	-	-	-	936	-	-	-	796	-	-	-	889	-	-	-	842	-	-	-	842	-	-	-	562	4.867	
058	181010	KAB. BENGKULU TENGAH	-	-	-	864	-	-	-	734	-	-	-	821	-	-	-	778	-	-	-	778	-	-	-	518	4.493	
059	191002	KAB. LAMPUNG SELATAN	157	-	-	69	137	-	-	60	150	-	-	66	144	-	-	63	144	-	-	63	95	-	-	42	1.191	
06	101010	KAB. ACEH PIDIE	-	-	405	1.058	-	-	347	907	-	-	380	994	-	-	364	950	-	-	364	950	-	-	240	626	7.587	
060	191003	KAB. LAMPUNG TENGAH	8.706	-	-	82	7.617	-	-	72	8.343	-	-	79	7.980	-	-	76	7.980	-	-	76	5.260	-	-	50	46.320	
061	191004	KAB. LAMPUNG UTARA	-	-	-	274	-	-	-	239	-	-	-	262	-	-	-	251	-	-	-	251	-	-	-	165	1.442	
062	191005	KAB. LAMPUNG TIMUR	-	657	-	-	-	575	-	-	-	630	-	-	602	-	-	-	602	-	-	-	-	397	-	-	3.464	
063	191006	KAB. TANGGAMUS	-	-	-	1.350	-	-	-	1.181	-	-	-	1.294	-	-	-	1.237	-	-	-	1.237	-	-	-	816	7.115	
064	191008	KAB. WAY KANAN	-	-	-	274	-	-	-	239	-	-	-	262	-	-	-	251	-	-	-	251	-	-	-	165	1.442	
065	191009	KOTA BANDAR LAMPUNG	11.898	-	-	155	10.410	-	-	136	11.402	-	-	149	10.906	-	-	142	10.906	-	-	142	7.188	-	-	94	63.529	
066	191010	KOTA METRO	-	-	-	772	-	-	-	675	-	-	-	740	-	-	-	707	-	-	-	707	-	-	-	466	4.067	
067	191011	KAB. PESAWARAN	436	182	-	-	382	160	-	-	418	175	-	-	400	167	-	-	400	167	-	-	264	110	-	-	3.261	
068	191012	KAB. PRINGSEWU	383	-	-	617	335	-	-	540	367	-	-	591	351	-	-	566	351	-	-	566	231	-	-	373	5.271	
069	191013	KOTA TULANG BAWANG	1.645	-	-	298	1.439	-	-	260	1.576	-	-	285	1.508	-	-	273	1.508	-	-	273	994	-	-	180	10.237	
07	101012	KOTA BANDA ACEH	-	-	399	4.219	-	-	342	3.616	-	-	374	3.961	-	-	358	3.788	-	-	358	3.788	-	-	236	2.497	23.936	
070	191014	KAB. TULANG BAWANG	498	-	-	274	436	-	-	239	477	-	-	262	457	-	-	251	457	-	-	251	301	-	-	165	4.068	
071	191015	KAB. MESUI	5.899	-	-	-	5.161	-	-	-	5.653	-	-	-	5.407	-	-	-	5.407	-	-	-	3.564	-	-	-	31.091	
072	191016	KAB. PESISIR BARAT	-	-	-	163	-	-	-	142	-	-	-	156	-	-	-	149	-	-	-	149	-	-	-	98	858	
073	201002	CILEGON	6.900	-	-	-	5.300	-	-	-	6.400	-	-	-	5.900	-	-	-	6.600	-	-	-	4.500	-	-	-	35.600	
074	201003	SERANG	3.200	-	-	5.800	2.600	-	-	4.600	2.900	-	-	5.500	2.700	-	-	5.100	2.900	-	-	5.600	2.000	-	-	3.900	46.800	
075	201004	PANDEGLANG	500	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	400	-	-	-	2.700	
076	201005	RANGKASBITUNG	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	1.200	
077	201006	BALARAJA	800	-	-	-	700	-	-	-	700	-	-	-	700	-	-	-	800	-	-	-	600	-	-	-	4.300	
078	201008	SERPONG	8.600	-	-	-	6.900	-	-	-	7.900	-	-	-	7.400	-	-	-	8.300	-	-	-	5.800	-	-	-	44.900	
079	202001	TANGERANG	20.400	-	-	21.100	16.200	-	-	16.800	18.800	-	-	19.400	17.800	-	-	18.200	19.600	-	-	20.100	13.800	-	-	13.900	215.800	
08	101015	KOTA LHOKSEUMAWE	-	-	446	3.791	-	-	382	3.249	-	-	419	3.559	-	-	400	3.404	-	-	400	3.404	-	-	264	2.243	21.962	
080	202002	KAB. TANGERANG	-	-	-	1.900	-	-	-	1.500	-	-	-	1.800	-	-	-	1.700	-	-	-	1.900	-	-	-	-	1.300	10.100
081	202003	KAB. LEBAK	-	-	-	200	-	-	-	300	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	300	-	-	-	300	1.500	
082	212001	JAKARTA	34.700	-	200	36.400	27.500	-	200	28.700	31.800	-	200	33.500	29.900	-	200	31.300	33.000	-	200	34.900	22.900	-	200	24.000	369.800	
083	212002	JAKARTA 2	4.600	-	-	-	3.800	-	-	-	4.400	-	-	-	4.100	-	-	-	4.600	-	-	-	3.200	-	-	-	24.700	
084	212003	JAKARTA BARAT	-	-	-	1.400	-	-	-	1.300	-	-	-	1.400	-	-	-	1.400	-	-	-	1.400	-	-	-	-	1.000	7.900
085	212006	JAKARTA TIMUR	-	-	-	300	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	1.300	
086	212007	JAKARTA UTARA	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-	200	1.200	
087	222002	BEKASI	10.600	-	300	6.100	8.400	-	200	4.800	9.900	-	200	5.600	9.000	-	200	5.200	10.200	-	300	5.700	7.000	-	200	4.000	87.900	
088	222003	CIBITUNG	30.900	-	-	-	24.900	-	-	-	28.600	-	-	-	26.800	-	-	-	29.600	-	-	-	20.900	-	-	-	161.700	
089	222004	CIKARANG	2.400	-	-	1.900	2.000	-	-	1.600	2.300	-	-	1.800	2.200	-	-	1.800	2.400	-	-	1.900	1.600	-	-	-	1.500	23.400
09	101020	KAB. ACEH TAMIANG	-	-	-	569	-	-	-	488	-	-	-	534	-	-	-	511	-	-	-	511	-	-	-	-	337	2.950
090	222005	BOGOR	6.800	-	-	14.100	5.300	-	-	11.200	6.100	-	-	13.000	5.800	-	-	12.200	6.500	-	-	13.300	4.500	-	-	-	9.300	108.100
091	222007	KAB BEKASI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
092	223001	SUKABUMI	-	-	-	1.800	-	-	-	1.400	-	-	-	1.600	-	-	-	1.500	-	-	-	1.700	-	-	-	-	1.100	9.100
093	223006	CIANJUR	-	-	-	1.900	-	-	-	1.400	-	-	-	1.700	-													

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Hajariyah Agustina dilahirkan di Lamongan pada tanggal 3 Agustus 1991. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara pasangan Supriyadi dan Mulyati

Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK ABA 89 Klagensrampat, SMP Negeri 1 Maduran, SMA Negeri 2 Lamongan hingga penulis diterima di Strata 1 Teknik Industri Institut

Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui Jalur SNMPTN 2010.

Selama perkuliahan, penulis aktif di berbagai kegiatan kemahasiswaan formal maupun non-formal. Di antaranya adalah menjadi staff Dikesma HMTI ITS 2011/2012, staff BEM FTI ITS 2011/2012 dan Kabiro Kesejahteraan Mahasiswa Dikesma HMTI ITS 2012/2013. Kemudian, penulis juga aktif sebagai asisten laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri (KOI) pada tahun 2012 hingga 2014. Ketika menjadi asisten laboratorium inilah penulis mulai mendalami bidang komputasi dan optimasi industri diantaranya adalah statistik, simulasi dan optimasi. Penulis saat ini bekerja di Perusahaan BUMN di Indonesia. Penulis dapat dihubungi via email hajar381@gmail.com.