



**OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MODEL *TRANSHIPMENT*  
DALAM PENDISTRIBUSIAN PUPUK BERSUBSIDI PADA  
CV GILANG PERKASA PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**HARTONO**

**NIM. 140810201266**

**JURUSAN MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI  
DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER – FAKULTAS EKONOMI**

**SURAT PERNYATAAN**

Nama : Hartono  
NIM : 140810201266  
Jurusan : Manajemen  
Konsentrasi : Manajemen Operasional  
Judul : Optimalisasi Biaya Transportasi dengan Model  
*Transshipment* dalam Pendistribusian Pupuk Bersubsidi  
pada CV Gilang Perkasa Pasuruan

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya bahwa Skripsi yang saya buat adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali apabila dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan milik orang lain. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus saya junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dan tekanan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan yang saya buat ini tidak benar.

Jember, 20 Februari 2018  
Yang Menyatakan

Hartono  
NIM.140810201266

**TANDA PERSETUJUAN**

Judul Skripsi : OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI DENGAN  
MODEL *TRANSHIPMENT* DALAM  
PENDISTRIBUSIAN PUPUK BERSUBSIDI PADA  
CV GILANG PERKASA PASURUAN

Nama Mahasiswa : Hartono  
NIM : 140810201266  
Jurusan : S1 Manajemen  
Konsentrasi : Manajemen Operasional  
Disetujui Tanggal : 25 Februari 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Eka Bambang G., MM.  
NIP. 196702191992031001

Drs. Hadi Wahyono, MM.  
NIP. 195401091982031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1 Manajemen

Dr. Ika Barokah Suryaningsih, SE., MM.  
NIP. 197805252003122002

**JUDUL SKRIPSI**

**OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MODEL *TRANSHIPMENT*  
DALAM PENDISTRIBUSIAN PUPUK BERSUBSIDI PADA  
CV GILANG PERKASA PASURUAN**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Hartono  
NIM : 140810201266  
Jurusan : Manajemen

Telah dipertahankan didepan tim penguji pada tanggal:

2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan guna memperoleh gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

**SUSUNAN TIM PENGUJI**

Penguji Utama : **Dr. Handriyono, M. Si.** : (.....)  
**NIP. 196208201990021001**

Penguji Anggota : **Drs. Didik Pudjo Musmedi, M.S.** : (.....)  
**NIP. 196102091986031001**

Penguji Anggota : **Drs. Sunardi, M.M.** : (.....)  
**NIP. 195304031985031001**



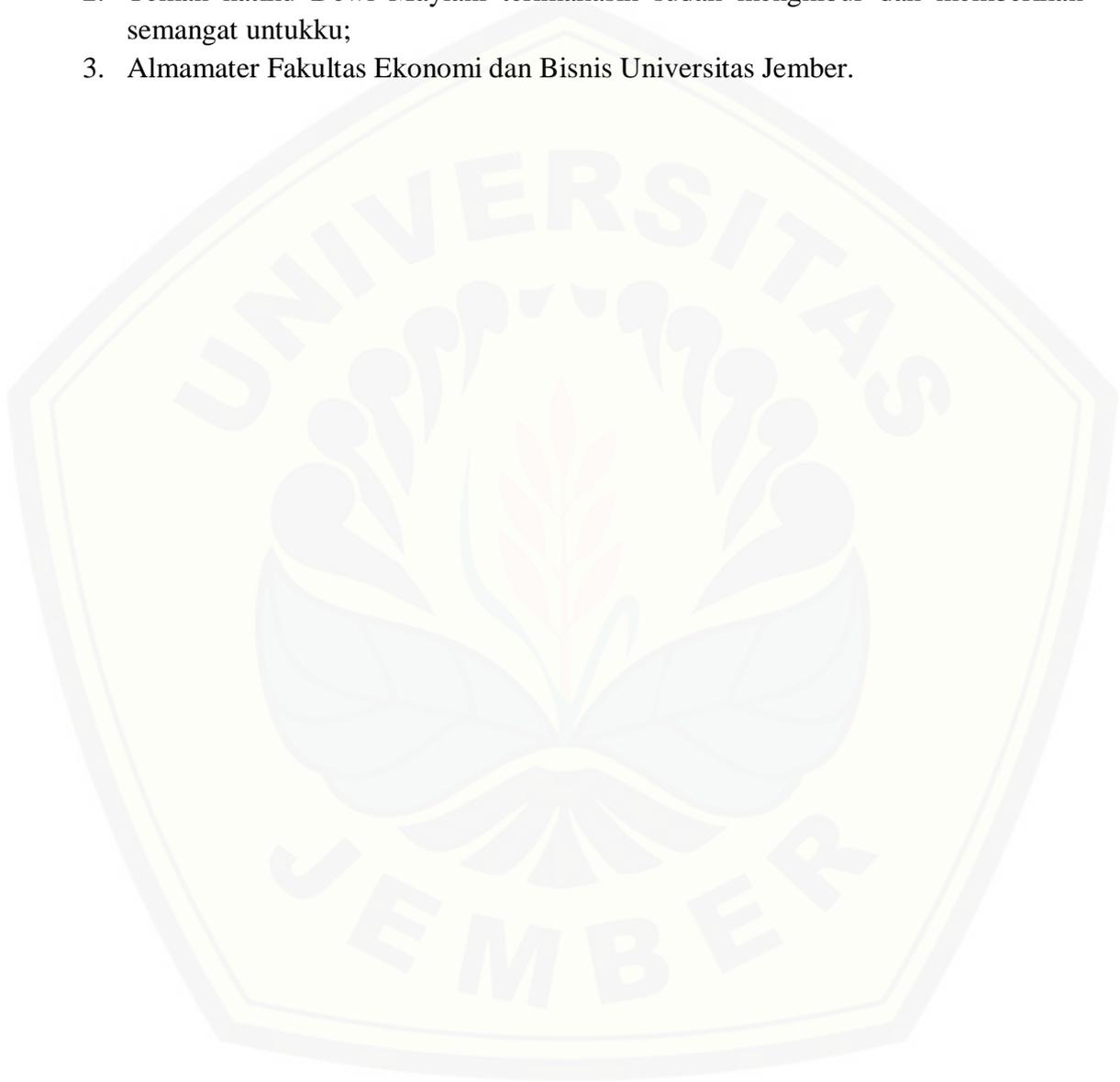
Mengetahui/Menyetujui  
Universitas Jember  
Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Dekan,

**Dr. Muhammad Miqdad, S.E., M.M., Ak.**  
**NIP. 197107271995121001**

**PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya, saya persembahkan Skripsi ini untuk :

1. Kedua orang tua saya, Alm. Bapak Rajib, Alm. Ibu Sudarmi, kedua kakak saya Sutiklan dan Harwin yang telah memberikan doa dan semangat demi masa depanku;
2. Teman hatiku Dewi Maylani terimakasih sudah menghibur dan memberikan semangat untukku;
3. Almamater Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.



**MOTTO**

“Penderitaan adalah guru terbaik yang pernah saya miiki”  
(Hartono)

“Pemenang hanyalah pecundang yang tidak kenal kata menyerah”  
(Hartono)



## RINGKASAN

**Optimalisasi Biaya Transportasi dengan Model *Transhipmen* dalam Pendistribusian Pupuk Bersubsidi pada CV Gilang Perkasa;** Hartono; 140810201266; 2018; 53Halaman; Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.

Setiap pendirian usaha pasti bertujuan untuk mendapatkan keuntungan sesuai yang diharapkan. Sehingga penggunaan berbagai macam sumberdaya oleh suatu perusahaan merupakan cara efektif dan efisien. Untuk dapat mencapainya apabila seluruh aspek operasional bekerja dengan optimal termasuk dalam proses distribusi.

Salah satu perusahaan yang melakukan proses distribusi adalah CV. Gilang Perkasa. Perusahaan ini merupakan distributor penyalur pupuk bersubsidi dari PT. Petrokimia Gresik ke wilayah kerja CV. Gilang Perkasa yang berada di lima kecamatan di Kabupaten Pasuruan.

Penelitian ini menggunakan metode *linear programming* dengan model *transshipment* untuk menganalisis jalur dan biaya distribusi. Tujuan dari model yang dibuat adalah untuk mengoptimalkan jalur dan biaya distribusi yang dikeluarkan untuk menyalurkan pupuk Petrokimia Gresik ke wilayah kerja CV. Gilang Perkasa.

Hasil analisis yang dilakukan mendapatkan jalur distribusi dari Kecamatan Beji ke Kecamatan Bangil dan Kecamatan Lekok, Kecamatan Beji ke Kecamatan Bangil dan Kecamatan Nguling, Kecamatan Beji ke Kecamatan Pandaan, dan Kecamatan Beji ke Kecamatan Gempol. Total biaya distribusi yang dikeluarkan dari hasil analisis sebesar Rp. 215.207.300, jumlah tersebut lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 418.229.000. Sehingga selisih keduanya sebesar Rp. 203.021.700 atau sekitar 48%. Besar selisih tersebut setidaknya bisa untuk menutupi biaya operasional perusahaan yang lainnya.

## PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang penulis ajukan merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Ekonomi pada Fakultas Ekonomi Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu yang dimiliki maupun faktor kelalaian penulis. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima segala saran dan kritik yang berguna untuk perbaikan skripsi ini. Skripsi ini tentu tidak akan selesai sebagai mana mestinya tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, akhirnya dengan segala kerendahan hati tidak lupa penulis menyampaikan rasa terima kasih yang amat besar kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Miqdad, S.E., M.M., Ak. selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Handriyono, M,Si selaku Ketua Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.
3. Ibu Dr. Ika Barokah Suryaningsih, SE,. MM. selaku Ketua Program Studi S1 Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jember.
4. Bapak Drs. Eka Bambang Gusminto M.M selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Drs. Hadi Wahyono M.M selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua almarhum orang tua saya yang selalu menjadi motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

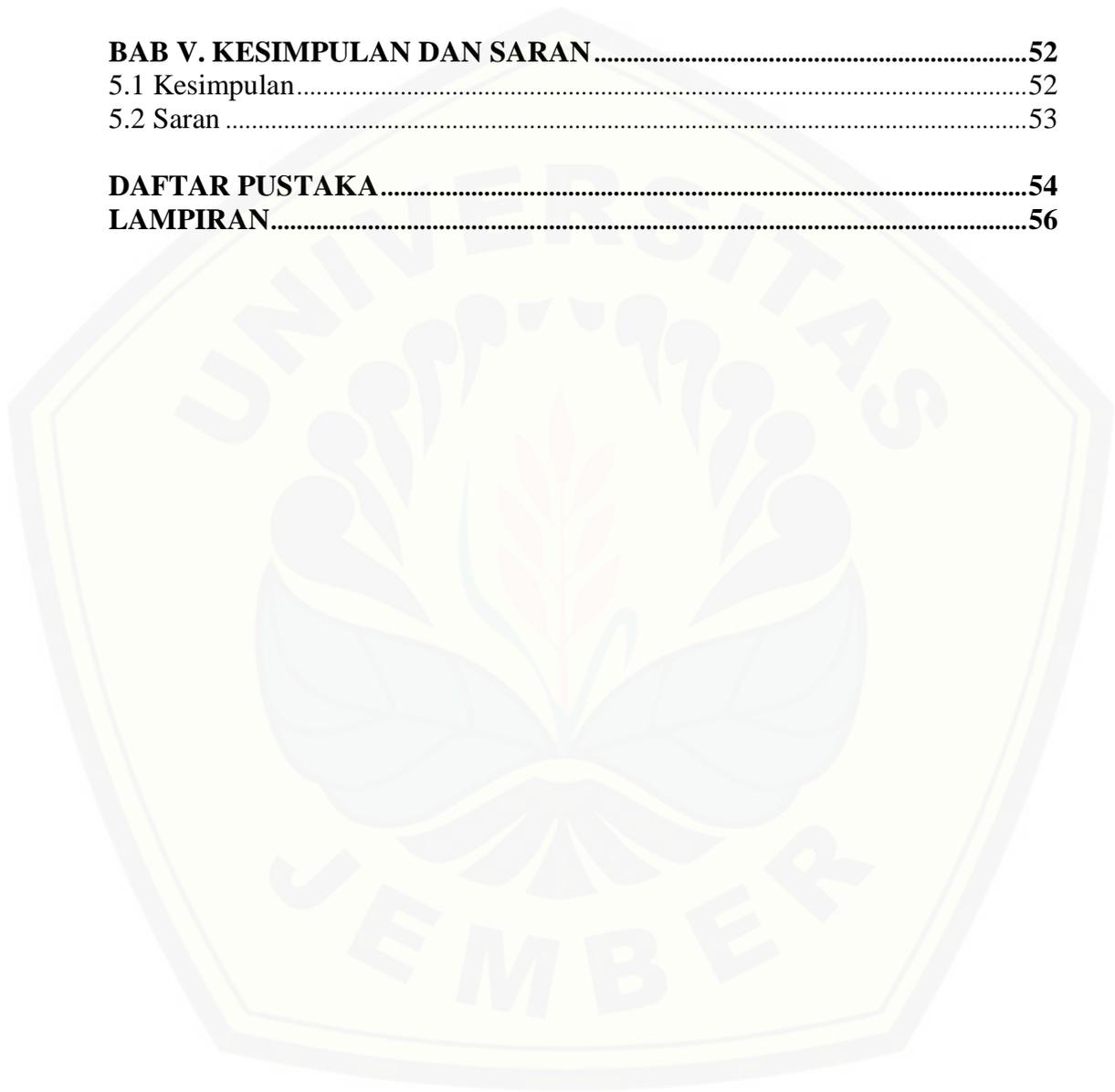
Jember, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

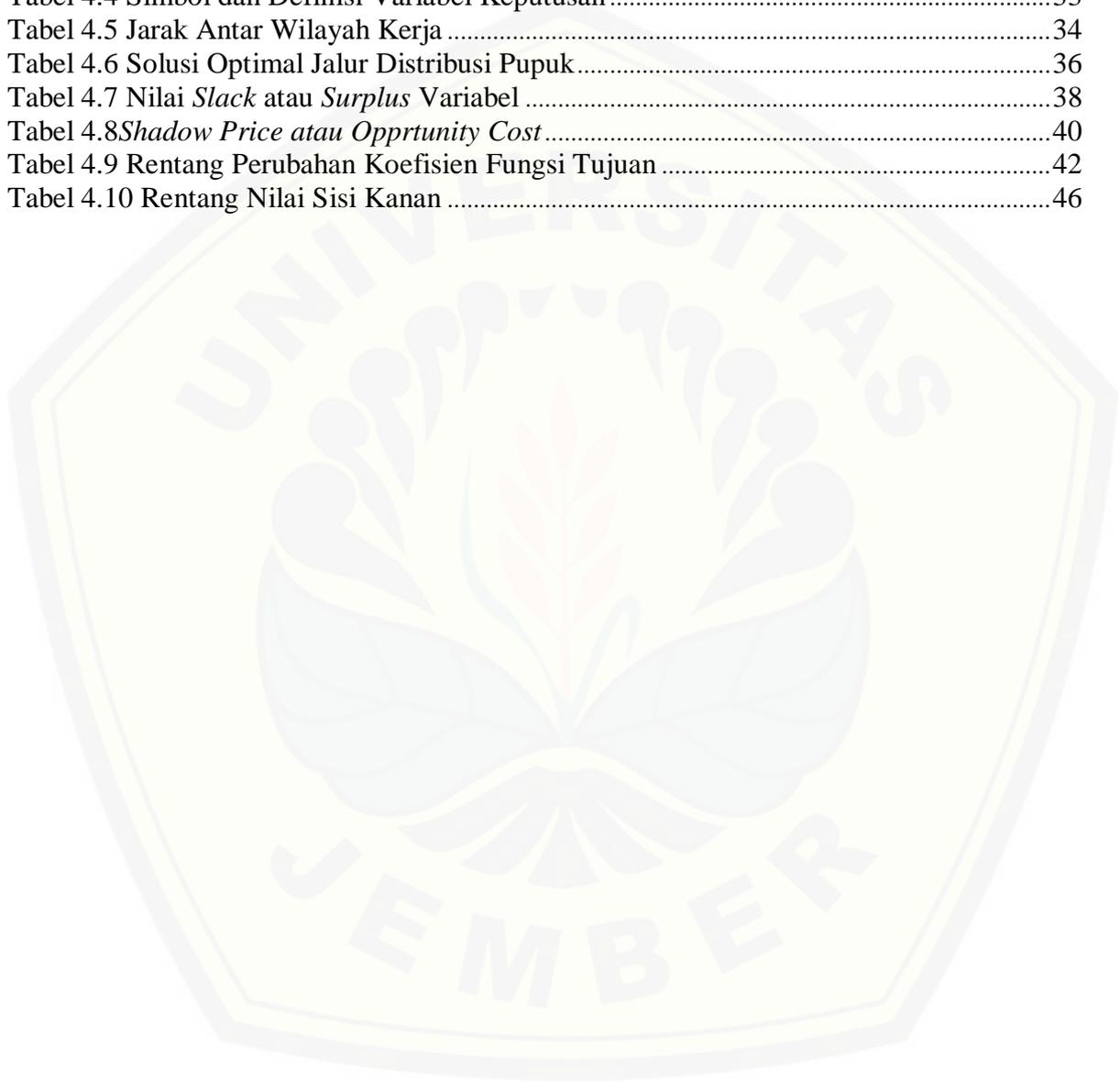
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Distribusi .....	6
2.2 Biaya Distribusi .....	8
2.3 Definisi Transportasi .....	9
2.4 Penelitian Terdahulu .....	15
2.5 Kerangka Konseptual .....	19
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	20
3.2 Jenis dan Sumber Data .....	20
3.2.1 Jenis Data.....	20
3.2.2 Sumber Data.....	20
3.3 Metode Analisis Data .....	21
3.3.1 Model <i>Transshipment</i> .....	21
3.3.2 Kriteria Optimal .....	21
3.3.3 Analisis Sensitivitas .....	21
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah.....	23
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>
4.1 Gambaran Umum CV. Gilang Perkasa.....	25
4.1.1 Bentuk Badan Usaha .....	25
4.1.2 Tujuan Pendirian.....	25
4.1.3 Operasional Perusahaan.....	25
4.1.4 Identitas Perusahaan.....	28

4.1.5 Gambaran Umum Pendistribusian yang dilakukan oleh CV. Gilang Perkasa.....	30
4.2. Formulasi <i>Linear Programming</i> .....	32
4.2.1 Koefisien Fungsi Tujuan .....	32
4.2.2 Formulasi Fungsi Tujuan .....	34
4.2.3 Formulasi Fungsi Kendala .....	35
4.2.4 Hasil Analisis Data dan Pembahasan.....	36
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	51
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>



DAFTAR TABEL

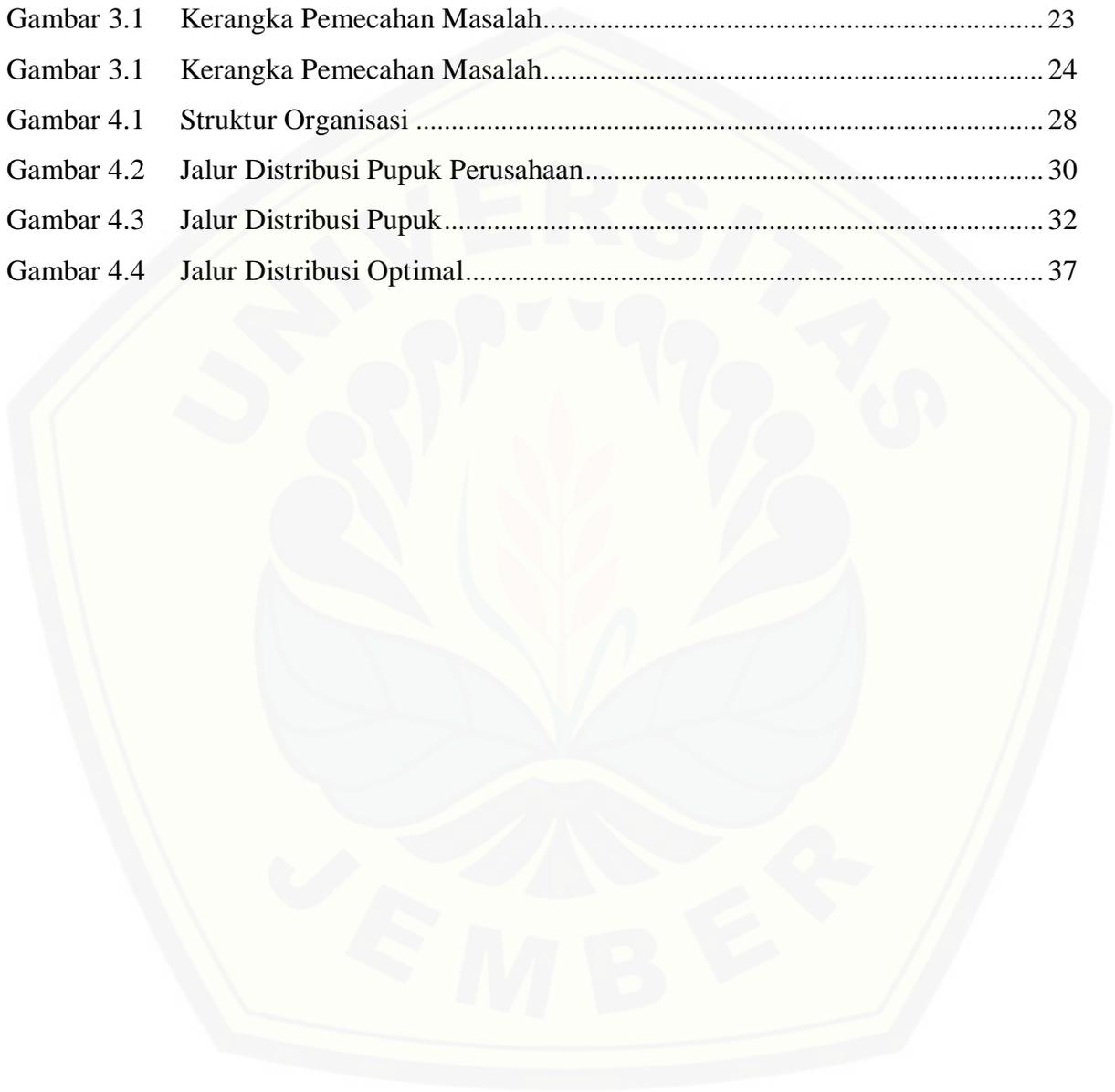
Tabel 2.1 Model Transportasi .....	11
Tabel 2.2 Model <i>Transshipment</i> .....	15
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu .....	17
Tabel 4.1 Wilayah Kerja Perusahaan.....	27
Tabel 4.2 Biaya Distribusi Perton pada Tahun 2016.....	31
Tabel 4.3 Total Biaya Distribusi pada Tahun 2016.....	32
Tabel 4.4 Simbol dan Definisi Variabel Keputusan .....	33
Tabel 4.5 Jarak Antar Wilayah Kerja .....	34
Tabel 4.6 Solusi Optimal Jalur Distribusi Pupuk.....	36
Tabel 4.7 Nilai <i>Slack</i> atau <i>Surplus</i> Variabel .....	38
Tabel 4.8 <i>Shadow Price</i> atau <i>Opportunity Cost</i> .....	40
Tabel 4.9 Rentang Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan .....	42
Tabel 4.10 Rentang Nilai Sisi Kanan .....	46





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Model Transportasi.....	11
Gambar 2.2	Jaringan Model <i>Transshipment</i> .....	14
Gambar 2.3	Kerangka Konseptual.....	19
Gambar 3.1	Kerangka Pemecahan Masalah.....	23
Gambar 3.1	Kerangka Pemecahan Masalah.....	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi .....	28
Gambar 4.2	Jalur Distribusi Pupuk Perusahaan.....	30
Gambar 4.3	Jalur Distribusi Pupuk.....	32
Gambar 4.4	Jalur Distribusi Optimal.....	37





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pasuruan merupakan Kabupaten yang berada di wilayah Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 147.401,50 Ha (3,13% luas Provinsi Jawa Timur) yang terdiri dari 24 Kecamatan. Keadaan geologis Kabupaten Pasuruan yang cukup bagus dengan pertanian yang cukup luas dan subur memungkinkan untuk usaha dibidang pertanian. Daerah pegunungan dan perbukitan yang berada pada ketinggian antara 180 s/d 300 m. Letak geografis wilayah Kabupaten Pasuruan berada pada posisi sangat strategis yaitu jalur regional juga jalur utama perekonomian Surabaya – Banyuwangi. Hal tersebut menguntungkan dalam pengembangan ekonomi dan membuka peluang infestasi dikabupaten pasuruan.

Wilayah Pasuruan mendapat alokasi pupuk Petrokimia sebesar 9,55 juta ton pada tahun ini. Namun, sampai saat ini terjadi kelangkaan pupuk di setiap kecamatan yang ada di wilayah Kabupaten Pasuruan. Oleh karena itu pemerintah mengatur sistem tata niaga pupuk dalam hal ini terkait subsidi. Subsidi terhadap pupuk bertujuan agar harga pupuk tetap dapat terjangkau oleh petani, terutama petani kecil, sehingga dapat mendukung peningkatan produktifitas petani serta mendukung program ketahanan pangan.

Perbaikan sistem distribusi terus dilakukan oleh pemerintah melalui peraturan Menteri Dalam Negeri dengan mengubah sistem terbuka yaitu sistem distribusi yang hanya mengatur *delivery system* dan tidak memiliki *receiving system* menjadi sistem tertutup. Sistem tertutup merupakan sistem penyaluran pupuk berdasarkan pada kebutuhan rencana definitif kelompok yang telah diajukan sebelumnya kepada pengecer yang telah dipilih. Sistem tertutup menerapkan sistem rayonitas bagi distributor dalam pendistribusian pupuk agar dapat lebih mudah melakukan pemantauan.

Pendistribusian barang dan jasa merupakan salah satu bagian penting dari sebuah kegiatan instansi pemerintah maupun perusahaan tertentu. Sistem distribusi adalah serangkaian kegiatan yang sangat menentukan bagi suatu perusahaan dimana hasil produksi (produk) dikirim kepada konsumen untuk

dipasarkan. Distribusi akan melibatkan pergerakan dan penyimpanan produk dari pabrik ke konsumen dengan pertambahan nilai dari produk. Untuk mengoptimalkan biaya transportasi, perlu diterapkan model kebijakan pengiriman, yaitu dengan optimalisasi jalur barang sehingga memaksimalkan lot yang dapat diangkut. Optimalisasi dapat dicapai ketika sebuah perusahaan dapat mengirimkan produk dalam kapasitas besar, dengan biaya yang lebih sedikit.

Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Irene Silviani tahun 2012 telah melakukan penelitian di kabupaten Sumbawa tentang optimalisasi pendistribusian pupuk urea bersubsidi dengan menggunakan metode *linear programming* model transportasi dengan pendekatan optimasi dan penentuan fungsi tujuan minimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi pupuk urea bersubsidi di Kabupaten Sumbawa belum efektif, sehingga diperlukan pembagian optimalisasi pembagian wilayah kerja distributor sehingga dari hasil analisis terjadi penghematan biaya distribusi sebesar Rp 32.585.000 per tahun.

Penelitian Muhammad Farid Syafi'i tahun 2014 yang merupakan hasil dari analisis model *Transshipment* dengan metode *linear programming* untuk menganalisis jalur dan biaya distribusi. Tujuan pembuatan model ini adalah untuk mengoptimalkan jalur dan biaya distribusi yang dikeluarkan untuk menyalurkan pupuk Petrokimia Gresik ke seluruh wilayah kerja. Hasil analisis menunjukkan total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan lebih sedikit dari sebelum menggunakan metode *transshipment* sebesar Rp 893.711.000 dan setelah menggunakan metode *transshipment* sebesar Rp 745.100.600. Dari hasil analisis terjadi penghematan biaya distribusi sebesar Rp 148.610.400 per tahun.

Penelitian selanjutnya Mujibur Rohman tahun 2014 telah melakukan penelitian pada kantor POS Jember tentang optimalisasi pendistribusian dengan menggunakan model analisis Integer Linear Programming untuk memodelkan permasalahan jarak tempuh proses distribusi. Hasil dari penelitian ini adalah distribusi dengan menggunakan 2 armada menghasilkan jarak tempuh total minimal sejauh 329,04 kilometer. Disusul dengan 3 armada dengan jarak tempuh

sejauh 335,38 kilometer, 4 armada dengan jarak tempuh 348,24 kilometer dan 5 armada sejauh 371,86 kilometer.

CV. Gilang Perkasa sebagai salah satu distributor resmi pupuk bersubsidi di Kabupaten Pasuruan telah mengikuti Peraturan Menteri Perdagangan RI No.07/M-DAG/PER/2.2009 tentang Pengadaan dan Penyaluran Pupuk Bersubsidi sebagai regulasi yang berlaku saat ini. Penyaluran pupuk bersubsidi didasarkan pada permintaan yang dituangkan dalam Rencana Definitif Kebutuhan Kelompok (RDKK), yang diatur dalam peraturan Menteri Pertanian RI No: 42/Permentan/OT.140/09/2008. Pupuk tersebut akan disalurkan oleh produsen kepada distributor, kemudian dari distributor mendistribusikan kepada agen-agen pengecer yang telah ditunjuk. CV. Gilang Perkasa sendiri memiliki wilayah kerja yang mencakup 6 kecamatan yang ada di Kabupaten Pasuruan yakni Bangil, Beji, Pandaan, Gempol, Lekok, dan Nguling. Pupuk yang disalurkan dari PT. Petrokimia Gresik antara lain ZA, SP-36, PHONSKA, dan Petroganik. Alokasi pada tahun 2016 sebesar 4953 ton dan perusahaan hanya mampu mendistribusikan sebesar 4500 ton untuk wilayah kerjanya. CV. Gilang Perkasa dalam melakukan pendistribusian pupuk menggunakan model distribusi langsung, sedangkan wilayah kerja yang satu dengan yang lain mempunyai jarak yang cukup jauh dari gudang pupuk sehingga biaya yang dikeluarkan cukup tinggi dan tidak lancarnya pendistribusian pupuk, hal ini menyebabkan tidak terpenuhinya alokasi pupuk. Akibatnya terjadi kekurangan pupuk di beberapa wilayah kerja perusahaan. Fenomena yang terjadi pada CV. Gilang Perkasa dapat diatasi dengan menerapkan metode *linear programming* model *transshipment* agar alokasi pupuk terpenuhi.

Terjadinya kelangkaan pupuk pada setiap musim tanam tiba mengakibatkan banyak petani rela mengeluarkan uang lebih banyak untuk membeli pupuk dari wilayah lain. Hal ini diakibatkan oleh beberapa hal yang diantaranya kebijakan pemerintah yang membatasi penggunaan pupuk setiap *hektarenya* dan pola distribusi yang dilakukan oleh distributor masih kurang mampu memenuhi kebutuhan pupuk diwilayahnya. Sehingga terjadi keterlambatan dalam distribusi pupuk yang mengakibatkan produktifitas hasil

pertanian kurang maksimal atau bahkan menyebabkan kerugian karena biaya yang dikeluarkan lebih besar dari hasil yang didapat.

Penelitian ini merupakan penelitian replikasi yang sudah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya. Penelitian terdahulu dengan penelitian ini adalah sebuah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan model *transshipment* dengan metode *linear programming*. Obyek pada penelitian ini lebih pada lingkup distribusi menengah, sedangkan pada penelitian terdahulu obyek penelitian merupakan perusahaan yang lebih besar dengan distribusi dalam skala yang lebih besar. Sehingga penelitian ini menganalisis apakah dengan metode *linear programming* dengan obyek yang berbeda mampu menghasilkan hasil analisis yang konsisten atau berbeda dengan penelitian terdahulu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah yang dihadapi dalam pendistribusian pupuk ini yaitu lokasi wilayah gudang dengan cakupan wilayah kerja yang ada cukup jauh dan akan memakan waktu yang lebih lama daripada lainnya, bagaimana jalur dan biaya distribusi yang efisien dari hasil perhitungan menggunakan metode *linear programming* dengan model *transshipment*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang ada dirumusan masalah maka, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jalur dan biaya distribusi yang efisien dengan menggunakan metode *linear programming* dengan model *transshipment*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

a. Bagi Peneliti

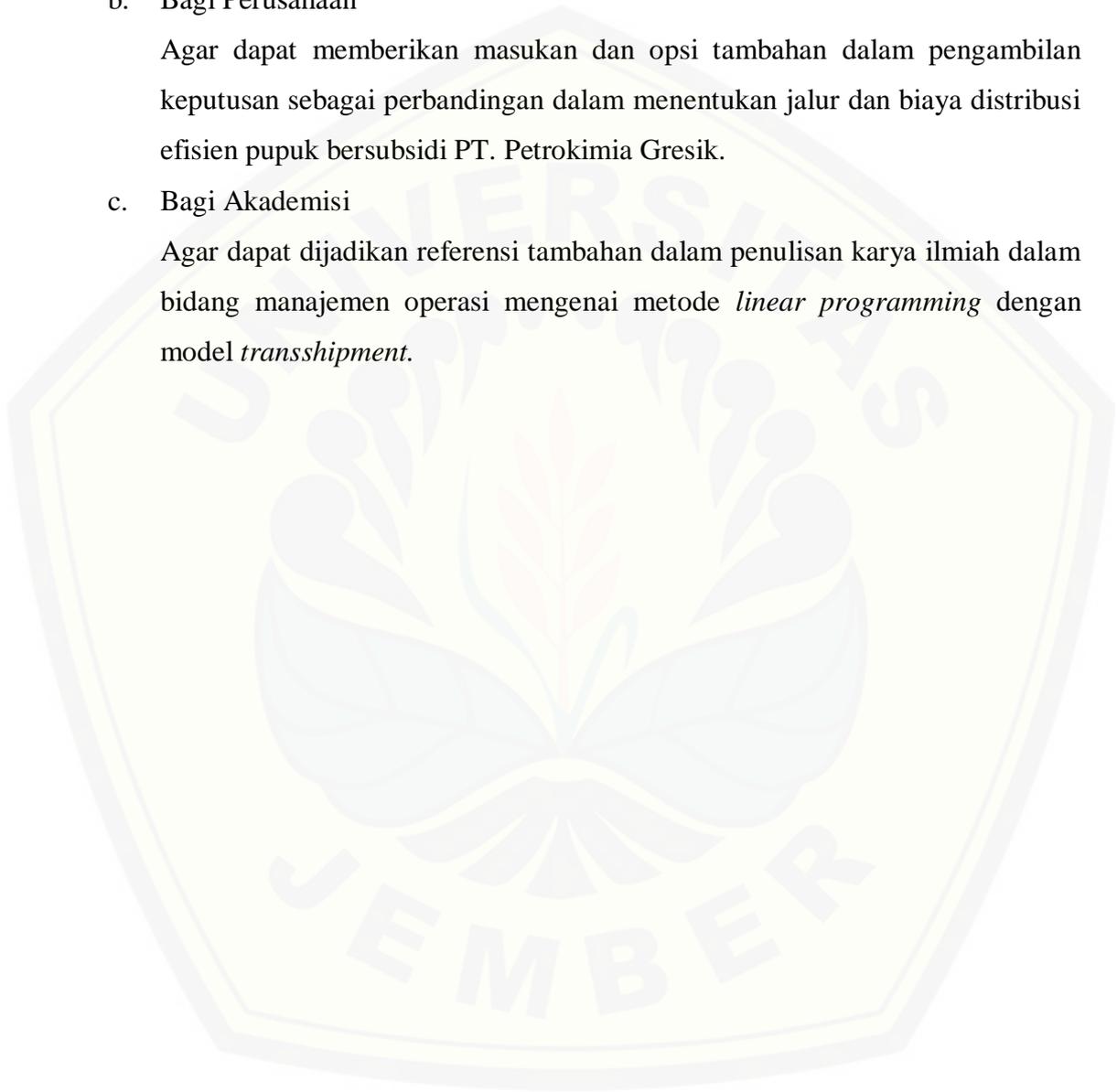
Agar dapat memberikan tambahan pengalaman dan wawasan dalam mengaplikasikan teori dan praktek dilapangan dalam manajemen operasi khususnya metode *linear programming* dengan model *transshipment*.

b. Bagi Perusahaan

Agar dapat memberikan masukan dan opsi tambahan dalam pengambilan keputusan sebagai perbandingan dalam menentukan jalur dan biaya distribusi efisien pupuk bersubsidi PT. Petrokimia Gresik.

c. Bagi Akademisi

Agar dapat dijadikan referensi tambahan dalam penulisan karya ilmiah dalam bidang manajemen operasi mengenai metode *linear programming* dengan model *transshipment*.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Distribusi

#### 2.1.1 Pengertian Distribusi

Penerapan sistem distribusi yang baik dan benar akan berdampak positif pada efisiensi biaya dan waktu, misalnya pemilihan rute yang mudah dijangkau agar barang yang didistribusikan sampai ke tempat pembeli dengan cepat sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Distribusi memiliki dua aspek yang bersifat dinamis, yaitu pemindahan secara fisik dan secara hak milik dari penjual kepada perusahaan termasuk berbagai masalah mengenai penyimpanan, pengangkutan persediaan dan pemesanan barang. Dimana masalah satu dengan yang lain saling mempengaruhi.

Logistik pasar (distribusi fisik) mencakup perencanaan, implementasi, dan pengendalian arus fisik bahan serta barang akhir dari titik asal ke titik penggunaan untuk memenuhi tuntutan pelanggan atas dan dengan melakukan semua tugas itu diperoleh imbalan berupa laba, Kotler (2000:612). Yang berarti bahwa logistik pasar (distribusi fisik) meliputi perencanaan, penerapan, dan pengendalian arus fisik dari material dan produk jadi dari tempat asal ke tempat tujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi fisik adalah seluruh kegiatan yang berkaitan erat dengan memindahkan bahan baku produk sampai menjadi hasil akhir produk dari produsen ke konsumen akhir, dimana faktor-faktor ketepatan waktu, jumlah pesanan, kesesuaian produk dengan keinginan konsumen menjadi faktor-faktor yang sangat penting bagi perusahaan untuk memuaskan para pelanggannya.

#### 2.1.2 Saluran Distribusi

Perantara perdagangan (*Merchant Middlemen*) bertanggung jawab terhadap pemilikan semua barang yang dipasarkannya. Lembaga-lembaga yang termasuk dalam golongan perantara pedagang adalah pedagang besar (*wholesaler*) dan pengecer (*retailer*), Lubis (2012:13).

Pedagang besar merupakan istilah yang digunakan pada perantara pedagang yang terkait dengan kegiatan perdagangan besar dan biasanya tidak melayani penjualan

eceran kepada konsumen akhir. Berbeda dengan pengecer merupakan lembaga yang melakukan kegiatan usaha menjual barang kepada konsumen akhir untuk keperluan pribadi. Tidak menutup kemungkinan bahwa produsen bertindak sekaligus sebagai pedagang, selain membuat barang juga memperdagangkannya.

Dasar pembentukan biaya produksi antara lain sebagai berikut, McDaniel dan Keegan dalam Irene (2012:14):

- a. Fasilitas : keputusan tentang fasilitas berkaitan dengan persoalan jumlah gudang dan tempat gudang tersebut ditempatkan.
- b. Persediaan : keputusan yang berkaitan dengan penentuan seberapa banyak persediaan yang harus disimpan, dimana disimpannya dan seberapa banyak pesanan yang harus dilakukan.
- c. Transportasi : keputusan tentang model transportasi yang akan digunakan dan jadwal pengiriman.
- d. Komunikasi : keputusan tentang komunikasi pemrosesan pesanan, penagihan dan perkiraan kebutuhan.
- e. Unutisasi : keputusan tentang cara suatu produk dikemas.

Saluran distribusi umumnya memilih suatu model transportasi berdasarkan kriteria: biaya (*cost*), waktu transit (*transit time*), keterandalan (*reliability*), jangkauan (*accessibility*), dan penelusuran (*tracerability*). Suatu sistem pemasaran dianggap efisien apabila memenuhi dua syarat, Mubyarto (2012:15) :

- 1) Mampu menyampaikan hasil-hasil dari produsen ke konsumen dengan biaya semurah-murahnya.
- 2) Mampu mengadakan pembagian yang adil dari keseluruhan harga yang dibayar konsumen akhir kepada semua pihak yang terlibat dalam produksi dan pemasaran barang itu.

## 2.2 Biaya Distribusi

### 2.2.1 Pengertian Biaya Distribusi

Kas atau nilai *ekuivalen* kas yang dikorbankan untuk barang atau jasa yang diharapkan membawa kauntungan masa kini dan masa datang untuk organisasi. Biaya yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan nantinya akan dijadikan investasi oleh perusahaan untuk dapat mengembangkan usahanya, Don R. Hansen dan Marryanne M. Mowen (2000:38).

Dari pengertian yang sudah dijelaskan diatas tentang pengertian dari biaya dan pengertian dari distribusi, maka kita dapat mengetahui pengertian dari biaya distribusi. Biaya distribusi dapat disimpulkan merupakan biaya-biaya yang timbul dari kegiatan-kegiatan distribusi, antara lain kegiatan menyalurkan barang jadi dari produsen ke tangan konsumen sasaran dalam jumlah dan jenis yang dibutuhkan, pada waktu yang diperlukan, dan pada tempat yang tepat.

Umumnya perusahaan angkutan atau transportasi memiliki motivasi untuk memaksimalkan keuntungan dalam kondisi pasar yang bersifat kompetisi sempurna. Dalam hal ini biaya distribusi yang dimaksud adalah ongkos angkut atau ongkos pengiriman.

### 2.2.2 Faktor yang mempertimbangan dalam menentukan Biaya Distribusi

Untuk menentukan besarnya biaya distribusi yang akan dikeluarkan, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain:

#### a. Hubungan jarak dengan biaya distribusi

Hubungan jarak dengan biaya distribusi secara umum dikatakan bahwa jarak mempengaruhi besar kecilnya ongkos per satuan berat. Hal ini dapat diklasifikasikan bahwa ongkos yang seragam atau sama besarnya dan ongkos proporsional.

- 1) Ongkos yang seragam (sama besarnya) adalah ongkos yang diberlakukan untuk beberapa titik asal dan tujuan merupakan sama atau seluruh sumber dan tujuan dikenakan ongkos yang sama.
- 2) Ongkos proporsional adalah besarnya ongkos yang proporsional terhadap jarak. Semakin jauh jaraknya semakin tinggi ongkosnya.

b. Hubungan ukuran barang dengan biaya distribusi

Hubungan ukuran barang dengan biaya distribusi dapat digambarkan oleh beberapa cara antara lain:

- 1) Jumlah barang yang diangkut dapat dijadikan ukuran dalam menentukan ongkos, sehingga jika yang diangkut kecil atau sedikit dibawah jumlah minimum yang ditetapkan ongkos yang sama.
- 2) Dapat juga digambarkan dalam memberikan ongkos tertentu untuk jumlah besar dapat diberikan ongkos khusus yang lebih tinggi dari ongkos umum.

### 2.3 Definisi Transportasi

Transportasi adalah salah satu hal yang tidak terlepas dari aktifitas sehari-hari dalam kegiatan operasional pabrik dan juga merupakan bagian dalam distribusi. Transportasi dapat diartikan sebagai proses mengangkut atau membawa sesuatu dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari (Siregar, 1990:3). Dari penjelasan diatas transportasi dapat diartikan perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin.

Manajemen transportasi adalah pengelolaan terhadap kegiatan untuk pergerakan suatu produk dari daerah sumber ke daerah tujuan dimana pergerakan tersebut biasanya membentuk atau menghasilkan jaringan transportasi Nyoman, (2005:137). Umumnya manajemen transportasi menghadapi tiga tugas utama Nasution, (2012:30):

- a. Menyusun rencana dan program untuk mencapai tujuan dan misi organisasi secara keseluruhan.
- b. Meningkatkan produktifitas dan kinerja perusahaan.
- c. Dampak sosial dan tanggung jawab sosial dalam pengoperasian angkutan kota.

### 2.3.1 Model Transportasi

Metode transportasi adalah salah satu bentuk khusus atau variasi dari *linear programming* yang dikembangkan khusus untuk memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan transportasi (pengangkutan) dan distribusi produk atau sumber daya dari berbagai sumber (pusat pengadaan atau titik suplai) ke berbagai tujuan (Anwar dan Nasandi, 2002:35).

Model umum transportasi menurut Hillier (2012:18), adalah sebagai berikut. Sumber  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) mempunyai  $S_i$  unit untuk mendistribusikan ke tujuan-tujuan dan tujuan  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) mempunyai permintaan  $d_j$  unit untuk diterima dari sumber-sumber. Diasumsikan biaya mendistribusikan unit-unit dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$  berbanding secara langsung dengan jumlah yang akan didistribusikan, dimana  $C_{ij}$  menyatakan biaya per unit yang didistribusikan. Andaikan  $Z$  adalah biaya distribusi total dan  $X_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ ) adalah jumlah unit yang harus didistribusikan dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$ , maka dapat dirumuskan menjadi:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Dengan batasan:

$$\sum X_{ij} = a_i; i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum X_{ij} = b_j; j = 1, 2, \dots, n$$

Keterangan:

$Z$  : total biaya distribusi

$i$  : sumber

$j$  : tujuan

$m$  : banyaknya sumber

$n$  : banyaknya tujuan

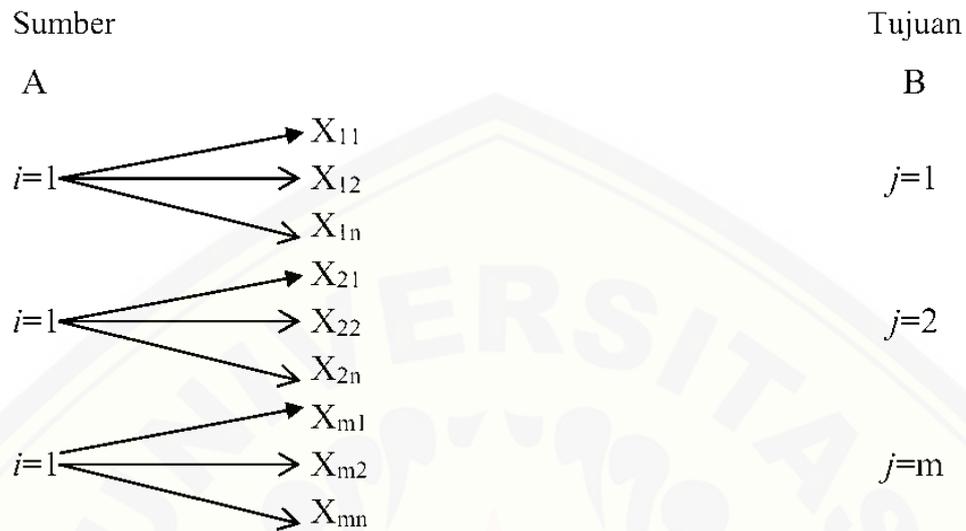
$C_{ij}$  : biaya per unit

$X_{ij}$  : jumlah unit yang harus didistribusikan

Kelompok batasan pertama menetapkan bahwa jumlah pengiriman dari sebuah sumber tidak dapat melebihi penawarannya. Kelompok batasan kedua

mengharuskan bahwa jumlah pengiriman ke sebuah tujuan harus memenuhi permintaannya.

Model transportasi apabila digambarkan secara diagramatik dengan  $m$  buah sumber dan  $n$  buah tujuan.



Gambar 2.1 Diagram Model Transportasi

Sumber: Hillier (2012:19)

Model transportasi apabila dituangkan kedalam tabel dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Model Transportasi

	Tujuan 1	Tujuan 2	Tujuan 3	Supply
Sumber A	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	S1
	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	
Sumber B	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	
	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	S2
Sumber C	$X_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	S3
	$C_{31}$	$C_{33}$	$C_{33}$	
Demand	D1	D2	D3	$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n D_j$

Sumber: Hillier (2012:19)

Dari tabel tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut.

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

Model transportasi dikatakan seimbang apabila total *supply* sama dengan total *demand*, dinyatakan dengan formulasi sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n D_j$$

Dari model matematika linear programming diatas memiliki tipe atau karakteristik khusus, yaitu:

- 1) Semua fungsi kendala bertanda “=”
- 2) Semua nilai  $a_{ij}$  bernilai 1 atau 0.

Untuk menyeimbangkan model transportasi didasarkan pada asumsi bahwa model dalam keadaan seimbang, yang artinya total kebutuhan sama dengan total pasokan (*supply*). Apabila model tidak seimbang, maka dapat ditambahkan sumber *dummy* atau tujuan. Kolom *dummy* disini dimaksudkan memberi keseimbangan untuk mengatasi *slack* agar pertidaksamaan dikonversi menjadi persamaan dan memenuhi syarat layak. Ongkos transportasi per unit *dummy* ke seluruh tujuan adalah nol.

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

Dari formulasi diatas dinyatakan apabila *demand* melebihi *supply* maka dibuat suatu sumber *dummy* yang akan mensupply kekurangan tersebut.

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

Sebaliknya, jika *supply* melebihi *demand*, maka suatu tujuan *dummy* untuk menyerap kelebihan tersebut, seperti formulasi yang digambarkan diatas.

### 2.3.2 Model Transshipment

Model *Transshipment* merupakan bentuk perluasan dari model transportasi dengan mempertimbangkan daerah asal, daerah tujuan dan daerah antara yang mencakup keputusan-keputusan mengenai rute yang akan dilalui (Hamdi A. Taha, 2004:13). Berdasarkan pengertian diatas bahwa pengiriman barang dari daerah asal tidak harus langsung dikirim ke daerah tujuan, melainkan dikirim secara bertahap melalui tujuan-tujuan yang lain (daerah antara) dan pada akhirnya akan sampai pada tujuan yang sebenarnya. Hal ini memiliki tujuan untuk menyusun rencana pengiriman barang yang akan memenuhi semua permintaan dengan biaya minimal (Hillier, 2004:13), metode *transshipment* dapat diartikan secara sederhana yaitu berusaha menentukan rute pengiriman barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam menyelesaikan masalah *transshipment* ada beberapa faktor yang harus diketahui, antara lain:

1. Adanya sumber atau daerah asal dengan penawaran maksimalnya,
2. Adanya tujuan akhir dengan permintaan minimalnya,
3. Barang yang dikirim hanya satu macam,
4. Biaya pengiriman dari sumber ke tujuan diketahui,
5. Ada rute pengiriman,
6. Adanya daerah antara dari sumber atau daerah asal ke tujuan akhir.

Model matematis secara umum masalah *transshipment* dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$  adalah

Meminimalkan:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}, X_{ij}$$

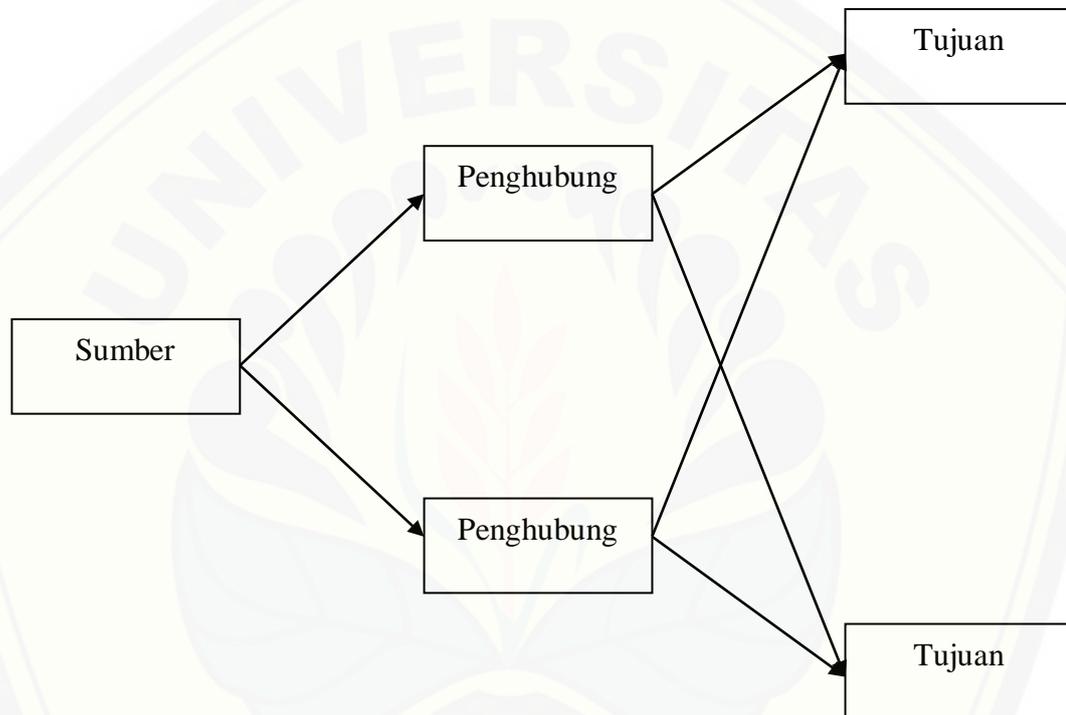
Dengan Syarat:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = b_i (i = 1, 2, \dots, m) \text{ penawaran}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j (j = 1, 2, \dots, n) \text{ permintaan}$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Dalam menggambarkan jalur model *transshipment* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Jaringan Model *Transshipment*

Sumber: Hillier (dalam Irene 2012:20)

Model *transshipment* apabila dituangkan kedalam tabel dapat digambarkan sebagai berikut.

Tabel 2.2 Model *Transshipment*

Dari \ Ke		Penghubung		Tujuan		Supply
		2	3	4	5	
Sumber	1	$C_{11}$ $X_{11}$	$C_{12}$ $X_{12}$	$C_{13}$ $X_{13}$	$C_{14}$ $X_{14}$	A
	Penghubung	2	0 $X_{21}$	$C_{22}$ $X_{22}$	$C_{23}$ $X_{23}$	$C_{24}$ $X_{24}$
3		$C_{31}$ $X_{31}$	0 $X_{32}$	$C_{33}$ $X_{33}$	$C_{34}$ $X_{13}$	B
Demand		B	B	b1	b2	$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n D_j$

Sumber: Hillier (2012:21)

Tabel diatas menunjukkan jumlah yang didistribusikan oleh daerah sumber murni sebesar a, dimana dalam proses distribusi barang melalui daerah antara (penghubung) dengan jumlah *supply* dan *demand* mengaplikasikan *bufferstock* yakni jumlah distribusi untuk memenuhi daerah sendiri dan daerah tujuan. Karena daerah antara selanjutnya akan menjadi daerah sumber bagi daerah tujuan murni.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini antara lain, Irene Silviani (2012) dalam tesis yang berjudul “Optimalisasi Distribusi Pupuk Urea Bersubsidi di Kabupaten Sumbawa”. Hasil analisis dari penelitian menunjukkan bahwa distribusi pupuk urea bersubsidi dikabupaten sumbawa delum efektif, sehingga perlu dilakukan optimalisasi pembagian wilayah kerja distributor. Keadaan biaya distribusi saat penelitian sebesar Rp 1.098.794.200,00/tahun dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi Rp 1.066.466.000,00/tahun. Dengan menggunakan alat bantu LINDO (*Linear Interactive Discrete Optimized*).

Muhammad Farid Syafi'i (2014) dalam skripsi yang berjudul "Optimasi Biaya Transportasi dalam Pendistribusian Pupuk Bersubsidi pada CV. Jamantara". Penelitian ini hasil dari analisis model *Transshipment* dengan metode *linear programming* untuk menganalisis jalur dan biaya distribusi. Tujuan pembuatan model ini adalah untuk mengoptimalkan jalur dan biaya distribusi yang dikeluarkan untuk menyalurkan pupuk Petrokimia Gresik ke seluruh wilayah kerja CV. Jamantara. Jalur distribusi hasil analisis menggunakan model *transshipment* dengan metode *linear programming* menghasilkan empat jalur distribusi yaitu dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Gumukmas, dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Ajung dan ke Kecamatan Pakusari, dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Ajung dan ke Kecamatan Sukowono serta dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Arjasa. Total biaya distribusi yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan model distribusi langsung adalah sebesar Rp 893.711.000 selama tahun 2014 dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi Rp 745.100.600 selama tahun 2014.

Mujibur Rohman (2014) dalam Skripsi yang berjudul "Optimasi Distribusi pada PT. POS Indonesia cabang Jember". Dimana penelitian ini hasil analisis Integer Linear Programming untuk memodelkan permasalahan jarak tempuh proses distribusi. Pembuatan model ini bertujuan untuk meminimalkan jarak yang harus ditempuh armada pengantar barang untuk mendistribusikan barang dari Kantor POS Jember ke seluruh Kantor POS Kecamatan yang dinaunginya. Dimana perhitungannya dilakukan empat simulasi dengan jumlah armada bervariasi yaitu 2, 3, 4, dan 5 armada. Hasil dari penelitian ini adalah distribusi dengan menggunakan 2 armada menghasilkan jarak tempuh total paling minimal sejauh 329,04 kilometer. Disusul dengan 3 armada dengan jarak tempuh sejauh 335,38 kilometer, 4 armada dengan jarak tempuh 348,24 kilometer dan 5 armada sejauh 371,86 kilometer.

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

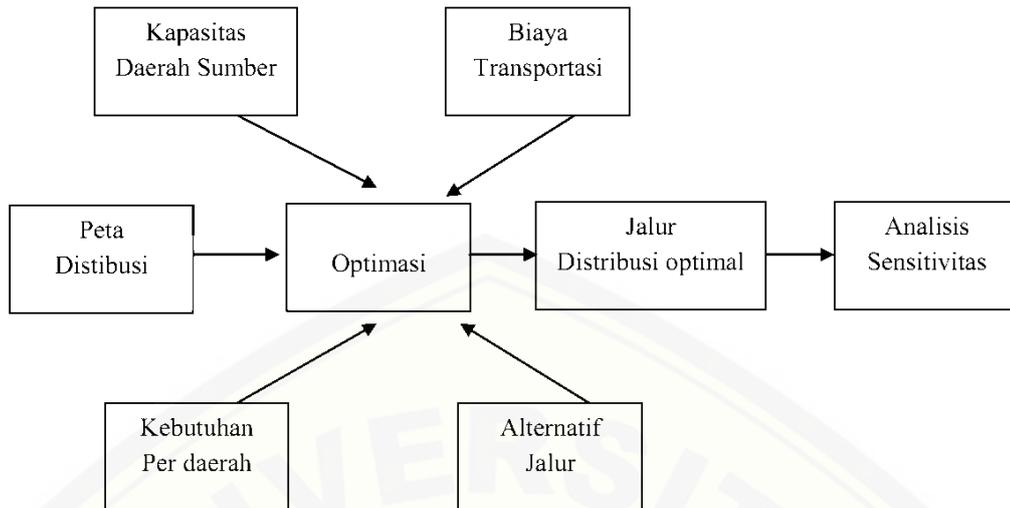
No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Metode Penyelesaian	Hasil
1	Irene Silviani (2012)	Seluruh distributor pupuk Urea di Kabupaten Sumbawa	Analisis <i>Linear Programming</i>	Distribusi pupuk urea bersubsidi dikabupaten Sumbawa belum efektif, sehingga perlu dilakukan optimalisasi pembagian wilayah kerja distributor. Keadaan biaya distribusi saat penelitian sebesar Rp 1.098.794.200,00/tahun dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi Rp 1.066.466.000,00/tahun yang berarti terjadi penghematan sebesar Rp 32.585.000,00/tahun.
2	Muhammad Farid Syafi'i (2014)	CV. Jamantara Kabupaten Jember	Analisis <i>Linear Programming Model Transshipment</i>	Jalur distribusi hasil analisis menggunakan model <i>transshipment linear programming</i> dengan metode <i>programming</i> menghasilkan empat jalur distribusi yaitu dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Gumukmas, dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Ajung dan ke Kecamatan Pakusari, dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Ajung dan ke Kecamatan Sukowono serta dari Kecamatan Puger ke Kecamatan Arjasa. Total biaya distribusi yang

dilakukan oleh perusahaan menggunakan model distribusi langsung adalah sebesar Rp 893.711.000 selama tahun 2014 dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi Rp 745.100.600 selama tahun 2014 yang berarti terjadi penghematan biaya sebesar Rp 148.610.400.

3	Mujibur Rohman (2014)	Kantor POS Indonesia Cabang Jember	Analisis <i>Integer Linear Programming</i>	Melakukan pendistribusian barang dari Kantor POS Jember ke seluruh Kantor POS Kecamatan yang dinaunginya. Perhitungan dilakukan dengan jumlah armada yang bervariasi yaitu 2, 3, 4, dan 5 armada. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah distribusi dengan menggunakan 2 armada menghasilkan jarak tempuh total paling minimal sejauh 329,04 kilometer. Disusul dengan 3 armada dengan jarak tempuh sejauh 335,38 kilometer, 4 armada dengan jarak tempuh 348,24 kilometer dan 5 armada sejauh 371,86 kilometer.
---	-----------------------	------------------------------------	--	---

Sumber: Mujibur Rohman (2014), Irene Silviani (2012), Muhammad Farid Syafi'i (2014)

## 2.5 Kerangka Konseptual



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

Pengoptimalan distribusi pupuk ada beberapa komponen yang perlu diperhatikan diantaranya peta distribusi untuk mengetahui jarak terjauh ke setiap masing-masing daerah tujuan sehingga biaya distribusi dapat diketahui. Kapasitas daerah sumber dan kebutuhan daerah tujuan harus mampu di maksimalkan agar tidak ada sumber daya yang menganggur. Pemilihan jalur alternatif perlu dilakukan untuk menambah variasi atau opsi lain jalur distribusi dalam upaya memperpendek jarak dan meminimalkan biaya. Optimasi yang dilakukan akan menghasilkan jalur distribusi optimal dengan biaya distribusi yang minimal. Setelah jalur distribusi optimal diketahui maka dilakukan analisis sensitivitas yang bertujuan untuk mengetahui langkah apa yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kinerja dalam melakukan distribusi, dengan kata lain untuk mengetahui batasan-batasan yang optimal apakah melebihi titik optimal atau masih didalam batasan yang telah ditentukan (titik optimal). Langkah tersebut untuk memberikan gambaran CV. Gilang Perkasa dalam melakukan distribusi di periode selanjutnya.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu suatu bentuk penelitian yang berdasarkan data yang dikumpulkan selama penelitian secara sistematis mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari objek yang diteliti dengan menghubungkan antar variabel yang terlibat didalamnya, setelah itu diinterpretasikan berdasarkan teori-teori dan literatur yang berhubungan dengan biaya distribusi. Penelitian deskriptif ditujukan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena yang bersifat alamiah atau rekayasa manusia (Arikunto, 2006:3).

Pemilihan jenis penelitian ini didasarkan atas tujuan penelitian dan data biaya bahan bakar, biaya (ongkos) turun dan naik dan jarak antar daerah kerja yang merupakan bahan untuk menganalisis biaya distribusi pupuk bersubsidi yang dilakukan CV. Gilang Perkasa tahun 2016 dengan menggunakan metode *linear programming* model *transshipment*.

### 3.2 Jenis dan Sumber Data

#### 3.3.1 Jenis Data

- a. Data Primer, yaitu data yang berasal dari informasi secara langsung dari pihak perusahaan ataupun pihak yang terkait dalam penelitian.
- b. Data sekunder, yaitu data yang tidak diperoleh langsung dari sumbernya dan sudah tersedia dalam bentuk jadi yang telah dipublikasikan (lokasi dan jarak kecamatan yang dinaungi CV. Gilang Perkasa).

#### 3.3.2 Sumber Data

Sumber data dari penelitian ini melalui internal perusahaan untuk mengetahui biaya transportasi, lokasi wilayah kerja perusahaan serta bantuan dari *google maps* untuk mengetahui jarak wilayah kerja perusahaan.

### 3.3 Metode Analisis Data

#### 3.3.1 Model *Transshipment*

Model *transshipment* dapat dianalisis dengan menggunakan pendekatan *linear programming* yang merupakan analisis optimalisasi atas alokasi biaya dan jalur distribusi yang optimal. Fungsi tujuan dan fungsi kendala dapat diformulasikan dengan menyesuaikan validitas jalur yang ada dilapangan sehingga akan mendapatkan formulasi yang sesuai untuk armada perusahaan. Dengan menggunakan model ini maka akan diperoleh solusi optimal bahkan sampai analisis sensitivitas. Untuk memudahkan dalam membuat formulasi maka dibuat peta jalur distribusi terlebih dahulu kemudian memasukkannya dalam formulasi *linear programming* sebagai berikut, (Hillier dan Lieberman : 2001):

Meminimalkan:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}, X_{ij}$$

Dengan Syarat:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = b_i (i = 1, 2, \dots, m) \text{ penawaran}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j (j = 1, 2, \dots, n) \text{ permintaan}$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Dari formulasi diatas dapat dikatakan bahwa setiap sumber maupun tujuan dipandang sebagai titik potensial bagi *demand* maupun *supply*. Sehingga untuk menjamin bahwa tiap titik potensial tersebut mampu menampung total barang di samping jumlah barang yang telah ada pada titik tersebut, maka perlu ditambahkan kepada titik-titik itu kuantitas *demand* dan *supply*-nya masing-masing sebesar B.

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

### 3.3.2 Kriteria Optimal

Kriteria optimal dalam permasalahan *linear programming* merupakan suatu hasil hitung atas fungsi tujuan (minimalisasi) dan fungsi kendala yang ada. Suatu model *transshipment* dikatakan seimbang jika total jumlah penawaran sama dengan jumlah permintaan (Aminudin, 2004). Dimana jumlah barang yang dikirim ( $X_{ij}$ ), maka daerah yang mendapat jumlah barang lebih banyak dari daerah yang lain maka daerah itu merupakan jalur yang optimal untuk dilalui. Dari daerah penghubung ke daerah tujuan akan terdapat jumlah barang yang didistribusikan ( $X_{ij}$ ) yang berbeda dari daerah penghubung 1 dan penghubung yang lain ke daerah tujuan. Jadi dapat dikatakan jalur optimal yang didapat ketika satu daerah mendapat alokasi yang lebih banyak daripada daerah yang memiliki fungsi serupa.

### 3.3.3 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter distribusi terhadap perubahan kinerja sistem distribusi dalam menghasilkan keuntungan. Dimana dalam penelitian ini analisis sensitivitas yang dapat dibaca yaitu:

- (a) Batas perubahan fungsi tujuan dalam menganalisis fungsi ini dapat menentukan *range* yang akan menjadi titik-titik harga yang akan menjadi batas perubahan biaya baik batas atas maupun batas bawah yang diijinkan selama tidak mengganggu solusi optimal yang ada. Misalnya  $X_{12}$  memiliki biaya sebesar  $C_{12}$ , seandainya nilai  $C_{12}$  dirubah maka dapat dituliskan  $C_{12} + \Delta$ . Dimana  $\Delta$  merupakan batasan besar perubahan biaya yang dikeluarkan dalam distribusi baik perubahan kenaikan biaya maupun penurunan biaya yang dikeluarkan tetapi tidak merubah solusi optimal yang ada.

- (b) Rentang perubahan RHS merupakan jumlah permintaan sumberdaya dari setiap daerah tujuan memiliki jumlah yang berbeda, baik dari daerah sumber ke daerah penghubung (a) dan total jumlah distribusi dari daerah penghubung ke daerah tujuan (b1, b2 dan b3). Sementara kapasitas yang dikirim ke daerah tujuan baik dari daerah sumber ke daerah penghubung maupun dari penghubung ke ke daerah tujuan (b). Untuk menganalisa bagian ini setiap perubahan jumlah sumberdaya yang dikirimkan selama perubahan pada *range* yang diijinkan maka solusi optimal tetap terjaga.

### 3.4 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Keterangan:

1. Start, tahap awal atau persiapan penelitian terhadap masalah yang akan diteliti.
2. Tahapan pengumpulan data, kegiatan pengumpulan data yang diperlukan untuk diolah yang terdiri dari biaya distribusi pada CV. Gilang Perkasa.
3. Memformulasikan fungsi tujuan dan fungsi kendala dari tabel transportasi untuk memodelkan permasalahan yang bertujuan menemukan biaya distribusi yang optimal.
4. Menghitung formulasi *linear programming* untuk mendapatkan jalur dan biaya distribusi yang optimal.
5. Menyimpulkan atas hasil analisis yang didapat dan memberikan saran kepada perusahaan.
6. Stop, penelitian berakhir.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada BAB 4, diperoleh suatu kesimpulan sebagai berikut:

- a. Jalur distribusi yang biasa dilakukan oleh perusahaan menggunakan model distribusi langsung pada tahun 2016 yaitu dari Kecamatan Beji ke Kecamatan Gempol, Kecamatan Beji ke Kecamatan Bangil, Kecamatan Beji ke Kecamatan Pandaan, Kecamatan Beji ke Kecamatan Lekok, dan Kecamatan Beji ke Kecamatan Nguling dengan total biaya sebesar Rp. 418.229.000.
- b. Jalur distribusi hasil analisis menggunakan metode *linear programming* dengan model *transshipment* menghasilkan empat jalur distribusi yaitu dari Kecamatan Beji ke Kecamatan Bangil dan Kecamatan Lekok, Kecamatan Beji ke Kecamatan Bangil dan Kecamatan Nguling, Kecamatan Beji ke Kecamatan Pandaan, dan Kecamatan Beji ke Kecamatan Gempol dengan total biaya distribusi sebesar Rp. 215.207.300.

Perbandingan jalur distribusi yang dilakukan oleh perusahaan selama tahun 2016 dengan hasil analisis jalur distribusi menggunakan metode *linear programming* dengan model *transshipment* lebih efisien. Total biaya distribusi dari hasil analisis (point b) dikurangi total biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan pada Tahun 2016 (point a) memiliki selisih sebesar Rp. 203.021.700 atau 48%. Sehingga perusahaan bisa memiliki *saving* yang cukup besar untuk mengoptimalkan operasional perusahaan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan pada penelitian ini, beberapa saran yang bisa diberikan antara lain:

a. Pihak CV. Gilang Perkasa

Perusahaan sebaiknya mengimplementasikan keseluruhan dari model *transshipment* menggunakan metode *linear programming* dalam pengambilan keputusan dalam perencanaan distribusi dalam setahun untuk menekan biaya distribusi dalam upaya efisiensi biaya operasional perusahaan.

b. Pihak Akademisi

Penelitian ini masih perlu untuk ditindaklanjuti oleh peneliti selanjutnya guna memperoleh hasil yang lebih baik dan sempurna disebabkan adanya keterbatasan penelitian. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya diharapkan melakukan analisis lebih dalam dengan cara melakukan distribusi dari gudang menuju kios resmi pupuk dimasing-masing kecamatan wilayah kerja perusahaan sehingga biaya distribusi yang digunakan bisa dijadikan acuan oleh perusahaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Akhmad Heru Purwanto:2004.*Optimasi Biaya Pengiriman Barag dengan menggunakan Metode Transshipment*. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Arikunto Suharsimi. 2006. *Metodologi Penelitian*. Yegyakarta: Bina Aksara.
- Hani Handoko, T..1994. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Hansen Don R, Maryenne M. Mowen.2000. *Akuntansi Manajemen*. Edisi Kedua, terjemahan: A. Hermawan.Jakarta: Erlangga.
- I Nyoman Pujawan.2005.*Supply Chain Management*. Cetakan Pertama. Surabaya Guna Widya.
- Irine Silviani. 2012. *Optimalisasi Pemasaran Komoditas Sayuran pada PT. Alfa Retailindo Tbk. Bintaro*. Dipublikasikan.Skripsi.Jakarta: Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian FST UIN Syarifuddin Hidayatullah.
- Kotler, Philip. 2000. *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: PT. Prenhalindo.
- Muhammad Farid syafi'i. 2014. *Optimasi Biaya Transportasi dalam Pendistribusian Pupuk Bersubsidi pada CV. Jamantara*. Skripsi.Jember: Jurusan Manajemen FE Universitas Jember.
- Mujibur Rohman. 2014. *Optimasi Distribusi pada PT.POS Indonesia Cabang Jember*. Skripsi.Jember: Jurusan Manajemen FE Universitas Jember.
- Siregar, M.1990. *Beberapa Masalah Ekonomi dan Management Perangkutan*, Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Sofjan Assauri.2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*.Edisi Revisi.Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Supranto, J.2005.*Teknik Pengambilan Keputusan*.Edisi Revisi. PT. Rineka Cipta: Jakarta

Suyadi Prawirosentono.2000.*Manajemen Operasi : Analisis dan Studi Kasus*, edisi ke 2 cetakan ke1.Jakarta:PT Bumi Aksara.

Vincent Gaspersz. 2012. “*All-In-One Management Toolbook*”. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Zainal,Mustafa dan Parkhan,Ali .2000. *Linear programming dengan QS*. Cetakan Pertama. Yogyakarta:Ekonesia.



## LAMPIRAN



**Lampiran 1. Biaya Distribusi**

Biaya BBM (solar) : Rp 5500/liter (3,5/km)

Tenaga Kerja (kuli angkut) : Rp 13.000/ton

Kapasitas truk : 7 ton

Besar biaya distribusi per ton:

Biaya Distribusi = Jarak : (Konsumsi Bahan Bakar per km x perjalanan PP x harga bahan bakar)

+ (ongkos naik turun x kapasitas truk)

No	Sumber	Tujuan	Jarak	Perhitungan
1.	Beji	Bangil	12	$12 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 128.700$
2.	Beji	Pandaan	12	$12 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 128.700$
3.	Beji	Gempol	16	$16 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 141.300$
4.	Bangil	Pandaan	27	$27 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 175900$
5.	Bangil	Lekok	38	$38 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 210.400$
6.	Bangil	Nguling	40	$40 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 216.700$
7.	Pandaan	Bangil	27	$27 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 175900$
8.	Pandaan	Lekok	58	$58 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 273.300$
9	Pandaan	Nguling	59	$59 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 276.400$
10.	Lekok	Nguling	18	$18 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 147.600$
11.	Nguling	Lekok	18	$18 : (3,5 \times 2 \times \text{Rp } 5500) + (\text{Rp } 13000 \times 7) = \text{Rp } 147.600$

**Lampiran 2. Input Formulasi dan Hasil Optimal**

MINIMIZE

128700X12 + 128700X13 + 141300X14 + 175900X23 + 210400X25 +  
 216700X26 + 175900X32 + 273300X35 + 276400X36 + 147600X56 +  
 147600X65

SUBJECT TO

X12 + X13 + X14 = 914  
 X12 + X32 - X25 - X26 <= 156  
 X13 + X23 - X35 - X36 <= 182  
 X14 <= 127  
 X25 + X35 + X65 <= 210  
 X26 + X36 + X56 <= 239  
 END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 7

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2152073E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	605.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	392600.000000
X25	210.000000	0.000000
X26	239.000000	0.000000
X32	0.000000	392600.000000
X35	0.000000	62900.000000
X36	0.000000	59700.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	153900.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-345400.000000
3)	0.000000	216700.000000
4)	0.000000	216700.000000
5)	0.000000	204100.000000
6)	0.000000	6300.000000
7)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

**Lampiran 3. Analisis Sensitivitas Optimal**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	128700.000000	59700.000000	204100.000000
X13	128700.000000	216700.000000	59700.000000
X14	141300.000000	204100.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X25	210400.000000	6300.000000	INFINITY
X26	216700.000000	59700.000000	6300.000000
X32	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X35	273300.000000	INFINITY	62900.000000
X36	276400.000000	INFINITY	59700.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	153900.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	0.000000	239.000000
3	156.000000	239.000000	0.000000
4	182.000000	239.000000	0.000000
5	127.000000	239.000000	0.000000
6	210.000000	239.000000	0.000000
7	239.000000	INFINITY	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

**Lampiran 4. Input Formulasi Simulasi dalam Rentang dan Hasil Optimal Baru**

MINIMIZE

$$180400X_{12} + 128700X_{13} + 141300X_{14} + 175900X_{23} + 210400X_{25} + 216700X_{26} + 175900X_{32} + 273300X_{35} + 276400X_{36} + 147600X_{56} + 147600X_{65}$$

SUBJECT TO

 $X_{12} + X_{13} + X_{14} = 914$  $X_{12} + X_{32} - X_{25} - X_{26} \leq 156$  $X_{13} + X_{23} - X_{35} - X_{36} \leq 182$  $X_{14} \leq 127$  $X_{25} + X_{35} + X_{65} \leq 210$  $X_{26} + X_{36} + X_{56} \leq 239$ 

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 7

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2464858E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	605.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	444300.000000
X25	210.000000	0.000000
X26	239.000000	0.000000
X32	0.000000	392600.000000
X35	0.000000	11200.000000
X36	0.000000	8000.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	153900.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-397100.000000
3)	0.000000	216700.000000
4)	0.000000	268400.000000
5)	0.000000	255800.000000
6)	0.000000	6300.000000
7)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

**Lampiran 5. Analisis Sensitivitas Simulasi dalam Rentang**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	180400.000000	8000.000000	255800.000000
X13	128700.000000	268400.000000	8000.000000
X14	141300.000000	255800.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	444300.000000
X25	210400.000000	6300.000000	INFINITY
X26	216700.000000	8000.000000	6300.000000
X32	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X35	273300.000000	INFINITY	11200.000000
X36	276400.000000	INFINITY	8000.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	153900.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	0.000000	239.000000
3	156.000000	239.000000	0.000000
4	182.000000	239.000000	0.000000
5	127.000000	239.000000	0.000000
6	210.000000	239.000000	0.000000
7	239.000000	INFINITY	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

**Lampiran 6. Input Formulasi Luar Rentang dan Hasil Optimal Baru di Kecamatan Bangil**

MINIMIZE

$$195000X_{12} + 128700X_{13} + 141300X_{14} + 175900X_{23} + 210400X_{25} + 216700X_{26} + 175900X_{32} + 273300X_{35} + 276400X_{36} + 147600X_{56} + 147600X_{65}$$

SUBJECT TO

 $X_{12} + X_{13} + X_{14} = 914$  $X_{12} + X_{32} - X_{25} - X_{26} \leq 156$  $X_{13} + X_{23} - X_{35} - X_{36} \leq 182$  $X_{14} \leq 127$  $X_{25} + X_{35} + X_{65} \leq 210$  $X_{26} + X_{36} + X_{56} \leq 239$ 

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2530274E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	156.000000	0.000000
X13	631.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	452300.000000
X25	0.000000	3400.000000
X26	0.000000	6600.000000
X32	0.000000	386000.000000
X35	210.000000	0.000000
X36	239.000000	0.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	150700.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-405100.000000
3)	0.000000	210100.000000
4)	0.000000	276400.000000
5)	0.000000	263800.000000
6)	0.000000	3100.000000
7)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

**Lampiran 7. Analisis Sensitivitas Luar Rentang di Kecamatan Bangil.**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	195000.000000	210100.000000	3400.000000
X13	128700.000000	3400.000000	210100.000000
X14	141300.000000	263800.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	452300.000000
X25	210400.000000	INFINITY	3400.000000
X26	216700.000000	INFINITY	6600.000000
X32	175900.000000	INFINITY	386000.000000
X35	273300.000000	3100.000000	INFINITY
X36	276400.000000	6600.000000	3100.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	150700.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	0.000000	239.000000
3	156.000000	239.000000	0.000000
4	182.000000	239.000000	0.000000
5	127.000000	239.000000	0.000000
6	210.000000	239.000000	0.000000
7	239.000000	INFINITY	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

**Lampiran 8. Input Formulasi dan Solusi Optimal Luar Rentang untuk Kecamatan Pandaan**

MINIMIZE

$$128700X_{12} + 350000X_{13} + 141300X_{14} + 175900X_{23} + 210400X_{25} + 216700X_{26} + 175900X_{32} + 273300X_{35} + 276400X_{36} + 147600X_{56} + 147600X_{65}$$

SUBJECT TO

 $X_{12} + X_{13} + X_{14} = 914$  $X_{12} + X_{32} - X_{25} - X_{26} \leq 156$  $X_{13} + X_{23} - X_{35} - X_{36} \leq 182$  $X_{14} \leq 127$  $X_{25} + X_{35} + X_{65} \leq 210$  $X_{26} + X_{36} + X_{56} \leq 239$ 

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2554839E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	605.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	175900.000000
X25	210.000000	0.000000
X26	239.000000	0.000000
X32	0.000000	397200.000000
X35	0.000000	284200.000000
X36	0.000000	281000.000000
X56	0.000000	152200.000000
X65	0.000000	158500.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-350000.000000
3)	0.000000	221300.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	208700.000000
6)	0.000000	10900.000000
7)	0.000000	4600.000000

NO. ITERATIONS= 3

**Lampiran 9. Analisis Sensitivitas Simulasi Luar Rentang untuk Kecamatan Pandaan**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	128700.000000	4600.000000	INFINITY
X13	350000.000000	INFINITY	4600.000000
X14	141300.000000	208700.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	175900.000000
X25	210400.000000	10900.000000	INFINITY
X26	216700.000000	4600.000000	INFINITY
X32	175900.000000	INFINITY	397200.000000
X35	273300.000000	INFINITY	284200.000000
X36	276400.000000	INFINITY	281000.000000
X56	147600.000000	INFINITY	152200.000000
X65	147600.000000	INFINITY	158500.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	0.000000	182.000000
3	156.000000	182.000000	0.000000
4	182.000000	INFINITY	0.000000
5	127.000000	182.000000	0.000000
6	210.000000	182.000000	0.000000
7	239.000000	182.000000	0.000000

### Lampiran 10. Input dan Solusi Optimal Simulasi dalam Rentang Nilai Sisi Kanan pada Kecamatan Beji

MINIMIZE

128700X12 + 128700X13 + 141300X14 + 175900X23 + 210400X25 +  
216700X26 + 175900X32 + 273300X35 + 276400X36 + 147600X56 +  
147600X65

SUBJECT TO

$X12 + X13 + X14 = 913$

$X12 + X32 - X25 - X26 \leq 156$

$X13 + X23 - X35 - X36 \leq 182$

$X14 \leq 127$

$X25 + X35 + X65 \leq 210$

$X26 + X36 + X56 \leq 239$

END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2148619E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	604.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	392600.000000
X25	210.000000	0.000000
X26	238.000000	0.000000
X32	0.000000	392600.000000
X35	0.000000	62900.000000
X36	0.000000	59700.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	153900.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-345400.000000
3)	0.000000	216700.000000
4)	0.000000	216700.000000
5)	0.000000	204100.000000
6)	0.000000	6300.000000
7)	1.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 0

**Lampiran 11. Analisis Sensitivitas Simulasi dalam Rentang Nilai Sisi Kanan pada Kecamatan Beji**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	128700.000000	59700.000000	204100.000000
X13	128700.000000	216700.000000	59700.000000
X14	141300.000000	204100.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X25	210400.000000	6300.000000	INFINITY
X26	216700.000000	59700.000000	6300.000000
X32	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X35	273300.000000	INFINITY	62900.000000
X36	276400.000000	INFINITY	59700.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	153900.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	913.000000	1.000000	238.000000
3	156.000000	238.000000	1.000000
4	182.000000	238.000000	1.000000
5	127.000000	238.000000	1.000000
6	210.000000	238.000000	1.000000
7	239.000000	INFINITY	1.000000

**Lampiran 12. Input Simulasi Luar Rentang pada Kecamatan Beji**

MINIMIZE

$$128700X_{12} + 128700X_{13} + 141300X_{14} + 175900X_{23} + 210400X_{25} + 216700X_{26} + 175900X_{32} + 273300X_{35} + 276400X_{36} + 147600X_{56} + 147600X_{65}$$

SUBJECT TO

$$X_{12} + X_{13} + X_{14} = 915$$
$$X_{12} + X_{32} - X_{25} - X_{26} \leq 156$$
$$X_{13} + X_{23} - X_{35} - X_{36} \leq 182$$
$$X_{14} \leq 127$$
$$X_{25} + X_{35} + X_{65} \leq 210$$
$$X_{26} + X_{36} + X_{56} \leq 239$$

END

Formulasi pada lampiran 12 ini saat di *solve* menggunakan program LINDO maka output yang dihasilkan adalah *infiseable solution* (solusi yang tidak terjangkau). Hal ini terjadi karena *constrain 2* berada pada batas atas nilai sisi kanan dari solusi optimal awal artinya hasil yang didapatkan tidak optimal.

### Lampiran 13. Input dan Solusi Optimal Simulasi Perubahan Nilai Sisi Kanan dalam Rentang pada Kecamatan Bangil

MINIMIZE

128700X12 + 128700X13 + 141300X14 + 175900X23 + 210400X25 +  
216700X26 + 175900X32 + 273300X35 + 276400X36 + 147600X56 +  
147600X65

SUBJECT TO

X12 + X13 + X14 = 914  
X12 + X32 - X25 - X26 <= 390  
X13 + X23 - X35 - X36 <= 182  
X14 <= 127  
X25 + X35 + X65 <= 210  
X26 + X36 + X56 <= 239  
END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1644995E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	605.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	392600.000000
X25	210.000000	0.000000
X26	5.000000	0.000000
X32	0.000000	392600.000000
X35	0.000000	62900.000000
X36	0.000000	59700.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	153900.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-345400.000000
3)	0.000000	216700.000000
4)	0.000000	216700.000000
5)	0.000000	204100.000000
6)	0.000000	6300.000000
7)	234.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

**Lampiran 14. Analisis Sensitivitas Simulasi Perubahan dalam Rentang pada Kecamatan Bangil**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	128700.000000	59700.000000	204100.000000
X13	128700.000000	216700.000000	59700.000000
X14	141300.000000	204100.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X25	210400.000000	6300.000000	INFINITY
X26	216700.000000	59700.000000	6300.000000
X32	175900.000000	INFINITY	392600.000000
X35	273300.000000	INFINITY	62900.000000
X36	276400.000000	INFINITY	59700.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	153900.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	234.000000	5.000000
3	390.000000	5.000000	234.000000
4	182.000000	5.000000	182.000000
5	127.000000	5.000000	127.000000
6	210.000000	5.000000	210.000000
7	239.000000	INFINITY	234.000000

**Lampiran 15. Input Simulasi Perubahan Nilai Sisi Kanan diluar batas bawah pada Kecamatan Bangil**

MINIMIZE

$$128700X_{12} + 128700X_{13} + 141300X_{14} + 175900X_{23} + 210400X_{25} + 216700X_{26} + 175900X_{32} + 273300X_{35} + 276400X_{36} + 147600X_{56} + 147600X_{65}$$

SUBJECT TO

$$X_{12} + X_{13} + X_{14} = 914$$
$$X_{12} + X_{32} - X_{25} - X_{26} \leq 155$$
$$X_{13} + X_{23} - X_{35} - X_{36} \leq 182$$
$$X_{14} \leq 127$$
$$X_{25} + X_{35} + X_{65} \leq 210$$
$$X_{26} + X_{36} + X_{56} \leq 239$$

END

Formulasi pada lampiran 15 ini saat di *solve* menggunakan program LINDO maka output yang dihasilkan adalah *infiseable solution* (solusi yang tidak terjangkau). Hal ini terjadi karena *constrain 2* berada pada batas atas nilai sisi kanan dari solusi optimal awal artinya hasil yang didapatkan tidak optimal.

**Lampiran 16. Input dan Hasil Optimal Simulasi Perubahan Nilai Sisi Kanan Luar Rentang batas atas untuk Kecamatan Bangil**

MINIMIZE

128700X12 + 128700X13 + 141300X14 + 175900X23 + 210400X25 +  
216700X26 + 175900X32 + 273300X35 + 276400X36 + 147600X56 +  
147600X65

SUBJECT TO

X12 + X13 + X14 = 914  
X12 + X32 - X25 - X26 <= 396  
X13 + X23 - X35 - X36 <= 182  
X14 <= 127  
X25 + X35 + X65 <= 210  
X26 + X36 + X56 <= 239  
END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1632056E+09

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X12	605.000000	0.000000
X13	182.000000	0.000000
X14	127.000000	0.000000
X23	0.000000	386300.000000
X25	209.000000	0.000000
X26	5.000000	6300.000000
X32	0.000000	386300.000000
X35	0.000000	62900.000000
X36	0.000000	66000.000000
X56	0.000000	147600.000000
X65	0.000000	147600.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-339100.000000
3)	0.000000	210400.000000
4)	0.000000	210400.000000
5)	0.000000	197800.000000
6)	1.000000	0.000000
7)	239.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 1

**Lampiran 17. Analisis Sensitivitas Simulasi Luar Rentang pada Nilai Sisi Kanan untuk Kecamatan Bangil**

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X12	128700.000000	62900.000000	197800.000000
X13	128700.000000	210400.000000	62900.000000
X14	141300.000000	197800.000000	INFINITY
X23	175900.000000	INFINITY	386300.000000
X25	210400.000000	6300.000000	197800.000000
X26	216700.000000	INFINITY	6300.000000
X32	175900.000000	INFINITY	386300.000000
X35	273300.000000	INFINITY	62900.000000
X36	276400.000000	INFINITY	66000.000000
X56	147600.000000	INFINITY	147600.000000
X65	147600.000000	INFINITY	147600.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	914.000000	1.000000	209.000000
3	396.000000	209.000000	1.000000
4	182.000000	209.000000	1.000000
5	127.000000	209.000000	1.000000
6	210.000000	INFINITY	1.000000
7	239.000000	INFINITY	239.000000