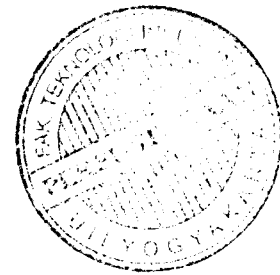
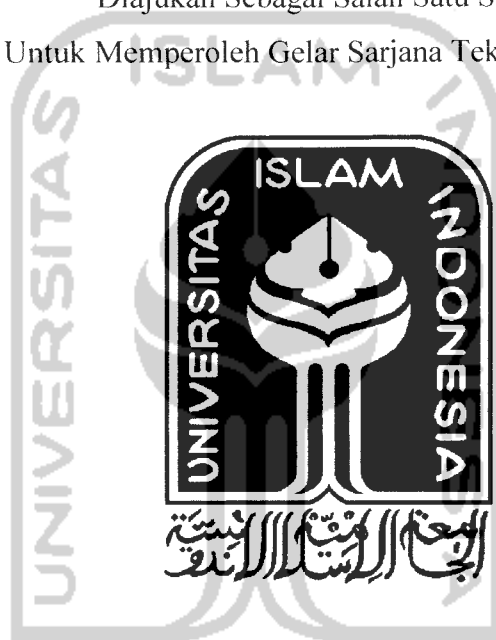


**OPTIMASI JUMLAH DAN KOMBINASI PRODUK UNTUK  
MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN DENGAN METODE  
*FUZZY LINEAR PROGRAMMING***

**(Studi Kasus pada KJUB Puspetasari, Klaten)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri



Disusun oleh:

**YANUARDI HIDAYAT**

**99 522 276**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

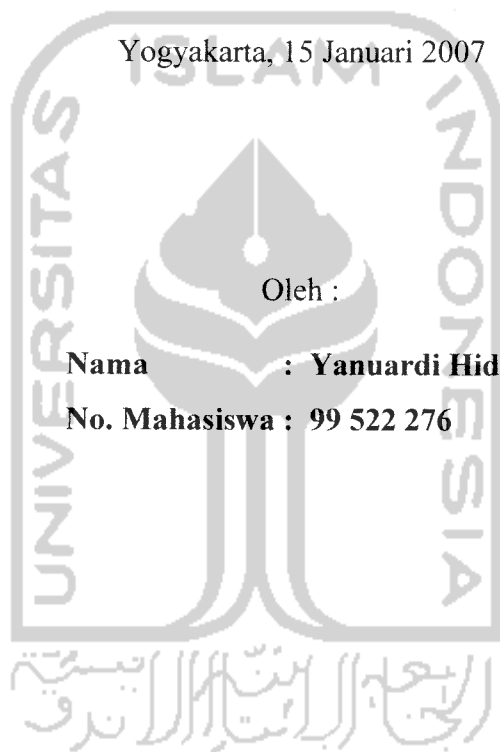
## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### Optimasi Jumlah dan Kombinasi Produk untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Metode *Fuzzy Linear Programming*

#### TUGAS AKHIR

Skripsi ini telah disetujui dan disahkan pada tanggal:

Yogyakarta, 15 Januari 2007

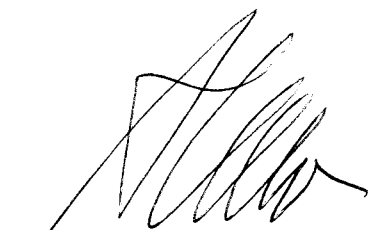


Oleh :

Nama : Yanuardi Hidayat

No. Mahasiswa : 99 522 276

Pembimbing



(Agus Mansur, ST, MEng.Sc)

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### Optimasi Jumlah dan Kombinasi Produk untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Metode *Fuzzy Linear Programming*

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Yanuardi Hidayat  
No. Mahasiswa : 99 522 276

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Januari 2007

#### Tim Penguji

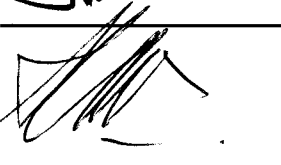
Drs. R. Abdul Djalal, MM  
Ketua



Ir. Hudaya, MM  
Anggota I

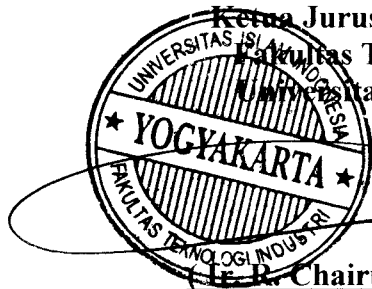


Agus Mansur, ST, M.Eng.Sc  
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



(E. R. Chairul Saleh, M.Sc, Phd )

## HALAMAN PERSEMBAHAN

us c

ersedih

n Abdullah ra  
a, Hai Rasulu  
aku tak akan  
ah s.a.w bersat  
h: **Aku** be  
rian (*istiqoma*



**Untuk Ibu, Bapak  
dan Kakakku Mas Widhi**

4.1.1.	Gambaran Umum Perusahaan.....	47
4.1.2.	Proses Produksi.....	50
4.1.3.	Jam Kerja Karyawan.....	52
4.1.4.	Kapasitas Mesin.....	53
4.1.5.	Bahan Baku.....	53
4.1.6.	Formulasi Konsentrat.....	54
4.1.7.	Permintaan Produksi.....	54
4.1.8.	Data Harga Bahan Baku dan Harga Jual	
	Produk.....	55
4.2.	Pengolahan Data.....	56
4.2.1.	Biaya Produksi.....	56
4.2.2.	Kontribusi Margin.....	61
4.3.	Perumusan Model Linear Programming.....	62
4.3.1.	Variabel Linear Programming.....	62
4.3.2.	Perumusan Fungsi Tujuan.....	62
4.3.3.	Perumusan Fungsi Batasan.....	63
4.4.	Formulasi Data Akhir.....	67
4.5.	Desain Fuzzy.....	70
4.5.1.	Toleransi Perusahaan.....	70
4.5.2.	Formulasi Awal Model Fuzzy Linear	
	Programming.....	71
4.5.3.	Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=0$ ( $\lambda=1$ ).....	72
4.5.4.	Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=1$ ( $\lambda=0$ ).....	73

	4.5.5. Fungsi Keanggotaan.....	75
	4.5.6. Batasan <i>Non-Fuzzy</i> dan Batasan <i>Fuzzy</i> .....	81
	4.5.7. Formulasi Akhir Model <i>Fuzzy Linear Programming</i> .....	82
	4.6. Hasil Akhir <i>Fuzzy Linear Programming</i> .....	83
	4.6.1. Jumlah Produk Optimal.....	83
	4.6.2. Analisis Sensitivitas.....	84
<b>BAB V</b>	<b>PEMBAHASAN</b> .....	85
	5.1. Analisis Model Linear Programming.....	85
	5.1.1. Analisis Kombinasi Produk.....	85
	5.1.2. Analisis Sensitivitas Fungsi Tujuan.....	85
	5.1.3. Analisis Sensitivitas Fungsi Batasan.....	87
	5.2. Analisis Model <i>Fuzzy Linear Programming</i> .....	93
	5.2.1. Analisis Kombinasi Produk.....	93
	5.2.2. Analisis Hasil <i>Fuzzy Linear Programming</i> pada Penambahan dan Pemanfaatan Sumber Daya.....	93
	5.3. Solusi <i>Non-Fuzzi</i> dan <i>Solusi Fuzzy</i> .....	101
<b>BAB VI</b>	<b>PENUTUP</b> .....	102
	6.1. Kesimpulan.....	102
	6.2. Saran.....	103

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b>	Kapasitas Mesin
<b>Tabel 4.2</b>	Kapasitas gudang bahan baku
<b>Tabel 4.3</b>	Formulasi Konsentrat dalam Kg
<b>Tabel 4.4</b>	Data permintaan produksi pakan ternak tahun 2005-2006.
<b>Tabel 4.5</b>	Data harga bahan baku penyusun produk konsentrat.
<b>Tabel 4.6</b>	Data harga jual produk konsentrat
<b>Tabel 4.7</b>	Data biaya produksi
<b>Tabel 4.8</b>	Biaya bahan baku untuk produk konsentrat BC-132
<b>Tabel 4.9</b>	Biaya bahan baku untuk produk konsentrat DC-132
<b>Tabel 4.10</b>	Biaya bahan baku untuk produk konsentrat DC-133
<b>Tabel 4.11</b>	Biaya Tenaga Kerja
<b>Tabel 4.12</b>	Biaya Overhead Pabrik
<b>Tabel 4.13</b>	Biaya Pemasaran
<b>Tabel 4.14</b>	Biaya Administrasi dan Umum
<b>Tabel 4.15</b>	Tahapan Produksi Konsentrat
<b>Tabel 4.16</b>	Toleransi Perusahaan
<b>Tabel 4.17</b>	Batasan <i>Non-Fuzzy</i> dan Batasan <i>Fuzzy</i>
<b>Tabel 4.18</b>	Jumlah Produk Optimal
<b>Tabel 4.19</b>	Sensitivitas Fungsi Batasan
<b>Tabel 5.1</b>	Solusi <i>Non-Fuzzi</i> dan <i>Solusi Fuzzy</i>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** Pemetaan input-output
- Gambar 2.2** Fungsi keanggotaan
- Gambar 4.1** Fungsi keanggotaan fungsi tujuan.
- Gambar 4.2** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku garam
- Gambar 4.3** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku limestone.
- Gambar 4.4** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku urea
- Gambar 4.5** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku zeolit.
- Gambar 4.6** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku pollard.
- Gambar 4.7** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku gaplek
- Gambar 4.8** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku jagung.
- Gambar 4.9** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku bekatul.
- Gambar 4.10** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku sekam.
- Gambar 4.11** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku molasses.
- Gambar 4.12** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku onggok.
- Gambar 4.13** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku biji kapas.
- Gambar 4.14** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku bungkil sawit.
- Gambar 4.15** Fungsi keanggotaan batasan bahan baku kulit kopi.
- Gambar 4.16** Fungsi keanggotaan batasan permintaan BC-132.
- Gambar 4.17** Fungsi keanggotaan batasan permintaan DC-132.
- Gambar 4.18** Fungsi keanggotaan batasan permintaan DC-133.



## ABSTRAKSI

*Dalam memproduksi konsentrat pakan sapi, KJUB Puspetasari dihadapkan pada masalah pengalokasian sumber-sumber terbatas yang kurang optimal. Perusahaan dituntut untuk dapat menggunakan sumber-sumber yang terbatas untuk menghasilkan suatu produk dengan biaya yang minimal dan memberikan keuntungan yang maksimal. Masalah lain adalah adanya penurunan permintaan yang merupakan dampak dari terjadinya bencana gempa bumi yang melanda sebagian Jawa Tengah dan DIY pada pertengahan 2006 lalu.*

*Penelitian bertujuan untuk menentukan jumlah produk optimal dari setiap jenis produk yang diteliti dan untuk mendapatkan keuntungan maksimal dari penambahan jumlah bahan baku yang diusulkan oleh perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fuzzy Linear Programming dengan pertimbangan bahwa metode tersebut memiliki kemampuan yang lebih dalam menghadapi ketidakpastian dibandingkan metode Linear Programming biasa. Produk yang diteliti adalah konsentrat BC-132, DC-132 dan DC133.*

*Dengan metode Fuzzy Linear Programming diperoleh solusi optimal yaitu dengan memproduksi konsentrat BC-132 sebesar 439993,40 Kg, konsentrat DC-132 sebesar 89459,60 Kg dan konsentrat DC-133 sebesar 60249,99 Kg. Dengan memproduksi konsentrat sesuai dengan solusi optimal tersebut maka keuntungan perusahaan akan bertambah sebesar Rp 6.489.163,- sehingga total keuntungan yang diperoleh adalah sebesar Rp 128.816.763,-*  
*Kata kunci: sumber daya, toleransi, solusi fuzzy.*

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### Optimasi Jumlah dan Kombinasi Produk untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Metode *Fuzzy Linear Programming*

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Yanuardi Hidayat  
No. Mahasiswa : 99 522 276

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

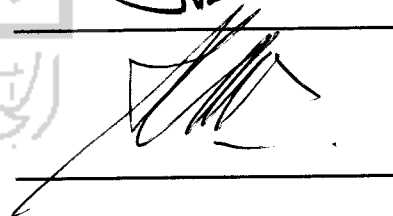
Yogyakarta, 30 Januari 2007

Tim Penguji

Drs. R. Abdul Djalal, MM  
Ketua

Ir. Hudaya, MM  
Anggota I

Agus Mansur, ST, M.Eng.Sc  
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



(Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Phd )

**HALAMAN PERSEMBAHAN**



**Untuk Ibu, Bapak  
dan Kakakku Mas Widhi**

## HALAMAN MOTTO

Adapun orang yang berkata,

“Tuhan kami adalah Allah,”

kemudian tegar dan berjalan lurus di jalan-Nya, para malaikat pun akan turun menemui mereka dan berkata:

“Janganlah kamu takut dan bersedih, bergembiralah dengan surga yang kamu semua dijanjikan”

( Q.S. Fushilat: 30 )

Dari Abu Amrah Sufyan bin Abdullah radhiallahu ‘anhu, beliau telah berkata:

“Aku berkata, Hai Rasulullah, katakanlah kepadaku tentang Islam, suatu ucapan yang aku tak akan menanyakannya lagi kepada seorangpun selainmu”. Rasulullah s.a.w bersabda:

**“Katakanlah: Aku beriman kepada Allah, kemudian teguhkanlah pendirian (*istiqomah*) mu”**

Diriwayatkan oleh Muslim

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillah*, puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir yang diberi judul “Optimasi Jumlah dan Kombinasi Produk untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Metode *Fuzzy Linear Programming*” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia dan dalam rangka mengaplikasikan teori-teori yang telah diterima di bangku kuliah pada keadaan yang sebenarnya.

Penulis yakin dan sadar bahwa masih banyak dijumpai kekurangan-kekurangan pada penyusunan Tugas Akhir ini, meskipun demikian, penulis berharap semoga tugas akhir ini memberi manfaat sebagai sumbangan pemikiran bagi siapa saja yang membutuhkan, terutama bagi diri penulis khususnya dan bagi pihak-pihak yang berkecimpung dalam bidang industri pada umumnya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah menerima bantuan dan fasilitas serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Agus Mansur, ST, MEng.Sc selaku dosen pembimbing yang selama ini memberikan bimbingan dan arahan yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Irwan Setyawan, SE. selaku Humas KJUB Puspetasari.
4. Seluruh rekan-rekan Teknik Industri '99 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas kenangan dan kebersamaannya selama ini.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga amal serta kebaikan budi yang telah diberikan mendapat pahala dari Allah SWT. Amien

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Jogjakarta, Januari 2007

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sisematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1. Manajemen Produksi.....	6
2.2. Perencanaan Produksi.....	7
2.2.1. Peramalan.....	8
2.2.2. Perencanaan.....	8

2.2.3. Pengawasan.....	10
2.3. Linear Programming.....	11
2.4. Klasifikasi dan Struktur Biaya.....	22
2.5. Peramalan.....	23
2.6. Fuzzy.....	28
2.7. Fuzzy Linear Programming.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1. Obyek Penelitian.....	36
3.2. Tahapan Penelitian.....	36
3.2.1. Studi Pendahuluan.....	36
3.2.2. Studi Kepustakaan.....	37
3.2.3. Penelitian Lapangan.....	37
3.2.4. Identifikasi Data.....	37
3.3. Teknik Pengumpul Data.....	38
3.4. Pengolahan Data.....	39
3.4.1. Peramalan Permintaan.....	39
3.4.2. Analisis Biaya.....	39
3.4.3. Perumusan Model Linear Programming.....	40
3.4.4. Perumusan Model Fuzzy Linear Programming.....	41
3.4.5. Analisis Sensitivitas.....	44
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	46
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>47</b>
4.1. Pengumpulan Data.....	47



4.1.1.	Gambaran Umum Perusahaan.....	47
4.1.2.	Proses Produksi.....	50
4.1.3.	Jam Kerja Karyawan.....	52
4.1.4.	Kapasitas Mesin.....	53
4.1.5.	Bahan Baku.....	53
4.1.6.	Formulasi Konsentrat.....	54
4.1.7.	Permintaan Produksi.....	54
4.1.8.	Data Harga Bahan Baku dan Harga Jual Produk.....	55
4.2.	Pengolahan Data.....	56
4.2.1.	Biaya Produksi.....	56
4.2.2.	Kontribusi Margin.....	61
4.3.	Perumusan Model Linear Programming.....	62
4.3.1.	Variabel Linear Programming.....	62
4.3.2.	Perumusan Fungsi Tujuan.....	62
4.3.3.	Perumusan Fungsi Batasan.....	63
4.4.	Formulasi Data Akhir.....	67
4.5.	Desain Fuzzy.....	70
4.5.1.	Toleransi Perusahaan.....	70
4.5.2.	Formulasi Awal Model Fuzzy Linear Programming.....	71
4.5.3.	Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=0$ ( $\lambda=1$ ).....	72
4.5.4.	Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=1$ ( $\lambda=0$ ).....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam melakukan kegiatan produksi, KJUB Puspetasari dihadapkan pada masalah pengalokasian sumber-sumber terbatas yang tidak optimal. Perusahaan dituntut untuk dapat menggunakan sumber-sumber yang terbatas untuk menghasilkan suatu produk dengan biaya yang minimal dan memberikan keuntungan yang maksimal.

Masalah lain yang dihadapi adalah adanya adanya pengaruh yang cukup besar akibat terjadinya bencana gempa di sebagian wilayah Jawa Tengah dan Jogjakarta yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 terhadap jumlah permintaan. Dampak dari bencana gempa tersebut adalah menurunnya jumlah permintaan produk konsentrat BC-132, DC-132 dan DC-133 yang diikuti dengan penurunan keuntungan perusahaan.

Untuk periode produksi yang akan datang perusahaan berencana untuk mulai meningkatkan keuntungan melalui peningkatan volume produksi dan optimalisasi penggunaan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan. Upaya peningkatan volume produksi ini dimulai dengan penambahan volume bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Diharapkan dengan penambahan yang tidak terlalu besar pada jumlah bahan baku keuntungan perusahaan dapat meningkat.

Dari permasalahan tersebut diatas maka diperlukan adanya penelitian guna menentukan alokasi sumber daya yang optimal sehingga diharapkan akan dihasilkan volume dan jumlah produk optimal sesuai dengan kemampuan perusahaan dan perusahaan dapat meningkatkan keuntungan dengan hanya melakukan sedikit penambahan pada jumlah bahan baku yang dibutuhkan.

Karena perusahaan ingin meningkatkan keuntungan dengan menambah volume penjualan sedangkan kondisi yang dihadapi adalah ketidakpastian dalam menentukan besarnya penambahan jumlah bahan baku yang dibutuhkan, maka metode yang paling memungkinkan untuk menghasilkan solusi optimal adalah metode *Fuzzy Linear Programming*. Hal ini disebabkan karena *Fuzzy Linear Programming* memiliki jangkauan yang lebih luas dibanding dengan metode *Linear Programming* biasa.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti pada penentuan jumlah produk optimal dengan sumber daya terbatas seperti yang telah dikemukakan pada latar belakang masalah diatas adalah :

1. Berapakah jumlah produk optimal yang harus diproduksi untuk setiap jenis produk?
2. Berapakah keuntungan maksimal yang diperoleh dengan menggunakan *Fuzzy Linear Programming*?

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diperlukan adanya batasan masalah karena terlalu luasnya permasalahan agar pembahasan dapat lebih terarah dan tujuan penelitian dapat tercapai. Beberapa batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Obyek penelitian adalah KJUB (Koperasi Jasa Usaha Bersama) Puspetasari, Klaten.
2. Produk yang diteliti adalah konsentrat BC-132, konsentrat DC-132 dan konsentrat DC-133.
3. Kondisi sistem produksi seperti pengadaan bahan baku, metode dan standart kerja serta tata letak fasilitas diasumsikan berjalan dengan baik dan tidak berubah selama penelitian.
4. Perusahaan mampu memenuhi seluruh kebutuhan bahan baku dan bahan baku yang dibutuhkan tersedia di pasaran.
5. Seluruh biaya yang termasuk dalam biaya produksi dan biaya pemasaran sesuai dengan ketetapan perusahaan.
6. Pada penelitian ini permasalahan yang akan diselesaikan dengan metode fuzzy linear programming adalah memaksimalkan keuntungan sebagai fungsi tujuan dan dengan batasan bahan baku, batasan kapasitas produksi dan batasan pasar sebagai fungsi batasan.
7. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software yang mendukung.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan jumlah produk optimal yang harus diproduksi untuk setiap jenis produk.
2. Mendapatkan keuntungan maksimal dengan metode *Fuzzy Linear Programming*.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini maka manfaat yang diharapkan dapat diambil adalah :

1. Diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan dalam usaha memaksimalkan keuntungan melalui penentuan volume produksi sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh perusahaan.
2. Dengan metode *Fuzzy Linear Programming* diharapkan perusahaan dapat mengalokasikan penggunaan sumber daya yang terbatas secara optimal.
3. Peneliti dapat mengaplikasikan keilmuan teknik industri yang telah dipelajari di bangku kuliah.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

BAB I     PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah yang memuat keterangan-keterangan yang menyebabkan munculnya masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

## BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan tentang beberapa teori yang mendukung penelitian sebagai tinjauan pustaka dari penelitian yang dilakukan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang lokasi penelitian, prosedur pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data dan cara pengolahan serta analisis data.

## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan tentang uraian cara pengambilan dan pengolahan data yang berisi tentang gambaran perusahaan meliputi proses produksi, pemasaran dan data-data pendukung lainnya.

## BAB V PEMBAHASAN

Berisikan tentang pembahasan dari hasil penelitian dan pengolahan data serta kajian untuk menjawab tujuan penelitian.

## BAB VI PENUTUP

Berisikan kesimpulan yang diambil dari uraian masalah dan pemecahannya serta saran yang diharapkan dapat berguna bagi perusahaan sebagai obyek penelitian.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Manajemen Produksi

Manajemen produksi dan operasi merupakan suaha-usaha pengelolaan secara optimal tentang penggunaan sumber daya (tenaga kerja, mesin, peralatan, bahan dan sebagainya) dalam proses konversi (transformasi) menjadi berbagai produk. (Anshori, 1996).

Manajemen produksi bertujuan mengatur penggunaan resources (faktor-faktor produksi) yang ada baik yang berupa bahan, tenaga kerja, mesin-mesin dan perlengkapan, sedemikian rupa sehingga proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. (Gitosudarmo, 1988)

Pengertian efektif adalah apabila dengan *resources* yang ada dapat diperoleh hasil yang sebesar-besarnya dalam arti jumlah output yang dihasilkan bertambah besar. Hal ini dapat pula berarti produktifitas bertambah, disamping itu efektif juga berarti bahwa output yang dihasilkan memiliki mutu atau kualitas yang lebih baik. Pengertian efisien berarti bahwa proses produksi dapat berjalan dengan memakan ongkos atau biaya yang rendah dan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. (Anshori, 1996)

Bagian produksi merupakan bagian yang akan melaksanakan kegiatan untuk menciptakan kegunaan atau *utility*. Kegiatan bidang produksi terutama adalah dalam menciptakan kegunaan bentuk atau *form utility*. Disamping menciptakan kegunaan bentuk sebenarnya kegiatan produksi dapat pula

berupa kegiatan menciptakan kegunaan tempat atau *place utility*, kegunaan waktu *time utility*.

## 2.2. Perencanaan Produksi

Proses produksi merupakan interaksi antara bahan dasar, bahan-bahan pembantu, tenaga kerja dan mesin-mesin serta alat-alat perlengkapan yang dipergunakan. Dengan adanya interaksi antara faktor-faktor produksi tersebut maka akan dihasilkan output atau hasil. Pengaturan terhadap interaksi dari berbagai faktor produksi tersebut akan dapat memperbaiki tingkat efektifitas serta efisiensi dari pproses produksi. Sebaliknya apabila terjadi interaksi yang tak beraturan dan tersendat maka tentu akan dihasilkan output yang kurang baik dan kurangnya efisiensi pada proses produksi.

Pengaturan terhadap interaksi dari faktor-faktor produksi tersebut merupakan bidang pembahasan masalah perencanaan dan pengawasan produksi. Dengan adanya pengaturan terhadap proses produksi itulah maka tujuan manajemen produksi akan dapat dicapai dengan baik.

Untuk dapat mencapai tujuan manajemen produksi tersebut maka diperlukan adanya fungsi-fungsi atau tugas-tugas perencanaan dan pengendalian di bidang produksi. Pelaksanaan fungsi-fungsi tersebut berhubungan dengan pengaturan interaksi antara faktor-faktor input di dalam proses produksi maupun dalam porses pengambilan keputusan di bidang produksi.



Fungsi-fungsi atau tugas-tugas perencanaan dan pengendalian di bidang produksi yang dibutuhkan dalam usaha pencapaian tujuan manajemen produksi yaitu: *forecasting* (peramalan), *planning* (perencanaan) dan *controlling* (pengawasan/pengendalian).

### **2.2.1. Peramalan (*Forecasting*)**

Peramalan merupakan perkiraan terhadap apa yang akan terjadi di masa mendatang. Peramalan di bidang produksi tentunya berhubungan dengan peramalan terhadap permintaan (*demand forecasting*), ramalan terhadap penawaran atau *supply* bahan serta ramalan terhadap kemajuan/perkembangan teknologi.

Hasil dari peramalan tersebut akan sangat berpengaruh terhadap rencana kebijakan yang akan dilakukan sehingga diharapkan dengan adanya peramalan perusahaan akan dapat menjalankan kegiatan-kegiatan sesuai dengan apa yang akan terjadi terhadap permintaan, *supply* bahan serta teknologi.

### **2.2.2. Perencanaan (*Planning*)**

Dengan adanya peramalan maka dapat disusun rencana-rencana kegiatan untuk melakukan proses produksi sesuai dengan perkembangan situasi di masa depan.

Apabila kegiatan-kegiatan tersebut tidak sesuai dengan situasi masa depan maka dapat diprediksi perusahaan akan mengalami kerugian-kerugian atau pengurangan keuntungan.

Rencana-rencana yang harus disusun di dalam bidang produksi adalah terdiri dari tiga macam (Gitosudarmo, 1988) yaitu:

a. Perencanaan tentang Pabrik (*Factory Planning*)

*Factory Planning* atau perencanaan yang berhubungan dengan pabrik terdiri dari beberapa macam perencanaan antara lain:

1. letak pabrik
2. lay out pabrik
3. luas pabrik
4. bentuk pabrik
5. jenis mesin yang dipakai
6. lingkungan kerja

b. *Manufacturing Planning*

*Manufacturing Planning* atau perencanaan yang berhubungan dengan produksi pembuatan barang atau proses penciptaan kegunaan bentuk (*Form Utility*)

Perencanaan ini terdiri dari beberapa macam bidang yaitu:

1. route aliran proses produksi
2. metode kerja
3. alat-alat bantu yang dipakai
4. waktu yang dipakai
5. jenis dan jumlah bahan baku yang dibutuhkan
6. bagian-bagian yang harus dibeli dari perusahaan lain
7. standarisasi, spesialisasi simplifikasi dan sebagainya.

c. *Production Planning*

*Production Planning* atau perencanaan yang berhubungan dengan produksi. Perencanaan ini akan lebih banyak merencanakan masalah-masalah produksi dalam aspek software, sedangkan pada jenis perencanaan lainnya (*factory* dan *manufacturing*) banyak berhubungan dengan perencanaan produksi dalam aspek hardware atau fisik.

Adapun *Production Planning* ini terdiri dari beberapa bidang antara lain:

1. disain baru
2. metode penyediaan bahan
3. metode penyediaan barang jadi
4. pola produksi
5. penjadwalan produksi
6. pengaturan tenaga kerja dan komunikasi
7. pengendalian kualitas
8. pengendalian biaya
9. *Operation Research* dan sebagainya.

**2.2.3. Pengawasan (*Controlling*)**

Perencanaan yang telah dibuat dengan baik dan seksama tidak akan dapat berhasil apabila tidak diikuti dengan pengawasan. Bahkan perencanaan itu sendiri harus dipergunakan sebagai alat untuk mengawasi kegiatan-kegiatan. Penggunaan perencanaan dan pengawasan secara bersama inilah yang disebut pengendalian.

Pengawasan pada hakekatnya adalah pengamatan terhadap kegiatan yang dilakukan apakah telah dilaksanakan sesuai dengan rencana atau tidak. Informasi tentang terjadinya penyimpangan-penyimpangan dari rencana haruslah selalu diciptakan baik secara visual maupun non visual. Semakin cepat informasi tentang terjadinya penyimpangan akan segera dapat diketahui dan dilakukan tindakan-tindakan pencegahan selanjutnya. Hal ini sering juga disebut *follow up*.

Jadi dalam hal ini manajer harus selalu berusaha memiliki catatan-catatan atau gambaran-gambaran yang dapat dipakai sebagai alat pengukur terhadap seluruh kegiatan produksi sehingga dapat segera diketahui apabila terjadi hambatan atas kelancaran proses produksi.

### 2.3. Linear Programming

Semua organisasi harus membuat keputusan bagaimana mengalokasikan sumber-sumbernya, dan tidak ada organisasi yang beroperasi secara permanen dengan sumber yang tidak terbatas, akibatnya manajemen harus secara terus menerus mengalokasikan sumber yang langka untuk mencapai tujuan organisasi, bagaimanapun caranya. Persoalan pengalokasian ini akan muncul manakala seseorang harus memilih tingkat aktivitas-aktivitas tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya langka yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas tersebut. Tiap organisasi mencoba untuk mencapai tujuan tertentu (tabungan, anggaran, advertensi, nasabah, tersedianya bahan-bahan).

Linear programming merupakan suatu cara yang lazim digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Dalam memecahkan suatu masalah, Linear Programming menggunakan model matematis (Parkhan dan Zainal, 2000).

Linear berarti bahwa semua fungsi matematis yang disajikan dalam model ini haruslah fungsi linear, atau secara praktis dapat dikatakan bahwa persamaan tersebut bila digambarkan pada grafik akan berbentuk garis lurus. Sedangkan Programming merupakan sinonim dari perencanaan. Jadi Linear Programming (LP) mencakup perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik berdasarkan model matematis diantara alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linear.

Dalam model Linear Programming dikenal dua macam fungsi, yaitu : fungsi tujuan (objective function) dan fungsi-fungsi batasan (constraint functions). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan atau sasaran yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya sumber daya yang ada, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Sedangkan fungsi batasan merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Masalah keputusan yang sering dihadapi adalah alokasi optimum sumber daya langka atau terbatas, yang ditunjukkan sebagai maksimasi keuntungan atau minimasi biaya. Setelah masalah diidentifikasi, tujuan

atau sasaran yang ingin dicapai ditetapkan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematis yang meliputi tiga tahap berikut :

1. Menentukan variabel keputusan (unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan) dan menyatakan dalam simbol matematis.
2. membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linear dari variabel keputusan.
3. menentukan semua kendala atau batasan masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya masalah tersebut.

Dalam pembahasan model Linear programming digunakan simbol - simbol sebagai berikut :

$m$  = macam batasan - batasan sumber atau fasilitas yang tersedia.

$n$  = macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut.

$i$  = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia [  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  ]

$j$  = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia [  $j = 1, 2, \dots, n$  ]

$X_j$  = tingkat kegiatan ke  $j$  [  $j = 1, 2, \dots, n$  ]

$a_{ij}$  = banyak sumber  $i$  yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran atau output kegiatan [  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$  ]

$b_i$  = banyak sumber  $i$  yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan [  $i=1, 2, \dots, m$  ]

$Z$  = nilai yang dioptimalkan [ maksimum atau minimum ]

$C_j$  = Kenaikan nilai  $Z$  apabila ada penambahan tingkat kegiatan [  $X_j$  ]

dengan satu satuan [ unit ] atau merupakan sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan terhadap nilai  $Z$ . Keseluruhan simbol - simbol diatas selanjutnya disusun kedalam bentuk tabel standart LP seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel : Data untuk model Linear Programming

Sumber \ Kegiatan	Pemakaian Sumber per Unit Kegiatan					Kapasitas Sumber
	1	2	3	...	n	
1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1n}$	$b_1$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	...	$a_{2n}$	$b_2$
3	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	...	$a_{3n}$	$b_3$
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
.	.	.	.	...	.	.
m	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{m3}$	...	$a_{mn}$	$b_m$
Z pertambahan tiap unit tingkat kegiatan	$C_1$	$C_2$	$C_3$	...	$C_n$	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$	

Atas dasar tabel diatas kemudian dapat disusun model matematis yang digunakan untuk mengemukakan suatu permasalahan LP sebagai berikut :

**Fungsi Tujuan :**

$$\text{Maksimum (Minimum) } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (2.1)$$

**Batasan - batasan :**

$$1). a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n \quad (\leq = \geq) b_1$$

$$2). a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n \quad (\leq = \geq) b_2$$

.

.

$$m). a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n \quad (\leq = \geq) b_m \dots \dots \dots (2.2)$$

dan

$$X_1 \geq X_2 \geq \dots \dots \dots X_n \geq 0$$



Terminologi model LP dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Fungsi yang akan dimaksimumkan :

$$C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (2.3)$$

disebut fungsi tujuan [ objective function ]

2. Fungsi - fungsi batasan dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu :

- a. Fungsi batasan fungsional, yaitu fungsi - fungsi batasan sebanyak m

yaitu

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{m}X_n \dots \dots \dots (2.4)$$

- b. Fungsi batasan non negatif disebut sebagai non negatif constrains yaitu

fungsi fungsi batasan yang dinyatakan dengan  $X_j \geq 0$ .

3. Variabel - variabel  $X_j$  disebut sebagai *decision variables*.
4.  $a_{ij}$ ,  $b_i$  dan  $C_j$ , yaitu masukan - masukan konstan disebut sebagai parameter model.

Masalah - masalah LP yang dapat mengikuti model diatas antara lain :

1. Masalah minimasi yaitu fungsi tujuan yang menggambarkan upaya untuk mendapatkan biaya seminimal mungkin. Dalam hal ini, fungsi tujuan dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (2.5)$$

2. Masalah dengan fungsi batasan fungsional yang memiliki tanda matematis  $\geq$ , sehingga apabila dirumuskan terlihat sebagai berikut :

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i \dots \dots \dots (2.6)$$

3. Masalah dengan fungsi batasan fungsional yang memiliki tanda matematis  $=$ , sehingga bila dirumuskan sebagai berikut :

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n = b_i \dots \dots \dots (2.7)$$

4. Masalah tertentu, dimana fungsi batasan non negatif tidak diperlukan atau  $X_i$  tidak terbatas.

#### Asumsi-asumsi Linear Programming

1. Proportionality.

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya nilai  $Z$  dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding ( proportional ) dengan perubahan tingkat kegiatan.

2. Additivity.

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi atau dalam LP dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (  $Z$  ) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambah tanpa mempengaruhi bagian nilai  $Z$  yang diperoleh dari kegiatan lain.

3. Disibility.

Asumsi ini menyatakan bahwa keluaran ( output ) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan.

4. Deterministic ( certainty ).

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model LP (  $a$ ,  $b_j$ ,  $c_j$  ) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

## Beberapa pengertian dalam Linear Programming

### 1. Solution

Solution adalah jawaban akhir suatu masalah.

### 2. Feasible Solution

Feasible Solution adalah penyelesaian yang tidak melanggar batasan-batasan yang ada.

### 3. No Feasible Solution

No Feasible Solution berarti tidak ada daerah yang layak. Artinya apabila sifat atau letak batasan - batasan sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan terdapatnya daerah atau alternatif - alternatif yang layak.

### 4. Optimal Solution

Optimal Solution adalah penyelesaian layak yang mempunyai nilai tujuan (nilai Z dalam fungsi tujuan ) yang optimal atau terbaik (maksimum atau minimum ).

### 5. Multiple Optimal Solution

Multiple Optimal Solution berarti terdapatnya beberapa alternatif optimal dalam suatu masalah.

### 6. Boundary Equation

a. Boundary Equation terjadi apabila suatu batasan dengan tanda " $=$ ".

### 7. Corner Point Feasible Solution

Corner Point Feasible Solution adalah penyelesaian layak yang terletak pada sudut ( perpotongan ) antara dua garis.

### 8. Corner Point Infeasible Solution

Corner Point Infeasible Solution adalah titik yang terletak pada perpotongan dua garis tetapi diluar daerah yang layak.

#### 9. No Optimal Solution

Penyelesaian tidak optimal terjadi apabila suatu masalah tidak mempunyai jawaban atau penyelesaian optimal. Hal ini di sebabkan oleh faktor - faktor sebagai berikut :

- b. Tidak ada penyelesaian layak.
- c. Ada batasan yang tidak membatasi besar nilai Z.

#### **Ketentuan-ketentuan atau sifat Linear Programming**

##### **Ketentuan 1:**

- a. Kalau hanya ada satu penyelesaian optimal, berupa Corner Point Feasible Solution.
- b. Kalau Multiple Solution maka terdapat lebih dari dua titik optimal yang terletak pada garis yang menghubungkan dua Corner Solution.

##### **Ketentuan 2:**

Corner Point Feasible Solution jumlahnya terbatas.

##### **Ketentuan 3:**

Kalau Corner Point Feasible Solution lebih baik dari dua Corner Point Feasible Solution yang terdekat, maka titik itu merupakan titik optimal atau terbaik diantara semua Corner Point Feasible Solution.

## Beberapa Metode Penyelesaian Linear Programming

### 1. Metode Grafis

Metode ini digunakan apabila variable model LP yang ada tidak melebihi dua variable atau yang berdimensi  $2 \times n$  atau  $m \times 2$

### 2. Metode Simpleks

Apabila suatu masalah LP melibatkan lebih dari dua kegiatan maka metode grafik tidak dapat digunakan dalam menentukan kombinasi optimal, untuk itu digunakan metode simplek.

### Analisis Sensitivitas

Analisis Sensitivitas bertujuan untuk menghindari perhitungan-perhitungan ulang, bila terjadi perubahan satu atau beberapa koefisien model LP pada saat penyelesaian optimal telah tercapai.

Pada dasarnya perubahan-perubahan yang mungkin terjadi setelah tercapainya penyelesaian optimal terdiri dari beberapa macam, yakni :

1. Keterbatasan kapasitas sumber (nilai kanan fungsi-fungsi batasan).
2. Koefisien-koefisien fungsi tujuan.
3. Koefisien-koefisien teknis fungsi-fungsi batasan tertentu koefisien-koefisien menunjukkan beberapa bagian kapasitas sumber yang dikonsumsi oleh satu satuan kegiatan.
4. Penambahan variable-variable baru.
5. Penambahan batasan baru.

Secara umum, perubahan-perubahan tersebut diatas akan menimbulkan akibat antara lain :

1. Penyelesaian optimal tidak berubah, artinya baik variable-variable dasar maupun nilai-nilainya tidak mengalami perubahan.
2. Variable-variable dasar mengalami perubahan, tetapi nilai-nilainya tidak berubah.
3. Penyelesaian optimal sama sekali tidak berubah.
4. Tujuan dan segenap keterbatasannya harus dapat dinyatakan sebagai persamaan atau ketidaksamaan matematika dan harus ada kesamaan atau ketidaksamaan linear.

Pada dasarnya, metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan masalah linear programming ditunjukkan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum.

Ada dua cara yang bisa digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan linear programming dengan cara grafis dan metode simpleks. Cara grafis dapat digunakan bila ada persoalan linear programming yang akan diselesaikan memiliki dua buah variabel. Walaupun demikian, cara ini telah memberikan satu petunjuk penting bahwa untuk memecahkan persoalan-persoalan linear programming, kita hanya perlu memperhatikan titik ekstrim (titik terjauh) pada ruang solusi atau daerah fisibel. Petunjuk ini telah menjadi kunci dalam mengembangkan metode simpleks.

Metode simpleks merupakan teknik yang paling berhasil dikembangkan untuk menghasilkan /memecahkan persoalan linear programming yang mempunyai jumlah variabel keputusan dan pembatas yang besar. Algoritma simpleks ini diterangkan dengan menggunakan logika secara aljabar matriks, sedemikian rupa sehingga operasi perhitungan dapat dibuat lebih efisien.

#### 2.4. Klasifikasi dan Struktur Biaya

Untuk menyusun anggaran dan pengendalian biaya secara baik perlu dibedakan antara jumlah biaya yang tetap (*fixed*) dan yang tidak tetap (*variable*). Pada umumnya kebanyakan biaya dengan mudah dapat digolongkan pada salah satu kategori tersebut, namun ada beberapa biaya umum pabrik (*factory overhead*) yang dapat digolongkan sebagai biaya semi variabel dan perlu diteliti dengan seksama untuk menentukan hubungannya dengan perubahan dalam volume produksi. (Polimeni dan James, 1985).

Biaya-biaya tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

##### 1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*).

Total biaya dalam kelompok ini tetap tidak berubah sekalipun volume dan aktifitasnya berfluktuasi dengan kata lain adalah biaya yang tidak tergantung pada tingkat output. Biaya tetap per unit berubah menurut perubahan volume seperti pada biaya depresiasi gedung pabrik, pajak bumi dan bangunan serta asuransi pabrik.

##### 2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Jumlah biaya jenis ini berubah-ubah sebanding dengan perubahan volume dan kegiatan. Biaya per unit relatif sama dengan perubahan pada volume

atau kegiatannya. Bahan dan upah langsung dianggap sebagai biaya variabel. Dalam kategori ini termasuk biaya keperluan pabrik seperti bahan baku dan bahan pendukung.

### 3. Biaya Semivariabel (*Semivariable Cost*).

Biaya ini memang berubah-ubah, namun tidak secara proporsional dengan perubahan volume atau kegiatan seperti biaya tenaga kerja yang mungkin tetap tidak berubah sampai pada suatu jumlah karyawan produksi. Namun dengan meningkatnya volume produksi maka diperlukan penambahan jumlah pekerja pabrik dan penambahan ini akan menyebabkan peningkatan biaya upah.

Biaya produksi (*production cost*) dibagi menjadi dua kategori yaitu biaya manufaktur dan biaya umum. Biaya manufaktur adalah keseluruhan biaya yang berkaitan dengan operasional manufaktur atau prasarana fisik. Yang termasuk kedalam biaya manufaktur adalah biaya produksi langsung, komponen *fixed charge*, dan biaya overhead pabrik. Yang termasuk kedalam biaya umum antara lain adalah biaya administrasi, biaya pemasaran, biaya penelitian dan pengembangan.

## 2.5. Peramalan (*Forecasting*)

Aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan atau penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat sesuai dengan permintaan pasar.



Lebih jauh dapat dikatakan bahwa fungsi peramalan adalah sebagai suatu dasar bagi perencanaan, seperti dasar bagi perencanaan kapasitas, anggaran, perencanaan produksi dan inventori dan lain sebagainya.

Kebutuhan akan peramalan meningkat seiring dengan usaha pihak manajemen untuk mengurangi ketidakpastian atau resiko bisnis dalam lingkungan yang semakin kompleks dan dinamis (selalu berubah-ubah).

**Prinsip Peramalan yang perlu dipertimbangkan :**

1. Secara umum, teknik peramalan berasumsi bahwa sesuatu yang berlandaskan pada sebab yang sama yang terjadi di masa yang lalu, akan berlanjut pada masa yang akan datang.
2. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkannya.
3. Peramalan untuk famili produk lebih akurat daripada peramalan untuk produk individu.
4. Peramalan jangka pendek mengandung ketidakpastian yang lebih sedikit (lebih akurat) daripada peramalan jangka panjang, karena dalam jangka pendek, kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat.
5. Peramalan sebaiknya menggunakan tolok ukur kesalahan peramalan
6. Jika dimungkinkan, hitung peramalan daripada meramal permintaan.

## Pendekatan Peramalan

Pada dasarnya pendekatan peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua pendekatan, yaitu: pendekatan/teknik kualitatif dan pendekatan/teknik kuantitatif.

- *Pendekatan kualitatif*

Pendekatan kualitatif bersifat subjektif dimana peramalan dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman dan prediksi peramal (forecaster), pengambil keputusan atau para ahli. Pendekatan ini digunakan pada saat tidak tersedia sedikitpun data historis. Yang termasuk pendekatan kualitatif antara lain market research, consumer surveys, delphi method, sales force composite, executive opinions, historical analogy, panel consensus.

- *Pendekatan kuantitatif*

Pendekatan kuantitatif meliputi metode deret berkala (time series) dan metode kausal.

Metode deret berkala melakukan prediksi masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Tujuan peramalan deret berkala ini adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengekstrapolasikannya untuk masa yang akan datang.

Metode kausal mengasumsikan faktor yang diramal memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel independent. Tujuan metode kausal ini adalah untuk menentukan hubungan antar faktor dan

menggunakan hubungan tersebut untuk meramal nilai-nilai variabel dependent.

Pendekatan kuantitatif dapat diterapkan dengan syarat:

- a. Tersedia informasi masa lalu
- b. Informasi masa lalu tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik
- c. Diasumsikan pola data masa lalu akan berlaku sama untuk masa yang akan datang.

Dalam prakteknya, kombinasi dari kedua pendekatan tersebut biasanya lebih efektif karena pada dasarnya peramalan itu merupakan suatu seni dan science.

#### **Horizon waktu peramalan (Forecasting Time Horizons)**

Peramalan biasanya juga diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu peramalan, yaitu sebagai berikut:

1. *Short-range forecast*. Peramalan ini mempunyai jangka waktu harian, mingguan atau bulanan yang biasanya berjangka waktu sampai 3 bulan. Contoh peramalan jangka pendek antara lain perencanaan pembelian (planning purchasing), job scheduling, production levels, job assignments, work force levels.
2. *Medium/Intermediate-range forecast*. Jangka waktu peramalan berkisar antara 3 bulan sampai 3 tahun. Peramalan ini berguna untuk perencanaan

penjualan (sales planning), perencanaan produksi dan anggaran (aggregat planning and budgeting), dsb.

3. *Long-range forecast*. Jangka waktu peramalan lebih dari 3 tahun. Peramalan jangka panjang digunakan dalam perencanaan produk baru, ekspansi, analisis fasilitas dan research & development.

### **Karakteristik Peramalan yang Baik**

Sebuah peramalan yang baik harus mengandung unsur SMART, yaitu:

1. Simple to understand and use
2. Meaningful units
3. Accurate
4. Reliable (consistenly)
5. Timely

### **Langkah-langkah dalam Proses Peramalan**

1. Menentukan tujuan dari peramalan
2. Menentukan item independent demand yang akan diramalkan
3. Menentukan horizon waktu dari peramalan
4. Pengumpulan data dan analisa data
5. Memilih metode peramalan yang sesuai dengan plot data
6. Validasi hasil peramalan (Akurasi peramalan)
7. Pemantauan keandalan (reliability) hasil peramalan (kontrol peramalan)

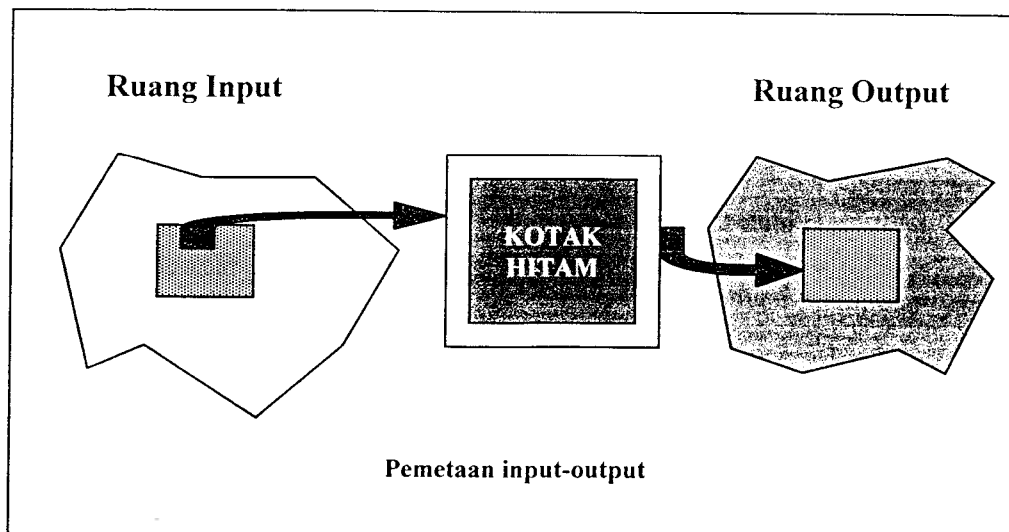
## 2.6. Fuzzy

Dalam kehidupan sehari-hari ada kalanya kita tidak dapat memutuskan sesuatu masalah dengan jawaban sederhana yaitu “Ya” atau “Tidak”. Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinyu antara 0 sampai 1. Himpunan ini disebut dengan Himpunan Kabur (*Fuzzy Set*) (Kusumadewi dan Hari, 2004)

Selama beberapa dekade, himpunan fuzzy dan hubungannya dengan logika fuzzy telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang cukup luas. Lingkup ini antara lain mencakup kendali proses, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan pengambilan keputusan, riset operasi, ekonomi dan lain-lain. Sejak tahun 1985, terjadi perkembangan yang sangat pesat pada logika fuzzy tersebut terutama dalam hubungannya dengan penyelesaian masalah kendali, terutama yang bersifat non-linear, *ill-defined*, *time-varying* dan situasi-situasi yang sangat kompleks. (Kusumadewi, 2002).

Logika fuzzy dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika fuzzy modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika fuzzy itu sendiri sudah ada sejak lama.

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Dalam bentuk grafis pemetaan input-output dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Pemetaan input-output

Antara input dan output terdapat satu kotak hitam yang harus memetakan input ke output yang sesuai. Selama ini, ada beberapa cara yang mampu berkerja pada kotak hitam tersebut, antara lain:

1. sistem fuzzy;
2. sistem linear;
3. sistem pakar;
4. jaringan syaraf;
5. persamaan differensial;
6. tabel interpolasi multi-dimensi;
7. dan lain-lain.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, (Kusumadewi, 2002) antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.

2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika Fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

### 2.7. Fuzzy Linear Programming

Salah satu contoh model linear programming klasik, adalah :

Maksimumkan :

$$f(x) = c^T x$$

dengan batasan :

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0 \dots \dots \dots (2.8)$$

dengan  $c, x \in \mathbb{R}^n, b \in \mathbb{R}^m, A \in \mathbb{R}^{m \times n}$

atau

Minimumkan :

$$f(x) = c^T x$$

dengan batasan :

$$\begin{aligned} Ax &\geq b \\ x &\geq 0 \dots \dots \dots (2.9) \end{aligned}$$

dengan  $c, x \in \mathbb{R}^n, b \in \mathbb{R}^m, A \in \mathbb{R}^{m \times n}$

A, b dan c adalah bilangan-bilangan crisp, tanda  $\leq$  pada kasus maksimasi dan tanda  $\geq$  pada kasus minimasi juga bermakna crisp, demikian juga perintah “maksimumkan” atau “minimumkan” merupakan bentuk imperatif tegas.

Jika diasumsikan bahwa keputusan linear programming akan dibuat pada lingkungan fuzzy, maka bentuk (2.8) dan (2.9) akan mengalami sedikit perubahan, yaitu :

1. Bentuk imperatif pada fungsi obyektif tidak lagi benar-benar “maksimum” atau “minimum”, karena adanya beberapa hal yang perlu mendapat pertimbangan dalam suatu sistem.
2. Tanda  $\leq$  (pada batasan) dalam kasus maksimasi dan tanda  $\geq$  (pada batasan) dalam kasus minimasi tidak lagi bermakna crisp secara matematis, namun sedikit mengalami pelanggaran makna. Hal ini juga disebabkan karena adanya beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam suatu sistem yang mengakibatkan batasan tidak dapat didekati secara tegas.

Pada fuzzy linear programming, akan dicari suatu nilai z yang merupakan fungsi obyektif yang dioptimalkan sedemikian hingga tunduk pada batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan fuzzy.



Sehingga untuk kasus maksimasi (2.8) akan diperoleh :

Tentukan x sedemikian hingga :

$$\begin{aligned} c^T x &\underset{fuzzy}{\geq} z \\ Ax &\underset{fuzzy}{\leq} b \\ x &\geq 0 \dots \dots \dots (2.10) \end{aligned}$$

dengan tanda ' $\underset{fuzzy}{\leq}$ ' merupakan bentuk fuzzy dari ' $\leq$ ' yang menginterpretasikan 'pada dasarnya kurang dari atau sama dengan'. Demikian pula, tanda ' $\underset{fuzzy}{\geq}$ ' merupakan bentuk fuzzy dari ' $\geq$ ' yang menginterpretasikan 'pada dasarnya lebih dari atau sama dengan'.

Untuk kasus minimasi (2.9) akan diperoleh :

Tentukan x sedemikian hingga :

$$\begin{aligned} c^T x &\underset{fuzzy}{\leq} z \\ Ax &\underset{fuzzy}{\geq} b \\ x &\geq 0 \dots \dots \dots (2.11) \end{aligned}$$

kedua bentuk (2.10) dan (2.11) dapat dibawa ke suatu bentuk (2.12), yaitu :

Tentukan x sedemikian hingga :

$$\begin{aligned} Bx &\underset{fuzzy}{\leq} d \\ x &\geq 0 \dots \dots \dots (2.12) \end{aligned}$$

dengan :

$$B = \begin{pmatrix} -c \\ A \end{pmatrix}; \quad \text{dan}$$

$$d = \begin{pmatrix} -z \\ b \end{pmatrix}; \quad \text{untuk kasus maksimasi}$$

atau

$$B = \begin{pmatrix} c \\ -A \end{pmatrix}; \quad \text{dan}$$

$$d = \begin{pmatrix} z \\ -b \end{pmatrix}; \quad \text{untuk kasus minimasi}$$

Tiap-tiap baris/batasan (0,1,2, ..., m) akan direpresentasikan dengan sebuah himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan pada himpunan ke-i adalah  $\mu_i [B_i x]$ .

Fungsi keanggotaan untuk model 'keputusan' himpunan fuzzy dapat dinyatakan sebagai :

$$\mu_D [x] = \min_i \{ \mu_i [B_i x] \} \dots \dots \dots (2.13)$$

Tentu saja diharapkan, kita akan mendapatkan solusi terbaik, yaitu suatu solusi dengan nilai keanggotaan yang paling besar, dengan demikian solusi sebenarnya adalah :

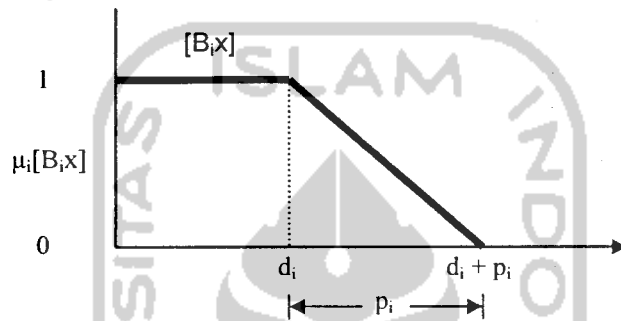
$$\max_{x \geq 0} \mu_D [Bx] = \max_{x \geq 0} \min_i \{ \mu_i [B_i x] \} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dari sini terlihat bahwa  $\mu_i [B_i x] = 0$  jika batasan ke-i benar-benar dilanggar. Sebaliknya,  $\mu_i [B_i x] = 1$  jika batasan ke-i benar-benar dipatuhi (sama halnya dengan batasan bernilai tegas). Nilai  $\mu_i [Bx]$  akan naik secara monoton pada selang [0,1], yaitu :

$$\mu_i[B_i x] = \begin{cases} 1; & \text{jika } B_i x \leq d_i \\ \in [0,1]; & \text{jika } d_i < B_i x \leq d_i + p_i \\ 0; & \text{jika } B_i x > d_i + p_i \end{cases} \dots\dots\dots(2.15)$$

$i = 0,1,2, \dots, m$

Gambar 2.1 menunjukkan fungsi keanggotaan tersebut.



**Gambar 2.1 Fungsi keanggotaan**

$$\mu_i[x] = \begin{cases} 1; & \text{jika } B_i x \leq d_i \\ 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} & \text{jika } d_i < B_i x \leq d_i + p_i \\ 0; & \text{jika } B_i x > d_i + p_i \end{cases} \dots\dots\dots(2.16)$$

$i = 0,1,2, \dots, m$

dengan  $p_i$  adalah toleransi interval yang diperbolehkan untuk melakukan pelanggaran baik pada fungsi obyektif maupun batasan. Dengan mensubstitusikan (2.16) ke (2.14) akan diperoleh :

$$\max_{x \geq 0} \mu_D[Bx] = \max_{x \geq 0} \min_i \left\{ 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} \right\} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dari Gambar 2.1, dapat dilihat bahwa, semakin besar nilai domain, akan memiliki nilai keanggotaan yang cenderung semakin kecil. Sehingga untuk mencari nilai  $\lambda$ -cut dapat dihitung sebagai  $\lambda=1-t$ , dengan :

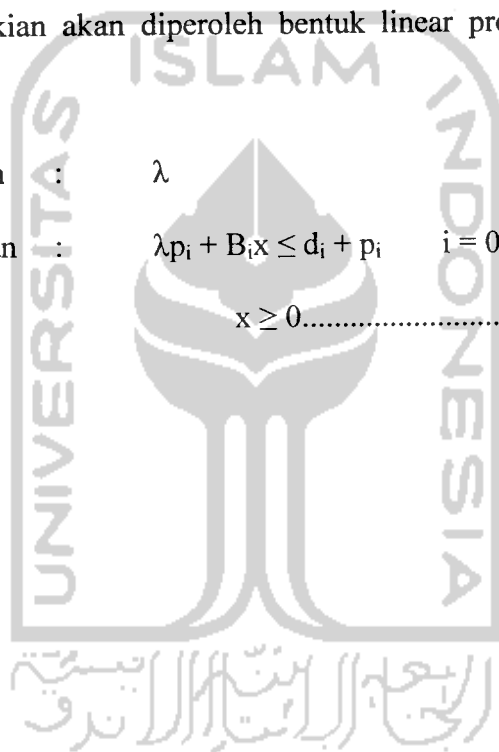
$$d_i + tp_i = \text{ruas kanan batasan ke-}i \dots \dots \dots (2.18)$$

Dengan demikian akan diperoleh bentuk linear programming baru sebagai berikut :

Maksimumkan :  $\lambda$

Dengan batasan :  $\lambda p_i + B_i x \leq d_i + p_i \quad i = 0, 1, \dots, m$

$x \geq 0 \dots \dots \dots (2.19)$



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Obyek Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di KJUB Puspetasari yang beralamat di Jalan Stasiun No. 1 Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Adapun bagian yang diteliti adalah pada bagian produksi. KJUB Puspetasari memproduksi produk pakan ternak berupa konsentrat pakan sapi yang terdiri dari 3 jenis produk yaitu:

1. BC 132 untuk sapi potong (Beef cattle / Fattening)
2. DC 132 untuk sapi perah (Dairy cattle)
3. DC 133 untuk sapi perah (Dairy cattle)

#### **3.2. Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan penelitian yang didalamnya terdapat langkah-langkah yang saling berurutan dan terdapat metode yang akan dipergunakan dalam penelitian. Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **3.2.1. Studi Pendahuluan**

Studi pendahuluan dilakukan guna mengetahui kondisi serta permasalahan yang ada pada obyek yang akan dipergunakan sebagai bahan penelitian guna mencari solusi dari kondisi permasalahan tersebut.

### 3.2.2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan guna mendapatkan gambaran mengenai teori-teori dan konsep-konsep mendasar tentang permasalahan dalam penelitian. Studi kepustakaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengertian Manajemen Produksi
2. Pengertian Perencanaan Produksi
3. *Linear Programming* dan Pemecahannya
4. Klasifikasi dan Struktur Biaya Produksi
5. Peramalan
6. Desain sistem *Fuzzy* dan *Fuzzy Linear Programming*

### 3.2.3. Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan bertujuan untuk memperoleh data dan informasi yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang diteliti dengan melakukan pengamatan langsung pada obyek penelitian.

### 3.2.4. Identifikasi Data

Data yang diperlukan adalah data-data yang bersifat kuantitatif yang akan dipergunakan dalam perhitungan dan analisis. Berdasarkan sumbernya data yang diperoleh dibagi menjadi dua yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data hasil pengamatan langsung pada obyek saat dilakukan penelitian dilapangan. Data primer tersebut adalah:

- a. Data proses produksi
- b. Data kapasitas dan komposisi sumber daya

- c. Data volume penjualan
  - d. Data biaya produksi dan harga jual produk
2. Data Skunder

Berupa data yang diperoleh secara tidak langsung dan diperoleh dari literatur.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini maka metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

1. Interview

Dilakukan dengan tanya jawab langsung kepada pihak yang berhubungan dengan obyek penelitian.

2. Observasi

Dilakukan dengan mengamati secara langsung obyek yang akan diteliti untuk mendapatkan data yang diperlukan.

3. Dokumentasi

Menggali dan mengumpulkan data-data historis dari obyek yang akan diteliti, dapat berupa data-data laporan serta catatan pembukuan perusahaan atau data-data lain yang berkaitan dengan penelitian sebagai pelengkap analisa data.

### 3.4. Pengolahan Data

Tahap-tahap yang dilakukan dalam pengolahan data ini adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1. Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan dilakukan untuk meramalkan jumlah permintaan dan pendapatan untuk periode yang akan datang berdasarkan data permintaan pada periode sebelumnya. Pengolahan data peramalan dilakukan dengan menggunakan software WinQSB. Metode peramalan dipilih berdasarkan kesesuaiannya dengan plot data kemudian dilakukan perbandingan kesalahan berdasarkan nilai MSE (*Mean Square Error*) terkecil. Langkah-langkah dalam peramalan adalah sebagai berikut:

1. pengumpulan data permintaan masa lalu
2. membuat plot set dari data yang telah dikumpulkan
3. pemilihan teknik peramalan sesuai dengan plot data
4. pengolahan data dengan software WinQSB.

#### 3.4.2. Analisis Biaya

Analisis biaya dimaksudkan untuk mencari berapa besar kontribusi margin masing-masing jenis produk. Data-data yang dibutuhkan adalah data mengenai biaya, seperti biaya bahan baku, tenaga kerja dan overhead pabrik. Data tersebut dipisahkan antara biaya tetap dan variabel.

Dari analisis biaya ini dapat diketahui besarnya harga pokok produksi untuk tiap unit produk, dimana besarnya harga pokok produksi tersebut dapat



digunakan untuk mengetahui besarnya kontribusi margin persatuan produk. Kontribusi margin dapat dicari dari harga jual perunit dikurangi besarnya biaya variabel.

### 3.4.3. Perumusan Model *Linear Programming*

#### a. Penentuan Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam menentukan jumlah produksi yang optimal dari tiap-tiap jenis produk adalah untuk memaksimalkan keuntungan, yaitu laba yang diperoleh dikurangi biaya-biaya yang dikeluarkan.

Dengan demikian fungsi tujuan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Maksimum } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

$Z$  = Fungsi tujuan, yaitu maksimasi keuntungan.

$C_n$  = Koefisien variabel keputusan, yaitu kontribusi margin dari setiap jenis produk.

$X_n$  = Variabel keputusan, banyaknya jumlah dari jenis produk yang diproduksi.

#### b. Penentuan Fungsi Batasan

Menentukan faktor-faktor yang membatasi sumber daya-sumber daya yang harus dialokasikan secara tepat kedalam berbagai kegiatan. Kemudian diformulasikan kedalam fungsi batasan dengan model sebagai berikut:

$$1). a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n \quad (\leq = \geq) b_1$$

$$2). a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n \quad (\leq = \geq) b_2$$

.

.

$$m). a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n \quad (\leq = \geq) b_m \dots (3.2)$$

dan

$$X_1 \geq X_2 \geq \dots \dots \dots X_n \geq 0$$

Dimana:

m = Jenis batasan sumber daya atau fasilitas yang tersedia

n = Jenis kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut

X = Variabel keputusan

$a_i$  = Banyaknya sumber ke-i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output)

$b_i$  = Banyaknya sumber daya atau fasilitas yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kerja.

#### 3.4.4. Perumusan Model *Fuzzy Linear Programming*

##### a. Penentuan Variabel Penelitian

Terdapat 2 buah variabel penelitian, variabel penelitian tersebut yaitu:

##### 1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan suatu faktor yang digunakan dalam usaha untuk memastikan hubungan antara pengaruh dari suatu

variabel terhadap suatu gejala. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah output yang akan dihasilkan.

## 2. Variabel tak bebas (*Dependent Variable*)

Variabel tak bebas merupakan satu faktor yang muncul, menghilang dan berubah-ubah pada saat dilakukan pemindahan, penghilangan maupun perubahan pada *dependent variable*. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah variabel *input* yang berupa fungsi-fungsi batasan dalam formulasi masalah *linear programming*.

### b. Penentuan Fungsi Tujuan

Terdapat 2 jenis fungsi tujuan yang ingin dicapai, fungsi tujuan tersebut adalah:

#### 1. Fungsi tujuan minimum ( $z^0$ )

Fungsi tujuan minimum diperoleh dari fungsi tujuan pada semua fungsi batasan minimum.

#### 2. Fungsi tujuan maksimum ( $z^1$ )

Fungsi tujuan maksimum diperoleh dari fungsi tujuan jika fungsi batasan dinaikkan secara maksimum.

Fungsi tujuan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \geq z^1 - (z^1 - z^0)(t) \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

Z = Fungsi tujuan yang hendak dicapai, yaitu memaksimalkan keuntungan.

- $c_1$  = Konstanta variabel keputusan, yaitu kontribusi margin dari setiap jenis produk per unitnya.
- $x_1$  = Variabel keputusan, banyaknya  $x$  buah dari jenis konsentrat yang diproduksi.
- $z^1$  = Harga maksimum dari kendala maksimum
- $z^0$  = Harga minimum dari kendala minimum
- $t$  = Faktor pengali kemiringan (*slope*)

c. Penentuan Fungsi Batasan

Fungsi batasan yang ada dapat digolongkan pada 3 jenis:

1. Fungsi batasan bahan baku dan bahan penolong yang tersedia. Pengalokasian sumber bahan baku dan bahan penolong harus didibangi dengan kapasitas bahan baku dan bahan penolong yang tersedia.
2. Fungsi batasan jam tenaga kerja. Jam normal tenaga kerja per harinya untuk seluruh stasiun kerja adalah sebesar 8 jam kerja. Penambahan kapasitas jam kerja tidak diijinkan oleh perusahaan
3. Fungsi batasan pasar. Batasan pasar merupakan besarnya permintaan pasar pada periode yang akan datang terhadap produk yang ditawarkan. Besarnya permintaan pasar tersebut merupakan taksiran yang didasarkan pada hasil peramalan dari periode sebelumnya.

Fungsi batasan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$g_i(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \leq b_i + p_i(t); i = 1,2,\dots,m \dots\dots\dots(3.4)$$

kemudian mengoptimalkan  $t$  dengan mengubah fungsi tujuan maupun fungsi batasan kedalam bentuk:

$\max \lambda$

$$\lambda p_i + [Bx]_i \leq b_i + p_i; i = 1,2,\dots,m \dots\dots\dots(3.5)$$

d. Penyelesaian akhir dengan metode dua fase

Setelah fungsi tujuan dan fungsi batasan diubah kedalam bentuk persamaan baru, maka penyelesaian dari persamaan baru tersebut adalah dengan metode dua fase.

### 3.4.5. Analisis Sensitifitas

Setelah tabel optimum didapat kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui bagaimana solusi optimal akan berubah sehubungan dengan perubahan nilai input.

Perubahan yang mungkin dihadapi pada analisis sensitifitas adalah:

a. Perubahan koefisien fungsi tujuan

Perubahan koefisien fungsi tujuan dapat terjadi karena perubahan keuntungan atau ongkos suatu kegiatan.

b. Perubahan konstanta ruas kanan

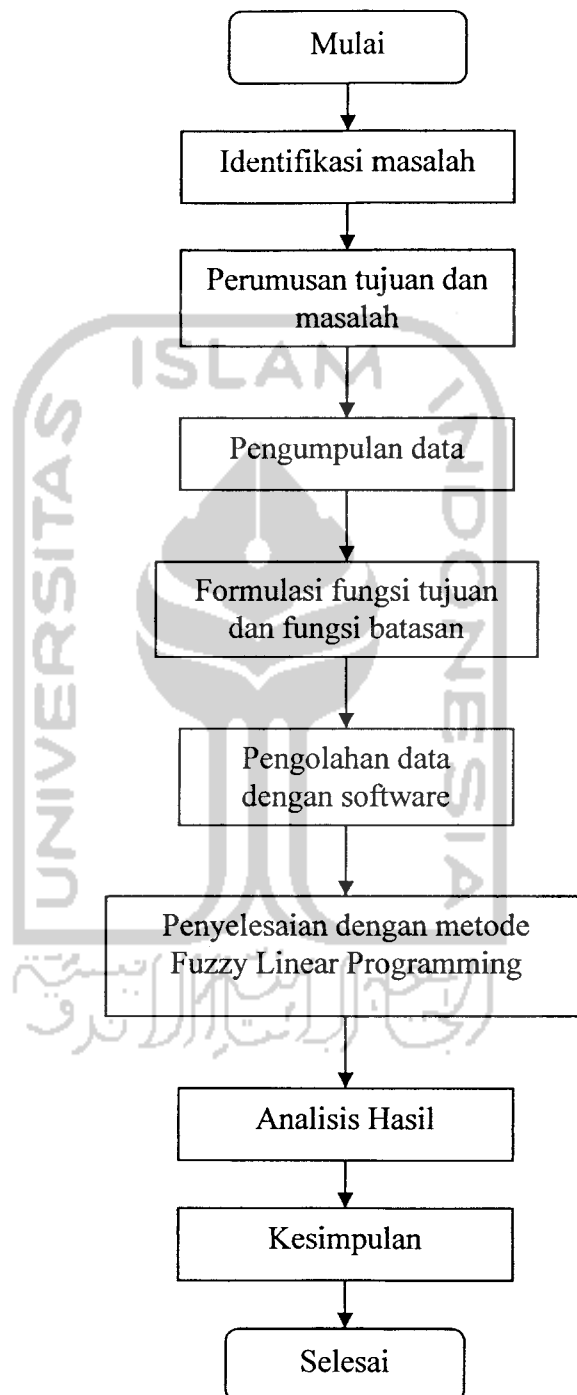
Perubahan konstanta ruas kanan dapat terjadi karena adanya perubahan pada kapasitas sumber daya yang dapat digunakan.

c. Perubahan fungsi batasan

Perubahan fungsi batasan dapat terjadi karena adanya penambahan batasan baru dan penambahan variabel baru.



### 3.5. Diagram Alir Penelitian



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pengumpulan Data

##### 4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan

Koperasi Jasa Usaha Bersama (KJUB) Puspetasari merupakan lembaga yang berakar dan dikembangkan oleh masyarakat pedesaan di wilayah Klaten. KJUB Puspetasari didirikan pada tanggal 23 April 1979 yang ditandai dengan penandatanganan perjanjian kerjasama yang bersifat *Government to Government Project* dengan Amerika Serikat. Pihak Indonesia diwakili oleh Departemen Perdagangan dan Koperasi dan pihak Amerika diwakili oleh *Cooperative League of The United States of America* (CLUSA).

Pada saat didirikan, status KJUB Puspetasari adalah sebagai *Pilot Project* dalam rangka pengembangan KUD. Status *Pilot Project* PUSPETA adalah sebagai *Project Management Unit* yang berfungsi sebagai lembaga pelatihan dan *research* dalam usaha untuk memperbaiki kemampuan KUD dan para anggotanya.

Untuk menindaklanjuti *Project Management Unit* (PMU) Puspetasari maka pada tahun 1984 dibentuk Pusat Pelayanan Koperasi (PPK) Puspeta. Tugas pokoknya adalah membina serta mendewasakan kehidupan KUD atau Koperasi Primer di Kabupaten Klaten. Pada awal berdiri, usaha yang dijalankan adalah pusdiklat di bidang peternakan dan perikanan, distribusi pupuk dan suplai pakan ternak.



Pada tahun 1988 proyek kerjasama Puspeta berakhir masa kerjanya. Akan tetapi karena merasa bahwa Proyek Puspeta telah mempunyai aset, memiliki dan menghidupi sejumlah tenaga kerja serta sedikit banyak telah mulai menjalankan kegiatan usaha yang menguntungkan bagi para anggota KUD, maka sebanyak 7 koperasi primer di kabupaten Klaten bergabung dan mengajukan permohonan kepada Kanwil Departemen Koperasi Jawa Tengah agar proyek puspeta yang telah terhenti dilanjutkan kembali dalam wadah yang mandiri dan berbentuk koperasi.

Maka pada tanggal 30 November 1988 proyek kerjasama Puspeta yang telah selesai dilanjutkan kembali sebagai badan usaha mandiri berbentuk Koperasi Sekunder dengan nama Koperasi Jasa Usaha Bersama (KJUB) Puspetasari dengan nomor badan hukum 11080/BH/VI/1998. Sehingga setelah KJUB Puspetasari berdiri *Project Management Unit* Puspeta secara resmi digantikan oleh Koperasi Jasa Usha Bersama Puspetasari. Sejak itu pula KJUB Puspetasari harus melaksanakan kegiatan-kegiatan usaha yang mandiri dan independen terlepas dari asistensi pemerintah maupun CLUSA.

KJUB Puspetasari memiliki beberapa bidang usaha yang sampai saat ini masih berjalan dan terus dikembangkan. Bidang usaha yang dimiliki KJUB Puspetasari adalah:

1. Industri kayu

Bidang usaha industri kayu yang dimiliki oleh KJUB Puspeta adalah industri kayu mahoni dan industri kayu jati serta industri meubel yang berorientasi pada pasar ekspor.

## 2. Peternakan dan pertanian

Bidang usaha peternakan dan pertanian meliputi Pabrik Makanan Ternak (PMT) Nutrifeed I di Klaten, Pabrik Makanan Ternak Nutrifeed II di Magetan Jawa Timur dengan wilayah pemasaran Jawa Timur dan Pabrik Makanan Ternak Nutrifeed III di Subang, Jawa Barat. Selain Pabrik Makanan Ternak KJUB Puspetasari juga memiliki divisi Multifarm yang bergerak dalam usaha peternakan sapi potong, sapi perah, ayam potong, pupuk organik dan usaha jasa *Milk Cooling Unit* (MCU).

## 3. Perdagangan dan Jasa

Usaha dalam bidang perdagangan dan jasa meliputi divisi WEPE dengan usaha toko atau mini market, wartel, jasa timbang mobil barang, retailer dan perdagangan umum, unit simpan pinjam, kantor hukum (jasa konsultasi hukum dan pengacara serta jasa penagihan hutang) serta Koperasi Jasa Kesehatan "Husada Mandiri".

## 4. Sektor Agribisnis

Unit usaha yang dilakukan pada sektor agribisnis meliputi ekspor lada hitam dan ekspor panili ke Amerika. Unit usaha ini merupakan hasil kerjasama dengan PT Cooperative Business International (CBI).

PMT KJUB Puspetasari Klaten terletak di dukuh Mondokan, desa Klepu, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten. Tepatnya 800 m kearah selatan simpang tiga Besole dari jalan raya Solo – Jogja, PO. Box 166 Klaten. Luas areal koperasi adalah 23.707 m<sup>2</sup>. Lokasi bangunan PMT sekitar 8.040 m<sup>2</sup>,

sisanya adalah bangunan mushola, lapangan olah raga, tempat parkir dan fasilitas lainnya.

#### 4.1.2. Proses Produksi

Produk pakan ternak yang dihasilkan oleh KJUB Puspetasari terdiri dari 3 jenis produk, yaitu konsentrat BC 132 untuk sapi potong, konsentrat DC 132 untuk sapi perah dengan produksi susu kurang dari 15 liter/hari dan konsentrat DC 133 untuk sapi perah dengan produksi susu 15-20 liter/hari. Tahapan proses produksi untuk ketiga jenis produk konsentrat tersebut adalah sama, perbedaan hanya pada komposisi bahan baku yang digunakan. Proses pembuatan produk konsentrat tersebut terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

##### 1. Pembuatan Slaz

Slaz merupakan komponen konsentrat yang bahan bakunya terdiri dari garam, limestone, urea dan zeolit. Slaz adalah sumber mineral dari konsentrat. Proses pembuatan slaz dilakukan secara manual dengan alat bantu skop dan cangkul. Pencampuran diawali dengan meletakkan bahan baku dengan volume terbesar di bagian dasar untuk kemudian ditutup dengan bahan lain yang memiliki volume yang lebih sedikit kemudian dilakukan proses pencampuran. Pada pembuatan konsentrat, proses pencampuran slaz dilakukan pada saat akan melakukan proses penggilingan.

## 2. Pembuatan Golden-Pro

Golden-Pro adalah bahan setengah jadi yang merupakan sumber protein dari konsentrat. Komponen pembuatan Golden-Pro adalah campuran dari Pollard, gaplek, jagung dan bekatul halus. Pembuatan Golden-Pro dilakukan dengan menggunakan mesin *extruder*. Bahan-bahan seperti pollard, gaplek, jagung dan bekatul halus dimasukkan kedalam mesin *extruder* untuk mengalami proses pemampatan dan pemasakan dengan suhu berkisar antara 150°C-200°C.

## 3. Pembuatan RBM (Rice Bran Molasses)

RBM merupakan campuran dari sekam dan molasses. Bahan baku tersebut ditimbang sesuai dengan formulasi untuk kemudian dilakukan proses pencampuran dengan mesin *Horizontal Mixer* dengan kapasitas 650 kg/jam.

## 4. Pembuatan OKG

OKG merupakan komponen konsentrat yang bahan bakunya terdiri dari onggok, biji kapas, bungkil sawit dan kulit kopi. Bahan baku yang telah siap dengan jumlah yang ditentukan kemudian mengalami proses penggilingan dengan mesin *grinder swing hammer mill* yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel.

## 5. Pencampuran

Setelah tahap pembuatan slaz, golden-pro, RBM dan OKG selesai, kemudian tahap selanjutnya adalah tahap pencampuran bahan dari hasil tahap-tahap sebelumnya. Proses pencampuran ini dilakukan pada mesin



#### 4.1.4. Kapasitas Mesin

Data kapasitas mesin pada tiap tahap produksi konsentrat pakan ternak adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Kapasitas Mesin**

Proses	Mesin	Kapasitas	Jumlah mesin/tenaga kerja
PembuatanSlaz	-	1200Kg/jam	3 Orang
Pembuatan Golden Pro	Extruder	1500Kg/jam	1 Mesin
Pembuatan RBM	Horizontal Mixer	2600Kg/jam	1 Mesin
Pembuatan OKG	Grinder SHM	3000Kg/jam	1 Mesin
Pencampuran Akhir	Vertical Mixer	1500Kg/jam	3 Mesin

Sumber: Departemen Produksi (2006)

#### 4.1.5. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk konsentrat adalah garam, limestone, urea, zeolit, pollard, gaplek, jagung, bekatul sekam, molasses, onggok, biji kapas, bungkil sawit dan kulit kopi. Adapun jumlah bahan bahan baku pembuatan konsentrat adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Jumlah bahan baku dalam Kg**

Jenis Bahan Baku	Kapasitas (Kg)
Garam	12.000
Limestone	2.400
Urea	18.000
Zeolit	3.600
Pollard	26.000
Gaplek	55.000
Jagung	36.000
Bekatul	43.000
Sekam	38.000
Molasses	36.000
Onggok	128.000
Biji Kapas	43.500
Bungkil Sawit	55.000
Kulit Kopi	78.600

Sumber: Departemen Produksi (2006)

#### 4.1.6. Formulasi Konsentrat

Bahan baku dalam pembuatan produk konsentrat BC 132, DC 132, DC 133 adalah sama, perbedaan hanya terdapat pada komposisi bahan baku dari setiap produk konsentrat. Setiap produk konsentrat yang telah diproduksi dikemas dalam kemasan karung polyethilen dengan berat 50 kg untuk setiap produk konsentrat. Komposisi formulasi konsentrat per 1 kg produk jadi konsentrat dapat dilihat pada tabel 4.3

**Tabel 4.3** Formulasi Konsentrat per 1 Kg

Jenis Bahan	Produk Konsentrat (Kg)		
	BC 132	DC 132	DC 133
Garam	0,020	0,020	0,020
Limestone	0,004	0,004	0,004
Urea	0,030	0,030	0,030
Zeolit	0,006	0,006	0,006
Pollard	0,034	0,066	0,080
Gaplek	0,110	0,060	0,054
Jagung	0,066	0,040	0,050
Bekatul	0,074	0,064	0,106
Sekam	0,066	0,066	0,066
Molasses	0,060	0,060	0,060
Onggok	0,216	0,312	0,200
Biji Kapas	0,054	0,116	0,134
Bungkil Sawit	0,112	0,056	0,050
Kulit Kopi	0,148	0,100	0,140
Total	1	1	1

Sumber: Departemen Produksi (2006)

#### 4.1.7. Permintaan Produksi

Data permintaan produksi pada KJUB Puspetasari dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2006 dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4** Data permintaan produksi pakan ternak tahun 2005-2006.

Periode (Bulan)	Produk Konsentrat		
	BC 132	DC 132	DC 133
Jan-2005	441600	93100	65300
Feb-2005	436800	95400	64700
Maret-2005	451300	92700	61400
Apr-2005	438500	92300	59800
Mei-2005	433500	89600	62200
Juni-2005	431300	90400	58600
Juli-2005	441600	88300	61900
Agust-2005	428400	87600	57300
Sep-2005	426900	92500	61700
Okt-2005	436100	93800	64500
Nov-2005	442700	94600	66700
Des-2005	453200	96300	65400
Jan-2006	443600	92800	62700
Feb-2006	448300	93300	64100
Maret-2006	452100	90600	62600
Apr-2006	438800	88400	58400
Mei-2006	447500	87300	58100
Juni-2006	408200	89500	55200
Juli-2006	405900	87700	56300
Agust-2006	413200	90800	56800
Sep-2006	426400	92400	57400

Sumber: Departemen Pemasaran (2005-2006)

#### 4.1.8. Data Harga Bahan Baku dan Harga Jual Produk

Dalam penentuan kontribusi margin untuk masing-masing produk konsentrat maka terlebih dahulu ditentukan harga pokok produksi untuk tiap produk. Harga pokok produksi diperoleh dengan menjumlahkan biaya-biaya variabel yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya overhead pabrik dan biaya pemasaran.

Untuk mengetahui besarnya biaya bahan baku maka perlu diketahui besarnya harga bahan baku penyusun produk konsentrat untuk setiap



Kilogramnya. Rincian harga bahan baku/Kg dapat dilihat pada tabel 4.5, sedangkan rincian harga jual konsentrat/Kg dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.5** Data harga bahan baku penyusun produk konsentrat.

Data Harga Bahan Baku	
Jenis Bahan Baku	Harga per Kg (Rp)
Garam	200
Limestone	90
Urea	1200
Zeolit	120
Pollard	1175
Gaplek	624
Jagung	1800
Bekatul	1100
Sekam	350
Molasses	700
Onggok	400
Biji Kapas	560
Bungkil Sawit	450
Kulit Kopi	300

Sumber: Departemen Pengadaan (2006)

**Tabel 4.6** Data harga jual produk konsentrat/Kg

Jenis Produk	Harga per Kg (Rp)
BC-132	900
DC-132	925
DC-133	1050

Sumber: Departemen Pemasaran (2006)

## 4.2. Pengolahan Data

### 4.2.1. Biaya Produksi

Biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan proses produksi dan memasarkan produk konsentrat dapat dilihat pada tabel 4.7.

## 1. Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku untuk masing-masing produk berdasarkan kebutuhan dalam pembuatan produk konsentrat adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Biaya bahan baku untuk produk konsentrat BC-132

No.	Bahan baku	Harga/Kg (Rp)	Kebutuhan (Kg)	Total biaya (Rp)
1.	Garam	200	0,020	4,00
2.	Limestone	90	0,004	0,36
3.	Urea	1200	0,030	36,00
4.	Zeolit	120	0,006	0,72
5.	Pollard	1175	0,034	39,95
6.	Gaplek	624	0,110	68,64
7.	Jagung	1800	0,066	118,80
8.	Bekatul	1100	0,074	81,40
9.	Sekam	350	0,066	23,10
10.	Molasses	700	0,060	42,00
11.	Onggok	400	0,216	86,40
12.	Biji Kapas	560	0,054	30,24
13.	Bungkil Sawit	450	0,112	50,40
14.	Kulit Kopi	300	0,148	44,40
Total				626,41

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan Data

**Tabel 4.9** Biaya bahan baku untuk produk konsentrat DC-132

No.	Bahan baku	Harga/Kg (Rp)	Kebutuhan (Kg)	Total biaya (Rp)
1.	Garam	200	0,020	4,00
2.	Limestone	90	0,004	0,36
3.	Urea	1200	0,030	36,00
4.	Zeolit	120	0,006	0,72
5.	Pollard	1175	0,066	77,55
6.	Gaplek	624	0,060	37,44
7.	Jagung	1800	0,040	72,00
8.	Bekatul	1100	0,064	70,40
9.	Sekam	350	0,066	23,10
10.	Molasses	700	0,060	42,00
11.	Onggok	400	0,312	124,80
12.	Biji Kapas	560	0,116	64,96
13.	Bungkil Sawit	450	0,056	25,20
14.	Kulit Kopi	300	0,100	30,00
Total				608,53

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan Data

**Tabel 4.10** Biaya bahan baku untuk produk konsentrat DC-133

No.	Bahan baku	Harga/Kg (Rp)	Kebutuhan (Kg)	Total biaya (Rp)
1.	Garam	200	0,020	4,00
2.	Limestone	90	0,004	0,36
3.	Urea	1200	0,030	36,00
4.	Zeolit	120	0,006	0,72
5.	Pollard	1175	0,080	94,00
6.	Gaplek	624	0,054	33,70
7.	Jagung	1800	0,050	90,00
8.	Bekatul	1100	0,106	116,60
9.	Sekam	350	0,066	23,10
10.	Molasses	700	0,060	42,00
11.	Onggok	400	0,200	80,00
12.	Biji Kapas	560	0,134	75,04
13.	Bungkil Sawit	450	0,050	22,50
14.	Kulit Kopi	300	0,140	42,00
Total				660,02

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan Data

## 2. Biaya Overhead Pabrik

**Tabel 4.12** Biaya Overhead Pabrik

Periode (Bulan)	Volume Produksi (Kg) (x)	Biaya (Rp) (y)
Jan-2005	600000	15.780.294
Feb-2005	596900	15.698.762
Maret-2005	605400	15.922.316
Apr-2005	590600	15.533.069
Mei-2005	585300	15.393.676
Juni-2005	580300	15.262.174
Juli-2005	591800	15.564.630
Agust-2005	573300	15.078.071
Sep-2005	581100	15.283.214
Okt-2005	594400	15.633.011
Nov-2005	604000	15.885.496
Des-2005	614900	16.172.171
Jan-2006	599100	15.756.623
Feb-2006	605700	15.930.206
Maret-2006	605300	15.919.686
Apr-2006	585600	15.401.567
Mei-2006	592900	15.593.560
Juni-2006	552900	14.541.541
Juli-2006	549900	14.462.639

Agust-2006	560800	14.749.314
Sep-2006	576200	15.154.342
Total	12346400	324.716.362

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan Data

Penentuan biaya overhead pabrik dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*Least Square Method*)

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Biaya overhead untuk 1 Kg produk konsentrat = Rp 26,30

### 3. Biaya Pemasaran

Tabel 4.13 Biaya Pemasaran

Periode (Bulan)	Volume Produksi (Kg) (x)	Biaya (Rp) (y)
Jan-2005	600000	21.061.614
Feb-2005	596900	20.952.796
Maret-2005	605400	27.094.225
Apr-2005	590600	26.423.460
Mei-2005	585300	26.177.109
Juni-2005	580300	25.886.725
Juli-2005	591800	26.132.460
Agust-2005	573300	25.545.281
Sep-2005	581100	26.004.789
Okt-2005	594400	30.330.217
Nov-2005	604000	30.928.935
Des-2005	614900	31.400.384
Jan-2006	599100	30.517.407
Feb-2006	605700	30.785.569
Maret-2006	605300	30.793.735
Apr-2006	585600	29.876.964
Mei-2006	592900	29.998.382
Juni-2006	552900	28.021.637
Juli-2006	549900	27.933.778
Agust-2006	560800	28.513.093
Sep-2006	576200	28.902.980
Total	12346400	583.281.540

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan Data

Penentuan biaya pemasaran dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*Least Square Method*)

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Biaya pemasaran untuk 1 Kg produk konsentrat = Rp 47,24

#### 4.2.2. Kontribusi Margin

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat ditentukan kontribusi margin untuk masing-masing produk konsentrat sebagai berikut:

##### a. Konsentrat BC-132

Harga jual		Rp. 900,00
Biaya variabel:		
Biaya bahan baku	: Rp. 626,41	
Biaya overhead pabrik	: Rp. 26,30	
Biaya pemasaran	: Rp. 47,24	
Total biaya		Rp. 699,95
Kontribusi margin/Kg		Rp. 200,05

##### b. Konsentrat DC-132

Harga jual		Rp. 925,00
Biaya variabel:		
Biaya bahan baku	: Rp. 608,53	
Biaya overhead pabrik	: Rp. 26,30	
Biaya pemasaran	: Rp. 47,24	

Total biaya	Rp. 682,07
Kontribusi margin/Kg	Rp. 242,93
<b>c. Konsentrat DC-133</b>	
Harga jual	Rp. 1050,00
Biaya variabel:	
Biaya bahan baku	: Rp. 660,02
Biaya overhead pabrik	: Rp. 26,30
Biaya pemasaran	: Rp. 47,24
Total biaya	Rp. 733,56
Kontribusi margin/Kg	Rp. 316,44

#### 4.3. Perumusan Model Linear Programming

##### 4.3.1. Variabel Linear Programming

Variabel-variabel dalam pembuatan model linear programming adalah sebagai berikut:

$$X_1 = \text{Konsentrat BC-132}$$

$$X_2 = \text{Konsentrat DC-132}$$

$$X_3 = \text{Konsentrat DC-133}$$

##### 4.3.2. Perumusan Fungsi Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah maksimasi keuntungan. Berdasarkan perhitungan kontribusi margin diatas maka perumusan fungsi tujuan maksimasi adalah sebagai berikut:

$$Z_{\text{maks}} = 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3$$

### 4.3.3. Perumusan Fungsi Batasan

Fungsi batasan merupakan keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan dan faktor lain yang membatasi produksi. Penentuan fungsi batasan didasarkan pada sumber daya yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk memproduksi konsentrat setiap kilogramnya dan sumber daya terbatas lain yaitu mesin dan tenaga kerja serta besarnya permintaan pasar pada periode yang akan datang.

#### a. Batasan Bahan Baku

Dari komposisi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk konsentrat dan kemampuan perusahaan dalam menyediakan bahan baku, maka batasan bahan baku untuk setiap jenis bahan penyusun konsentrat adalah:

1. Garam

$$0,020X_1 + 0,020X_2 + 0,020X_3 \leq 12000$$

2. Limestone

$$0,004X_1 + 0,004X_2 + 0,004X_3 \leq 2400$$

3. Urea

$$0,030X_1 + 0,030X_2 + 0,030X_3 \leq 18000$$

4. Zeolit

$$0,006X_1 + 0,006X_2 + 0,006X_3 \leq 3600$$

5. Pollard

$$0,034X_1 + 0,066X_2 + 0,080X_3 \leq 26000$$

6. Gaplek

$$0,110X_1 + 0,060X_2 + 0,054X_3 \leq 55000$$

7. Jagung

$$0,066X_1 + 0,040X_2 + 0,050X_3 \leq 36000$$

8. Bekatul

$$0,074X_1 + 0,064X_2 + 0,106X_3 \leq 43000$$

9. Sekam

$$0,066X_1 + 0,066X_2 + 0,066X_3 \leq 38000$$

10. Molasses

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 36000$$

11. Onggok

$$0,216X_1 + 0,312X_2 + 0,200X_3 \leq 128000$$

12. Biji Kapas

$$0,054X_1 + 0,116X_2 + 0,134X_3 \leq 43500$$

13. Bungkil Sawit

$$0,112X_1 + 0,056X_2 + 0,050X_3 \leq 55000$$

14. Kulit Kopi

$$0,148X_1 + 0,100X_2 + 0,140X_3 \leq 78600$$

#### b. Batasan Kapasitas Produksi

Batasan kapasitas produksi adalah kemampuan mesin dan tenaga kerja dalam memproduksi konsentrat dalam waktu satu bulan (158 jam). Data tentang tahapan pembuatan konsentrat untuk setiap 1 kilogram dapat dilihat pada tabel 4.15.



**Tabel 4.15** Tahapan Produksi Konsentrat

Tahap Produksi	Bahan Baku	BC-132	DC-132	DC-133
Pembuatan Slaz	Garam	0,020	0,020	0,020
	Limestone	0,004	0,004	0,004
	Urea	0,030	0,030	0,030
	Zeolit	0,006	0,006	0,006
Total		0,060	0,060	0,060
Pembuatan Golden Pro	Pollard	0,034	0,066	0,080
	Gaplek	0,110	0,060	0,054
	Jagung	0,066	0,040	0,050
	Bekatul	0,074	0,064	0,106
Total		0,284	0,230	0,290
Pembuatan RBM	Sekam	0,066	0,066	0,066
	Molasses	0,060	0,060	0,060
Total		0,126	0,126	0,126
Pembuatan OKG	Onggok	0,216	0,312	0,200
	Biji Kapas	0,054	0,116	0,134
	Bungkil Sawit	0,112	0,056	0,050
	Kulit Kopi	0,148	0,100	0,140
	Kopra	0,000	0,000	0,000
Total		0,530	0,584	0,524

Sumber: Departemen Produksi (2006)

Berdasarkan data diatas maka dapat diketahui kapasitas produksi dari mesin dan tenaga kerja yang dimiliki oleh perusahaan, sehingga diperoleh batasan kapasitas produksi sebagai berikut:

1. Pembuatan Slaz secara manual dengan cangkul

Kapasitas produksi perbulan

$$1200 \text{ Kg/jam} \times 158 \text{ jam/bulan} \times 3 = 568800 \text{ Kg/bulan}$$

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 568800$$

2. Pembuatan Golden Pro dengan mesin Ekstruder

Kapasitas produksi perbulan

$$1500 \text{ Kg/jam} \times 158 \text{ jam/bulan} \times 1 = 237000 \text{ Kg/bulan}$$

$$0,284X_1 + 0,230X_2 + 0,290X_3 \leq 237000$$

3. Pembuatan RBM dengan Horizontal Mixer

Kapasitas produksi perbulan

$$2600 \text{ Kg/jam} \times 158 \text{ jam/bulan} \times 1 = 410800 \text{ Kg/bulan}$$

$$0,126X_1 + 0,126X_2 + 0,126X_3 \leq 410800$$

4. Pembuatan OKG dengan Grinder SHM

Kapasitas produksi perbulan

$$3000 \text{ Kg/jam} \times 158 \text{ jam/bulan} \times 1 = 474000 \text{ Kg/bulan}$$

$$0,530X_1 + 0,584X_2 + 0,524X_3 \leq 474000$$

5. Pencampuran akhir dengan Vertical Mixer

Kapasitas produksi perbulan

$$1500 \text{ Kg/jam} \times 158 \text{ jam/bulan} \times 3 = 711000 \text{ Kg/bulan}$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 \leq 711000$$

**c. Batasan Pasar**

Batasan pasar merupakan besarnya permintaan pasar pada periode yang akan datang terhadap produk yang ditawarkan. Besarnya permintaan pasar tersebut merupakan taksiran yang didasarkan pada hasil peramalan dari periode sebelumnya. Dari beberapa metode peramalan yang digunakan kemudian dipilih salah satu metode dengan tingkat kesalahan terkecil. Penentuan tingkat kesalahan terkecil pada metode peramalan menggunakan kriteria *Mean Square Error* (MSE). Batasan pasar berdasarkan hasil peramalan adalah sebagai berikut:

1. Batasan permintaan pasar untuk konsentrat BC-132

Metode peramalan yang digunakan adalah Single Exponential Smoothing yang memiliki tingkat kesalahan terkecil dengan nilai MSE 146536800. Hasil peramalan permintaan periode mendatang adalah sebesar 422400 Kg, dengan demikian fungsi batasannya adalah:

$$X_1 \leq 422400$$

2. Batasan permintaan pasar untuk konsentrat DC-132

Metode peramalan yang digunakan adalah Double Exponential Smoothing yang memiliki tingkat kesalahan terkecil dengan nilai MSE 5013283. Hasil peramalan permintaan periode mendatang adalah sebesar 92250 Kg, dengan demikian fungsi batasannya adalah:

$$X_2 \leq 92300$$

3. Batasan permintaan pasar untuk konsentrat DC-133

Metode peramalan yang digunakan adalah Winter's Method yang memiliki tingkat kesalahan terkecil dengan nilai MSE 4997250. Hasil peramalan permintaan periode mendatang adalah sebesar 57400 Kg, dengan demikian fungsi batasannya adalah:

$$X_3 \leq 57400$$

#### 4.4. Formulasi Data Akhir

Dari data-data perhitungan diatas maka dapat diformulasikan model dari *Linear Programming* sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$Z_{\text{maks}} = 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3$$

Fungsi batasannya adalah:

**a. Batasan Bahan Baku**

1. Garam

$$0,020X_1 + 0,020X_2 + 0,020X_3 \leq 12000$$

2. Limestone

$$0,004X_1 + 0,004X_2 + 0,004X_3 \leq 2400$$

3. Urea

$$0,030X_1 + 0,030X_2 + 0,030X_3 \leq 18000$$

4. Zeolit

$$0,006X_1 + 0,006X_2 + 0,006X_3 \leq 3600$$

5. Pollard

$$0,034X_1 + 0,066X_2 + 0,080X_3 \leq 26000$$

6. Gaplek

$$0,110X_1 + 0,060X_2 + 0,054X_3 \leq 55000$$

7. Jagung

$$0,066X_1 + 0,040X_2 + 0,050X_3 \leq 36000$$

8. Bekatul

$$0,074X_1 + 0,064X_2 + 0,106X_3 \leq 43000$$

9. Sekam

$$0,066X_1 + 0,066X_2 + 0,066X_3 \leq 38000$$

10. Molasses

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 36000$$

11. Onggok

$$0,216X_1 + 0,312X_2 + 0,200X_3 \leq 128000$$

12. Biji Kapas

$$0,054X_1 + 0,116X_2 + 0,134X_3 \leq 43500$$

13. Bungkil Sawit

$$0,112X_1 + 0,056X_2 + 0,050X_3 \leq 55000$$

14. Kulit Kopi

$$0,148X_1 + 0,100X_2 + 0,140X_3 \leq 78600$$

**b. Batasan Kapasitas Produksi**

1. Pembuatan Slaz secara manual dengan cangkul

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 568800$$

2. Pembuatan Golden Pro dengan mesin Ekstruder

$$0,284X_1 + 0,230X_2 + 0,290X_3 \leq 237000$$

3. Pembuatan RBM dengan Horizontal Mixer

$$0,126X_1 + 0,126X_2 + 0,126X_3 \leq 410800$$

4. Pembuatan OKG dengan Grinder SHM

$$0,530X_1 + 0,584X_2 + 0,524X_3 \leq 474000$$

5. Pencampuran akhir dengan Vertical Mixer

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 \leq 711000$$

**c. Batasan Pasar**

4. Konsentrat BC-132	$X_1$	$\leq 422400$
----------------------	-------	---------------

5. Konsentrat DC-132	$X_2$	$\leq 92300$
----------------------	-------	--------------

6. Konsentrat DC-133	$X_3$	$\leq 57400$
----------------------	-------	--------------

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

## 4.5. Desain Fuzzy

### 4.5.1. Toleransi Perusahaan

Toleransi perusahaan merupakan kemampuan perusahaan dalam penambahan kapasitas sumber daya.. Perusahaan mengijinkan adanya penambahan kapasitas sumber daya dengan pertimbangan akan diperoleh keuntungan yang lebih besar.

Perusahaan bersedia melakukan penambahan kapasitas bahan baku dari kapasitas awal. Kemampuan perusahaan dalam penambahan kapasitas bahan baku berbeda untuk setiap jenis bahan baku yang digunakan. Untuk jam kerja karyawan tidak diizinkan adanya penambahan sehingga tidak terjadi lembur. Untuk permintaan pasar ditetapkan toleransi sebesar 10% dari hasil peramalan permintaan. Besarnya toleransi perusahaan dapat dilihat pada tabel 4.16.

**Tabel 4.16.** Toleransi Perusahaan

No.	Batasan	Kapasitas Awal	Toleransi	Satuan
1.	Garam	12000	900	Kg
2.	Limestone	2400	200	Kg
3.	Urea	18000	1200	Kg
4.	Zeolit	3600	300	Kg
5.	Pollard	26000	1800	Kg
6.	Gaplek	55000	5000	Kg
7.	Jagung	36000	2500	Kg
8.	Bekatul	43000	4300	Kg
9.	Sekam	38000	3800	Kg
10.	Molasses	36000	2400	Kg
11.	Onggok	128000	14000	Kg
12.	Biji Kapas	43500	2800	Kg
13.	Bungkil Sawit	55000	7000	Kg
14.	Kulit Kopi	78600	7800	Kg
15.	Pembuatan Slaz	568800	0	Kg/Bulan
16.	Pembuatan Golden Pro	237000	0	Kg/Bulan
17.	Pembuatan RBM	410800	0	Kg/Bulan

18.	Pembuatan OKG	474000	0	Kg/Bulan
19.	Pencampuran akhir	711000	0	Kg/Bulan
20.	Permintaan BC-132	422400	42200	Kg
21.	Permintaan DC-132	92300	9200	Kg
22.	Permintaan DC-133	57400	5700	Kg

Sumber: Bagian Produksi dan Pemasaran (2006)

#### 4.5.2. Formulasi Awal Model *Fuzzy Linear Programming*

##### Fungsi tujuan

$$Z_{\text{maks}} = 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3$$

##### Fungsi batasan

$$0,020X_1 + 0,020X_2 + 0,020X_3 \leq 12000 + 900 \text{ t}$$

$$0,004X_1 + 0,004X_2 + 0,004X_3 \leq 2400 + 200 \text{ t}$$

$$0,030X_1 + 0,030X_2 + 0,030X_3 \leq 18000 + 1200 \text{ t}$$

$$0,006X_1 + 0,006X_2 + 0,006X_3 \leq 3600 + 300 \text{ t}$$

$$0,034X_1 + 0,066X_2 + 0,080X_3 \leq 26000 + 1800 \text{ t}$$

$$0,110X_1 + 0,060X_2 + 0,054X_3 \leq 55000 + 5000 \text{ t}$$

$$0,066X_1 + 0,040X_2 + 0,050X_3 \leq 36000 + 2500 \text{ t}$$

$$0,074X_1 + 0,064X_2 + 0,106X_3 \leq 43000 + 4300 \text{ t}$$

$$0,066X_1 + 0,066X_2 + 0,066X_3 \leq 38000 + 3800 \text{ t}$$

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 36000 + 2400 \text{ t}$$

$$0,216X_1 + 0,312X_2 + 0,200X_3 \leq 128000 + 14000 \text{ t}$$

$$0,054X_1 + 0,116X_2 + 0,134X_3 \leq 43500 + 2800 \text{ t}$$

$$0,112X_1 + 0,056X_2 + 0,050X_3 \leq 55000 + 7000 \text{ t}$$

$$0,148X_1 + 0,100X_2 + 0,140X_3 \leq 78600 + 7800 \text{ t}$$

$$0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 568800$$

$$\begin{array}{rcll}
 0,284X_1 + & 0,230X_2 + & 0,290X_3 \leq & 237000 \\
 0,126X_1 + & 0,126X_2 + & 0,126X_3 \leq & 410800 \\
 0,530X_1 + & 0,584X_2 + & 0,524X_3 \leq & 474000 \\
 1X_1 + & 1X_2 + & 1X_3 \leq & 711000 \\
 X_1 & & & \leq 422400 + 42200 t \\
 & X_2 & & \leq 92300 + 9200 t \\
 & & X_3 \leq & 57400 + 5700 t \\
 X_1, & X_2, & X_3 \geq & 0
 \end{array}$$

#### 4.5.3. Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=0$ ( $\lambda=1$ )

##### Fungsi tujuan

$$Z_{\max} = 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3$$

##### Fungsi batasan

$$\begin{array}{rcll}
 0,020X_1 + & 0,020X_2 + & 0,020X_3 \leq & 12000 \\
 0,004X_1 + & 0,004X_2 + & 0,004X_3 \leq & 2400 \\
 0,030X_1 + & 0,030X_2 + & 0,030X_3 \leq & 18000 \\
 0,006X_1 + & 0,006X_2 + & 0,006X_3 \leq & 3600 \\
 0,034X_1 + & 0,066X_2 + & 0,080X_3 \leq & 26000 \\
 0,110X_1 + & 0,060X_2 + & 0,054X_3 \leq & 55000 \\
 0,066X_1 + & 0,040X_2 + & 0,050X_3 \leq & 36000 \\
 0,074X_1 + & 0,064X_2 + & 0,106X_3 \leq & 43000 \\
 0,066X_1 + & 0,066X_2 + & 0,066X_3 \leq & 38000
 \end{array}$$



$$\begin{array}{rcll}
 0,060X_1 + & 0,060X_2 + & 0,060X_3 \leq & 36000 \\
 0,216X_1 + & 0,312X_2 + & 0,200X_3 \leq & 128000 \\
 0,054X_1 + & 0,116X_2 + & 0,134X_3 \leq & 43500 \\
 0,112X_1 + & 0,056X_2 + & 0,050X_3 \leq & 55000 \\
 0,148X_1 + & 0,100X_2 + & 0,140X_3 \leq & 78.600 \\
 0,060X_1 + & 0,060X_2 + & 0,060X_3 \leq & 568800 \\
 0,284X_1 + & 0,230X_2 + & 0,290X_3 \leq & 237000 \\
 0,126X_1 + & 0,126X_2 + & 0,126X_3 \leq & 410800 \\
 0,530X_1 + & 0,584X_2 + & 0,524X_3 \leq & 474000 \\
 1X_1 + & 1X_2 + & 1X_3 \leq & 711000 \\
 X_1 & & & \leq 422400 \\
 & X_2 & & \leq 92300 \\
 & & X_3 & \leq 57400 \\
 X_1, & X_2, & X_3 \geq & 0
 \end{array}$$

Solusi

$$\begin{array}{rcl}
 X_1 & = & 421710,90 \\
 X_2 & = & 81507,80 \\
 X_3 & = & 57400,00 \\
 Z & = & 122.327.600
 \end{array}$$

#### 4.5.4. Penentuan $Z_{\max}$ untuk $t=1$ ( $\lambda=0$ )

Fungsi tujuan

$$Z_{\max} = 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3$$

**Fungsi batasan**

$$\begin{array}{rcll}
 0,020X_1 + & 0,020X_2 + & 0,020X_3 \leq & 12900 \\
 0,004X_1 + & 0,004X_2 + & 0,004X_3 \leq & 2600 \\
 0,030X_1 + & 0,030X_2 + & 0,030X_3 \leq & 19200 \\
 0,006X_1 + & 0,006X_2 + & 0,006X_3 \leq & 3900 \\
 0,034X_1 + & 0,066X_2 + & 0,080X_3 \leq & 27800 \\
 0,110X_1 + & 0,060X_2 + & 0,054X_3 \leq & 60000 \\
 0,066X_1 + & 0,040X_2 + & 0,050X_3 \leq & 38500 \\
 0,074X_1 + & 0,064X_2 + & 0,106X_3 \leq & 47300 \\
 0,066X_1 + & 0,066X_2 + & 0,066X_3 \leq & 41800 \\
 0,060X_1 + & 0,060X_2 + & 0,060X_3 \leq & 38400 \\
 0,216X_1 + & 0,312X_2 + & 0,200X_3 \leq & 142000 \\
 0,054X_1 + & 0,116X_2 + & 0,134X_3 \leq & 46300 \\
 0,112X_1 + & 0,056X_2 + & 0,050X_3 \leq & 62000 \\
 0,148X_1 + & 0,100X_2 + & 0,140X_3 \leq & 86400 \\
 0,060X_1 + & 0,060X_2 + & 0,060X_3 \leq & 568800 \\
 0,284X_1 + & 0,230X_2 + & 0,290X_3 \leq & 237000 \\
 0,126X_1 + & 0,126X_2 + & 0,126X_3 \leq & 410800 \\
 0,530X_1 + & 0,584X_2 + & 0,524X_3 \leq & 474000 \\
 1X_1 + & 1X_2 + & 1X_3 \leq & 711000 \\
 X_1 & & & \leq 464600 \\
 & X_2 & & \leq 101500 \\
 & & X_3 & \leq 63100 \\
 X_1, & X_2, & X_3 \geq & 0
 \end{array}$$

**Solusi**

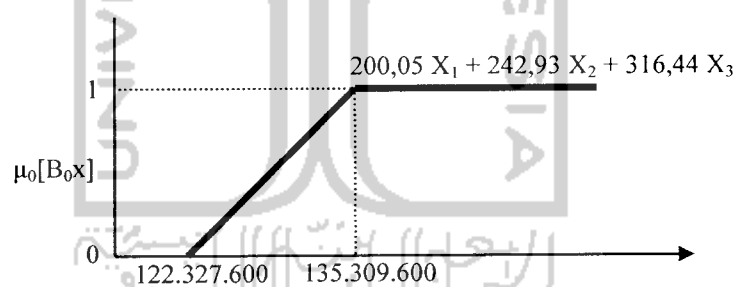
$$X_1 = 458276,00$$

$$X_2 = 97411,45$$

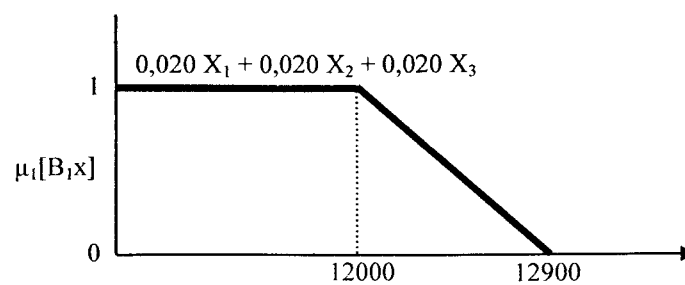
$$X_3 = 63100,00$$

$$Z = 135.309.600$$

Dari hasil dua perhitungan diatas dengan  $t = 0$  dan  $t = 1$  maka dapat ditentukan nilai  $p_0$ , yaitu hasil pengurangan dari  $Z$  pada saat  $t = 1$  dengan  $Z$  pada saat  $t = 0$  ( $p_0 = 135.309.600 - 122.327.600 = 12.982.000$ )

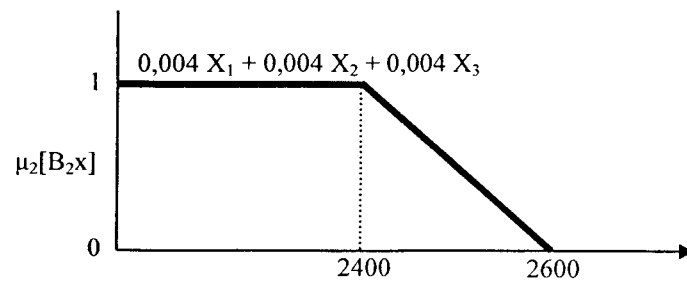
**4.5.5. Fungsi Keanggotaan****a. Fungsi Tujuan**

Gambar 4.1. Fungsi keanggotaan fungsi tujuan.

**b. Batasan Bahan Baku Garam**

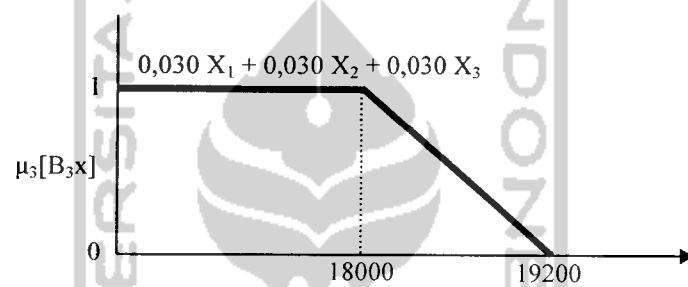
Gambar 4.2. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku garam.

## c. Batasan Bahan Baku Limestone



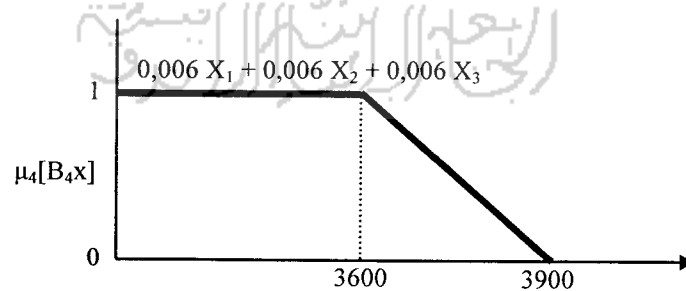
Gambar 4.3. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku limestone.

## d. Batasan Bahan Baku Urea



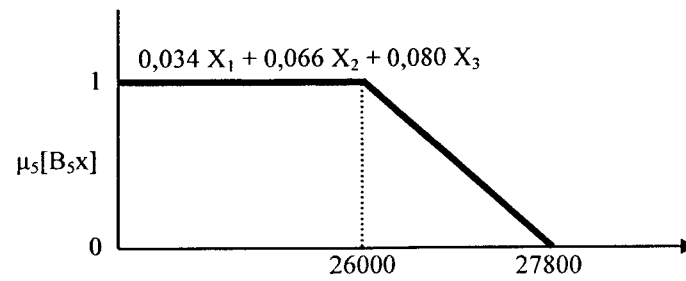
Gambar 4.4. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku urea

## e. Batasan Bahan Baku Zeolit



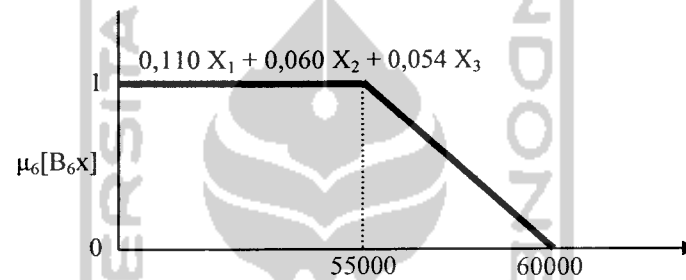
Gambar 4.5. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku zeolit.

## f. Batasan Bahan Baku Pollard



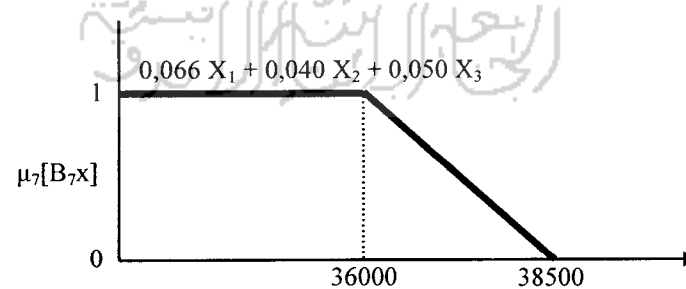
Gambar 4.6. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku pollard.

## g. Batasan Bahan Baku Gapek



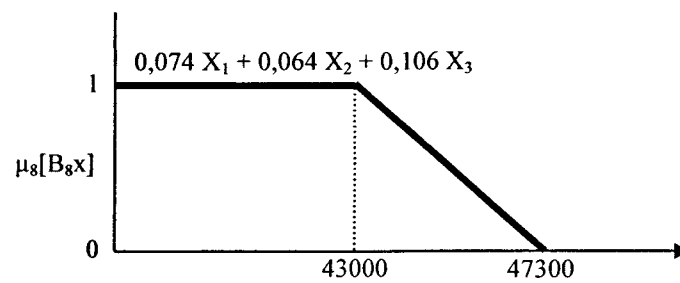
Gambar 4.7. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku gapek

## h. Batasan Bahan Baku Jagung



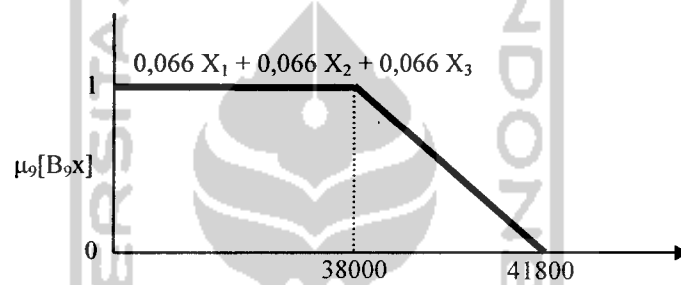
Gambar 4.8. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku jagung.

## i. Batasan Bahan Baku Bekatul



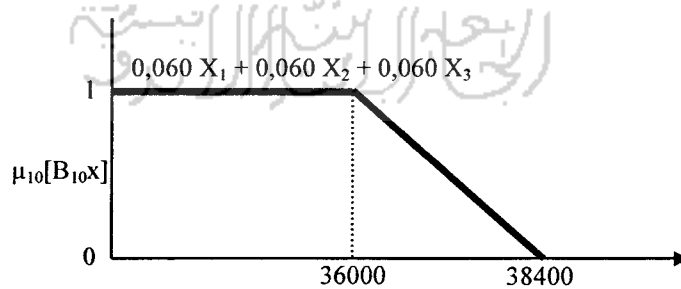
Gambar 4.9. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku bekatul.

## j. Batasan Bahan Baku Sekam



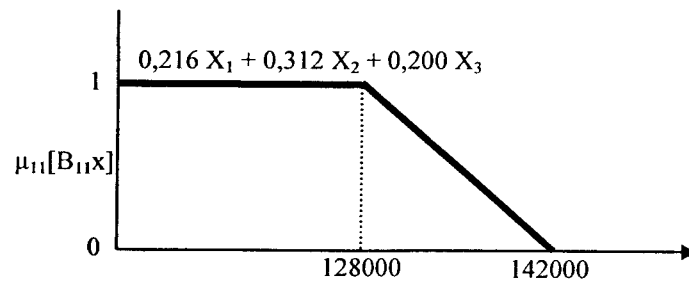
Gambar 4.10. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku sekam.

## k. Batasan Bahan Baku Molasses



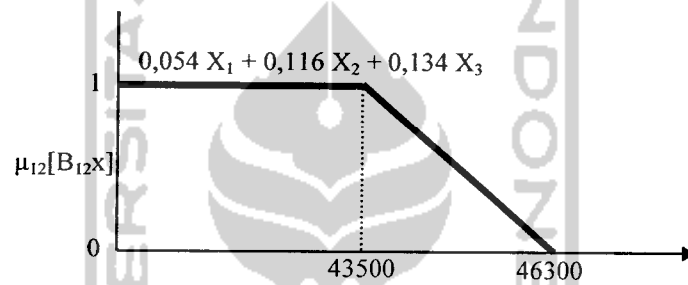
Gambar 4.11. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku molasses.

l. Batasan Bahan Baku Onggok



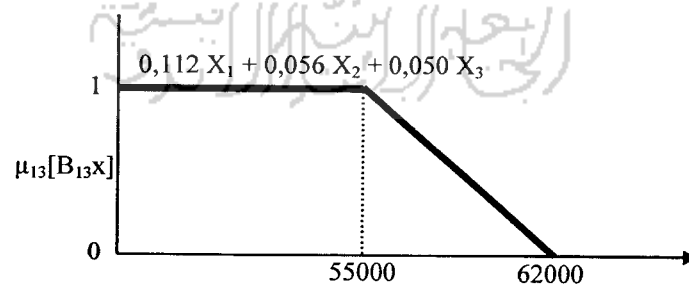
Gambar 4.12. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku onggok.

m. Batasan Bahan Baku Biji Kapas



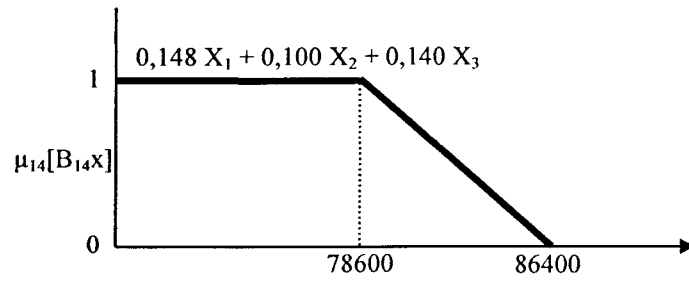
Gambar 4.13. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku biji kapas.

n. Batasan Bahan Baku Bungkil Sawit



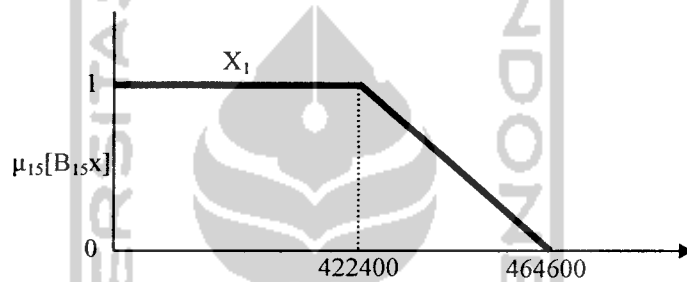
Gambar 4.14. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku bungkil sawit.

## o. Batasan Bahan Baku Kulit Kopi



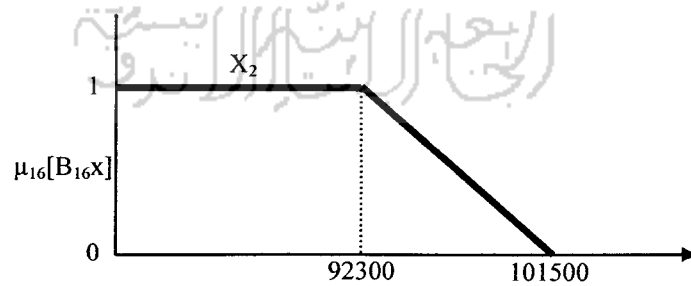
Gambar 4.15. Fungsi keanggotaan batasan bahan baku kulit kopi.

## p. Batasan Permintaan BC-132



Gambar 4.16. Fungsi keanggotaan batasan permintaan BC-132.

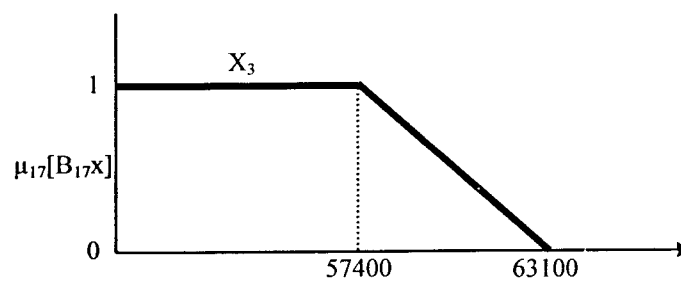
## q. Batasan Permintaan DC-132



Gambar 4.17. Fungsi keanggotaan batasan permintaan DC-132.



## r. Batasan Permintaan DC-133



Gambar 4.18. Fungsi keanggotaan batasan permintaan DC-133.

4.5.6. Batasan *Non-Fuzzy* dan Batasan *Fuzzy*Tabel 4.17. Batasan *Non-Fuzzy* dan Batasan *Fuzzy*

Variabel	Batasan <i>Non-Fuzzy</i>	Batasan <i>Fuzzy</i>	
		t = 0	t = 1
Fungsi obyektif			
Garam	12000	12000	12900
Limestone	2400	2400	2600
Urea	18000	18000	19200
Zeolit	3600	3600	3900
Pollard	26000	26000	27800
Gaplek	55000	55000	60000
Jagung	36000	36000	38500
Bekatul	43000	43000	47300
Sekam	38000	38000	41800
Molasses	36000	36000	38400
Onggok	128000	128000	142000
Biji Kapas	43500	43500	46300
Bungkil Sawit	55000	55000	62000
Kulit Kopi	78600	78600	86400
Pembuatan Slaz	568800	0	0
Pembuatan Golden Pro	237000	0	0
Pembuatan RBM	410800	0	0
Pembuatan OKG	474000	0	0
Pencampuran akhir	711000	0	0
Permintaan BC-132	422400	422400	464600
Permintaan DC-132	92300	92300	101500
Permintaan DC-133	57400	57400	63100

#### 4.5.7. Formulasi Akhir Model *Fuzzy Linear Programming*

Dari hasil linear programming untuk  $t = 0$  dan untuk  $t = 1$  serta dengan mengambil persamaan  $\lambda = 1-t$  maka dapat dibentuk model *fuzzy linear programming* sebagai berikut:

##### Fungsi tujuan

Maximumkan:  $\lambda$

##### Fungsi batasan

$$\begin{aligned}
 -12.982.000 \lambda + 200,05 X_1 + 242,93 X_2 + 316,44 X_3 &\geq 122.327.600 \\
 900 \lambda + 0,020X_1 + 0,020X_2 + 0,020X_3 &\leq 12900 \\
 200 \lambda + 0,004X_1 + 0,004X_2 + 0,004X_3 &\leq 2600 \\
 1200 \lambda + 0,030X_1 + 0,030X_2 + 0,030X_3 &\leq 19200 \\
 300 \lambda + 0,006X_1 + 0,006X_2 + 0,006X_3 &\leq 3900 \\
 1800 \lambda + 0,034X_1 + 0,066X_2 + 0,080X_3 &\leq 27800 \\
 5000 \lambda + 0,110X_1 + 0,060X_2 + 0,054X_3 &\leq 60000 \\
 2500 \lambda + 0,066X_1 + 0,040X_2 + 0,050X_3 &\leq 38500 \\
 4300 \lambda + 0,074X_1 + 0,064X_2 + 0,106X_3 &\leq 47300 \\
 3800 \lambda + 0,066X_1 + 0,066X_2 + 0,066X_3 &\leq 41800 \\
 2400 \lambda + 0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 &\leq 38400 \\
 14000 \lambda + 0,216X_1 + 0,312X_2 + 0,200X_3 &\leq 142000 \\
 2800 \lambda + 0,054X_1 + 0,116X_2 + 0,134X_3 &\leq 46300 \\
 7000 \lambda + 0,112X_1 + 0,056X_2 + 0,050X_3 &\leq 62000 \\
 7800 \lambda + 0,148X_1 + 0,100X_2 + 0,140X_3 &\leq 86400 \\
 &0,060X_1 + 0,060X_2 + 0,060X_3 \leq 568800
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rclcl}
 0,284X_1 + & 0,230X_2 + & 0,290X_3 \leq & 237000 \\
 0,126X_1 + & 0,126X_2 + & 0,126X_3 \leq & 410800 \\
 0,530X_1 + & 0,584X_2 + & 0,524X_3 \leq & 474000 \\
 1X_1 + & 1X_2 + & 1X_3 \leq & 711000 \\
 42200 \lambda + & X_1 & \leq & 464600 \\
 9200 \lambda + & & X_2 & \leq 101500 \\
 5700 \lambda + & & X_3 \leq & 63100 \\
 \lambda, & X_1, & X_2, & X_3 \geq 0
 \end{array}$$

### Solusi

$$\lambda = 0,5$$

$$X_1 = 439993,40$$

$$X_2 = 89459,60$$

$$X_3 = 60249,99$$

## 4.6. Hasil Akhir *Fuzzy Linear Programming*

### 4.6.1. Jumlah Produk Optimal

Dari pengolahan dengan software WinQSB diperoleh solusi optimal dengan  $\lambda$  sebesar 0,5. Jumlah produksi optimal dari ketiga jenis produk dapat dilihat pada tabel 4.18.

**Tabel 4.18.** Jumlah Produk Optimal

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
Lamda	0.5000	10.000	0.5000	0	basic	0	M
X1	439,993.4000	0	0	0	basic	0.0000	0.0000
X2	89,459.6000	0	0	0	basic	0.0000	0.0000
X3	60,249.9900	0	0	0	basic	0.0000	0.0002
Objective	Function	(Max.) =	0.5000				

Dari komposisi produk diatas maka total kontribusi margin yang diperoleh adalah sebesar Rp. 128.816.763

#### 4.6.2. Analisis Sensitivitas

Dari analisis sensitivitas dapat diketahui hal-hal yang bisa dilakukan oleh perusahaan dalam menambah atau mengurangi kapasitas bahan baku sehingga perusahaan tetap dapat memperoleh keuntungan yang maksimal.

Rincian sensitivitas fungsi batasan dapat dilihat pada tabel 4.19.

**Tabel 4.19.** Sensitivitas Fungsi Batasan

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	122,327,600	>=	122,327,600	0	0.0000	106,170,600	135,309,600
C2	12,244.0600	<=	12,900.0000	6.559.384	0	12,244.0600	M
C3	2,458.8130	<=	2,600.0000	1.411.875	0	2,458.8130	M
C4	18,291.0900	<=	19,200.0000	9.089.077	0	18,291.0900	M
C5	3,688.2190	<=	3,900.0000	2.117.813	0	3,688.2190	M
C6	26,584.1100	<=	27,800.0000	1,215.8870	0	26,584.1100	M
C7	59,520.3600	<=	60,000.0000	4.796.393	0	59,520.3600	M
C8	36,880.4500	<=	38,500.0000	1,619.5460	0	36,880.4500	M
C9	46,821.4300	<=	47,300.0000	4.785.652	0	46,821.4300	M
C10	40,820.4100	<=	41,800.0000	9.795.947	0	40,820.4100	M
C11	36,582.1800	<=	38,400.0000	1,817.8150	0	36,582.1800	M
C12	142,000.000	<=	142,000.0000	0	0.0000	141,107.300	143,270.90
C13	43,610.4600	<=	46,300.0000	2,689.5370	0	43,610.4600	M
C14	60,801.5200	<=	62,000.0000	1,198.4860	0	60,801.5200	M
C15	86,400.0000	<=	86,400.0000	0	0.0000	85,563.3900	86,674.30
C16	35,382.1800	<=	568,800.000	533,417.80	0	35,382.1900	M
C17	163,006.300	<=	237,000.000	73,993.660	0	163,006.300	M
C18	74,302.5900	<=	410,800.000	336,497.40	0	74,302.5900	M
C19	317,011.900	<=	474,000.000	156,988.10	0	317,011.900	M
C20	589,703.100	<=	711,000.000	121,297.00	0	589,703.100	M
C21	461,093.500	<=	464,600.000	3,506.5020	0	461,093.500	M
C22	94,059.6200	<=	101,500.000	7,440.3840	0	94,059.6200	M
C23	63,100.0000	<=	63,100.0000	0	0.0000	59,351.0400	76,310.870

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1. Analisis Model Linear Programming

##### 5.1.1. Analisis Kombinasi Produk

Berdasarkan perhitungan *Linear Programming* dengan software WinQSB diperoleh jumlah produk optimal yang harus diproduksi untuk setiap jenis produk pada periode produksi bulan Februari.

Jumlah produk optimal dari hasil pengolahan dengan WinQSB adalah sebagai berikut:

1. Konsentrat BC-132 diproduksi sebanyak 421710,90 Kg
2. Konsentrat DC-132 diproduksi sebanyak 81507,80 Kg
3. Konsentrat DC-133 diproduksi sebanyak 57400,00 Kg

Dengan memproduksi konsentrat dengan jumlah sesuai dengan hasil pengolahan diatas maka perusahaan akan memperoleh kontribusi margin sebesar Rp. 122.327.600,-

##### 5.1.2. Analisis Sensitivitas Fungsi Tujuan

Dari analisis sensitivitas fungsi tujuan dapat diketahui sejauh mana perusahaan dapat merubah nilai kontribusi margin hingga tidak akan merubah solusi optimal yang telah dicapai. Perubahan nilai kontribusi margin dapat terjadi apabila perusahaan melakukan perubahan pada harga

jual produk dengan tujuan agar produk tersebut dapat bersaing di pasaran.

Analisis sensitivitas untuk masing-masing produk adalah sebagai berikut:

1. Produk Konsentrat BC-132

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 168,18 dan maksimal adalah Rp. 334,98. Hal ini berarti selama keuntungan dari produk lain adalah tetap dan keuntungan yang diberikan oleh produk BC-132 minimal adalah Rp. 168,18 serta maksimal adalah Rp. 334,98 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimal yaitu sebesar 421710,90 Kg

2. Produk Konsentrat DC-132

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 135,17 dan maksimal adalah Rp. 288,96. Hal ini berarti selama keuntungan dari produk lain adalah tetap dan keuntungan yang diberikan oleh produk DC-132 minimal adalah Rp. 135,17 serta maksimal adalah Rp. 288,96 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimal yaitu sebesar 81507,80 Kg.

3. Produk Konsentrat DC-133

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 186,43 dan maksimal adalah M. Hal ini berarti selama keuntungan dari produk lain adalah tetap dan keuntungan yang diberikan oleh produk DC-133 minimal adalah Rp. 186,43 serta maksimal adalah tidak terbatas maka hal ini tidak akan merubah solusi optimal yaitu sebesar 57400,00 Kg.

### 5.1.3. Analisis Sensitivitas Fungsi Batasan

Dari analisis sensitivitas fungsi batasan dapat diketahui perubahan fungsi batasan yang diizinkan tanpa merubah solusi optimal. Analisis sensitivitas untuk fungsi batasan adalah sebagai berikut:

#### 1. Bahan baku garam

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 12000 Kg mengalami surplus sebesar 787,62 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 11212,38 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 2. Bahan baku limestone

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 2400 Kg mengalami surplus sebesar 157,52 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 2242,47 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 3. Bahan baku urea

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 18000 Kg mengalami surplus sebesar 1181,44 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 16818,56 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya

minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 4. Bahan baku zeolit

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 3600 Kg mengalami surplus sebesar 236,29 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 3363,71 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 5. Bahan baku pollard

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 26000 Kg mengalami surplus sebesar 1690,31 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 24309,69 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 6. Bahan baku gaplek

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 55000 Kg mengalami surplus sebesar 621,73 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 54378,27 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.



7. Bahan baku jagung

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 36000 Kg mengalami surplus sebesar 2036,77 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 33963,23 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

8. Bahan baku bekatul

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 43000 Kg mengalami surplus sebesar 492,49 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 42507,51 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

9. Bahan baku sekam

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 38000 Kg mengalami surplus sebesar 999,16 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 37000,84 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 10. Bahan baku molasses

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 36000 L mengalami surplus sebesar 2362,88 L. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 33637,13 L sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 11. Bahan baku ongkok

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 128000 Kg terpakai seluruhnya sehingga terdapat shadow price sebesar 648,95. Setiap penambahan atau pengurangan bahan baku ongkok dalam range perubahan 127830,70 Kg sampai 129792,10 Kg akan mengurangi atau meningkatkan keuntungan sebesar Rp. 648,95.

#### 12. Bahan baku biji kapas

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 43500 Kg mengalami surplus sebesar 3581,10 Kg. Range perubahan kapasitas yang diperbolehkan adalah antara 39918,89 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 13. Bahan baku bungkil sawit

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 55000 Kg mengalami surplus sebesar 333,94 Kg. Range perubahan kapasitas yang

diperbolehkan adalah antara 5466,06 Kg sampai dengan tak terbatas, sehingga solusi terbaik adalah dengan menggunakan sumber daya minimal sesuai dengan kebutuhan dikarenakan hal ini tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimalnya.

#### 14. Bahan baku kulit kopi

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 78600 Kg terpakai seluruhnya sehingga terdapat shadow price sebesar 404,57. Setiap penambahan atau pengurangan bahan baku onggok dalam range perubahan 77372,09 Kg sampai 78654,27 Kg akan mengurangi atau meningkatkan keuntungan sebesar Rp. 404,57.

#### 15. Kapasitas pembuatan slaz

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 568800 Kg/bulan mengalami surplus sebesar 535162,90 Kg/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pembuatan slaz terjadi kelebihan kapasitas produksi sebesar 535162,90 Kg/bulan.

#### 16. Kapasitas pembuatan Golden Pro

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 237000 Kg/bulan mengalami surplus sebesar 81841,30 Kg/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pembuatan Golden Pro terjadi kelebihan kapasitas produksi sebesar 81841,30 Kg/bulan.

#### 17. Kapasitas pembuatan RBM

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 410800 Kg/bulan mengalami surplus sebesar 340162 Kg/bulan. Hal ini menunjukkan

bahwa pada proses pembuatan RBM terjadi kelebihan kapasitas produksi sebesar 340162 Kg/bulan.

18. Kapasitas pembuatan OKG

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 474000 Kg/bulan mengalami surplus sebesar 172815,10 Kg/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pembuatan OKG terjadi kelebihan kapasitas produksi sebesar 172815,10 Kg/bulan.

19. Kapasitas pencampuran akhir

Sumber daya yang disediakan adalah sebesar 711000 Kg/bulan mengalami surplus sebesar 150381,30 Kg/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pencampuran akhir terjadi kelebihan kapasitas produksi sebesar 150381,30 Kg/bulan.

20. Permintaan Konsentrat BC-132

Permintaan produk konsentrat BC-132 sebesar 422400 Kg tidak dapat terpenuhi semua sehingga terjadi surplus permintaan sebesar 689,06 Kg.

21. Permintaan Konsentrat DC-132

Permintaan produk konsentrat DC-132 sebesar 92300 Kg tidak dapat terpenuhi semua sehingga terjadi surplus permintaan sebesar 10792,20 Kg.

22. Permintaan Konsentrat DC-133

Permintaan produk konsentrat DC-133 sebesar 57400 Kg dapat terpenuhi semua dan terdapat shadow price sebesar 130,01. Artinya setiap

penambahan permintaan sebesar 1 Kg akan meningkatkan keuntungan sebesar Rp. 130,01.

## 5.2. Analisis Model *Fuzzy Linear Programming*

### 5.2.1. Analisis Kombinasi Produk

Dari perhitungan model *Fuzzy Linear Programming* dengan WinQSB maka dapat diketahui jumlah produk optimal untuk setiap produk konsentrat yang akan diproduksi. Jumlah produk optimal dari model *Fuzzy Linear Programming* adalah sebagai berikut:

1. Konsentrat BC-132 diproduksi sebanyak 439993,40 Kg
2. Konsentrat DC-132 diproduksi sebanyak 89459,60 Kg
3. Konsentrat DC-133 diproduksi sebanyak 60249,99 Kg

Dengan nilai  $\lambda$  sebesar 0,5 maka dapat diketahui total keuntungan perusahaan berdasarkan jumlah produk yang akan diproduksi. Jadi total keuntungan yang diperoleh perusahaan dari optimasi kombinasi produk dengan *Fuzzy Linear Programming* adalah sebesar Rp. 128.816.763,-.

### 5.2.2. Analisis Hasil *Fuzzy Linear Programming* pada Penambahan dan Pemanfaatan Sumber Daya

Dari perhitungan model *Fuzzy Linear Programming* dengan WinQSB maka dapat diketahui besarnya penambahan pada fungsi batasan secara optimal sehingga keuntungan maksimal dapat dicapai. Berikut ini adalah analisis mengenai penambahan dan pemanfaatan pada fungsi batasan hasil dari solusi model *Fuzzy Linear Programming*:

**a. Batasan Bahan Baku**

1. Garam

$$0,020(439993,4) + 0,020(89459,6) + 0,020(60249,99) = 11794,1$$

2. Limestone

$$0,004(439993,4) + 0,004(89459,6) + 0,004(60249,99) = 2358,8$$

3. Urea

$$0,030(439993,4) + 0,030(89459,6) + 0,030(60249,99) = 17691,1$$

4. Zeolit

$$0,006(439993,4) + 0,006(89459,6) + 0,006(60249,99) = 3538,2$$

5. Pollard

$$0,034(439993,4) + 0,066(89459,6) + 0,080(60249,99) = 25684,1$$

6. Gaplek

$$0,110(439993,4) + 0,060(89459,6) + 0,054(60249,99) = 57020,3$$

7. Jagung

$$0,066(439993,4) + 0,040(89459,6) + 0,050(60249,99) = 35630,4$$

8. Bekatul

$$0,074(439993,4) + 0,064(89459,6) + 0,106(60249,99) = 44671,4$$

9. Sekam

$$0,066(439993,4) + 0,066(89459,6) + 0,066(60249,99) = 38920,4$$

10. Molasses

$$0,060(439993,4) + 0,060(89459,6) + 0,060(60249,99) = 35382,2$$

11. Onggok

$$0,216(439993,4) + 0,312(89459,6) + 0,200(60249,99) = 135000$$

## 12. Biji Kapas

$$0,054(439993,4) + 0,116(89459,6) + 0,134(60249,99) = 42210,5$$

## 13. Bungkil Sawit

$$0,112(439993,4) + 0,056(89459,6) + 0,050(60249,99) = 57301,5$$

## 14. Kulit Kopi

$$0,148(439993,4) + 0,100(89459,6) + 0,140(60249,99) = 82500$$

**b. Batasan Kapasitas Produksi**

## 1. Pembuatan Slaz

$$0,060(439993,4) + 0,060(89459,6) + 0,060(60249,99) = 35382,2$$

## 2. Pembuatan Golden Pro

$$0,284(439993,4) + 0,230(89459,6) + 0,290(60249,99) = 163006,3$$

## 3. Pembuatan RBM

$$0,126(439993,4) + 0,126(89459,6) + 0,126(60249,99) = 74302,6$$

## 4. Pembuatan OKG

$$0,530(439993,4) + 0,584(89459,6) + 0,524(60249,99) = 317011,9$$

## 5. Pencampuran akhir

$$1 (439993,4) + 1 (89459,6) + 1 (60249,99) = 589703$$

Dari persamaan diatas maka dapat diketahui derajat keanggotaan untuk setiap batasan. Derajat keanggotaan ( $\mu_i[B_i x]$ ) untuk setiap batasan adalah sebagai berikut:

### 1. Batasan Bahan Baku Garam

Nilai batasan bahan baku garam adalah sebesar 11794,1 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 12000 – 12900. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku garam adalah:

$$\mu_1[B_1x] = 1 \text{ (karena } 11794,1 < 12000)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku garam karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 205,9 Kg.

### 2. Batasan Bahan Baku Limestone

Nilai batasan bahan baku limestone adalah sebesar 2358,8 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 2400 – 2600. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku limestone adalah:

$$\mu_2[B_2x] = 1 \text{ (karena } 2358,8 < 2400)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku limestone karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 41,2 Kg.

### 3. Batasan Bahan Baku Urea

Nilai batasan bahan baku urea adalah sebesar 17691,1 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 18000 – 19200. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku urea adalah:

$$\mu_3[B_3x] = 1 \text{ (karena } 17691,1 < 18000)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku urea karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 308,9 Kg.



#### 4. Batasan Bahan Baku Zeolit

Nilai batasan bahan baku zeolit adalah sebesar 3538,2 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 3600 – 3900. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku zeolit adalah:

$$\mu_4[B_4x] = 1 \text{ (karena } 3538,2 < 3600)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku zeolit karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 61,8 Kg.

#### 5. Batasan Bahan Baku Pollard

Nilai batasan bahan baku pollard adalah sebesar 25684,1 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 26000 – 27800. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku pollard adalah:

$$\mu_5[B_5x] = 1 \text{ (karena } 25684,1 < 26000)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku pollard karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 315,9 Kg.

#### 6. Batasan Bahan Baku Gaplek

Nilai batasan bahan baku gaplek adalah sebesar 57020,3 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 55000 – 60000. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku gaplek adalah:

$$\begin{aligned} \mu_6[B_6x] &= (60000 - 57020,3)/5000 \\ &= 0,596 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku gaplek sebesar 2020,3 Kg.

#### 7. Batasan Bahan Baku Jagung

Nilai batasan bahan baku jagung adalah sebesar 35630,4 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 36000 – 38500. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku jagung adalah:

$$\mu_7[B_7x] = 1 \text{ (karena } 35630,4 < 36000)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku jagung karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 369,6 Kg.

#### 8. Batasan Bahan Baku Bekatul

Nilai batasan bahan baku bekatul adalah sebesar 44671,4 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 43000 – 47300. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku bekatul adalah:

$$\begin{aligned} \mu_8[B_8x] &= (47300 - 44671,4)/4300 \\ &= 0,611 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku bekatul sebesar 1671,4 Kg.

#### 9. Batasan Bahan Baku Sekam

Nilai batasan bahan baku sekam adalah sebesar 38920,4 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 38000 – 41800. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku sekam adalah:

$$\begin{aligned} \mu_9[B_9x] &= (41800 - 38920,4)/3800 \\ &= 0,758 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku sekam sebesar 920,4 Kg.

#### 10. Batasan Bahan Baku Molasses

Nilai batasan bahan baku molasses adalah sebesar 35382,2 L. Nilai tersebut terletak diluar interval 36000 – 38400. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku molasses adalah:

$$\mu_{10}[B_{10x}] = 1 \text{ (karena } 35382,2 < 36000)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku molasses karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 617,8 L.

#### 11. Batasan Bahan Baku Onggok

Nilai batasan bahan baku onggok adalah sebesar 135000 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 128000 – 142000. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku onggok adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{11}[B_{11x}] &= (142000 - 135000)/14000 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku onggok sebesar 7000 Kg.

#### 12. Batasan Bahan Baku Biji Kapas

Nilai batasan bahan baku biji kapas adalah sebesar 42210,5 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 43500 – 46300. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku biji kapas adalah:

$$\mu_{12}[B_{12x}] = 1 \text{ (karena } 42210,5 < 43500)$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku biji kapas karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 1289,5 Kg.

#### 13. Batasan Bahan Baku Bungkil Sawit

Nilai batasan bahan baku bungkil sawit adalah sebesar 57301,5 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 55000 – 62000. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku bungkil sawit adalah:

$$\begin{aligned}\mu_{13}[B_{13x}] &= (62000 - 57301,5)/7000 \\ &= 0,671\end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku bungkil sawit sebesar 2301,5 Kg.

#### 14. Batasan Bahan Baku Kulit Kopi

Nilai batasan bahan baku kulit kopi adalah sebesar 82500 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 78600 – 86400. Maka derajat keanggotaan batasan bahan baku kulit kopi adalah:

$$\begin{aligned}\mu_{14}[B_{14x}] &= (86400 - 82500)/7800 \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan bahan baku kulit kopi sebesar 3900 Kg.

#### 15. Batasan Permintaan BC-132

Nilai batasan permintaan BC-132 adalah sebesar 439993,4 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 422400 – 464600. Maka derajat keanggotaan batasan permintaan BC-132 adalah:

$$\begin{aligned}\mu_{15}[B_{15x}] &= (464600 - 439993,4)/42200 \\ &= 0,583\end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan permintaan BC-132 sebesar 17593,4 Kg.

### 16. Batasan Permintaan DC-132

Nilai batasan permintaan DC-132 adalah sebesar 89459,6 Kg. Nilai tersebut terletak diluar interval 92300 – 101500. Maka derajat keanggotaan batasan permintaan DC-132 adalah:

$$\mu_{16}[B_{16}x] = 1 \text{ (karena } 89459,6 < 92300\text{)}$$

Jadi tidak diperlukan adanya penambahan batasan permintaan DC-132.

### 17. Batasan Permintaan DC-133

Nilai batasan permintaan DC-133 adalah sebesar 60249,99 Kg. Nilai tersebut terletak antara interval 57400 – 63100. Maka derajat keanggotaan batasan permintaan DC-133 adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{17}[B_{17}x] &= (63100 - 60249,99)/5700 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan adanya penambahan batasan permintaan DC-133 sebesar 2849,99 Kg.

### 5.3. Solusi *Non-Fuzzi* dan *Solusi Fuzzy*

Perbandingan antara solusi non-fuzzy yang merupakan hasil dari model linear programming dan solusi fuzzy yang merupakan hasil dari model fuzzy linear programming dapat dilihat pada tabel 5.1

**Tabel 5.1** Solusi *Non-Fuzzi* dan *Solusi Fuzzy*

Solusi <i>Non-Fuzzy</i>		Solusi <i>Fuzzy</i>	
BC-132	= 421710,90	BC-132	= 439993,40
DC-132	= 81507.80	DC-132	= 89459,60
DC-133	= 57400.00	DC-133	= 60249,99
Z	= Rp. 122.327.600,-	Z	= Rp. 128.816.763,-

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisis mengenai tujuan penelitian, permasalahan yang dihadapi dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Solusi jumlah produk optimal yang dihasilkan dari model *Linear Programming* untuk setiap jenis produk pada bulan Februari 2007 adalah:
  - a. Konsentrat BC-132 = 421710,90 Kg.
  - b. Konsentrat DC-132 = 81507,80 Kg
  - c. Konsentrat DC-133 = 57400,00 Kg
2. Solusi jumlah produk optimal yang dihasilkan dari model *Fuzzy Linear Programming* untuk setiap jenis produk pada bulan Februari 2007 adalah:
  - a. Konsentrat BC-132 = 439993,40 Kg.
  - b. Konsentrat DC-132 = 89459,60 Kg
  - c. Konsentrat DC-133 = 60249,99 Kg
3. Keuntungan maksimal yang diperoleh dengan model *Linear Programming* adalah sebesar Rp. 122.327.600,-. Sedangkan keuntungan maksimal yang diperoleh dengan model *Fuzzy Linear Programming* adalah sebesar Rp. 128.816.763,-.

## 6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran yang sekiranya dapat membantu perusahaan dalam mengambil kebijaksanaan dan bagi pembaca dapat mengembangkan penelitian untuk mengoptimalkan berbagai faktor produksi pada KJUB Puspetasari. Saran-saran tersebut adalah:

1. Perusahaan senantiasa menggunakan metode-metode optimasi seperti linear programming atau fuzzy linear programming atau metode lain dalam perencanaan produksi sehingga diharapkan perusahaan akan memperoleh keuntungan maksimal.
2. Masih banyak sumber daya yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh perusahaan seperti kapasitas jam kerja mesin pada lantai produksi, hal ini bisa dijadikan pertimbangan bagi para peneliti untuk melakukan penelitian guna meningkatkan efisiensi penggunaan mesin produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad Lincoln. 1996. *Ekonomi Manajerial*. Yogyakarta: BPFE.
- Assauri Sofjan. 1984. *Teknik dan Metoda Peramalan Penerapannya dalam Ekonomi dan Dunia Usaha*. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Eko Richardus, Permono Ajar. 2005. *Manajemen Manufaktur*. Yogyakarta: Pustaka Fahima.
- Kusumadewi Sri, Purnomo Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Makridakis Spyros, Wheelwright C. Steven, Mcgee E. Victor. 1992. *Metode Peramalan dan Aplikasi Peramalan*. Alih Bahasa: Untung Sus Andriyanto, Abdul Basith. Jakarta: Erlangga
- Mustafa Zainal, Parkhan Ali. 2000. *Linear Programming dengan QS*. Yogyakarta: Ekonisia.
- Sudjana. 1992. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Taha Hamdy A. 1996. *Riset Operasi*. Terjemahan Daniel Wirajaya. Jakarta: Binarupa Aksara.





KJUB

PUSPETASARI

Koperasi Jasa Usaha Bersama **PUSPETASARI**

Cantor Pusat : Jl. Stasiun Ceper No. 1, Klepu, Ceper, Klaten, Jawa Tengah, Kode Pos : 57465  
Telepon : 0272-551192-551985-552918 Fax : 0272-552918 Email : puspetasari@idola.net.id

## **SURAT KETERANGAN**

Nomer : 02 / HMS / KP / I / 2007

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : **IRWAN SETYAWAN, SE.**  
Jabatan : Humas KJUB Puspetasari Klaten  
Alamat : Jl. Stasiun Ceper No.1, Klepu, Ceper, Klaten.

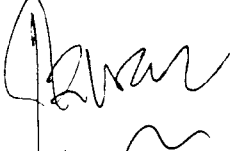
Menerangkan bahwa,

N a m a : **YANUARDI HIDAYAT**  
NIM : 99 522 276  
Program Studi / Fakultas : Teknologi Industri  
Universitas : Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Telah melaksanakan Tugas Akhir Penelitian / Skripsi di Pabrik Makanan Ternak Nutrifeed, KJUB Puspetasari Klaten, dari tanggal 12 Desember 2006 sampai dengan 12 Januari 2007. Dan segala data / informasi yang telah didapatkan adalah benar-benar dari KJUB Puspetasari yang akan digunakan untuk kepentingan skripsi yang berjudul : **“Optimasi Jumlah dan Kombinasi Produk untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Metode *Fuzzy Linear Programing*“.**

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 12 Januari 2007  
Humas KJUB Puspetasari



**Irwan Setyawan, SE.**  
H-74-0-04-001.

### Forecast Result for BC-132

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	439200.0000	12100.0000	7300.0000	8450.0000	84725000.0000	1.8900	0.8639	0.2809
4	438500.0000	443233.3000	-4733.3440	2566.6560	7211.1150	63951520.0000	1.6198	0.3559	0.0830
5	433500.0000	442050.0000	-8550.0000	-5983.3440	7545.8360	66239260.0000	1.7080	-0.7929	0.0962
6	431300.0000	440340.0000	-9040.0000	-15023.3400	7844.6690	69335730.0000	1.7856	-1.9151	0.2255
7	441600.0000	438833.5000	2766.6560	-12256.6900	6998.3340	59055510.0000	1.5924	-1.7514	0.1575
8	428400.0000	439228.6000	-10828.5600	-23085.2500	7545.5090	67370120.0000	1.7260	-3.0595	0.2695
9	426900.0000	437875.0000	-10975.0000	-34060.2500	7974.1950	74005180.0000	1.8316	-4.2713	0.3825
10	436100.0000	436655.6000	-555.5625	-34615.8100	7149.9030	65816680.0000	1.6422	-4.8414	0.3822
11	442700.0000	436600.0000	6100.0000	-28515.8100	7044.9130	62956010.0000	1.6158	-4.0477	0.2631
12	453200.0000	437154.5000	16045.4700	-12470.3400	7863.1450	80637930.0000	1.7908	-1.5859	0.0888
13	443600.0000	438491.7000	5108.3440	-7362.0000	7633.5780	76092700.0000	1.7375	-0.9644	0.0738
14	448300.0000	438884.6000	9415.3750	2053.3750	7770.6400	77058590.0000	1.7654	0.2642	0.0614
15	452100.0000	439557.2000	12542.8400	14596.2200	8111.5110	82791750.0000	1.8375	1.7994	0.0673
16	438800.0000	440393.3000	-1593.3440	13002.8800	7676.9670	77441550.0000	1.7392	1.6938	0.0644
17	447500.0000	440293.8000	7206.2500	20209.1300	7647.5470	75847080.0000	1.7311	2.6426	0.0758
18	408200.0000	440717.7000	-32517.6600	-12308.5300	9110.4940	133585400.0000	2.0979	-1.3510	0.0315
19	405900.0000	438911.1000	-33011.1300	-45319.6600	10438.3100	186704800.0000	2.4332	-4.3417	0.0555
20	413200.0000	437173.7000	-23973.6900	-69293.3400	11150.7000	207127500.0000	2.6105	-6.2143	0.0873
21	426400.0000	435975.0000	-9575.0000	-78868.3400	11071.9100	201355200.0000	2.5922	-7.1233	0.1041
22		435519.1000							
23		435519.1000							
24		435519.1000							
25		435519.1000							
26		435519.1000							
CFE		-78868.3400							
MAD		11071.9100							
MSE		201355200.0000							
MAPE		2.5922							
Trk.Signal		-7.1233							
R-sqaure		0.1041							

**F U T U R E C A S T R E S U L T F O R D U 1 5 2 4**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	436800.0000	14500.0000	9700.0000	9650.0000	116645000.0000	2.1559	1.0052	0.5571
4	438500.0000	451300.0000	-12800.0000	-3100.0000	10700.0000	132376700.0000	2.4103	-0.2897	0.8939
5	433500.0000	438500.0000	-5000.0000	-8100.0000	9275.0000	105532500.0000	2.0961	-0.8733	0.7802
6	431300.0000	433500.0000	-2200.0000	-10300.0000	7860.0000	85394000.0000	1.7789	-1.3104	0.8451
7	441600.0000	431300.0000	10300.0000	0	8266.6670	88843340.0000	1.8711	0	1.0000
8	428400.0000	441600.0000	-13200.0000	-13200.0000	8971.4290	101042900.0000	2.0440	-1.4713	0.8211
9	426900.0000	428400.0000	-1500.0000	-14700.0000	8037.5000	88693750.0000	1.8324	-1.8289	0.8809
10	436100.0000	426900.0000	9200.0000	-5500.0000	8166.6670	88243340.0000	1.8632	-0.6735	1.0000
11	442700.0000	436100.0000	6600.0000	1100.0000	8010.0000	83775000.0000	1.8260	0.1373	0.9751
12	453200.0000	442700.0000	10500.0000	11600.0000	8236.3630	86181820.0000	1.8706	1.4084	0.7072
13	443600.0000	453200.0000	-9600.0000	2000.0000	8350.0000	86680000.0000	1.8951	0.2395	0.9791
14	448300.0000	443600.0000	4700.0000	6700.0000	8069.2310	81711540.0000	1.8299	0.8303	0.9115
15	452100.0000	448300.0000	3800.0000	10500.0000	7764.2860	76906420.0000	1.7593	1.3523	0.8613
16	438800.0000	452100.0000	-13300.0000	-2800.0000	8133.3340	83571990.0000	1.8441	-0.3443	1.0000
17	447500.0000	438800.0000	8700.0000	5900.0000	8168.7500	83079370.0000	1.8503	0.7223	0.9560
18	408200.0000	447500.0000	-39300.0000	-33400.0000	10000.0000	169044700.0000	2.3078	-3.3400	0.5451
19	405900.0000	408200.0000	-2300.0000	-35700.0000	9572.2230	159947200.0000	2.2111	-3.7295	0.6919
20	413200.0000	405900.0000	7300.0000	-28400.0000	9452.6320	154333700.0000	2.1877	-3.0045	0.8689
21	426400.0000	413200.0000	13200.0000	-15200.0000	9640.0000	155329000.0000	2.2331	-1.5768	0.9899
22		426400.0000							
23		426400.0000							
24		426400.0000							
25		426400.0000							
26		426400.0000							
CFE		-15200.0000							
MAD		9640.0000							
MSE		155329000.0000							
MAPE		2.2331							
Trk.Signal		-1.5768							
R-sqaure		0.9899							
		m=1							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	436800.0000	14500.0000	9700.0000	9650.0000	116645000.0000	2.1559	1.0052	0.5571
4	438500.0000	451300.0000	-12800.0000	-3100.0000	10700.0000	132376700.0000	2.4103	-0.2897	0.8939
5	433500.0000	438500.0000	-5000.0000	-8100.0000	9275.0000	105532500.0000	2.0961	-0.8733	0.7802
6	431300.0000	433500.0000	-2200.0000	-10300.0000	7860.0000	85394000.0000	1.7789	-1.3104	0.8451
7	441600.0000	431300.0000	10300.0000	0	8266.6670	88843340.0000	1.8711	0	1.0000
8	428400.0000	441600.0000	-13200.0000	-13200.0000	8971.4290	101042900.0000	2.0440	-1.4713	0.8211
9	426900.0000	428400.0000	-1500.0000	-14700.0000	8037.5000	88693750.0000	1.8324	-1.8289	0.8809
10	436100.0000	426900.0000	9200.0000	-5500.0000	8166.6670	88243340.0000	1.8632	-0.6735	1.0000
11	442700.0000	436100.0000	6600.0000	1100.0000	8010.0000	83775000.0000	1.8260	0.1373	0.9751
12	453200.0000	442700.0000	10500.0000	11600.0000	8236.3630	86181820.0000	1.8706	1.4084	0.7072
13	443600.0000	453200.0000	-9600.0000	2000.0000	8350.0000	86680000.0000	1.8951	0.2395	0.9791
14	448300.0000	443600.0000	4700.0000	6700.0000	8069.2310	81711540.0000	1.8299	0.8303	0.9115
15	452100.0000	448300.0000	3800.0000	10500.0000	7764.2860	76906420.0000	1.7593	1.3523	0.8613
16	438800.0000	452100.0000	-13300.0000	-2800.0000	8133.3340	83571990.0000	1.8441	-0.3443	1.0000
17	447500.0000	438800.0000	8700.0000	5900.0000	8168.7500	83079370.0000	1.8503	0.7223	0.9560
18	408200.0000	447500.0000	-39300.0000	-33400.0000	10000.0000	169044700.0000	2.3078	-3.3400	0.5451
19	405900.0000	408200.0000	-2300.0000	-35700.0000	9572.2230	159947200.0000	2.2111	-3.7295	0.6919
20	413200.0000	405900.0000	7300.0000	-28400.0000	9452.6320	154333700.0000	2.1877	-3.0045	0.8689
21	426400.0000	413200.0000	13200.0000	-15200.0000	9640.0000	155329000.0000	2.2331	-1.5768	0.9899
22		426400.0000							
23		426400.0000							
24		426400.0000							
25		426400.0000							
26		426400.0000							
CFE		-15200.0000							
MAD		9640.0000							
MSE		155329000.0000							
MAPE		2.2331							
Trk.Signal		-1.5768							
R-sqaure		0.9899							
		m=1							
		W(1)=0.5000							

**FORECAST RESULT FOR DC-124**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by I-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	436800.0000	14500.0000	9700.0000	9650.0000	116645000.0000	2.1559	1.0052	0.5571
4	438500.0000	451300.0000	-12800.0000	-3100.0000	10700.0000	132376700.0000	2.4103	-0.2897	0.8939
5	433500.0000	438500.0000	-5000.0000	-8100.0000	9275.0000	105532500.0000	2.0961	-0.8733	0.7802
6	431300.0000	433500.0000	-2200.0000	-10300.0000	7860.0000	85394000.0000	1.7789	-1.3104	0.8451
7	441600.0000	431300.0000	10300.0000	10300.0000	8266.6670	88843340.0000	1.8711	0	1.0000
8	428400.0000	441600.0000	-13200.0000	-13200.0000	8971.4290	101042900.0000	2.0440	-1.4713	0.8211
9	426900.0000	428400.0000	-1500.0000	-14700.0000	8037.5000	88693750.0000	1.8324	-1.8289	0.8809
10	436100.0000	426900.0000	9200.0000	-5500.0000	8166.6670	88243340.0000	1.8632	-0.6735	1.0000
11	442700.0000	436100.0000	6600.0000	1100.0000	8010.0000	83775000.0000	1.8260	0.1373	0.9751
12	453200.0000	442700.0000	10500.0000	11600.0000	8236.3630	86181820.0000	1.8706	1.4084	0.7072
13	443600.0000	453200.0000	-9600.0000	2000.0000	8350.0000	86680000.0000	1.8951	0.2395	0.9791
14	448300.0000	443600.0000	4700.0000	6700.0000	8069.2310	81711540.0000	1.8299	0.8303	0.9115
15	452100.0000	448300.0000	3800.0000	10500.0000	7764.2860	76906420.0000	1.7593	1.3523	0.8613
16	438800.0000	452100.0000	-13300.0000	-2800.0000	8133.3340	83571990.0000	1.8441	-0.3443	1.0000
17	447500.0000	438800.0000	8700.0000	5900.0000	8168.7500	83079370.0000	1.8503	0.7223	0.9560
18	408200.0000	447500.0000	-39300.0000	-33400.0000	10000.0000	169044700.0000	2.3078	-3.3400	0.5451
19	405900.0000	408200.0000	-2300.0000	-35700.0000	9572.2230	159947200.0000	2.2111	-3.7295	0.6919
20	413200.0000	405900.0000	7300.0000	-28400.0000	9452.6320	154333700.0000	2.1877	-3.0045	0.8689
21	426400.0000	413200.0000	13200.0000	-15200.0000	9640.0000	155329000.0000	2.2331	-1.5768	0.9899
22		426400.0000							
23		426400.0000							
24		426400.0000							
25		426400.0000							
26		426400.0000							
CFE		-15200.0000							
MAD		9640.0000							
MSE		155329000.0000							
MAPE		2.2331							
Trk.Signal		-1.5768							
R-sqaure		0.9899							
		m=1							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	438144.0000	13156.0000	8356.0000	8978.0000	98060170.0000	2.0070	0.9307	0.3889
4	438500.0000	447616.3000	-9116.3130	-760.3125	9024.1050	93075830.0000	2.0310	-0.0843	0.3672
5	433500.0000	441052.6000	-7552.5630	-8312.8750	8656.2190	84067180.0000	1.9588	-0.9603	0.3547
6	431300.0000	435614.7000	-4314.7190	-12627.5900	7787.9190	70977100.0000	1.7671	-1.6214	0.4644
7	441600.0000	432508.1000	9091.8750	-3535.7190	8005.2450	72924620.0000	1.8157	-0.4417	0.5567
8	428400.0000	439054.3000	-10654.2800	-14190.0000	8383.6790	78723060.0000	1.9116	-1.6926	0.4840
9	426900.0000	431383.2000	-4483.1880	-18673.1900	7896.1170	71395040.0000	1.8040	-2.3649	0.5394
10	436100.0000	428155.3000	7944.7190	-10728.4700	7901.5180	70475420.0000	1.8059	-1.3578	0.6798
11	442700.0000	433875.5000	8824.5310	-1903.9380	7993.8190	71215120.0000	1.8247	-0.2382	0.6188
12	453200.0000	440229.1000	12970.8800	11066.9400	8446.2780	80035890.0000	1.9190	1.3103	0.4374
13	443600.0000	449568.2000	-5968.1560	5098.7810	8239.7690	76334470.0000	1.8712	0.6188	0.5957
14	448300.0000	445271.1000	3028.9060	8127.6880	7838.9330	71168300.0000	1.7792	1.0368	0.5928
15	452100.0000	447451.9000	4648.0940	12775.7800	7611.0160	67628050.0000	1.7256	1.6786	0.5804
16	438800.0000	450798.5000	-11998.5300	777.2500	7903.5170	72717170.0000	1.7928	0.0983	0.6897
17	447500.0000	442159.6000	5340.4060	6117.6560	7743.3220	69954840.0000	1.7554	0.7901	0.6625
18	408200.0000	446004.7000	-37804.6900	-31687.0300	9511.6380	149910100.0000	2.1969	-3.3314	0.3826
19	405900.0000	418785.3000	-12885.3100	-44572.3400	9699.0650	150805700.0000	2.2512	-4.5955	0.4191
20	413200.0000	409507.9000	3692.0940	-40880.2500	9382.9080	143586000.0000	2.1797	-4.3569	0.5866
21	426400.0000	412166.2000	14233.7800	-26646.4700	9625.4510	146536800.0000	2.2377	-2.7683	0.7297
22		422414.5000							
23		422414.5000							
24		422414.5000							
25		422414.5000							
26		422414.5000							
CFE		-26646.4700							
MAD		9625.4510							
MSE		146536800.0000							
MAPE		2.2377							
Trk.Signal		-2.7683							
R-sqaure		0.7297							
		Alpha=0.72							
		F(0)=441600							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	438144.0000	13156.0000	8356.0000	8978.0000	98060170.0000	2.0070	0.9307	0.3889
4	438500.0000	447616.3000	-9116.3130	-760.3125	9024.1050	93075830.0000	2.0310	-0.0843	0.3672
5	433500.0000	441052.6000	-7552.5630	-8312.8750	8656.2190	84067180.0000	1.9588	-0.9603	0.3547
6	431300.0000	435614.7000	-4314.7190	-12627.5900	7787.9190	70977100.0000	1.7671	-1.6214	0.4644
7	441600.0000	432508.1000	9091.8750	-3535.7190	8005.2450	72924620.0000	1.8157	-0.4417	0.5567
8	428400.0000	439054.3000	-10654.2800	-14190.0000	8383.6790	78723060.0000	1.9116	-1.6926	0.4840
9	426900.0000	431383.2000	-4483.1880	-18673.1900	7896.1170	71395040.0000	1.8040	-2.3649	0.5394
10	436100.0000	428155.3000	7944.7190	-10728.4700	7901.5180	70475420.0000	1.8059	-1.3578	0.6798
11	442700.0000	433875.5000	8824.5310	-1903.9380	7993.8190	71215120.0000	1.8247	-0.2382	0.6188
12	453200.0000	440229.1000	12970.8800	11066.9400	8446.2780	80035890.0000	1.9190	1.3103	0.4374
13	443600.0000	449568.2000	-5968.1560	5098.7810	8239.7690	76334470.0000	1.8712	0.6188	0.5957
14	448300.0000	445271.1000	3028.9060	8127.6880	7838.9330	71168300.0000	1.7792	1.0368	0.5928
15	452100.0000	447451.9000	4648.0940	12775.7800	7611.0160	67628050.0000	1.7256	1.6786	0.5804
16	438800.0000	450798.5000	-11998.5300	777.2500	7903.5170	72717170.0000	1.7928	0.0983	0.6897
17	447500.0000	442159.6000	5340.4060	6117.6560	7743.3220	69954840.0000	1.7554	0.7901	0.6625
18	408200.0000	446004.7000	-37804.6900	-31687.0300	9511.6380	149910100.0000	2.1969	-3.3314	0.3826
19	405900.0000	418785.3000	-12885.3100	-44572.3400	9699.0650	150805700.0000	2.2512	-4.5955	0.4191
20	413200.0000	409507.9000	3692.0940	-40880.2500	9382.9080	143586000.0000	2.1797	-4.3569	0.5866
21	426400.0000	412166.2000	14233.7800	-26646.4700	9625.4510	146536800.0000	2.2377	-2.7683	0.7297
22		422414.5000							
23		422414.5000							
24		422414.5000							
25		422414.5000							
26		422414.5000							
CFE		-26646.4700							
MAD		9625.4510							
MSE		146536800.0000							
MAPE		2.2377							
Trk.Signal		-2.7683							
R-sqaure		0.7297							
		Alpha=0.72							
		Beta=0							
		F(0)=441600							
		T(0)=0							



01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000								
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
3	451300.0000	438049.9000	13250.0600	8450.0630	9025.0310	99302080.0000	2.0174	0.9363	0.3996
4	438500.0000	447780.1000	-9280.0940	-830.0313	9110.0520	94908100.0000	2.0504	-0.0911	0.3877
5	433500.0000	441107.3000	-7607.2500	-8437.2810	8734.3520	85648630.0000	1.9765	-0.9660	0.3711
6	431300.0000	435350.2000	-4050.1560	-12487.4400	7797.5130	71799660.0000	1.7690	-1.6015	0.4845
7	441600.0000	432241.8000	9358.1880	-3129.2500	8057.6250	74429000.0000	1.8274	-0.3884	0.5903
8	428400.0000	439102.2000	-10702.1900	-13831.4400	8435.4200	80158680.0000	1.9232	-1.6397	0.5055
9	426900.0000	431321.3000	-4421.3130	-18252.7500	7933.6560	72582350.0000	1.8123	-2.3007	0.5555
10	436100.0000	427898.8000	8201.1880	-10051.5600	7963.3820	71990920.0000	1.8199	-1.2622	0.7053
11	442700.0000	433897.3000	8802.6880	-1248.8750	8047.3130	72540560.0000	1.8367	-0.1552	0.6437
12	453200.0000	440525.3000	12674.6600	11425.7800	8467.9810	80550220.0000	1.9240	1.3493	0.4583
13	443600.0000	450029.4000	-6429.4060	4996.3750	8298.0990	77282480.0000	1.8844	0.6021	0.6300
14	448300.0000	445460.5000	2839.5000	7835.8750	7878.2070	71957890.0000	1.7882	0.9946	0.6260
15	452100.0000	447471.0000	4628.9690	12464.8400	7646.1180	68348560.0000	1.7336	1.6302	0.6083
16	438800.0000	450934.0000	-12134.0300	330.8125	7945.3130	73607640.0000	1.8024	0.0416	0.7206
17	447500.0000	442027.6000	5472.4060	5803.2190	7790.7560	70878860.0000	1.7662	0.7449	0.6912
18	408200.0000	445900.4000	-37700.4100	-31897.1900	9550.1480	150316600.0000	2.2056	-3.3400	0.3971
19	405900.0000	418093.1000	-12193.1300	-44090.3100	9696.9800	150225300.0000	2.2499	-4.5468	0.4374
20	413200.0000	408530.1000	4669.9380	-39420.3800	9432.3980	143466500.0000	2.1910	-4.1793	0.6164
21	426400.0000	411796.5000	14603.5000	-24816.8800	9690.9530	146956300.0000	2.2527	-2.5608	0.7632
22		422661.3000							
23		422661.3000							
24		422661.3000							
25		422661.3000							
26		422661.3000							
CFE		-24816.8800							
MAD		9690.9530							
MSE		146956300.0000							
MAPE		2.2527							
Trk.Signal		-2.5608							
R-sqaure		0.7632							
		Alpha=0.86							
		F(0)=441600							
		F'(0)=441600							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	441600.0000	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
2	436800.0000	438816.0000	12484.0000	7684.0000	8642.0000	89445130.0000	1.9326	0.8891	0.3177
3	451300.0000	445653.1000	-7153.0630	530.9375	8145.6880	76685520.0000	1.8321	0.0652	0.1889
4	438500.0000	442150.5000	-8650.5310	-8119.5940	8271.8980	76222060.0000	1.8730	-0.9816	0.2200
5	433500.0000	437177.9000	-5877.8750	-13997.4700	7793.0940	67887540.0000	1.7709	-1.7961	0.3364
6	431300.0000	433085.8000	8514.1560	-5483.3130	7913.2710	68654750.0000	1.7971	-0.6929	0.3997
7	441600.0000	436846.9000	-8446.8750	-13930.1900	7989.5000	69039740.0000	1.8221	-1.7436	0.3784
8	428400.0000	431486.5000	-4586.5310	-18516.7200	7564.1290	63039310.0000	1.7286	-2.4480	0.4530
9	426900.0000	427654.8000	8445.1880	-10071.5300	7662.0240	63959520.0000	1.7517	-1.3145	0.6119
10	436100.0000	430995.8000	-11704.2200	1632.6880	8066.2440	71262440.0000	1.8409	0.2024	0.6095
11	442700.0000	436937.2000	-16262.7800	17895.4700	8811.3840	88827500.0000	1.9998	2.0309	0.4424
12	453200.0000	446506.9000	-2906.9380	14988.5300	8319.3470	82129400.0000	1.8877	1.8016	0.5326
13	443600.0000	446325.9000	1974.0630	16962.5900	7831.2480	76111510.0000	1.7764	2.1660	0.5696
14	448300.0000	448731.5000	3368.5310	20331.1300	7512.4820	71485480.0000	1.7027	2.7063	0.5970
15	452100.0000	452111.8000	-13311.8100	7019.3130	7899.1040	78533400.0000	1.7915	0.8886	0.7345
16	438800.0000	446100.8000	1399.1880	8418.5000	7492.8590	73747420.0000	1.6990	1.1235	0.7369
17	447500.0000	447502.7000	-39302.6600	-30884.1600	9364.0230	160274000.0000	2.1655	-3.2982	0.4281
18	408200.0000	425415.2000	-19515.1600	-50399.3100	9927.9760	172527700.0000	2.3123	-5.0765	0.3841
19	405900.0000	411499.0000	1701.0000	-48698.3100	9494.9770	163599600.0000	2.2122	-5.1288	0.5329
20	413200.0000	408247.0000	18152.9700	-30545.3400	9927.8770	171896100.0000	2.3145	-3.0767	0.7327
21	426400.0000	414680.2000							
22		412111.4000							
23		409542.5000							
24		406973.7000							
25		404404.8000							
26		-30545.3400							
CFE		9927.8770							
MAD		171896100.0000							
MSE		2.3145							
MAPE		-3.0767							
Trk.Signal		0.7327							
R-sqaure		Alpha=0.29							
		F(0)=441600							
		F'(0)=441600							

1	441600.0000	-4800.0000	-4800.0000	4800.0000	23040000.0000	1.0989	-1.0000	1.0000
2	436800.0000	441600.0000	-4800.0000	4800.0000	89997350.0000	1.9375	0.8920	0.3221
3	451300.0000	438771.8000	12528.1600	7728.1560	79523110.0000	1.8734	0.0090	0.2208
4	438500.0000	446153.4000	-7653.4060	74.7500	76223640.0000	1.8747	-0.9744	0.2425
5	433500.0000	441644.0000	-8144.0310	-8069.2810	67129630.0000	1.7569	-1.7603	0.3560
6	431300.0000	436845.6000	-5545.5940	-13614.8800	66666440.0000	1.7669	-0.7187	0.3988
7	441600.0000	433578.1000	8021.8750	-5593.0000	71157180.0000	1.8448	-1.9167	0.3807
8	428400.0000	438304.6000	-9904.6250	-15497.6300	66138990.0000	1.7772	-2.7110	0.4459
9	426900.0000	432468.8000	-5568.8130	-21066.4400	64099160.0000	1.7559	-1.8441	0.5518
10	436100.0000	429187.7000	-6912.3440	-14154.0900	66599830.0000	1.7935	-0.6004	0.4999
11	442700.0000	433260.4000	9439.5940	-4714.5000	79338080.0000	1.9189	1.1442	0.3422
12	453200.0000	438822.2000	14377.7800	9663.2810	73863460.0000	1.8284	0.7417	0.4434
13	443600.0000	447293.6000	-3693.5940	5969.6880	68960830.0000	1.7423	1.1925	0.4554
14	448300.0000	445117.3000	3182.6560	9152.3440	65898340.0000	1.6986	1.9035	0.4592
15	452100.0000	446992.6000	5107.4380	14259.7800	69870540.0000	1.7555	0.3951	0.5521
16	438800.0000	450001.8000	-11201.8400	3057.9380	66553350.0000	1.7030	0.9527	0.5386
17	447500.0000	443401.8000	4098.2500	7156.1880	145873500.0000	2.1449	-3.2816	0.3158
18	408200.0000	445816.4000	-37616.4400	-30460.2500	155278500.0000	2.2687	-4.9435	0.3230
19	405900.0000	423652.8000	-17752.8400	-48213.0900	147106000.0000	2.1494	-5.2172	0.4574
20	413200.0000	413192.9000	7.1250	-48205.9700	148466500.0000	2.1968	-3.7087	0.5926
21	426400.0000	413197.1000	13202.9400	-35003.0300				
22	420976.2000							
23	420976.2000							
24	420976.2000							
25	420976.2000							
26	420976.2000							
CFE	-35003.0300							
MAD	9437.9670							
MSE	148466500.0000							
MAPE	2.1968							
Trk.Signal	-3.7087							
R-sqaure	0.5926							
	c=1							
	Alpha=0.48							
	Beta=0							
	Gamma=0.21							
	F(0)=441600							
	T(0)=0							
	S(1)=0							

### Forecast Result for DC-132

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	93100.0000								
2	93400.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
3	92700.0000	94250.0000	-1550.0000	750.0000	1925.0000	3846250.0000	2.0415	0.3896	0.2586
4	92300.0000	93733.3400	-1433.3360	-683.3359	1761.1120	3248984.0000	1.8786	-0.3880	0.1441
5	89600.0000	93375.0000	-3775.0000	-4458.3360	2264.5840	5999394.0000	2.4623	-1.9687	0.3378
6	90400.0000	92620.0000	-2220.0000	-6678.3360	2255.6670	5785195.0000	2.4610	-2.9607	0.5116
7	88300.0000	92250.0000	-3950.0000	-10628.3400	2538.0560	7421413.0000	2.7964	-4.1876	0.6646
8	87600.0000	91685.7100	-4085.7110	-14714.0500	2759.1500	8745930.0000	3.0632	-5.3328	0.7907
9	92500.0000	91175.0000	1325.0000	-13389.0500	2579.8810	7872142.0000	2.8593	-5.1898	0.6348
10	93800.0000	91322.2200	2477.7810	-10911.2700	2568.5360	7679614.0000	2.8351	-4.2480	0.4224
11	94600.0000	91570.0000	3030.0000	-7881.2660	2614.6830	7829743.0000	2.8719	-3.0142	0.2647
12	96300.0000	91845.4500	4454.5470	-3426.7190	2781.9430	8921855.0000	3.0314	-1.2318	0.1453
13	92800.0000	92216.6600	-583.3359	-2843.3830	2598.7260	8206724.0000	2.8311	-1.0941	0.1404
14	93300.0000	92261.5400	1038.4610	-1804.9220	2478.7060	7658392.0000	2.6990	-0.7282	0.1338
15	90600.0000	92335.7100	-1735.7110	-3540.6330	2425.6350	7326556.0000	2.6430	-1.4597	0.1373
16	88400.0000	92220.0000	-3820.0000	-7360.6330	2518.5920	7810946.0000	2.7549	-2.9225	0.1467
17	87300.0000	91981.2500	-4681.2500	-12041.8800	2653.7580	8692393.0000	2.9179	-4.5377	0.1693
18	89500.0000	91705.8800	-2205.8830	-14247.7700	2627.4130	8467306.0000	2.8912	-5.4227	0.1902
19	87700.0000	91583.3400	-3883.3360	-18131.1000	2697.1860	8834695.0000	2.9766	-6.7222	0.2213
20	90800.0000	91378.9500	-578.9453	-18710.0500	2585.7000	8387353.0000	2.8535	-7.2360	0.2279
21	92400.0000	91350.0000	1050.0000	-17660.0500	2508.9150	8023110.0000	2.7676	-7.0389	0.2109
22		91400.0000							
23		91400.0000							
24		91400.0000							
25		91400.0000							
26		91400.0000							
CFE		-17660.0500							
MAD		2508.9150							
MSE		8023110.0000							
MAPE		2.7676							
Trk.Signal		-7.0389							
R-sqaure		0.2109							



01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	93100.0000								
2	95400.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
3	92700.0000	95400.0000	-2700.0000	-400.0000	2500.0000	6290000.0000	2.6618	-0.1600	0.7476
4	92300.0000	92700.0000	-400.0000	-800.0000	1800.0000	4246667.0000	1.9190	-0.4444	0.7843
5	89600.0000	92300.0000	-2700.0000	-3500.0000	2025.0000	5007500.0000	2.1926	-1.7284	0.5237
6	90400.0000	89600.0000	800.0000	-2700.0000	1780.0000	4134000.0000	1.9310	-1.5169	0.9128
7	88300.0000	90400.0000	-2100.0000	-4800.0000	1833.3330	4180000.0000	2.0056	-2.6182	0.7773
8	87600.0000	88300.0000	-700.0000	-5500.0000	1671.4290	3652857.0000	1.8332	-3.2906	0.8657
9	92500.0000	87600.0000	4900.0000	-600.0000	2075.0000	6197500.0000	2.2662	-0.2892	1.0000
10	93800.0000	92500.0000	1300.0000	700.0000	1988.8890	5696667.0000	2.1684	0.3520	0.9466
11	94600.0000	93800.0000	800.0000	1500.0000	1870.0000	5191000.0000	2.0361	0.8021	0.8985
12	96300.0000	94600.0000	1700.0000	3200.0000	1854.5450	4981818.0000	2.0115	1.7255	0.8000
13	92800.0000	96300.0000	-3500.0000	-300.0000	1991.6670	5587500.0000	2.1582	-0.1506	1.0000
14	93300.0000	92800.0000	500.0000	200.0000	1876.9230	5176923.0000	2.0334	0.1066	0.9956
15	90600.0000	93300.0000	-2700.0000	-2500.0000	1935.7140	5327857.0000	2.1010	-1.2915	0.9822
16	88400.0000	90600.0000	-2200.0000	-4700.0000	1953.3330	5295334.0000	2.1269	-2.4061	0.8906
17	87300.0000	88400.0000	-1100.0000	-5800.0000	1900.0000	5040000.0000	2.0727	-3.0526	0.8620
18	89500.0000	87300.0000	2200.0000	-3600.0000	1917.6470	5028236.0000	2.0954	-1.8773	0.9887
19	87700.0000	89500.0000	-1800.0000	-5400.0000	1911.1110	4928889.0000	2.0930	-2.8256	0.9304
20	90800.0000	87700.0000	3100.0000	-2300.0000	1973.6840	5175263.0000	2.1625	-1.1653	1.0000
21	92400.0000	90800.0000	1600.0000	-700.0000	1955.0000	5044500.0000	2.1410	-0.3581	1.0000
22		92400.0000							
23		92400.0000							
24		92400.0000							
25		92400.0000							
26		92400.0000							
CFE		-700.0000							
MAD		1955.0000							
MSE		5044500.0000							
MAPE		2.1410							
Trk.Signal		-0.3581							
R-sqaure		1.0000							
		m=1							
		W(1)=1.0000							



### Forecast Result for DC-132

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	93100.0000								
2	95400.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
3	92700.0000	95239.0000	-2539.0000	-239.0000	2419.5000	5868261.0000	2.5749	-0.0988	0.6355
4	92300.0000	92877.7300	-577.7344	-816.7344	1805.5780	4023433.0000	1.9253	-0.4523	0.6370
5	89600.0000	92340.4500	-2740.4450	-3557.1800	2039.2950	4895085.0000	2.2086	-1.7443	0.4752
6	90400.0000	89791.8400	608.1641	-2949.0160	1753.0690	3990041.0000	1.9014	-1.6822	0.8302
7	88300.0000	90357.4300	-2057.4300	-5006.4450	1803.7960	4030536.0000	1.9729	-2.7755	0.7377
8	87600.0000	88444.0200	-844.0234	-5850.4690	1666.6850	3556514.0000	1.8287	-3.5102	0.8261
9	92500.0000	87659.0900	4840.9140	-1009.5550	2063.4640	6041256.0000	2.2543	-0.4893	0.9938
10	93800.0000	92161.1300	1638.8670	629.3125	2016.2870	5668437.0000	2.1979	0.3121	0.8869
11	94600.0000	93685.2800	914.7188	1544.0310	1906.1300	5185264.0000	2.0748	0.8100	0.8395
12	96300.0000	94535.9700	1764.0310	3308.0630	1893.2120	4996768.0000	2.0527	1.7473	0.7514
13	92800.0000	96176.5200	-3376.5160	-68.4531	2016.8200	5530442.0000	2.1849	-0.0339	0.9451
14	93300.0000	93036.3600	263.6406	195.1875	1881.9600	5110370.0000	2.0385	0.1037	0.9401
15	90600.0000	93281.5500	-2681.5470	-2486.3590	1939.0740	5258965.0000	2.1043	-1.2822	0.9279
16	88400.0000	90787.7100	-2387.7110	-4874.0700	1968.9830	5288445.0000	2.1441	-2.4754	0.8388
17	87300.0000	88567.1400	-1267.1410	-6141.2110	1925.1180	5058270.0000	2.1008	-3.1900	0.8110
18	89500.0000	87388.7000	2111.2970	-4029.9140	1936.0690	5022935.0000	2.1160	-2.0815	0.9341
19	87700.0000	89352.2100	-1652.2110	-5682.1250	1920.2990	4895538.0000	2.1031	-2.9590	0.8866
20	90800.0000	87815.6600	2984.3440	-2697.7810	1976.3020	5106631.0000	2.1654	-1.3651	0.9736
21	92400.0000	90591.0900	1808.9060	-888.8750	1967.9320	5014907.0000	2.1550	-0.4517	0.9669
22		92273.3800							
23		92273.3800							
24		92273.3800							
25		92273.3800							
26		92273.3800							
CFE		-888.8750							
MAD		1967.9320							
MSE		5014907.0000							
MAPE		2.1550							
Trk.Signal		-0.4517							
R-sqaure		0.9669							
		Alpha=0.93							
		F(0)=93100							



01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	93100.0000								
2	93100.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
3	92700.0000	92239.0000	-2539.0000	-239.0000	2419.5000	5868261.0000	2.5749	-0.0988	0.6355
4	92300.0000	92877.7300	-577.7344	-816.7344	1805.5780	4023433.0000	1.9253	-0.4523	0.6370
5	89600.0000	92340.4500	-2740.4450	-3557.1800	2039.2950	4895085.0000	2.2086	-1.7443	0.4752
6	90400.0000	89791.8400	608.1641	-2949.0160	1753.0690	3990041.0000	1.9014	-1.6822	0.8302
7	88300.0000	90357.4300	-2057.4300	-5006.4450	1803.7960	4030536.0000	1.9729	-2.7755	0.7377
8	87600.0000	88444.0200	-844.0234	-5850.4690	1666.6850	3556514.0000	1.8287	-3.5102	0.8261
9	92500.0000	87659.0900	4840.9140	-1009.5550	2063.4640	6041256.0000	2.2543	-0.4893	0.9938
10	93800.0000	92161.1300	1638.8670	629.3125	2016.2870	5668437.0000	2.1979	0.3121	0.8869
11	94600.0000	93685.2800	914.7188	1544.0310	1906.1300	5185264.0000	2.0748	0.8100	0.8395
12	96300.0000	94535.9700	1764.0310	3308.0630	1893.2120	4996768.0000	2.0527	1.7473	0.7514
13	92800.0000	96176.5200	-3376.5160	-68.4531	2016.8200	5530442.0000	2.1849	-0.0339	0.9451
14	93300.0000	93036.3600	263.6406	195.1875	1881.9600	5110370.0000	2.0385	0.1037	0.9401
15	90600.0000	93281.5500	-2681.5470	-2486.3590	1939.0740	5258965.0000	2.1043	-1.2822	0.9279
16	88400.0000	90787.7100	-2387.7110	-4874.0700	1968.9830	5288445.0000	2.1441	-2.4754	0.8388
17	87300.0000	88567.1400	-1267.1410	-6141.2110	1925.1180	5058270.0000	2.1008	-3.1900	0.8110
18	89500.0000	87388.7000	2111.2970	-4029.9140	1936.0690	5022935.0000	2.1160	-2.0815	0.9341
19	87700.0000	89352.2100	-1652.2110	-5682.1250	1920.2990	4895538.0000	2.1031	-2.9590	0.8866
20	90800.0000	87815.6600	2984.3440	-2697.7810	1976.3020	5106631.0000	2.1654	-1.3651	0.9736
21	92400.0000	90591.0900	1808.9060	-888.8750	1967.9320	5014907.0000	2.1550	-0.4517	0.9669
22		92273.3800							
23		92273.3800							
24		92273.3800							
25		92273.3800							
26		92273.3800							
CFE		-888.8750							
MAD		1967.9320							
MSE		5014907.0000							
MAPE		2.1550							
Trk.Signal		-0.4517							
R-square		0.9669							
		Alpha=0.93							
		Beta=0							
		F(0)=93100							
		T(0)=0							

**FORECAST RESULI FOR DC-104**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	93100.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
2	95400.0000	95219.6800	-2519.6800	-219.6797	2409.8400	5819393.0000	2.5645	-0.0912	0.6229
3	92700.0000	92900.9400	-600.9375	-820.6172	1806.8720	3999971.0000	1.9267	-0.4542	0.6203
4	89600.0000	92343.4100	-2743.4060	-3564.0230	2041.0060	4881548.0000	2.2105	-1.7462	0.4699
5	90400.0000	89814.1900	585.8125	-2978.2110	1749.9670	3973873.0000	1.8980	-1.7019	0.8212
6	88300.0000	90350.0200	-2050.0230	-5028.2340	1799.9770	4011994.0000	1.9686	-2.7935	0.7336
7	87600.0000	88461.5900	-861.5859	-5889.8200	1665.9210	3544899.0000	1.8279	-3.5355	0.8218
8	92500.0000	87664.5300	4835.4690	-1054.3520	2062.1140	6024507.0000	2.2528	-0.5113	0.9886
9	93800.0000	92119.6200	1680.3830	626.0313	2019.7000	5668860.0000	2.2016	0.3100	0.8807
10	94600.0000	93675.3800	924.6172	1550.6480	1910.1910	5187466.0000	2.0792	0.8118	0.8335
11	96300.0000	94530.0000	1770.0000	3320.6480	1897.4470	5000687.0000	2.0572	1.7501	0.7465
12	92800.0000	96162.6000	-3362.6020	-41.9531	2019.5430	5526221.0000	2.1878	-0.0208	0.9389
13	93300.0000	93066.2400	233.7578	191.8047	1882.1750	5105330.0000	2.0387	0.1019	0.9346
14	90600.0000	93276.7200	-2676.7190	-2484.9140	1938.9280	5252437.0000	2.1041	-1.2816	0.9225
15	88400.0000	90810.2000	-2410.1950	-4895.1090	1970.3460	5289544.0000	2.1456	-2.4844	0.8336
16	87300.0000	88585.0200	-1285.0160	-6180.1250	1927.5130	5062151.0000	2.1035	-3.2063	0.8058
17	89500.0000	87397.1900	2102.8130	-4077.3130	1937.8250	5024485.0000	2.1180	-2.1041	0.9286
18	87700.0000	89333.2300	-1633.2340	-5710.5470	1920.9030	4893559.0000	2.1038	-2.9728	0.8823
19	90800.0000	87831.1400	2968.8590	-2741.6880	1976.0580	5099886.0000	2.1652	-1.3875	0.9686
20	92400.0000	90564.8400	1835.1640	-906.5234	1969.0140	5013283.0000	2.1562	-0.4604	0.9622
21		92260.4900							
22		92260.4900							
23		92260.4900							
24		92260.4900							
25		92260.4900							
26		92260.4900							
CFE		-906.5234							
MAD		1969.0140							
MSE		5013283.0000							
MAPE		2.1562							
Trk.Signal		-0.4604							
R-sqaure		0.9622							
		Alpha=0.96							
		F(0)=93100							
		F'(0)=93100							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	93100.0000								
2	93100.0000	93100.0000	2300.0000	2300.0000	2300.0000	5290000.0000	2.4109	1.0000	1.0000
3	92700.0000	95400.0000	-2700.0000	-400.0000	2500.0000	6290000.0000	2.6618	-0.1600	0.7476
4	92300.0000	92700.0000	-400.0000	-800.0000	1800.0000	4246667.0000	1.9190	-0.4444	0.7843
5	89600.0000	92300.0000	-2700.0000	-3500.0000	2025.0000	5007500.0000	2.1926	-1.7284	0.5237
6	90400.0000	89600.0000	800.0000	-2700.0000	1780.0000	4134000.0000	1.9310	-1.5169	0.9128
7	88300.0000	90400.0000	-2100.0000	-4800.0000	1833.3330	4180000.0000	2.0056	-2.6182	0.7773
8	87600.0000	88300.0000	-700.0000	-5500.0000	1671.4290	3652857.0000	1.8332	-3.2906	0.8657
9	92500.0000	87600.0000	4900.0000	-600.0000	2075.0000	6197500.0000	2.2662	-0.2892	1.0000
10	93800.0000	92500.0000	1300.0000	700.0000	1988.8890	5696667.0000	2.1684	0.3520	0.9466
11	94600.0000	93800.0000	800.0000	1500.0000	1870.0000	5191000.0000	2.0361	0.8021	0.8985
12	96300.0000	94600.0000	1700.0000	3200.0000	1854.5450	4981818.0000	2.0115	1.7255	0.8000
13	92800.0000	96300.0000	-3500.0000	-300.0000	1991.6670	5587500.0000	2.1582	-0.1506	1.0000
14	93300.0000	92800.0000	500.0000	200.0000	1876.9230	5176923.0000	2.0334	0.1066	0.9956
15	90600.0000	93300.0000	-2700.0000	-2500.0000	1935.7140	5327857.0000	2.1010	-1.2915	0.9822
16	88400.0000	90600.0000	-2200.0000	-4700.0000	1953.3330	5295334.0000	2.1269	-2.4061	0.8906
17	87300.0000	88400.0000	-1100.0000	-5800.0000	1900.0000	5040000.0000	2.0727	-3.0326	0.8620
18	89500.0000	87300.0000	2200.0000	-3600.0000	1917.6470	5028236.0000	2.0954	-1.8773	0.9887
19	87700.0000	89500.0000	-1800.0000	-5400.0000	1911.1110	4928889.0000	2.0930	-2.8256	0.9304
20	90800.0000	87700.0000	3100.0000	-2300.0000	1973.6840	5175263.0000	2.1625	-1.1653	1.0000
21	92400.0000	90800.0000	1600.0000	-700.0000	1955.0000	5044500.0000	2.1410	-0.3581	1.0000
22		92400.0000							
23		92400.0000							
24		92400.0000							
25		92400.0000							
26		92400.0000							
CFE		-700.0000							
MAD		1955.0000							
MSE		5044500.0000							
MAPE		2.1410							
Trk.Signal		-0.3581							
R-sqaure		1.0000							
		Alpha=1							
		F(0)=93100							
		F'(0)=93100							



01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	65000.0000	-3600.0000	-4200.0000	2100.0000	666000.0000	3.3953	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	63800.0000	-4000.0000	-8200.0000	2733.3330	977333.0000	4.4932	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	62800.0000	-600.0000	-8800.0000	2200.0000	742000.0000	3.6110	-4.0000	1.0000
6	58600.0000	62680.0000	-4080.0000	-12880.0000	2576.0000	9265280.0000	4.2813	-5.0000	1.0000
7	61900.0000	62000.0000	-100.0000	-12980.0000	2163.3330	7722734.0000	3.5947	-6.0000	1.0000
8	57300.0000	61985.7100	-4685.7150	-17665.7100	2523.6740	9756046.0000	4.2494	-7.0000	1.0000
9	61700.0000	61400.0000	300.0000	-17365.7100	2245.7140	8547790.0000	3.7790	-7.7328	1.0000
10	64500.0000	61433.3300	3066.6680	-14299.0500	2336.9310	8642975.0000	3.8874	-6.1187	0.8178
11	66700.0000	61740.0000	4960.0000	-9339.0470	2599.2380	10238840.0000	4.2423	-3.5930	0.3636
12	65400.0000	62190.9100	3209.0900	-6129.9570	2654.6790	10244240.0000	4.3027	-2.3091	0.2581
13	62700.0000	62458.3300	241.6680	-5888.2890	2453.5950	9395419.0000	3.9762	-2.3999	0.2522
14	64100.0000	62476.9200	1623.0780	-4265.2110	2389.7090	8875340.0000	3.8652	-1.7848	0.2271
15	62600.0000	62592.8600	7.1445	-4258.0660	2219.5260	8241391.0000	3.5899	-1.9185	0.2260
16	58400.0000	62593.3300	-4193.3320	-8451.3980	2351.1130	8864233.0000	3.8293	-3.5946	0.2270
17	58100.0000	62331.2500	-4231.2500	-12682.6500	2468.6220	9429186.0000	4.0451	-5.1375	0.2434
18	55200.0000	62082.3500	-6882.3520	-19565.0000	2728.2530	11660810.0000	4.5406	-7.1713	0.2593
19	56300.0000	61700.0000	-5400.0000	-24965.0000	2876.6830	12632990.0000	4.8212	-8.6784	0.2933
20	56800.0000	61415.7900	-4615.7890	-29580.7900	2968.2150	13089430.0000	4.9951	-9.9659	0.3291
21	57400.0000	61185.0000	-3785.0000	-33365.7900	3009.0540	13151270.0000	5.0751	-11.0885	0.3629
22		61004.7600							
23		61004.7600							
24		61004.7600							
25		61004.7600							
26		61004.7600							
CFE		-33365.7900							
MAD		3009.0540							
MSE		13151270.0000							
MAPE		5.0751							
Trk.Signal		-11.0885							
R-square		0.3629							

### Forecast Result for DC-133

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64700.0000	-3300.0000	-3900.0000	1950.0000	5625000.0000	3.1510	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	61400.0000	-1600.0000	-5500.0000	1833.3330	4603334.0000	2.9925	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	59800.0000	2400.0000	-3100.0000	1975.0000	4892500.0000	3.2090	-1.5696	1.0000
6	58600.0000	62200.0000	-3600.0000	-6700.0000	2300.0000	6506000.0000	3.7959	-2.9130	1.0000
7	61900.0000	58600.0000	3300.0000	-3400.0000	2466.6670	7236667.0000	4.0518	-1.3784	1.0000
8	57300.0000	61900.0000	-4600.0000	-8000.0000	2771.4290	9225714.0000	4.6198	-2.8866	1.0000
9	61700.0000	57300.0000	4400.0000	-3600.0000	2975.0000	10492500.0000	4.9337	-1.2101	1.0000
10	64500.0000	61700.0000	2800.0000	-800.0000	2955.5560	10197780.0000	4.8679	-0.2707	1.0000
11	66700.0000	64500.0000	2200.0000	1400.0000	2880.0000	9662000.0000	4.7109	0.4861	0.8451
12	65400.0000	66700.0000	-1300.0000	100.0000	2736.3640	8937273.0000	4.4634	0.0365	0.9927
13	62700.0000	65400.0000	-2700.0000	-2600.0000	2733.3330	8800000.0000	4.4503	-0.9512	1.0000
14	64100.0000	62700.0000	1400.0000	-1200.0000	2630.7690	8273846.0000	4.2759	-0.4561	1.0000
15	62600.0000	64100.0000	-1500.0000	-2700.0000	2550.0000	7843572.0000	4.1417	-1.0588	1.0000
16	58400.0000	62600.0000	-4200.0000	-6900.0000	2660.0000	8496667.0000	4.3450	-2.5940	0.9625
17	58100.0000	58400.0000	-300.0000	-7200.0000	2512.5000	7971250.0000	4.1057	-2.8657	0.9781
18	55200.0000	58100.0000	-2900.0000	-10100.0000	2535.2940	7997059.0000	4.1732	-3.9838	0.8450
19	56300.0000	55200.0000	1100.0000	-9000.0000	2455.5560	7620000.0000	4.0499	-3.6652	0.9615
20	56800.0000	56300.0000	500.0000	-8500.0000	2352.6320	7232106.0000	3.8831	-3.6130	1.0000
21	57400.0000	56800.0000	600.0000	-7900.0000	2265.0000	6888500.0000	3.7412	-3.4879	1.0000
22		57400.0000							
23		57400.0000							
24		57400.0000							
25		57400.0000							
26		57400.0000							
CFE		-7900.0000							
MAD		2265.0000							
MSE		6888500.0000							
MAPE		3.7412							
Trk.Signal		-3.4879							
R-sqaure		1.0000							
		m=1							

**FORECAST RESULT FOR LAC-155**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64700.0000	-3300.0000	-3900.0000	1950.0000	5625000.0000	3.1510	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	61400.0000	-1600.0000	-5500.0000	1833.3330	4603334.0000	2.9925	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	59800.0000	2400.0000	-3100.0000	1975.0000	4892500.0000	3.2090	-1.5696	1.0000
6	58600.0000	62200.0000	-3600.0000	-6700.0000	2300.0000	6506000.0000	3.7959	-2.9130	1.0000
7	61900.0000	58600.0000	3300.0000	-3400.0000	2466.6670	7236667.0000	4.0518	-1.3784	1.0000
8	57300.0000	61900.0000	-4600.0000	-8000.0000	2771.4290	9225714.0000	4.6198	-2.8866	1.0000
9	61700.0000	57300.0000	4400.0000	-3600.0000	2975.0000	10492500.0000	4.9337	-1.2101	1.0000
10	64500.0000	61700.0000	2800.0000	-800.0000	2955.5560	10197780.0000	4.8679	-0.2707	1.0000
11	66700.0000	64500.0000	2200.0000	1400.0000	2880.0000	9662000.0000	4.7109	0.4861	0.8451
12	65400.0000	66700.0000	-1300.0000	100.0000	2736.3640	8937273.0000	4.4634	0.0365	0.9927
13	62700.0000	65400.0000	-2700.0000	-2600.0000	2733.3330	8800000.0000	4.4503	-0.9512	1.0000
14	64100.0000	62700.0000	1400.0000	-1200.0000	2630.7690	8273846.0000	4.2759	-0.4561	1.0000
15	62600.0000	64100.0000	-1500.0000	-2700.0000	2550.0000	7843572.0000	4.1417	-1.0588	1.0000
16	58400.0000	62600.0000	-4200.0000	-6900.0000	2660.0000	8496667.0000	4.3450	-2.5940	0.9625
17	58100.0000	58400.0000	-300.0000	-7200.0000	2512.5000	7971250.0000	4.1057	-2.8657	0.9781
18	55200.0000	58100.0000	-2900.0000	-10100.0000	2535.2940	7997059.0000	4.1732	-3.9838	0.8450
19	56300.0000	55200.0000	1100.0000	-9000.0000	2455.5560	7620000.0000	4.0499	-3.6652	0.9615
20	56800.0000	56300.0000	500.0000	-8500.0000	2352.6320	7232106.0000	3.8831	-3.6130	1.0000
21	57400.0000	56800.0000	600.0000	-7900.0000	2265.0000	6888500.0000	3.7412	-3.4879	1.0000
22		57400.0000							
23		57400.0000							
24		57400.0000							
25		57400.0000							
26		57400.0000							
CFE		-7900.0000							
MAD		2265.0000							
MSE		6888500.0000							
MAPE		3.7412							
Trk.Signal		-3.4879							
R-square		1.0000							
		m=1							
		W(1)=1.0000							

**F O R E C A S T I N G R E S U L T F O R D O C 1 5 5**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by 1-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64700.0000	-3300.0000	-3900.0000	1950.0000	5625000.0000	3.1510	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	61400.0000	-1600.0000	-5500.0000	1833.3330	4603334.0000	2.9925	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	59800.0000	2400.0000	-3100.0000	1975.0000	4892500.0000	3.2090	-1.5696	1.0000
6	58600.0000	62200.0000	-3600.0000	-6700.0000	2300.0000	6506000.0000	3.7959	-2.9130	1.0000
7	61900.0000	58600.0000	3300.0000	-3400.0000	2466.6670	7236667.0000	4.0518	-1.3784	1.0000
8	57300.0000	61900.0000	-4600.0000	-8000.0000	2771.4290	9225714.0000	4.6198	-2.8866	1.0000
9	61700.0000	57300.0000	4400.0000	-3600.0000	2975.0000	10492500.0000	4.9337	-1.2101	1.0000
10	64500.0000	61700.0000	2800.0000	-800.0000	2955.5560	10197780.0000	4.8679	-0.2707	1.0000
11	66700.0000	64500.0000	2200.0000	1400.0000	2880.0000	9662000.0000	4.7109	0.4861	0.8451
12	65400.0000	66700.0000	-1300.0000	100.0000	2736.3640	8937273.0000	4.4634	0.0365	0.9927
13	62700.0000	65400.0000	-2700.0000	-2600.0000	2733.3330	8800000.0000	4.4503	-0.9512	1.0000
14	64100.0000	62700.0000	1400.0000	-1200.0000	2630.7690	8273846.0000	4.2759	-0.4561	1.0000
15	62600.0000	64100.0000	-1500.0000	-2700.0000	2550.0000	7843572.0000	4.1417	-1.0588	1.0000
16	58400.0000	62600.0000	-4200.0000	-6900.0000	2660.0000	8496667.0000	4.3450	-2.5940	0.9625
17	58100.0000	58400.0000	-300.0000	-7200.0000	2512.5000	7971250.0000	4.1057	-2.8657	0.9781
18	55200.0000	58100.0000	-2900.0000	-10100.0000	2535.2940	7997059.0000	4.1732	-3.9838	0.8450
19	56300.0000	55200.0000	1100.0000	-9000.0000	2455.5560	7620000.0000	4.0499	-3.6652	0.9615
20	56800.0000	56300.0000	500.0000	-8500.0000	2352.6320	7232106.0000	3.8831	-3.6130	1.0000
21	57400.0000	56800.0000	600.0000	-7900.0000	2265.0000	6888500.0000	3.7412	-3.4879	1.0000
22		57400.0000							
23		57400.0000							
24		57400.0000							
25		57400.0000							
26		57400.0000							
CFE		-7900.0000							
MAD		2265.0000							
MSE		6888500.0000							
MAPE		3.7412							
Trk.Signal		-3.4879							
R-sqaure		1.0000							
		m=1							



**Forecast Result for DC-100**

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64808.0000	-3408.0000	-4008.0000	2004.0000	5987232.0000	3.2389	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	62013.4400	-2213.4410	-6221.4410	2073.8140	5624596.0000	3.3931	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	60198.4200	2001.5780	-4219.8630	2055.7550	5220025.0000	3.3493	-2.0527	1.0000
6	58600.0000	61839.7100	-3239.7150	-7459.5780	2292.5470	6275171.0000	3.7851	-3.2538	1.0000
7	61900.0000	59183.1500	2716.8520	-4742.7270	2363.2640	6459523.0000	3.8858	-2.0069	1.0000
8	57300.0000	61410.9600	-4110.9650	-8853.6910	2612.9360	7951024.0000	4.3556	-3.3884	1.0000
9	61700.0000	58039.9800	3660.0230	-5193.6680	2743.8220	8631617.0000	4.5527	-1.8929	1.0000
10	64500.0000	61041.2000	3458.8050	-1734.8630	2823.2640	9001807.0000	4.6426	-0.6145	0.9316
11	66700.0000	63877.4100	2822.5860	1087.7230	2823.1970	8898326.0000	4.6016	0.3853	0.6720
12	65400.0000	66191.9300	-791.9297	295.7930	2638.5360	8146401.0000	4.2933	0.1121	0.7896
13	62700.0000	65542.5500	-2842.5470	-2546.7540	2655.5370	8140874.0000	4.3133	-0.9590	0.9148
14	64100.0000	63211.6600	888.3398	-1658.4140	2519.5990	7575356.0000	4.0881	-0.6582	0.8843
15	62600.0000	63940.1000	-1340.0980	-2998.5120	2435.3480	7162535.0000	3.9490	-1.2312	0.9100
16	58400.0000	62841.2200	-4441.2190	-7439.7310	2569.0730	7999994.0000	4.1928	-2.8959	0.8092
17	58100.0000	59199.4200	-1099.4220	-8539.1520	2477.2200	7575540.0000	4.0490	-3.4471	0.8055
18	55200.0000	58297.8900	-3097.8950	-11637.0500	2513.7300	7694447.0000	4.1409	-4.6294	0.7158
19	56300.0000	55757.6200	542.3789	-11094.6700	2404.2110	7283321.0000	3.9644	-4.6147	0.8204
20	56800.0000	56202.3700	597.6289	-10497.0400	2309.1270	6918786.0000	3.8111	-4.5459	0.8875
21	57400.0000	56692.4300	707.5742	-9789.4650	2229.0500	6597880.0000	3.6822	-4.3918	0.9354
22		57272.6400							
23		57272.6400							
24		57272.6400							
25		57272.6400							
26		57272.6400							
CFE		-9789.4650							
MAD		2229.0500							
MSE		6597880.0000							
MAPE		3.6822							
Trk.Signal		-4.3918							
R-sqaure		0.9354							
		Alpha=0.82							
		F(0)=65300							

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64808.0000	-3408.0000	-4008.0000	2004.0000	5987232.0000	3.2389	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	62013.4400	-2213.4410	-6221.4410	2073.8140	5624596.0000	3.3931	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	60198.4200	2001.5780	-4219.8630	2055.7550	5220025.0000	3.3493	-2.0527	1.0000
6	58600.0000	61839.7100	-3239.7150	-7459.5780	2292.5470	6275171.0000	3.7851	-3.2538	1.0000
7	61900.0000	59183.1500	2716.8520	-4742.7270	2363.2640	6459523.0000	3.8858	-2.0069	1.0000
8	57300.0000	61410.9600	-4110.9650	-8853.6910	2612.9360	7951024.0000	4.3556	-3.3884	1.0000
9	61700.0000	58039.9800	3660.0230	-5193.6680	2743.8220	8631617.0000	4.5527	-1.8929	1.0000
10	64500.0000	61041.2000	3458.8050	-1734.8630	2823.2640	9001807.0000	4.6426	-0.6145	0.9316
11	66700.0000	63877.4100	2822.5860	1087.7230	2823.1970	8898326.0000	4.6016	0.3853	0.6720
12	65400.0000	66191.9300	-791.9297	295.7930	2638.5360	8146401.0000	4.2933	0.1121	0.7896
13	62700.0000	65542.5500	-2842.5470	-2546.7540	2655.5370	8140874.0000	4.3133	-0.9590	0.9148
14	64100.0000	63211.6600	888.3398	-1658.4140	2519.5990	7575356.0000	4.0881	-0.6582	0.8843
15	62600.0000	63940.1000	-1340.0980	-2998.5120	2435.3480	7162535.0000	3.9490	-1.2312	0.9100
16	58400.0000	62841.2200	-4441.2190	-7439.7310	2569.0730	7999994.0000	4.1928	-2.8959	0.8092
17	58100.0000	59199.4200	-1099.4220	-8539.1520	2477.2200	7575540.0000	4.0490	-3.4471	0.8055
18	55200.0000	58297.8900	-3097.8950	-11637.0500	2513.7300	7694447.0000	4.1409	-4.6294	0.7158
19	56300.0000	55757.6200	542.3789	-11094.6700	2404.2110	7283321.0000	3.9644	-4.6147	0.8204
20	56800.0000	56202.3700	597.6289	-10497.0400	2309.1270	6918786.0000	3.8111	-4.5459	0.8875
21	57400.0000	56692.4300	707.5742	-9789.4650	2229.0500	6597880.0000	3.6822	-4.3918	0.9354
22		57272.6400							
23		57272.6400							
24		57272.6400							
25		57272.6400							
26		57272.6400							
CFE		-9789.4650							
MAD		2229.0500							
MSE		6597880.0000							
MAPE		3.6822							
Trk.Signal		-4.3918							
R-square		0.9354							
		Alpha=0.82							
		Beta=0							
		F(0)=65300							
		T(0)=0							

### Forecast Result for DC-155

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64814.0000	-3414.0000	-4014.0000	2007.0000	6007698.0000	3.2438	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	62043.8000	-2243.8010	-6257.8010	2085.9340	5683346.0000	3.4133	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	60198.6200	2001.3790	-4256.4220	2064.7950	5263889.0000	3.3644	-2.0614	1.0000
6	58600.0000	61801.2900	-3201.2850	-7457.7070	2292.0930	6260757.0000	3.7841	-3.2537	1.0000
7	61900.0000	59224.2700	2675.7270	-4781.9810	2356.0320	6410550.0000	3.8738	-2.0297	1.0000
8	57300.0000	61365.8400	-4065.8400	-8847.8200	2600.2900	7856336.0000	4.3341	-3.4026	1.0000
9	61700.0000	58093.9300	3606.0700	-5241.7500	2726.0130	8499761.0000	4.5229	-1.9229	1.0000
10	64500.0000	60982.1200	3517.8790	-1723.8710	2813.9980	8930396.0000	4.6264	-0.6126	0.9224
11	66700.0000	63860.4800	2839.5200	1115.6480	2816.5500	8843643.0000	4.5895	0.3961	0.6652
12	65400.0000	66189.2700	-789.2734	326.3750	2632.2520	8096308.0000	4.2819	0.1240	0.7837
13	62700.0000	65573.2500	-2873.2500	-2546.8750	2652.3350	8109580.0000	4.3070	-0.9602	0.9113
14	64100.0000	63239.7600	860.2422	-1686.6330	2514.4820	7542690.0000	4.0789	-0.6708	0.8815
15	62600.0000	63913.2200	-1313.2190	-2999.8520	2428.6780	7127108.0000	3.9374	-1.2352	0.9062
16	58400.0000	62856.2500	-4456.2460	-7456.0980	2563.8490	7975843.0000	4.1836	-2.9082	0.8062
17	58100.0000	59236.1200	-1136.1210	-8592.2190	2474.6160	7558026.0000	4.0444	-3.4721	0.8013
18	55200.0000	58279.6600	-3079.6640	-11671.8800	2510.2070	7671338.0000	4.1346	-4.6498	0.7136
19	56300.0000	55775.5700	524.4258	-11147.4600	2399.8860	7260431.0000	3.9567	-4.6450	0.8176
20	56800.0000	56175.3200	624.6836	-10522.7700	2306.4540	6898842.0000	3.8063	-4.5623	0.8864
21	57400.0000	56685.3100	714.6914	-9808.0820	2226.8660	6579439.0000	3.6783	-4.4044	0.9346
22		57269.3000							
23		57269.3000							
24		57269.3000							
25		57269.3000							
26		57269.3000							
CFE		-9808.0820							
MAD		2226.8660							
MSE		6579439.0000							
MAPE		3.6783							
Trk.Signal		-4.4044							
R-sqaure		0.9346							
		Alpha=0.9							
		F(0)=65300							
		F'(0)=65300							

### Forecast Result for DC-133

01-13-2007 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	65300.0000								
2	64700.0000	65300.0000	-600.0000	-600.0000	600.0000	360000.0000	0.9274	-1.0000	1.0000
3	61400.0000	64724.0000	-3323.9960	-3923.9960	1961.9980	5704475.0000	3.1705	-2.0000	1.0000
4	59800.0000	61394.7200	-1594.7230	-5518.7190	1839.5730	4650697.0000	3.0026	-3.0000	1.0000
5	62200.0000	58959.7000	3240.2970	-2278.4220	2189.7540	6112904.0000	3.5543	-1.0405	1.0000
6	58600.0000	60798.8700	-2198.8710	-4477.2930	2191.5770	5857330.0000	3.5939	-2.0430	1.0000
7	61900.0000	58163.0000	3736.9960	-740.2969	2449.1470	7208632.0000	4.0011	-0.3023	1.0000
8	57300.0000	60718.9500	-3418.9490	-4159.2460	2587.6900	7848715.0000	4.2819	-1.6073	1.0000
9	61700.0000	57266.2000	4433.8010	274.5547	2818.4540	9324949.0000	4.6449	0.0974	1.0000
10	64500.0000	60564.3600	3935.6450	4210.1990	2942.5860	10009880.0000	4.8068	1.4308	1.0000
11	66700.0000	64405.8400	2294.1640	6504.3630	2877.7440	9535208.0000	4.6701	2.2602	0.9974
12	65400.0000	67578.2700	-2178.2660	-4326.0980	2814.1550	9099720.0000	4.5483	1.5373	1.0000
13	62700.0000	66985.7400	-4285.7420	40.3555	2936.7870	9872042.0000	4.7389	0.0137	1.0000
14	64100.0000	63868.1700	231.8281	272.1836	2728.7140	9116788.0000	4.4022	0.0997	1.0000
15	62600.0000	64100.0300	-1500.0270	-1227.8440	2640.9500	8626309.0000	4.2589	-0.4649	1.0000
16	58400.0000	62722.7200	-4322.7190	-5550.5630	2753.0680	9296948.0000	4.4684	-2.0161	1.0000
17	58100.0000	58290.0200	-190.0234	-5740.5860	2592.8780	8718146.0000	4.2096	-2.2140	1.0000
18	55200.0000	56828.7600	-1628.7580	-7369.3440	2536.1650	8361364.0000	4.1356	-2.9057	1.0000
19	56300.0000	53942.5200	2357.4770	-5011.8670	2526.2380	8205605.0000	4.1384	-1.9839	1.0000
20	56800.0000	54507.8100	2292.1910	-2719.6760	2513.9200	8050265.0000	4.1330	-1.0818	1.0000
21	57400.0000	55553.5900	1846.4100	-873.2656	2480.5440	7818213.0000	4.0872	-0.3520	1.0000
22		56699.5400							
23		56498.3400							
24		56297.1400							
25		56095.9500							
26		55894.7500							
CFE		-873.2656							
MAD		2480.5440							
MSE		7818213.0000							
MAPE		4.0872							
Trk.Signal		-0.3520							
R-square		1.0000							
		Alpha=0.48							
		F(0)=65300							
		F'(0)=65300							



**Forecast Result for DC-133**

S(4)=-2658.3320

S(5)=-258.3320

S(6)=-3858.3320

S(7)=-558.3320

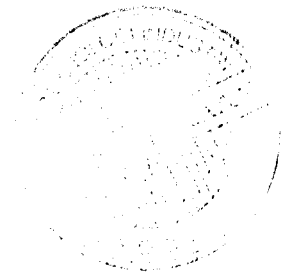
S(8)=-5158.3320

S(9)=-758.3320

S(10)=2041.6680

S(11)=4241.6680

S(12)=2941.6680



## Combined Report for $t = 0$ ( $\lambda = 1$ )

06:42:06		Tuesday		January		16		2007			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit $c(j)$	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. $c(j)$	Allowable Max. $c(j)$				
1	X1	421,710.9000	84,363,270.0000	0	basic	168.1823	334.9791				
2	X2	81,507.8000	19,800,690.0000	0	basic	135.1689	288.9611				
3	X3	57,400.0000	18,163,660.0000	0	basic	186.4302	M				
Objective Function			(Max.) = 122,327,600.0000								
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS				
1	C1	$\leq$	11,212.3800	787.6254	0	11,212.3800	M				
2	C2	$\leq$	2,242.4750	157.5249	0	2,242.4750	M				
3	C3	$\leq$	16,818.5600	1,181.4380	0	16,818.5600	M				
4	C4	$\leq$	3,363.7120	236.2875	0	3,363.7120	M				
5	C5	$\leq$	24,309.6900	1,690.3150	0	24,309.6900	M				
6	C6	$\leq$	54,378.2700	621.7290	0	54,378.2700	M				
7	C7	$\leq$	33,963.2300	2,036.7660	0	33,963.2300	M				
8	C8	$\leq$	42,507.5100	492.4907	0	42,507.5100	M				
9	C9	$\leq$	37,000.8400	999.1633	0	37,000.8400	M				
10	C10	$\leq$	33,637.1300	2,362.8760	0	33,637.1300	M				
11	C11	$\leq$	128,000.0000	0	648.9518	127,830.7000	129,792.1000				
12	C12	$\leq$	39,918.8900	3,581.1040	0	39,918.8900	M				
13	C13	$\leq$	54,666.0600	333.9364	0	54,666.0600	M				
14	C14	$\leq$	78,600.0000	0	404.5704	77,372.0900	78,654.2700				
15	C15	$\leq$	33,637.1300	535,162.9000	0	33,637.1300	M				
16	C16	$\leq$	155,158.7000	81,841.3000	0	155,158.7000	M				
17	C17	$\leq$	70,637.9600	340,162.0000	0	70,637.9700	M				
18	C18	$\leq$	301,184.9000	172,815.1000	0	301,184.9000	M				
19	C19	$\leq$	560,618.8000	150,381.3000	0	560,618.8000	M				
20	C20	$\leq$	421,710.9000	689.0623	0	421,710.9000	M				
21	C21	$\leq$	81,507.8000	10,792.2000	0	81,507.8000	M				
22	C22	$\leq$	57,400.0000	0	130.0098	56,684.8600	70,943.1400				

### Combined Report for t = 1 (lamda = 0)

06:43:41		Tuesday	January	16	2007		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	458,276.0000	91,678,120.0000	0	basic	168.1823	334.9791
2	X2	97,411.4500	23,664,160.0000	0	basic	135.1689	288.9611
3	X3	63,100.0000	19,967,360.0000	0	basic	186.4302	M
Objective Function		(Max.) =	135,309,600.0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	<=	12,900.0000	524.2505	0	12,375.7500	M
2	C2	<=	2,600.0000	124.8499	0	2,475.1500	M
3	C3	<=	19,200.0000	636.3757	0	18,563.6300	M
4	C4	<=	3,900.0000	187.2750	0	3,712.7250	M
5	C5	<=	27,800.0000	741.4584	0	27,058.5400	M
6	C6	<=	60,000.0000	337.5489	0	59,662.4500	M
7	C7	<=	38,500.0000	1,202.3240	0	37,297.6800	M
8	C8	<=	47,300.0000	464.6396	0	46,835.3600	M
9	C9	<=	41,800.0000	960.0259	0	40,839.9700	M
10	C10	<=	38,400.0000	1,272.7520	0	37,127.2500	M
11	C11	<=	142,000.0000	0	648.9518	140,445.8000	142,678.9000
12	C12	<=	46,300.0000	1,797.9650	0	44,502.0400	M
13	C13	<=	62,000.0000	2,063.0410	0	59,936.9600	M
14	C14	<=	86,400.0000	0	404.5704	85,934.8100	86,788.3700
15	C15	<=	568,300.0000	531,672.8000	0	37,127.2500	M
16	C16	<=	237,000.0000	66,145.9700	0	170,854.0000	M
17	C17	<=	410,300.0000	332,832.8000	0	77,967.2200	M
18	C18	<=	474,000.0000	141,161.0000	0	332,839.0000	M
19	C19	<=	711,000.0000	92,212.5100	0	618,787.5000	M
20	C20	<=	464,500.0000	6,323.9580	0	458,276.0000	M
21	C21	<=	101,500.0000	4,089.5530	0	97,411.4500	M
22	C22	<=	63,100.0000	0	130.0098	56,536.7600	75,877.2600



## Combined Report for Fuzzy LP

06:46:07

Tuesday

January

16

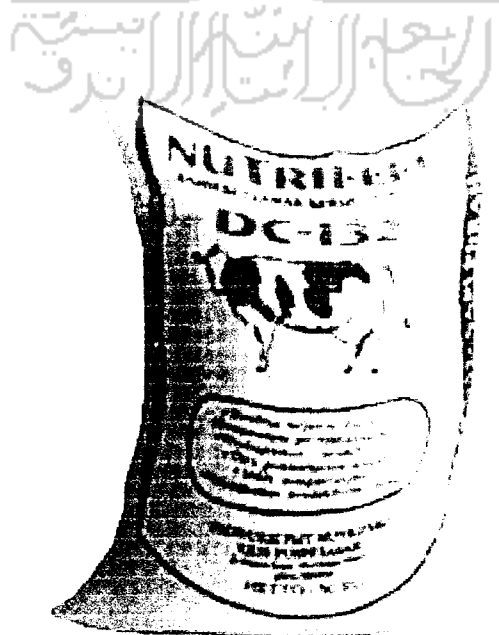
2007

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 Lamda	0.5000	1.0000	0.5000	0	basic	0	M
2 X1	439,993.4000	0	0	0	basic	0.0000	0.0000
3 X2	89,459.6000	0	0	0	basic	0.0000	0.0000
4 X3	60,249.9900	0	0	0	basic	0.0000	0.0002
Objective	Function	(Max.) =	0.5000				
	Left Hand Side	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1 C1	122,327,600.0000	122,327,600.0000	0	0.0000	106,170,600.0000	135,309,600.0000	
2 C2	12,244.0600	12,900.0000	655.9384	0	12,244.0600	M	
3 C3	2,458.8130	2,600.0000	141.1875	0	2,458.8130	M	
4 C4	18,291.0900	19,200.0000	908.9077	0	18,291.0900	M	
5 C5	3,688.2190	3,900.0000	211.7813	0	3,688.2190	M	
6 C6	26,584.1100	27,800.0000	1,215.8870	0	26,584.1100	M	
7 C7	59,520.3600	60,000.0000	479.6393	0	59,520.3600	M	
8 C8	36,880.4500	38,500.0000	1,619.5460	0	36,880.4500	M	
9 C9	46,821.4300	47,300.0000	478.5652	0	46,821.4300	M	
10 C10	40,820.4100	41,800.0000	979.5947	0	40,820.4100	M	
11 C11	36,582.1800	38,400.0000	1,817.8150	0	36,582.1800	M	
12 C12	142,000.0000	142,000.0000	0	0.0000	141,107.3000	143,270.9000	
13 C13	43,610.4600	46,300.0000	2,689.5370	0	43,610.4600	M	
14 C14	60,801.5200	62,000.0000	1,198.4860	0	60,801.5200	M	
15 C15	86,400.0000	86,400.0000	0	0.0000	85,563.3900	86,674.3000	
16 C16	35,382.1800	568,800.0000	533,417.8000	0	35,382.1900	M	
17 C17	163,006.3000	237,000.0000	73,993.6600	0	163,006.3000	M	
18 C18	74,302.5900	410,800.0000	336,497.4000	0	74,302.5900	M	
19 C19	317,011.9000	474,000.0000	156,988.1000	0	317,011.9000	M	
20 C20	589,703.1000	711,000.0000	121,297.0000	0	589,703.1000	M	
21 C21	461,093.5000	464,600.0000	3,506.5020	0	461,093.5000	M	
22 C22	94,059.6200	101,500.0000	7,440.3840	0	94,059.6200	M	
23 C23	63,100.0000	63,100.0000	0	0.0000	59,351.0400	76,310.8700	

Gambar Konsentrat BC-132



Gambar Konsentrat DC-132



Gambar Konsentrat DC-133

