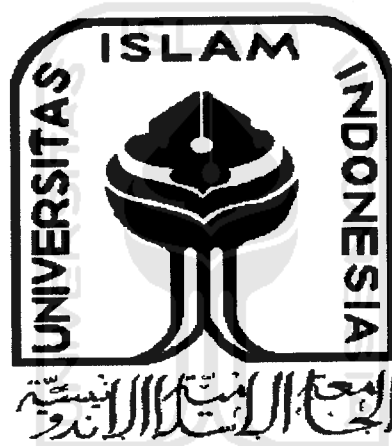


**OPTIMALISASI KOMBINASI PRODUK UNTUK  
MEMPEROLEH KEUNTUNGAN YANG MAKSIMAL  
DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING  
(Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang Furniture, Klaten)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Industri**



oleh:

**Nama : Yuni Ajeng Tiyastuti**

**No. Mhs : 01522110**

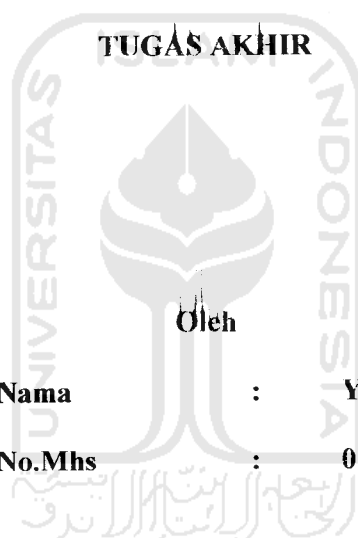
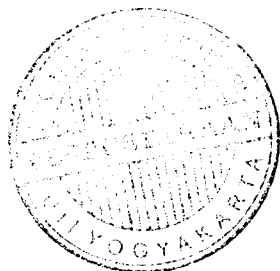
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**OPTIMALISASI KOMBINASI PRODUK  
UNTUK MEMPEROLEH KEUNTUNGAN YANG MAKSIMAL  
DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING**

**(Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang Furniture)**



**Nama : Yuni Ajeng Tiyastuti**

**No.Mhs : 01 522 110**

**Jogjakarta, Desember 2006**

**Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sunaryo".

**Ir. Sunaryo, MP**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**OPTIMALISASI KOMBINASI PRODUK**  
**UNTUK MEMPEROLEH KEUNTUNGAN YANG MAKSIMAL**  
**DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING**

(Studi kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang Furniture, Klaten)

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**Nama : Yuni Ajeng Tiyastuti**  
**No. Mhs : 01 522 110**

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

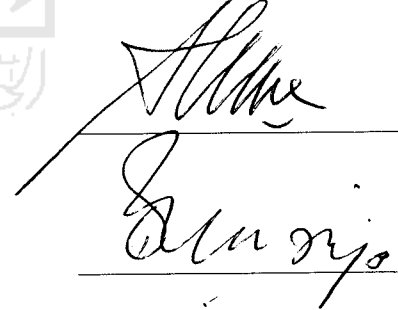
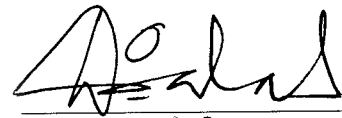
Jogjakarta, Januari 2007

Tim Penguji

Drs.R.Abdul Djalal, MM  
Ketua

Agus Mansur,ST,M.EngSc  
Anggota I

Ir. Sunaryo, MP  
Anggota II



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia

  
Chairul Saleh, M.Sc., Ph.D

## HALAMAN PERSEMBAHAN



### **Ku persembahkan karya ini untuk :**

- Ayahanda dan ibunda tercinta, yang dengan tulus ikhlas telah mengajari dan membimbingku kapanpun dan dimanapun aku berada.
- Dika, adikku tersayang, yang selalu memberikan dukungannya.
- Mas Niar, yang selalu ada tuk memberiku semangat dan motivasi
- Sahabat-sahabatku, yang telah memberi warna-warni dalam hidupku.
- Almamaterku

## MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap”

(QS Al Insyirah: 6-8)

“Bila seluruh pohon yang ada dibumi dijadikan pena, dan air samudra dijadikan tinta ditambah tujuh samudra yang lain, ilmu Allah tidak akan habis...”

(Qs. Luqmaan : 27)

“Tuhan menganugerahiku ketenangan untuk menerima hal-hal yang tidak dapat kuubah, keberanian untuk mengubah hal-hal yang dapat kuubah, dan kebajikan untuk mengetahui perbedaannya”

(Dr. Manmohan Singh)

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah-Nya yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga pada akhirnya Tugas Akhir dengan judul **“Optimalisasi Kombinasi Produk untuk Memperoleh Keuntungan yang Maksimal dengan Metode Linear Programming”** dapat terselesaikan. Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia .

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang berandil besar dalam pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini khususnya kepada :

1. Kedua orang tuaku, Bapak M. Soekamto dan Ibu Sri Sayekti. Adikku, Dika dan Mas Niar yang selalu memberikan perhatian dan dukungannya selama ini. Kalianlah semangatku.
2. Bapak IR. Sunaryo, MP selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia,

4. Mbak Rissa selaku Personal & General Affair dan Bapak Agus selaku Manajer Quality Control PT. Amalia Surya Cemerlang, Klaten yang telah memberikan izin dan arahan dalam melaksanakan penelitian.
5. Teman-teman belajarku, sahabat-sahabatku serta semua pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya laporan ini

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, namun demikian penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak, semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho, rahmat dan karunia-Nya. Amin.

*Wassalamu 'alaikum Wr Wb*

Jogjakarta, Desember 2006

Penulis



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                      | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING</b> ..... | ii   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI</b> .....    | iii  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                | iv   |
| <b>MOTTO</b> .....                              | v    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                     | vi   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                         | viii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                      | xiii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                       | xiv  |
| <b>ABSTRAKSI</b> .....                          | xvii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                        |      |
| 1.1 Latar Belakang Masalah.....                 | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                        | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                       | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                     | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                    | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                 | 4    |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>                    |      |
| 2.1 Kombinasi Produk.....                       | 6    |
| 2.2 Manajemen Produksi.....                     | 7    |
| 2.2.1 Perencanaan Sistem Produksi .....         | 7    |
| 2.2.2 Pengendalian Produksi .....               | 9    |
| 2.3 Peramalan.....                              | 12   |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.3.1   | Konsep Dasar Peramalan .....                               | 12 |
| 2.3.2   | Klasifikasi Teknik Peramalan .....                         | 13 |
| 2.3.3   | Klasifikasi Metode Peramalan .....                         | 14 |
| 2.3.4   | Faktor – faktor yang dipertimbangkan dalam Peramalan ..... | 15 |
| 2.3.5   | Langkah-langkah dalam Peramalan .....                      | 16 |
| 2.3.6   | Kriteria Dasar Peramalan .....                             | 18 |
| 2.4     | Analisis Biaya dan Laba.....                               | 21 |
| 2.4.1   | Perilaku Biaya .....                                       | 21 |
| 2.4.1.1 | Biaya Variabel (Variable Cost).....                        | 22 |
| 2.4.1.2 | Biaya Tetap (Fixed Cost) .....                             | 22 |
| 2.4.1.3 | Biaya Semi Variabel ( Semi Variable Cost) .....            | 22 |
| 2.4.2   | Pola Perilaku Biaya .....                                  | 23 |
| 2.5     | Linear Programming .....                                   | 23 |
| 2.5.1   | Konsep Dasar Linear Programming.....                       | 23 |
| 2.5.2   | Formulasi Model Linear Programming.....                    | 25 |
| 2.5.3   | Terminologi Model Linear Programming.....                  | 28 |
| 2.5.4   | Asumsi-asumsi Linear Programming.....                      | 29 |
| 2.6     | Metode Penyelesaian Linear Programming .....               | 30 |
| 2.6.1   | Metode Grafis.....   | 30 |
| 2.6.2   | Metode Simplek .....                                       | 31 |
| 2.7     | Analisis Sensitivitas .....                                | 34 |
| 2.7.1   | Analisis Sensitivitas dengan Grafis.....                   | 36 |
| 2.7.2   | Analisis Sensitivitas dengan Metode Simplek .....          | 38 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Objek Penelitian.....                               | 41 |
| 3.2   | Teknik Pengumpulan Data.....                        | 41 |
| 3.3   | Pengumpulan Data .....                              | 42 |
| 3.4   | Metode Pengolahan Data .....                        | 43 |
| 3.4.1 | Melakukan Peramalan.....                            | 43 |
| 3.4.2 | Analisis Biaya .....                                | 43 |
| 3.4.3 | Penentuan Formulasi <i>Linear Programming</i> ..... | 44 |
| 3.4.4 | Pengolahan Data <i>Linear Programming</i> .....     | 44 |
| 3.4.5 | Analisis Sensitivitas .....                         | 44 |
| 3.5   | Kesimpulan dan Saran.....                           | 44 |
| 3.6   | Flowchart Penelitian.....                           | 46 |

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

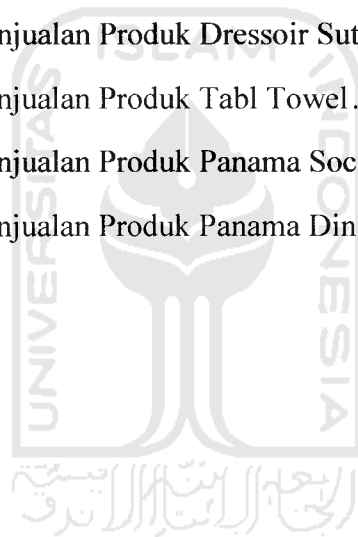
|       |                                   |    |
|-------|-----------------------------------|----|
| 4.1   | Pengumpulan Data .....            | 47 |
| 4.1.1 | Profil Perusahaan .....           | 47 |
| 4.1.2 | Data Umum Tenaga Kerja .....      | 47 |
| 4.1.3 | Data Hasil Produksi .....         | 48 |
| 4.1.4 | Bahan Baku .....                  | 48 |
| 4.1.5 | Proses Produksi .....             | 49 |
| 4.1.6 | Data Pengamatan Waktu Proses..... | 51 |
| 4.1.7 | Data Mesin yang Digunakan.....    | 52 |
| 4.1.8 | Data Harga Jual Produk .....      | 53 |
| 4.1.9 | Data Volume Penjualan.....        | 54 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 4.1.10    | Data Kapasitas Bahan Baku.....                     | 55 |
| 4.1.11    | Data Biaya.....                                    | 57 |
| 4.1.11.1  | Biaya Tenaga Kerja.....                            | 60 |
| 4.1.11.2  | Biaya Bahan Baku.....                              | 62 |
| 4.1.11.3  | Biaya Overhead Pabrik .....                        | 64 |
| 4.1.11.4  | Data Harga Jual Produk .....                       | 64 |
| 4.1.11.5  | Data Biaya Simpan.....                             | 65 |
| 4.2       | Pengolahan Data.....                               | 66 |
| 4.2.1     | Peramalan .....                                    | 66 |
| 4.2.1.1   | Peta Kontrol .....                                 | 64 |
| 4.2.2     | Perhitungan <i>Biaya Produksi</i> .....            | 65 |
| 4.2.2.1   | Biaya Bahan Baku .....                             | 65 |
| 4.2.2.2   | Biaya Tenaga Kerja .....                           | 66 |
| 4.2.2.3   | Biaya Overhead Variabel.....                       | 66 |
| 4.2.2.4   | Biaya Simpan/Produk .....                          | 69 |
| 4.2.3     | Proses Pembuatan Model Linear Programming.....     | 71 |
| 4.2.3.1   | Variabel – variabel dalam Linear Programming ..... | 71 |
| 4.2.3.2   | Perumusan Fungsi Batasan .....                     | 72 |
| 4.2.3.2.1 | Batasan Waktu Proses tiap Satuan Waktu ....        | 72 |
| 4.2.3.2.2 | Batasan Jam Kerja Mesin.....                       | 74 |
| 4.2.3.2.3 | Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja .....               | 79 |
| 4.2.3.2.4 | Batasan Pasar .....                                | 81 |
| 4.2.4     | Formulasi Persamaan Linear Programming.....        | 83 |
| 4.2.4.1   | Periode Oktober 2006 .....                         | 83 |

|  |       |
|--|-------|
| 4.2.4.2 Periode November 2006.....                           | 85    |
| 4.2.4.3 Periode Desember 2006 .....                          | 87    |
| 4.2.4.4 Periode Januari 2007.....                            | 89    |
| 4.2.4.5 Periode Februari 2007.....                           | 90    |
| 4.2.5 Perhitungan Linear Programming.....                    | 92    |
| <b>BAB V PEMBAHASAN</b>                                      |       |
| 5.1 Analisis Kombinasi Produk dengan Linear Programming..... | 94    |
| 5.2 Analisis Sensitivitas Kontribusi Margin .....            | 95    |
| 5.3 Analisa Sensitivitas Batasan .....                       | 95    |
| 5.3.1 Batasan Jam Kerja Mesin .....                          | 97    |
| 5.3.2 Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja.....                    | 102   |
| 5.3.3 Batasan Permintaan Pasar.....                          | 106   |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>                           |       |
| 6.1 Kesimpulan .....   | 112   |
| 6.2 Saran.....   | 115   |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                  | xvii  |
| <b>LAMPIRAN</b> .....  | xviii |

## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Visualisasi Pola Data yang Terbentuk .....           | 16 |
| Gambar 3.1 | Kerangka Pemecahan Masalah.....                      | 44 |
| Gambar 4.1 | Plot Data Penjualan Produk Atlanta Coffe Table.....  | 59 |
| Gambar 4.2 | Plot Data Penjualan Produk Sultan Table .....        | 59 |
| Gambar 4.3 | Plot Data Penjualan Produk Madrid Lamp Table .....   | 59 |
| Gambar 4.4 | Plot Data Penjualan Produk Rhodes Coffe Table .....  | 60 |
| Gambar 4.5 | Plot Data Penjualan Produk DRESSOIR Sutan Table..... | 60 |
| Gambar 4.6 | Plot Data Penjualan Produk Tabl Towel .....          | 60 |
| Gambar 4.7 | Plot Data Penjualan Produk Panama Social Table.....  | 61 |
| Gambar 4.8 | Plot Data Penjualan Produk Panama Dining Table.....  | 61 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Metode – metode Peramalan.....                         | 22 |
| Tabel 2.2. Standar Linear Programming.....                       | 37 |
| Tabel 4.1. Jenis dan Fungsi Mesin.....                           | 51 |
| Tabel 4.2. Data Waktu Proses.....                                | 52 |
| Tabel 4.3. Jenis dan Jumlah Mesin Produksi.....                  | 53 |
| Tabel 4.4. Harga Jual Produk.....                                | 53 |
| Tabel 4.5. Data Volume Penjualan.....                            | 54 |
| Tabel 4.6. Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Atlanta Coffee Table..... | 55 |
| Tabel 4.7. Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Sultan Table.....         | 55 |
| Tabel 4.8. Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Madrid Lamp Table.....    | 55 |
| Tabel 4.9 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Rhodes Coffee Table.....   | 56 |
| Tabel 4.10 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku DRESSOIR SUTAN.....       | 56 |
| Tabel 4.11 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Table Towel.....          | 56 |
| Tabel 4.12 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Panama Social Table.....  | 57 |
| Tabel 4.13 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Panama Dining Table.....  | 57 |
| Tabel 4.14 Biaya Overhead Variabel.....                          | 58 |
| Tabel 4.15 Metode Peramalan.....                                 | 62 |
| Tabel 4.16 Akurasi Peramalan Produk Atlanta Coffe Table.....     | 62 |
| Tabel 4.17 Akurasi Peramalan Produk Sultan Table.....            | 63 |
| Tabel 4.18 Akurasi Peramalan Produk Madrid Lamp Table.....       | 63 |
| Tabel 4.19 Akurasi Peramalan Produk Rhodes Coffe Table.....      | 63 |
| Tabel 4.20 Akurasi Peramalan Produk DRESSOIR SUTAN.....          | 63 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 4.21 Akurasi Peramalan Produk Table Towel .....              | 63  |
| Tabel 4.22 Akurasi Peramalan Produk Panama Social Table.....       | 64  |
| Tabel 4.23 Akurasi Peramalan Produk Panama Dining Table.....       | 64  |
| Tabel 4.24 Hasil Peramalan .....                                   | 65  |
| Tabel 4.25 Biaya Total Kebutuhan Bahan Baku.....                   | 65  |
| Tabel 4.27 Perhitungan Biaya Overhead Variabel.....                | 67  |
| Tabel 4.28 Perhitungan BOH Produk .....                            | 68  |
| Tabel 4.29 Biaya Simpan/produk/unit .....                          | 70  |
| Tabel 4.30 Total Biaya Variabel .....                              | 70  |
| Tabel 4.31 Kontribusi Keuntungan tiap produk.....                  | 71  |
| Tabel 4.32 Data Waktu Proses.....                                  | 73  |
| Tabel 4.33 Hasil Optimum Kombinasi Produk Linear Programming ..... | 93  |
| Tabel 5.1 Hasil Linear Programming.....                            | 93  |
| Tabel 5.2 Batasan Jam Kerja Mesin bulan Oktober.....               | 98  |
| Tabel 5.3 Batasan Jam Kerja Mesin bulan November .....             | 98  |
| Tabel 5.4 Batasan Jam Kerja Mesin bulan Desember.....              | 99  |
| Tabel 5.5 Batasan Jam Kerja Mesin bulan Januari .....              | 100 |
| Tabel 5.6 Batasan Jam Kerja Mesin bulan Februari .....             | 101 |
| Tabel 5.7 Batasan jam kerja Tenaga Kerja bulan Oktober .....       | 103 |
| Tabel 5.8 Batasan jam kerja Tenaga Kerja bulan November.....       | 103 |
| Tabel 5.9 Batasan jam kerja Tenaga Kerja bulan Desember .....      | 104 |
| Tabel 5.10 Batasan jam kerja Tenaga Kerja bulan Januari.....       | 104 |
| Tabel 5.11 Batasan jam kerja Tenaga Kerja bulan Februari.....      | 105 |
| Tabel 5.12 Batasan Permintaan Pasar bulan Oktober .....            | 107 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5.13 Batasan Permintaan Pasar bulan November ..... | 108 |
| Tabel 5.14 Batasan Permintaan Pasar bulan Desember ..... | 109 |
| Tabel 5.15 Batasan Permintaan Pasar bulan Januari.....   | 110 |
| Tabel 5.16 Batasan Permintaan Pasar bulan Februari.....  | 111 |





## ABSTRAKSI

*Perekonomian yang tidak stabil saat ini telah memberi dampak ase. aspek. Salah satunya tercerminkan dari meningkatnya biaya hidup seperti kenaikan harga berbagai jenis barang termasuk bahan pokok serta menurunnya daya beli yang terjadi pada sebagian besar masyarakat. Kondisi seperti ini mendorong perusahaan untuk bisa membaca kemauan masyarakat dalam memproduksi produk yang tepat ditengah-tengah kendala sumber daya yang terbatas. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah menentukan produk mana saja yang seharusnya menjadi prioritas sehingga dapat meraih keuntungan yang optimal.*

*Penentuan jumlah kombinasi produk yang harus diproduksi dihitung dengan menggunakan pendekatan Linear Programming. Linear Programming adalah cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan. Langkah utama adalah melakukan perhitungan peramalan tiap produknya, menentukan metode terbaik dari peramalan tersebut, menentukan batasan-batasan yaitu bahan baku, jam kerja mesin, jam tenaga kerja dan pasar. Setelah itu menentukan kontribusi margin tiap periode untuk menentukan fungsi tujuan.*

*Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan pada periode 19 yaitu Atlanta Coffee Table sebanyak 247 unit, Sultan Table sebanyak 303 unit, Madrid Lamp Table sebanyak 332.9 unit, Rhodes Coffee Table sebanyak 17 unit, DRESSOIR Sutan sebanyak 12 unit, Table Towel sebanyak 90 unit, Panama Social Table sebanyak 21 unit, dan Panama Dining Table sebanyak 34 unit. Pada Periode 20 Atlanta Coffee Table sebanyak 255 unit, Sultan Table sebanyak 313 unit, Madrid Lamp Table sebanyak 311.6 unit,. Pada Periode 21 Atlanta Coffee Table sebanyak 239 unit, Sultan Table sebanyak 301 unit, Madrid Lamp Table sebanyak 345.1 unit. Pada Periode 22 Atlanta Coffee Table sebanyak 252 unit, Sultan Table sebanyak 311 unit, Madrid Lamp Table sebanyak 317.6 unit. Pada Periode 23 Atlanta Coffee Table sebanyak 258 unit, Sultan Table sebanyak 299 unit, Madrid Lamp Table sebanyak 323.75 unit.*

*Produk yang memberi keuntungan terbesar adalah Sultan Table berturut-turut bulan Oktober 2006 sebesar Rp.127.299.100, bulan November 2006 sebesar Rp. 131.502.600, bulan Desember 2006 sebesar Rp. 126.457.600, bulan Januari 2007 sebesar Rp. 130.661.700, dan bulan Februari 2007 sebesar Rp. 125.619.200.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perekonomian yang tidak stabil saat ini telah banyak memberi dampak disegala aspek. Salah satunya tercermin dari meningkatnya biaya hidup seperti kenaikan harga berbagai jenis barang termasuk bahan pokok serta menurunnya daya beli yang terjadi pada sebagian besar masyarakat. Keadaan seperti ini mendorong pelaku ekonomi seperti perusahaan untuk melakukan langkah-langkah penting agar usaha dapat tetap berjalan dan bertahan di situasi yang sulit. Untuk mewujudkannya perusahaan harus selalu berusaha untuk memenuhi permintaan konsumen yang pada akhirnya dapat memberikan laba atau keuntungan yang optimal.

Bagi perusahaan yang memproduksi lebih dari satu macam produk secara khusus harus memperhatikan perencanaan dalam menentukan jumlah yang tepat pada masing-masing produk yang akan diproduksi sesuai dengan sumber daya yang tersedia. Maka bila volume produksi dari satu macam produk terlalu besar berarti berkurangnya volume produksi untuk macam produk yang lain, karena sumberdaya yang dimiliki terlalu banyak digunakan untuk menghasilkan macam produk yang pertama. Kombinasi produk memberikan kontribusi keuntungan yang berbeda satu sama lainnya. Sehingga penentuan kombinasi produk yang tepat dapat membawa perusahaan dalam kinerja yang efektif serta efisien karena

akan memenuhi permintaan konsumen dengan tetap memperhatikan batasan-batasan yang ada.

Permasalahan yang dialami PT. Amalia Surya Cemerlang adalah bagaimana mengalokasikan secara tepat sumber-sumber produksi yang dimiliki perusahaan agar dapat memaksimalkan jumlah laba pendapatan atau meminimalkan biaya produksi yang digunakan atau dengan kata lain memanfaatkan faktor-faktor produksi yang digunakan secara optimum dengan melakukan langkah-langkah pendekatan Linear Programming. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi pengalokasian sumber daya yang tepat dalam menentukan kombinasi produk untuk memenuhi permintaan pasar. Sehingga perusahaan dapat menentukan alternatif terbaik guna mencapai pemecahan yang optimal (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan batasan-batasan input yang dimiliki yang menjadi sasaran teknik Linear Programming.

Perusahaan yang dapat melakukan penentuan kombinasi produk yang optimal adalah perusahaan yang dapat menyeimbangkan jumlah bahan baku dengan kemampuan produksi dari mesin/tenaga kerja atau penggunaan sumber daya yang dimiliki (jumlah terbatas) secara optimal untuk menghasilkan berbagai macam produk dengan keuntungan yang maksimal. Laba optimal dapat dicapai apabila perusahaan memberi perhatian serius dalam pengalokasian sumber daya secara tepat dan melibatkan kerjasama yang baik antara pihak-pihak yang terkait dalam perusahaan tersebut. Hal ini juga melibatkan kegiatan pengawasan (*controlling*) di tiap departemen guna kelancaran kegiatan produksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan pokok yang menjadi acuan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Ditengah keterbatasan sumberdaya yang ada (jam kerja mesin,jam kerja tenaga kerja, dan permintaan pasar) bagaimana kombinasi produk yang dihasilkan untuk dapat memberikan keuntungan optimal?
2. Produk manakah yang dapat memberikan kontribusi laba terbesar?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk mencari solusi pemecahan masalah dalam penelitian ini perlu adanya batasan masalah untuk menghindari kerancuan dalam pembahasannya. Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Obyek penelitian dilakukan pada perusahaan furniture PT. Amalia Surya Cemerlang
2. Mesin produksi dan fasilitas perusahaan dalam kondisi baik dan dapat digunakan sesuai dengan fungsinya masing-masing.
3. Sumberdaya yang dibatasi dalam penelitian ini meliputi jam kerja mesin yang digunakan, jam kerja tenaga kerja serta permintaan pasar.
4. Kondisi system dan biaya-biaya yang terjadi selama penelitian diasumsikan tetap dan tidak mengalami perubahan
5. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penentuan jumlah produksi sesuai dengan asumsi Linear Programming
6. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program software WinQSB untuk Linear Programming dan peramalan produksi.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jumlah kombinasi produk sehingga dapat memberikan keuntungan yang optimal ditengah keterbatasan sumberdaya yang ada.
2. Mengetahui produk mana yang akan memberikan keuntungan terbesar jika dibandingkan dengan produk lain.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan sumber daya yang dimiliki secara optimal dan tepat sasaran
2. Mengetahui produk yang lebih unggul untuk diproduksi
3. Mengetahui jumlah kombinasi produk yang harus diproduksi dalam periode tertentu.

#### **1.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat gambaran umum mengenai masalah yang dihadapi, meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian serta manfaat penelitian

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang dipergunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Memberikan penjelasan secara garis besar metode yang dipergunakan oleh peneliti sebagai kerangka pemecahan masalah.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Mengungkapkan tahapan pemecahan masalah yang akan digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi tersebut.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi tentang pengumpulan dan pengolahan data penelitian yang meliputi data permintaan, proses produksi, dan data-data pendukung lainnya yang berorientasi pada langkah-langkah pemecahan masalah dan landasan teori.

## **BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA**

Bab ini membahas hasil penelitian dan menganalisis data-data yang telah diolah pada bab sebelumnya sesuai dengan tujuan penelitian yang diharapkan.

## **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang telah diperoleh dari analisis pemecahan masalah maupun hasil pengumpulan data, serta saran-saran untuk perbaikan bagi perusahaan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kombinasi Produk**

Menurut Ahyari (1994) menyimpulkan bahwa apabila terdapat lebih dari satu macam produk yang akan diproduksi dengan mempergunakan mesin, tenaga kerja serta bahan baku yang sama, maka dalam hal ini akan menimbulkan masalah kombinasi produksi. Manajemen perusahaan yang bersangkutan selayaknya harus dapat menentukan berapa jumlah masing-masing jenis produk tersebut yang akan diproduksi, serta meliputi jenis produk apa saja, sehingga perusahaan tersebut akan dapat mempergunakan masukan (input) yang ada dengan sebaik-baiknya serta akan dapat memperoleh hasil yang paling optimal.

Penentuan kombinasi produk secara optimal melibatkan pemanfaatan sumber daya produksi yang dimiliki secara efisien dan tepat sehingga tujuan yang optimal dapat dicapai. Kesalahan perencanaan kombinasi produk akan mengakibatkan ketidaktepatan pengalokasian faktor-faktor produksi (mesin, tenaga kerja, modal serta keahlian) yang tersedia, jumlah permintaan pasar juga mempengaruhi hasil perencanaan kombinasi produk yang akan diproduksi. Sehingga dalam melakukan perencanaan kombinasi produk yang optimal terdapat beberapa factor yang mempengaruhi satu sama lain yaitu:

1. Ketersediaan bahan baku
2. Ketersediaan tenaga kerja

3. Ketersediaan modal
4. Ketersediaan permintaan pasar
5. Ketersediaan kapasitas mesin produksi
6. Metode peramalan

## **2.2 Manajemen Produksi**

Pada dewasa ini terdapat persaingan yang semakin ketat dalam dunia usaha dan semakin maju cara-cara yang dikembangkan untuk mencapai tujuan dan sasaran efektif dan efisien. Untuk itu dikembangkan pemikiran-pemikiran dan pengkajian-pengkajian untuk mendapatkan cara-cara yang lebih baik guna menghasilkan keluaran secara optimal, sehingga dapat mencapai sasaran secara tepat waktu, tepat jumlah, tepat mutu dengan biaya yang lebih efisien.

Yang dimaksud dengan manajemen produksi adalah kegiatan mengkoordinasikan penggunaan sumber-sumber daya yang dimiliki untuk mencapai tujuan, mentransformasikan masukan (input) menjadi keluaran (output) secara efektif dan efisien. (Assauri, 1993)

### **2.2.1 Perencanaan Sistem Produksi.**

Organisasi adalah alat untuk mencapai tujuan dalam manajemen sehingga organisasi dianggap alat manajemen dalam pencapaian tujuannya. (Assauri, 1993). Organisasi dalam dunia bisnis diasumsikan sebagai perusahaan. Oleh karena itu guna memperoleh hasil yang sebaik-baiknya, diperlukan perencanaan yang cermat dan teliti dari sistem produksi yang akan dipergunakan oleh perusahaan tersebut.



Apabila perencanaan sistem produksi ini ditelaah menjadi lebih jauh lagi, maka akan diperoleh hal-hal berikut ini: (Ahyari, 1994)

1. Perencanaan produk

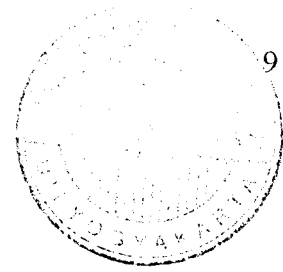
Perencanaan produk merupakan perencanaan tentang apa, berapa dan bagaimana produk yang akan dapat diproduksi oleh perusahaan yang bersangkutan.

2. Perencanaan lokasi pabrik

Pabrik merupakan tempat dimana fungsi teknis dari suatu perusahaan tersebut berada. Lokasi dari pabrik tersebut sudah seharusnya direncanakan dengan tepat, karena pemilihan lokasi pabrik yang asal akan dapat menimbulkan berbagai macam kerugian. Sebaliknya pemilihan lokasi pabrik yang tepat akan menunjang kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh perusahaan yang bersangkutan sehingga potensi untuk mendapatkan keuntungan dari perusahaan tersebut menjadi semakin besar.

3. Perencanaan letak fasilitas produksi

Letak fasilitas produksi atau yang sering disebut dengan layout pabrik, merupakan suatu hal yang mempunyai pengaruh langsung terhadap tingkat produktivitas dalam perusahaan. Penyusunan letak fasilitas produksi yang teratur serta memenuhi persyaratan teknis yang telah ditentukan, dapat menunjang adanya efisiensi kerja serta efektivitas pelaksanaan kegiatan dalam perusahaan.



#### 4. Perencanaan lingkungan kerja

Lingkungan kerja merupakan faktor yang sangat penting di dalam perusahaan. Lingkungan kerja yang baik akan mendukung adanya tingkat produktivitas kerja yang tinggi. Dalam masalah lingkungan kerja suatu perusahaan terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan yaitu masalah pelayanan karyawan, kondisi kerja dan hubungan karyawan dalam perusahaan tersebut. Hubungan antara karyawan dalam perusahaan yang baik akan dapat menimbulkan ketenangan kerja, yang ini berarti para karyawan dapat bekerja dengan tenang dan tertib.

#### 5. Perencanaan standar produksi

Dengan adanya standarisasi dalam perusahaan, maka akan banyak keuntungan yang dapat diperoleh oleh perusahaan. Adanya perencanaan standar produksi dalam perusahaan, membuat para karyawan akan mempunyai pegangan untuk pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan, sedangkan manajemen perusahaan juga akan mempunyai beberapa kemudahan untuk mengadakan pengendalian dari kegiatan produksi, baik itu merupakan pengendalian bahan baku dan biaya produksi, maupun pengendalian tenaga kerja dan lain sebagainya.

#### **2.2.2 Pengendalian Produksi.**

Pengendalian produksi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan, baik mengenai jumlah, kualitas, harga maupun waktunya, sedangkan menurut Assauri (1993) pengendalian produksi

dilakukan untuk menjamin apa yang telah ditetapkan dalam rencana produksi dapat terlaksana dan apabila terjadi penyimpangan dapat segera dikoreksi sehingga tidak mengganggu pencapaian target produksi. Pengendalian produksi bila ditinjau secara terperinci maka akan dapat terlihat masing-masing yaitu: (Ahyari,1994)

1. Pengendalian proses produksi

Pengendalian proses produksi ini akan menyangkut beberapa masalah tentang perencanaan dan pengawasan dari proses produksi dalam suatu perusahaan. Produk apa dan berapa yang akan diproduksi pada suatu periode yang akan datang, bagaimana penyelesaian proses produksinya, kapan proses produksi tersebut seharusnya akan dimulai, dan kapan proses tersebut seharusnya sudah selesai, dan lain sebagainya.

2. Pengendalian bahan baku

Bahan baku merupakan unsur yang sangat penting dalam perusahaan. Ketiadaan bahan baku dalam suatu perusahaan, berarti terhentinya proses produksi dari dalam perusahaan yang bersangkutan. Oleh karena itu, didalam suatu perusahaan tersedianya persediaan bahan baku untuk keperluan proses produksi merupakan suatu hal yang mutlak diperlukan.

3. Pengendalian tenaga kerja

Tenaga kerja langsung yang benar-benar menangani pelaksanaan produksi dalam suatu perusahaan ini akan mempunyai peranan yang cukup penting dalam penentuan baik dan buruknya kualitas produk perusahaan yang bersangkutan.

#### 4. Pengendalian kualitas

Kualitas produk mempunyai peranan yang cukup penting didalam usaha mempertahankan kelangsungan hidup dari perusahaan. Berproduksi tanpa memperhatikan kualitas hasil produksinya, akan berakibat terancamnya kehidupan perusahaan tersebut pada masa yang akan datang. Disamping tersedianya banyak penawaran produk sejenis, konsumen akan berfikir menjadi lebih kritis sehingga dalam pembelian produk selalu mempertimbangkan kualitas barang disamping harga produk

#### 5. Pengendalian biaya produksi

Biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam melaksanakan proses produksinya perlu untuk direncanakan dan dikendalikan sebaik-baiknya. Tingginya harga pokok produksi akan berakibat kepada tingginya harga pokok penjualan produk perusahaan, sehingga perusahaan akan mengalami berbagai kesulitan sehubungan dengan harga pokok penjualan yang tinggi tersebut.

#### 6. Pengendalian pemeliharaan peralatan

Dalam pelaksanaan operasi produksi, pemeliharaan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dengan pelaksanaan operasi produksi tersebut. Penggunaan sarana dan fasilitas produksi yang terus menerus, apabila tidak didukung dengan pemeliharaan yang memadai akan berakibat timbulnya kerusakan dari peralatan produksi yang dipergunakan tersebut dalam waktu yang relatif singkat.

## **2.3 Peramalan**

### **2.3.1 Konsep Dasar Peramalan**

Prakiraan atau peramalan merupakan seni dan ilmu dalam memprediksikan kejadian yang mungkin dihadapi pada masa yang akan datang. Dalam dunia usaha dan ekonomi, istilah prakiraan atau peramalan dipergunakan dalam beberapa bentuk istilah lain, seperti estimasi, prediksi dan proyeksi.

Pengertian prakiraan/peramalan (forecast) adalah penggunaan data atau informasi untuk menentukan kejadian pada masa depan, dalam bentuk perhitungan atau prakiraan dari data yang lalu dan informasi yang lainnya untuk penentuan terlebih dahulu atau prakiraan.

Ada beberapa alasan yang mendasari diperlukan peramalan antara lain untuk menghindari kelebihan produksi (over production) yang dapat merugikan perusahaan dan juga adanya perbedaan waktu antara perencanaan dengan pelaksanaan perencanaan tersebut (Assauri, 1993). Lebih jauh dapat dikatakan bahwa fungsi peramalan adalah sebagai suatu dasar bagi perencanaan, seperti dasar bagi perencanaan kapasitas, anggaran, perencanaan produksi, inventori dsb.

Oleh karena masing-masing metode prakiraan/peramalan berbeda-beda maka penggunaannya harus hati-hati terutama dalam pemilihan metode untuk penggunaan dalam kasus tertentu. Pertimbangan ini dibutuhkan, karena tidak ada satu pun metode dari prakiraan/peramalan tersebut yang dapat dipergunakan secara universal untuk keadaan atau situasi. Disamping itu perlu pula diperhatikan bahwa prakiraan atau peramalan selalu salah, dimana jarang sekali

terjadi apa yang diperkirakan atau diramalkan tentang penjualan misalnya sama persis dengan jumlah yang terjadi dalam penjualan nyata. (Assauri, 1993)

Walaupun selalu terdapat adanya penyimpangan hasil prakiraan atau ramalan dengan apa yang terjadi, tetapi upaya dapat dilakukan untuk dilakukan untuk mengurangi kesalahan dari prakiraan atau peramalan tersebut. Terdapat dua cara untuk mengurangi kesalahan atau error dari prakiraan/peramalan yang dilakukan. Cara pertama adalah mengurangi kesalahan atau error tersebut melalui prakiraan atau peramalan yang terbaik. Sedangkan cara yang kedua adalah membuat fleksibilitas atau keluwesan dari operasi produksi. Dengan prakiraan atau peramalan yang baik akan selalu menghadapi beberapa kesalahan atau error tetapi kemungkinan kesalahan atau error yang terkecil adalah konsisten dengan tujuan dari biaya prakiraan atau peramalan yang masuk akal.

### 2.3.2 Klasifikasi Teknik Peramalan

Secara umum, peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu:

1. Peramalan Subjektif

Peramalan ini dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman, dan prediksi seseorang yang meskipun kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang lebih baik. Pendekatan ini digunakan saat tidak tersedia data historis. Yang termasuk peramalan subjektif antara lain adalah *delphi method* dan *market research*.

## 2. Peramalan Objektif

Merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Yang termasuk peramalan obyektif adalah analisis deret waktu (*Time Series*).

### 2.3.3 Klasifikasi Metode Peramalan

Terdapat perbedaan keputusan yang harus diambil dalam produksi operasi sehingga ada dua jenis metode peramalan: (Assauri, 1993)

#### 1. Metode kualitatif

Kualitatif berdasarkan prakiraan pada keputusan pandangan atau intuisi seseorang. Beberapa orang menggunakan metode kualitatif yang sama tapi hasil prakiraan/peramalan dapat berbeda. Metode kualitatif yang banyak digunakan adalah *Delphi technique*, survei pasar dan *judgement/intuisi*.

#### 2. Metode kuantitatif

Metode kuantitatif lebih jauh lagi dapat dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Prakiraan deret waktu
- b. Sebab akibat

Kedua metode kuantitatif ini mendasarkan prakiraan atau peramalannya adalah pada data yang lalu, dengan menggunakan predictor untuk masa mendatang. Dengan mengolah data yang lalu maka melalui metode time sries atau kausal akan sampai pada suatu hasil prakiraan atau peramalan.

Metode prakiraan atau peramalan deret waktu (*time series*) mendasarkan data yang lalu dari suatu produk, yang dianalisis pola data tersebut apakah berpola trend atau musiman maupun siklus. Metode-metode yang dapat dipergunakan dalam hal ini dapat berupa *moving average*, *exponential smoothing*, model matematik dan metode *box jenkins*.

Metode sebab akibat juga didasarkan dari data yang lalu, tetapi menggunakan data dari variabel yang lain yang menentukan atau mempengaruhinya pada masa depan. Seperti penduduk, pendapatan dan kegiatan ekonomi. Metode-metode ini yang dapat dipergunakan dalam hal ini adalah regresi, model ekonometri, model input-output, dan model simulasi.

#### **2.3.4 Faktor-Faktor yang dipertimbangkan dalam Peramalan**

Dalam melakukan peramalan ada beberapa prinsip peramalan yang harus dipertimbangkan antara lain:

1. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkan.
2. Peramalan sebaiknya memakai tolak ukur kesalahan peramalan. Pemakai harus tahu besar kesalahan yang dapat dinyatakan dalam satuan unit atau prosentase (*probability*) permintaan actual akan jatuh dalam interval peramalan.
3. Peramalan family produk lebih akurat daripada peramalan produk individu



4. Peramalan jangka pendek lebih akurat daripada peramalan jangka panjang, karena dalam jangka pendek kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat, sehingga peramalan jangka pendek lebih akurat.
5. Jika dimungkinkan, hitung permintaan daripada meramal permintaan.

### **2.3.5 Langkah-langkah dalam Peramalan**

Proses peramalan biasanya terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

(Handoko, 1984)

1. Penentuan tujuan. Langkah pertama terdiri atas penentuan tujuan estimasi yang diinginkan. Sebaliknya, tujuan tergantung pada kebutuhan-kebutuhan informasi para manajer. Analisa membicarakan dengan para pembuat keputusan untuk mengetahui apa kebutuhan-kebutuhan mereka, dan menentukan:
  - a. Variabel-variabel apa yang akan diestimasi.
  - b. Siapa yang menggunakan hasil peramalan.
  - c. Untuk tujuan-tujuan apa hasil peramalan yang akan digunakan.
  - d. Estimasi jangka panjang atau jangka pendek yang diinginkan.
  - e. Derajat ketepatan estimasi yang diinginkan.
  - f. Kapan estimasi dibutuhkan.
  - g. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan, seperti peramalan untuk kelompok pembeli, kelompok produk atau daerah geografis.

Pengembangan model. Setelah tujuan ditetapkan, langkah berikutnya adalah mengembangkan suatu model, yang merupakan penyajian secara lebih sederhana sistem yang dipelajari. Dalam peramalan, model adalah suatu kerangka analitik yang bila dimasukkan data masukan, menghasilkan estimasi penjualan di waktu mendatang (atau variabel apa saja yang diramal). Analisis hendaknya memilih suatu model yang menggambarkan secara realistik perilaku variabel-variabel yang dipertimbangkan. Sebagai contoh, bila perusahaan ingin meramal penjualan yang “perilaku”nya berbentuk linier, model yang dipilih mungkin :  $\text{penjualan} = A + BX$ , dimana X menunjukkan unit waktu, dan A dan B adalah parameter-parameter yang menggambarkan posisi dan kemiringan garis pada grafik. Pemilihan suatu model yang tepat adalah krusial. Setiap model mempunyai asumsi-asumsi yang harus dipenuhi sebagai persyaratan penggunaannya. Validitas dan reliabilitas estimasi sangat tergantung pada model yang dipakai.

2. Pengujian model. Sebelum diterapkan, model biasanya diuji untuk menentukan tingkat akurasi, validitas dan reabilitas yang diharapkan. Ini sering mencakup penerapannya pada data historis, dan penyiapan estimasi untuk tahun-tahun sekarang dengan data nyata yang tersedia. Nilai suatu model ditentukan dengan derajat ketepatan hasil peramalan dengan kenyataan (actual). Dengan kata lain, pengujian model bermaksud untuk mengetahui validitas atau kemampuan prediktif secara logika suatu model.
3. Penerapan model. Setelah pengujian, analisis menerapkan model dalam tahap ini, data historis dimasukkan dalam model untuk menghasilkan

suatu ramalan. Dalam kasus model penjualan =  $A+BX$ , analisis menerapkan teknik-teknik matematik agar diperoleh A dan B.

4. Revisi dan evaluasi. Ramalan-ramalan yang telah dibuat harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali. Perbaikan mungkin perlu dilakukan karena adanya perubahan-perubahan dalam perusahaan atau lingkungannya, seperti tingkat harga produk perusahaan, karakteristik-karakteristi produk, pengeluaran-pengeluaran pengiklanan, tingkat pengeluaran pemerintah, kebijaksanaan moneter dan kemajuan teknologi. Evaluasi dilain pihak, merupakan perbandingan ramalan-ramalan dengan hasil-hasil nyata untuk menilai ketepatan penggunaan suatu metodologi atau teknik peramalan. Langkah ini diperlukan untuk menjaga kualitas estimasi-estimasi di waktu yang akan datang.

### 2.3.6 Kriteria Dasar Peramalan

Untuk menentukan teknik peramalan yang sesuai dengan kebutuhan, perlu diperhatikan beberapa kriteria dasar peramalan sebagai berikut : (Assauri, 1993)

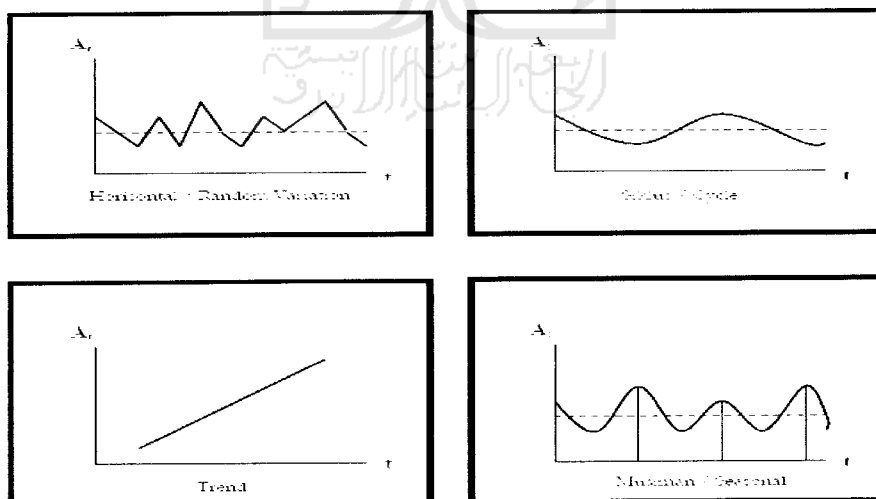
#### 1. Pola data

Langkah penting dalam menentukan metode peramalan yaitu menentukan pola data masa lalu untuk menentukan deret waktu dari metode peramalan yang sesuai .

Empat jenis pola data yang ada yaitu :

- a. Horizontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi sekitar nilai rata-rata konstan. Misalnya, suatu produk yang permintaannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu.
- b. Musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh factor musiman (misalnya mingguan, bulanan atau perempatan tahunan). Contohnya adalah permintaan es krim, payung dan minuman ringan.
- c. Siklis (C) terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Misalnya, permintaan produk mobil dan besi baja.
- d. Trend (T) terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan data dalam waktu jangka panjang. Misalnya, produk nasional bruto (GNP).

Berikut ini disajikan visualisasi dari pola-pola data diatas sebagai berikut:



**Gambar 2.1** Plot pola data

## 2. Horizon waktu.

Dalam memilih metode peramalan yang tepat perlu dipertimbangkan juga factor horizon waktu, karena teknik peramalan yang ada sesuai untuk suatu kondisi tetapi tidak cocok untuk kondisi yang lain. Factor-faktor horizon waktu ini berkaitan dengan tujuan peramalan dan jumlah data yang diperlukan. Untuk itu, jangka waktu peramalan dibagi atas tiga kategori, yaitu : (Nasution, 1999)

- a. Jangka pendek, waktu peramalan < 3 bulan
- b. Jangka menengah, waktu peramalan < 2 tahun
- c. Jangka panjang, waktu peramalan > 3 tahun

## 3. Ketepatan hasil peramalan

Jika beberapa model peramalan cocok untuk kondisi tertentu maka perlu ditentukan model mana yang lebih baik (tidak bias) atau jika hanya satu model mana yang cocok maka perlu model lain sebagai pembandingan untuk melihat keefektifan model tersebut. Proses ini disebut kesalahan peramalan. (Makridakis dan Wheelright, 1993)

Perhitungan kesalahan peramalan adalah sebagai berikut:

- a. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

$$\text{MAD} = \frac{\sum |e_i|}{n}$$

- b. MSE (*mean Square Error*)

$$\text{MSE} = \frac{\sum (e_i)^2}{n}$$

c. Bias/ Mean Error/ Deviation

$$\text{Bias} = \frac{\sum e_t}{n}$$

d.  $R^2$  : multiple correction coefficient

$$R^2 = \frac{(1-n).MSD}{(n-1).V}$$

e. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{e_t}{A_t} \right|}{n} \times 100$$

Keterangan :

$E(t)$  = kesalahan deviasi untuk peramalan

$\sum t$  = jumlah periode waktu  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$N$  = nomer periode dimasa  $e(t)$

$V$  = variansi dari data actual untuk periode  $n$

Dengan demikian tipe peramalan yang baik adalah tipe peramalan yang memberikan nilai kesalahan yang terkecil.

## 2.4 Analisis Biaya dan Laba

### 2.4.1 Perilaku Biaya

Sebagian besar keputusan yang diambil oleh manajemen memerlukan informasi dan biaya yang didasarkan pada perlakuannya. Yang dimaksudkan perilaku biaya adalah pola perubahan biaya dalam kaitannya dengan perubahan volume kegiatan atau aktivitas perusahaan (misalnya volume produksi/volume penjualan). Berdasarkan hubungan dengan perubahan volume kegiatan perusahaan, biaya

dapat digolongkan atas biaya variable, biaya tetap, dan biaya semi variable. (Mulyadi, 1993).

### **Biaya Variabel**

Biaya variabel adalah biaya-biaya yang totalnya selalu berubah secara proposional (sebanding) dengan volume kegiatan perusahaan. Besar kecilnya biaya variable dipengaruhi oleh besar kecilnya volume penjualan/produksi secara proposional, yang termasuk biaya ini antara lain : biaya bahan baku , biaya tenaga kerja langsung, sebagian biaya overhead pabrik (seperti penyusunan aktiva tetap pabrik yang dihitung berdasarkan jumlah unit produksi), komisi penjualan yang ditentukan berdasarkan prosentase tertentu dari hasil penjualan dan sebagainya.

### **Biaya Tetap**

Biaya tetap adalah biaya-biaya yang di dalam jarak kapasitas (range of capacity) tertentu totalnya tetap, meskipun volume kegiatan perusahaan berubah-ubah. Sejauh tidak melampaui kapasitas biaya tetap total tidak dipengaruhi oleh besar kecilnya volume kegiatan perusahaan. Jarak kapasitas adalah serangkaian tingkat volume kegiatan perusahaan yang dapat dicapai tanpa menambah kapasitas.

### **Biaya Semi Variabel**

Biaya semi variable adalah biaya-biaya yang totalnya selalu berubah tetapi tidak proposional dengan perubahan yang konstan. Biaya dapat dikelompokkan pada tingkat perubahan yang konstan. Biaya dapat dikelompokkan pada tingkat perubahannya semakin rendah. Dalam hal ini biaya semi variabel terkandung unsur biaya tetap dan unsur biaya variable. Contoh biaya semi variabel adalah biaya tenaga kerja yang dikaitkan dengan kurva belajar.

### 2.4.2 Pola Perilaku Biaya

Perubahan biaya total sebagai akibat dari perubahan volume kegiatan perusahaan ada tiga macam pola, yaitu : (Mulyadi, 1993)

1. Jumlahnya tetap, meskipun volume kegiatan berubah (biaya tetap).
2. Jumlah berubah secara proposional dengan perubahan volume kegiatan (biaya variabel).
3. Jumlah berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan (biaya semi variabel).

Untuk menggambarkan hubungan antara biaya total dengan volume kegiatan perusahaan, pada umum dinyatakan dengan fungsi biaya sebagai berikut :

$$Y = a + bx$$

Dimana :

Y = biaya total

X = volume kegiatan

a = biaya tetap total

b = biaya variabel per unit

## 2.5 Linear Programming

### 2.5.1 Konsep Dasar Linear Programming

Programa linier yang diterjemahkan dari linear programming (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan. Persoalan pengalokasian ini akan muncul manakala seseorang harus memilih tingkat aktivitas-aktivitas tersebut.



Programa linier ini menggunakan model matematis untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Sifat linier disini memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linier, sedangkan kata “programa” merupakan sinonim untuk perencanaan. Dengan demikian, programa linier (LP) adalah perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik di antara seluruh alternatif yang fisibel. (Dimiyati, 1992)

Sedangkan menurut Taha (1996) Linear Programming merupakan teknik matematik untuk mendapatkan alternatif penggunaan terbaik atas sumber-sumber organisasi. Kata sifat linear digunakan untuk menggambarkan hubungan antara dua atau lebih variabel, hubungan yang langsung dan proses proporsional, sedangkan kata program merupakan penggunaan teknik matematika tertentu untuk mendapatkan kemungkinan pemecahan terbaik atas persoalan yang melibatkan sumber yang serba terbatas.

Ada beberapa syarat-syarat utama pada persoalan linear programming dalam suatu industri, yaitu: (Taha, 1996)

1. Mempunyai tujuan untuk dicapai

Tujuan utama suatu industri misalkan kiat asumsikan maksimumkan keuntungan, sedangkan kita tahu keuntungan tidak berhubungan secara linear dengan volume penjualan, tetapi dari konsep akuntansi yang disebut total kontribusi di dapat:

$$\text{Total kontribusi} = (\text{Harga Jual/Unit} - \text{Biaya Variabel/Unit}) \times \text{Volume Penjualan}$$

Maka bila ada kata laba dalam istilah linear programming maka yang dimaksud adalah kontribusi.

2. Harus ada alternatif yang salah satu darinya mencapai tujuan

Sebagai contoh industri mebel mengalokasikan kapasitas industrinya untuk meja dan kursi dalam perbandingan 50:50, 70:30, 25:75, atau dalam angka perbandingan yang lain.

3. Sumber harus merupakan persediaan yang terbatas

Industri mebel diatas memiliki jumlah jam mesin yang terbatas, akibatnya semakin banyak waktu yang digunakan untuk membuat meja, akan semakin sedikit kursi yang dapat dibuat

Linear programming akan memberikan banyak sekali hasil pemecahan persoalan, sebagai alternatif pengambilan tindakan, akan tetapi hanya ada satu yang optimum (maksimum atau minimum), untuk pengambilan keputusan atau pengambilan alternatif yang terbaik. (Supranto, 1988)

### **2.5.2 Formulasi Model Linear Programming**

Untuk membuat formulasi model LP, terdapat tiga langkah utama yang harus dilakukan, yaitu : (Mustafa dan Parkhan, 2000)

1. Tentukan variabel keputusan atau variabel yang ingin diketahui dan gambarkan dalam simbolik matematik.
2. Tentukan tujuan dan gambarkan dalam satu set fungsi linier dari variabel keputusan yang dapat terbentuk maksimum atau minimum.
3. Tentukan kendala dan gambarkan dalam bentuk persamaan linier atau ketidaksamaan linier dari variabel keputusan.

Perumusan model ini adalah kunci keberhasilan dalam menyelesaikan masalah dengan metode LP. Bahkan satu masalah dapat menghasilkan model yang berbeda apabila dilihat dari sudut pandang yang berbeda pula.

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 pertambahan 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 standar LP seperti pada table dibawah ini: (Mustafa dan Parkhan, 2000)

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

**Tabel 2.1 Data untuk model Linear Programming**

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

– Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimum (Minimum) } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$

– Batasan - batasan :

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

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

.

.

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

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

### 2.5.3 Terminologi Model Linear Programming

Terminologi model LP dapat dinyatakan sebagai berikut: (Mustafa dan Parkhan, 2000)

1. Fungsi yang akan dimaksimumkan :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots C_nX_n$$

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

$$\text{yaitu } a_{11}X_{11} + a_{12}X_{12} + a_{13}X_{13} + \dots a_mX_n \leq 0$$

- b. Fungsi batasan non negative disebut sebagai non negative constrain

yaitu 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: (Mustafa dan Parkhan, 2000)

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

$$\text{minimumkan } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots C_nX_n$$

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

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i$$

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

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n = b_i$$
4. Masalah tertentu, dimana fungsi batasan non negative tidak diperlukan atau  $X_i$  tidak terbatas.

#### 2.5.4 Asumsi-asumsi Linear Programming

Untuk menunjukkan masalah optimasi sebagai model linear programming, diperlukan beberapa asumsi yang terkandung dalam formulasi linear programming. Asumsi-asumsi tersebut adalah : (Mustafa dan Parkhan 2000)

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.

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

1. Tidak ada penyelesaian layak
2. Ada batasan yang tidak membatasi besar nilai  $Z$ .

## 2.6 Metode Penyelesaian Linear Programming

### 2.6.1 Metode Grafis

Setelah formulasi model LP, langkah selanjutnya adalah metode untuk mendapatkan keputusan untuk mendapatkan keputusan terbaik. Metode grafik terbatas pada penyelesaian model yang memiliki dua variabel keputusan dengan langkah-langkah penggunaan sebagai berikut: (Dimiyanti, 1992)

1. Gambarkan semua kendala dan tentukan daerah kelayakan (feasible solution space), yaitu daerah yang diliputi oleh semua kendala. Dalam menggambarkan grafik, kendala yang bertanda lebih kecil sama dengan ( $\leq$ ), arah grafik yang membentuk daerah fisibel adalah menuju titik nol (origin). Kendala berbentuk lebih besar sama dengan ( $\geq$ ), arah grafik yang membentuk daerah feasible adalah menjauhi titik nol. Sedangkan kendala berbentuk sama dengan ( $=$ ), daerah feasible adalah sepanjang garis lurus.

2. Gambarkan grafik tujuan
3. Tentukan feasible optimum dengan cara menggeser grafik tujuan kekanan atas hingga memotong salah satu atau lebih ekstrim yang terdapat dalam feasible area.

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

### 2.6.2 Metode Simplek

Metode simplek merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan model formulasi LP dengan cara iterasi tabel. (Dimiyanti, 1992). Metode simplek dapat digunakan untuk menyelesaikan model formulasi LP yang memiliki dua atau lebih variabel keputusan selain dengan menggunakan program Win QSB.

Penyelesaian model LP dengan metode simplek diperlukan perubahan model formulasi ke dalam bentuk standar dengan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Fungsi tujuan berbentuk maksimum. Jika menghadapi fungsi tujuan berbentuk minimum, dapat diubah ke dalam bentuk maksimum dengan cara mengalikan fungsi tujuan dengan minus satu (-1) contoh  $Z_{min} = 20x + 10y$ , diubah kedalam bentuk maksimum menjadi  $-Z_{dmax} = -20x - 10y$ .
2. Semua kendala berbentuk persamaan. Jika menghadapi kendala berbentuk lebih kecil sama dengan ( $\leq$ ), dapat diubah ke dalam bentuk persamaan dengan cara menambahkan slack variabel yang bernilai satu. Contoh :  $2x + 2y \leq 20$ , diubah menjadi  $2x + 2y + S_1 = 20$ . Variabel  $S_1$  menunjukkan



slack variabel. Jika menghadapi kendala berbentuk lebih besar dengan ( $\geq$ ), dapat diubah ke dalam bentuk persamaan dengan cara mengurangkannya dengan surplus variabel yang bernilai minis satu. contoh :  $2x \geq 8$ , diubah menjadi :  $2x - S_1 = 8$ .

3. Nilai ruas kanan setiap kendala bertanda positif. Jika menghadapi kendala yang memiliki nilai ruas kanan bertanda negative, maka harus diubah menjadi positif dengan cara mengalikannya dengan minis satu. Contoh :  $2x + 3y \leq -30$ , diubah menjadi :  $-2x - 3y \leq 30$ .
4. Semua nilai variabel keputusan non-negatif.

Langkah-langkah metode simplek yaitu : (Dimiyanti, 1992)

1. Merubah fungsi tujuan dan fungsi kendala  
fungsi tujuan dirubah menjadi bentuk implicit dengan jalan menggeser semua  $C_i X_j$  kekiri. Fungsi kendala selain kendala non negative dirubah menjadi bentuk persamaan dengan menambahkan variabel slack, yaitu suatu variabel yang mewakili tingkat pengangguran, kapasitas yang merupakan batasan.
2. Mentabulasikan persamaan-persamaan yang diperoleh pada langkah 1.

**Table 2.2 Bentuk Umum Table Simplek Awal**

| BASIS | Z | $X_1$    | $X_2$    | ..... | $X_n$    | $S_1$ | $S_2$ | .... | $S_n$ | SOLUSI |
|-------|---|----------|----------|-------|----------|-------|-------|------|-------|--------|
| Z     | 0 | $-C_1$   | $-C_2$   |       | $-C_n$   | 0     | 0     |      | 0     | 0      |
| $S_1$ | 0 | $a_{11}$ | $a_{12}$ |       | $a_{1n}$ | 1     | 0     |      | 0     | $b_1$  |
| $S_2$ | 0 | $a_{21}$ | $a_{22}$ |       | $a_{2n}$ | 0     | 1     |      | 0     | $b_2$  |
| .     |   |          |          |       |          |       |       |      |       |        |
| .     |   |          |          |       |          |       |       |      |       |        |
| SM    | 0 | $a_{m1}$ | $a_{m1}$ |       | $a_m$    | 0     | 0     |      | 1     | $b_m$  |

Kolom basis menunjukkan variabel yang sedang menjadi basis yaitu  $S_1, S_2, \dots, S_n$  yang nilainya ditunjukkan oleh kolom solusi. Secara tidak langsung ini menunjukkan bahwa variabel non basis  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (yang tidak ditunjukkan pada kolom basis) sama dengan nol. Hal ini bisa dimengerti, karena belum ada kegiatan berarti  $X_1, X_2, \dots, X_n$  masing-masing nilainya 0. sedangkan kapasitas masih mengganggu yang akan ditunjukkan oleh nilai  $S_1, S_2, \dots, S_n$ .

### 3. Menentukan entering variabel

Untuk persoalan dengan fungsi maksimasi, nilai  $Z$  dapat diperbaiki dengan meningkatkan nilai  $X_1, X_2, \dots, X_n$  pada persamaan  $Z$  menjadi tidak negative. Untuk itu pilihlah kolom pada baris fungsi tujuan (termasuk kolom slack) yang mempunyai nilai negative angka terbesar, gunakan kolom ini sebagai entering variabel. Jika ditemukan lebih dari satu nilai negative angka terbesar pilihlah salah satu, sebaliknya jika tidak ditemukan nilai negative berarti solusi sudah optimal. Sebaliknya untuk kasus minimasi, pilihlah kolom pada baris fungsi tujuan yang nilainya positif terbesar. Jika tidak ditemukan nilai positif berarti solusi telah optimal.

### 4. Menentukan leaving variabel

Leaving variabel dipilih dari rasio yang nilainya positif terkecil. Rasio diperoleh dengan cara membagi nilai solusi dengan koefisien pada entering variabel yang sebaris :

$$\text{rasio} = \frac{\text{nilai solusi}}{\text{koefisien kolom entering}}$$

Jika tidak ada elemen yang nilainya positif dalam kolom kunci (kolom entering variabel) ini, maka persoalan tidak memiliki pemecahan. Kolom pada entering variabel dinamakan entering kolom, dan baris yang berhubungan dengan leaving variabel dinamakan persamaan pivot. Elemen pada perpotongan entering kolom dan persamaan elemen pivot.

5. Menentukan persamaan pivot baru

Persamaan pivot baru = persamaan pivot lama : elemen pivot.

6. Tentukan persamaan-persamaan baru selain persamaan pivot baru.

Persamaan = (persamaan lama) – (koefisien kolom entering x persamaan pivot baru).

7. Lanjutkan perbaikan-perbaikan.

Lakukan langkah perbaikan dengan cara mengulang langkah 3 sampai langkah 6 hingga diperoleh hasil optimal. Apabila suatu masalah LP melibatkan lebih dari dua kegiatan maka metode grafik tidak dapat digunakan dalam menentukan kombinasi optimal, untuk itu digunakan metode simplek. (Mustafa dan Parkhan, 2000).

## 2.7 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 : (Mustafa dan Parkhan, 2000)

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 mengakibatkan salah satu diantara :

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.

Salah satu asumsi LP yang bersifat deterministik, sehingga solusi optimal yang diperoleh didasarkan atas nilai yang sudah diketahui dengan pasti. Dalam

kenyataan nilai-nilai tersebut (baik  $C_j$ ,  $a_{ij}$  maupun  $b_i$ ) jarang diketahui dengan pasti, karena beberapa nilai merupakan fungsi beberapa parameter yang tidak dapat dikendalikan. Setiap perubahan nilai input (data) akan mengubah masalah LP yang dapat mempengaruhi solusi optimal. Untuk mengembangkan suatu strategi yang dapat memenuhi berbagai ketidakpastian tersebut perlu dipelajari bagaimana solusi optimal akan berubah sehubungan dengan perubahan nilai input (data). Hal ini dikenal dengan analisis sensitifitas.

Perubahan (ketidakpastian) yang mungkin dihadapi pada analisa sensitifitas adalah :

1. perubahan koefisien fungsi tujuan
2. perubahan konstanta ruas kanan
3. perubahan fungsi pembatas.

Pada kasus dengan dimensi  $n \times 2$  dapat diselesaikan dengan grafis, sedang kasus dengan dimensi  $m \times n$  dapat diselesaikan dengan metode simplek.

### 2.7.1 Analisis Sensitivitas dengan Grafis

Perubahan yang mungkin dihadapi pada analisis sensitifitas adalah:

1. Perubahan koefisien fungsi tujuan

Perubahan koefisien fungsi tujuan dapat terjadi Karena perubahan keuntungan atau ongkos suatu kegiatan. Misal, diinginkan untuk menentukan pengaruh perubahan keuntungan per unit produk I ( $C_1$ ). Pada suatu kasus dimana produk I menguntungkan untuk diproduksi, jika  $C_1$  turun dibawah nilai tertentu, maka dapat menyebabkan produk I yang akan

diproduksi menjadi berkurang atau bahkan tidak menguntungkan untuk diproduksi.

Pada kasus lain bisa jadi produk I menjadi menguntungkan untuk diproduksi karena keuntungan per unit ( $C_1$ nya) rendah. Jika  $C_1$  turun dapat dipastikan tidak akan berpengaruh terhadap solusi optimal yang ada, tetapi jika  $C_1$  naik melebihi nilai tertentu maka produk I menjadi menguntungkan untuk diproduksi.

## 2. Perubahan konstanta ruas kanan

Perubahan konstanta ruas kanan dapat terjadi karena adanya perubahan pada kapasitas sumber daya yang dapat digunakan. Perubahan kapasitas sumber daya dapat terjadi pada sumber daya longgar (loose) maupun sumber daya ketat (tight).

Apabila sumber daya merupakan sumber daya yang longgar maka penambahan kapasitas sumber daya tersebut tidak akan mempengaruhi keputusan optimal dan jika turun dibawah nilai tertentu maka akan mempengaruhi keputusan optimal. Sebaliknya pada sumber daya yang ketat, perubahan kapasitas (baik penambahan maupun pengurangan) akan mempengaruhi keputusan optimal. Oleh karena itu diperlukan suatu strategi untuk menentukan seberapa besar batas atas dan batas bawah kapasitas masing-masing sumber daya dan bagaimana menentukan prioritas sumber daya yang sebaiknya ditambah atau dikurangi.

Untuk menentukan sumber daya yang mana diprioritaskan untuk ditambah/dikurangi digunakan konsep shadow price. Shadow price

mencerminkan perubahan netto nilai optimum karena perubahan satu unit sumber daya. Prioritas sumber daya yang akan ditambah adalah sumber daya yang memiliki pengaruh terhadap  $Z$  yang besar dan sumber daya yang akan dikurangi adalah sumber daya yang memiliki pengaruh terhadap  $Z$  yang kecil apabila fungsi tujuannya maksimasi.

### 3. Perubahan fungsi pembatas

Perubahan fungsi pembatas meliputi penambahan batasan baru dan penambahan variabel baru. Penambahan batasan baru akan mempengaruhi penyelesaian optimal, apabila pembatas baru tersebut tidak akan mempengaruhi penyelesaian optimal, apabila batasan baru tersebut digambarkan dalam grafik berada diluar daerah fisibel.

## 2.7.2 Analisis Sensitivitas dengan Metode Simplek

Perubahan yang mungkin dihadapi pada analisis sensitifitas adalah (Mustafa dan Parkhan, 2000)

### 1. Perubahan koefisien fungsi tujuan

Perubahan koefisien fungsi tujuan dapat dibedakan menjadi

#### a. Perubahan koefisien fungsi tujuan variabel basis

Untuk menentukan range perubahan koefisien fungsi tujuan variabel basis, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\hat{C}_j = C_B - \hat{Y}_j - C_j$$

$C_B$  = koefisien fungsi tujuan variabel basis pada optimal

$\hat{C}_j$  = menunjukkan nilai baru atau nilai pada table optimal

syarat table optimal tetap optimal jika  $C_j \geq 0$ .

Untuk mengetahui perubahan pada table optimal sehubungan dengan perubahan fungsi tujuan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\pi = C_B \cdot B^{-1}$$

$C_B$  = koefisien fungsi tujuan variabel basis

$B^{-1}$  = matrik dibawah variabel basis awal pada table optimal

b. Perubahan koefisien fungsi tujuan variabel non basis

Perubahan ini ditunjukkan dari suatu kasus dimana variabel keputusan non basis adalah  $X_3$ , artinya  $X_3$  tidak diproduksi karena tidak cukup ekonomis dengan keuntungan sebesar 10. apabila  $C_3$  diturunkan berapapun,  $X_3$  tetap tidak ekonomis untuk diproduksi, yang berarti batas bawah  $C_3 = -\infty$ . Sebaliknya jika  $C_3$  dinaikkan sampai jumlah tertentu, ada kemungkinan  $X_3$  cukup ekonomis untuk diproduksi. Batas atas  $C_3$  adalah  $\hat{C}_3 = C_B - \hat{Y}_3 - C_3$

2. Perubahan konstanta ruas kanan

Pengaruh perubahan konstanta ruas kanan terhadap tabel optimasi dapat ditentukan dengan menyelidiki perubahan konstanta ruas kanan yang baru

pada table optimasi, atau dirumuskan sebagai :  $\hat{b}_1 = B^{-1} \cdot b_1$

$\hat{b}_1$  = menunjukkan nilai baru atau nilai pada table optimal.

Table optimal tetap optimal jika  $\hat{b}_1 \geq 0$

Shadow price.



Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan nilai ruas kanan ( $b_1$ ) selama masih dalam range terhadap nilai  $Z$  dapat ditentukan berdasarkan konsep shadow price.

### 3. Perubahan fungsi pembatas

Perubahan fungsi pembatas meliputi dua hal yaitu :

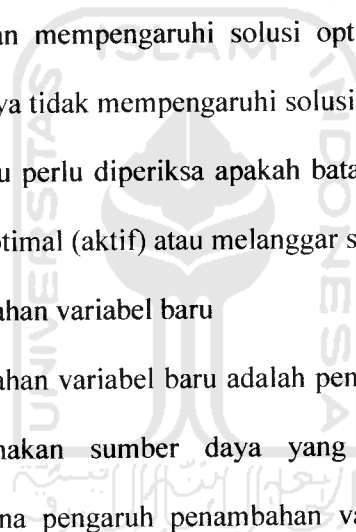
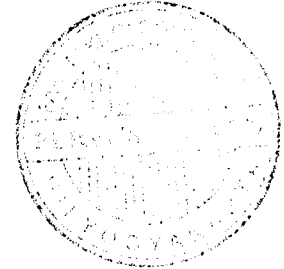
#### a. Penambahan batasan baru

Penambahan batasan baru terjadi karena perubahan sifat sumber daya yang semula tidak terbatas jumlahnya. Penambahan batasan baru akan mempengaruhi solusi optimal apabila sifat aktif dan sebaliknya tidak mempengaruhi solusi optimal jika sifatnya pasif.

Untuk itu perlu diperiksa apakah batasan baru tersebut melanggar solusi optimal (aktif) atau melanggar solusi optimal (pasif).

#### b. Penambahan variabel baru

Penambahan variabel baru adalah penambahan kegiatan baru yang menggunakan sumber daya yang sama. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan variabel baru terhadap solusi optimal dapat dilakukan dengan menyelidiki selisih ruas kiri dengan ruas kanan pembatas dual yang baru. Jika selisihnya berharga positif maka penambahan variabel baru tersebut tidak mempengaruhi solusi optimal dan jika berharga negatif akan mempengaruhi solusi optimal.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu tahapan yang harus ditetapkan terlebih dahulu agar dapat melaksanakan penelitian secara baik, benar dan terarah. Dengan demikian masalah yang dihadapi dapat dianalisa dengan baik sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai.

#### 3.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada perusahaan Furniture PT. Amalia Surya Cemerlang Dalam kegiatan produksinya perusahaan memproduksi sesuai dengan permintaan pasar sehingga perusahaan harus dapat menjaga keseimbangan bahan baku agar kegiatan produksi perusahaan dapat berjalan lancar dan mampu memenuhi permintaan pasar.

#### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan jenis datanya, maka data yang diperlukan semuanya berupa data kuantitatif, sedangkan berdasarkan sumbernya diperlukan dua jenis data yaitu:

##### 1. Data Primer

Yaitu data yang diperoleh langsung dari sumbernya.. Untuk memperoleh data primer digunakan metode-metode sebagai berikut :

- a. *Survey*, yaitu cara memperoleh data melalui permintaan keterangan kepada pihak terkait.

- b. Observasi, yaitu mengamati secara langsung objek yang ingin diteliti dengan maksud untuk memperoleh data yang relevan dan sebenarnya.
- c. *Interview*, yaitu memperoleh data dengan tanya jawab sepihak yang dikerjakan dengan sistematis dan berlandaskan pada tujuan penelitian.

## 2. Data Sekunder

Yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung dan merupakan catatan perusahaan atau cetakan yang berhubungan dengan penelitian, terdiri dari :

### a. Internal data

Data-data yang diperoleh dari buku atau laporan yang tersedia di perusahaan yang berhubungan dengan kasus yang diteliti

### b. Eksternal data

Berdasarkan literature-literatur atau sumber kepustakaan lain serta studi dan disiplin ilmu lainnya yang mendukung dan yang berhubungan dengan kasus yang diteliti.

## 3.3 Pengumpulan Data

Data - data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data permintaan produk setiap periode
2. Data proses produksi
3. Data kapasitas sumber daya bahan baku
4. Data kapasitas sumber daya tenaga kerja
5. Data waktu proses produksi
6. Data perincian biaya produksi
7. Data harga jual produk
8. Data jumlah tenaga kerja dan mesin pada departemen produksi
9. Hari kerja efektif.

### **3.4 Metode Pengolahan Data**

Secara umum penelitian dikatakan baik jika langkah-langkah yang ditempuh tepat, karena permasalahan yang dibahas berkaitan satu dengan yang lainnya. Apabila tahap-tahap yang dilakukan menyimpang maka hal ini akan berakibat fatal pada hasil penelitian.

#### **3.4.1 Melakukan Peramalan**

Peramalan dilakukan untuk mengetahui jumlah unit per produk yang dihasilkan pada periode mendatang berdasarkan data histories masa lampau. Data-data tersebut diolah menggunakan program WinQSB dan setelah itu dilakukan pemilihan metode terbaik atas dasar tingkat kesalahan terkecil yaitu nilai MSD (Mean Square Error) Adapun langkah-langkah dalam peramalan, yaitu :

1. Pengumpulan data penjualan masa lalu.
2. Masukkan data ke dalam program.
3. Olah data dengan program WinQSB
4. Pilih metode peramalan yang mempunyai tingkat kesalahan terkecil (MSD terkecil).

#### **3.4.2 Analisis Biaya**

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui biaya-biaya yang terkait yang akhirnya dapat menentukan besarnya kontribusi margin tiap produk. Biaya yang dibutuhkan adalah biaya bahan baku, biaya (upah tenaga kerja) biaya mesin dan biaya BOH. Biaya tersebut dipisahkan antara biaya tetap dan biaya variabel.

Dari analisis biaya ini diharapkan dapat menetapkan harga pokok produksi tiap unitnya. Biaya tersebut diperlukan untuk menentukan kontribusi margin

produk tiap unitnya. Kontribusi margin didapatkan dengan dikurangnya harga jual per unit dengan besarnya biaya variabelnya.

Hasil analisis diatas digunakan untuk menentukan fungsi tujuan apakah bertujuan untuk maksimasi keuntungan atau minimasi biaya.

### **3.4.3 Penentuan Formulasi *Linear Programming***

Dalam penentuan formulasi *Linear Programming* ini, meliputi penentuan variabel keputusan, penentuan fungsi batasan, yang meliputi batasan waktu proses, batasan bahan baku, batasan permintaan pasar dan sebagainya,

### **3.4.4 Pengolahan Data *Linear Programming***

Setelah dibuat formulasi dasar dari *Linear Programming* , maka langkah selanjutnya adalah mengolah formulasi tersebut sesuai fungsi tujuannya dengan metode simpleks, dalam hal ini pengolahan data menggunakan bantuan software pengolah data *Linear Programming* Win QSB.

### **3.4.5 Analisis Sensitivitas**

Setelah solusi optimal didapat, maka akan dilakukan analisis sensitivitas terhadap koefisien-koefisien dalam model *Linear Programming* tersebut.

## **3.5 Kesimpulan dan Saran**

Penarikan kesimpulan terhadap kasus yang diselesaikan pada tahap akhir dalam penelitian ini setelah dilakukan analisa terhadap kasus yang dipecahkan.

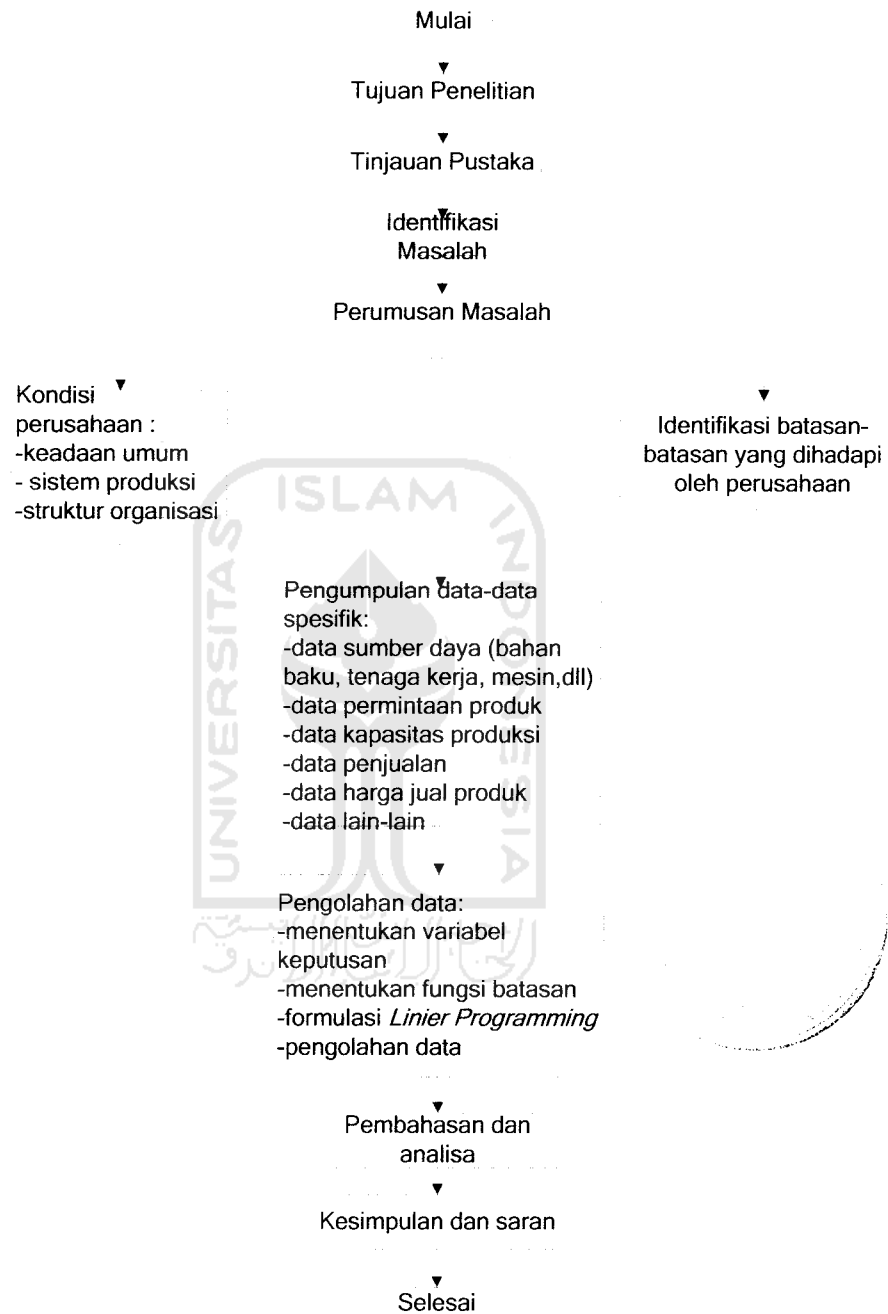
Penarikan kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian yang sudah ditetapkan

Saran-saran juga dikemukakan untuk memberikan masukan mengenai penyelesaian kasus yang dihadapi pada sistem yang diteliti. Selain itu juga diberikan saran-saran perbaikan bagi penelitian berikutnya untuk melakukan pengembangan model dan algoritma dalam penyelesaian kasus yang lebih kompleks akan tetapi mempunyai karakteristik yang sama dengan kasus dalam penelitian ini.



### 3.6. Flowchart Penelitian

Kerangka Pemecahan Masalah



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1. Profil Perusahaan

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur khususnya *furniture*. PT. Amalia Surya Cemerlang didirikan pada tanggal 7 Juni 2001 oleh Bapak Agus Hariyanto sebagai Direktur dan Bapak Yohanes Kurniawan sebagai Komisaris sekaligus sebagai agen yang mempunyai jaringan perdagangan multinasional. Di awal pendirian PT. Amalia Surya Cemerlang melibatkan tenaga kerja sebanyak 20 orang yang terdiri dari 5 tenaga *staff* dan 15 tenaga terampil. Hingga saat ini PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki tenaga kerja mencapai 100 orang.

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan *furniture* yang bertipe *make to order* (MTO) dimana sistem perencanaan produksi dilakukan setelah ada permintaan. Hasil produksi PT. Amalia Surya Cemerlang dipasarkan hingga ke negara-negara di Eropa, Amerika, Australia, dan Singapura.

##### 4.1.2 Data Umum Tenaga Kerja

PT. Amalia Surya Cemerlang memberlakukan jam kerja bagi karyawan dengan jumlah enam hari kerja efektif dalam seminggu, yaitu Senin-Sabtu.



Pengaturan jam kerja karyawan yang berlaku pada PT. Amalia Surya Cemerlang adalah sebagai berikut:

1. Hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu adalah :
  - a. Mulai masuk : Pukul 08.00 – 12.00
  - b. Istirahat : Pukul 12.00 - 13.00
  - c. Kerja kembali : Pukul 13.00 - 16.00
2. Hari Jumat adalah :
  - a. Mulai masuk : Pukul 08.00 - 11.30
  - b. Istirahat : Pukul 11.30 - 13.00
  - c. Kerja kembali : Pukul 13.00 - 16.30

#### 4.1.3 Data Hasil Produksi

Penelitian ini dilakukan di departemen produksi. Produk yang dihasilkan PT. Amalia Surya Cemerlang antara lain meja, almari dan rak. Produk yang menjadi penelitian pada tugas akhir ini adalah *Atlanta Coffee Table*, *Sultan Table*, *Madrid Lamp Table*, *Rhodes Coffee Table*, *Dressoir Sutan*, *Table Towel*, *Panama Social Table*, dan *Panama Dining Table*.

#### 4.1.4 Bahan Baku

Pengadaan bahan baku merupakan suatu hal penting untuk diperhitungkan dalam suatu sistem produksi. Tanpa adanya bahan baku, maka otomatis keseluruhan proses akan terganggu dan dapat mengakibatkan produksi akan berhenti. Untuk menanggulangi hal tersebut, maka diadakan perencanaan kebutuhan bahan baku secara tepat. Bahan baku utama yang digunakan adalah

kayu jati. Alasan pemilihan kayu jati sebagai bahan baku utama produk karena kualitasnya yang baik, dengan daya tahan kuat, motif indah dan tekstur halus.

Selain bahan baku utama juga terdapat bahan baku pendukung, antara lain kayu akasia, kayu mahogani, plat siku, sekrup, jembatan, cekatil, amplas, lem, tiner, dan cat warna.

#### **4.1.5 Proses Produksi**

Semua produk yang dihasilkan oleh PT. Amalia Surya Cemerlang pada dasarnya memiliki proses produksi yang sama. Perbedaannya hanya pada pemolaan atau pendesainan bentuk dari produk. Urutan proses produksinya sebagai berikut :

##### **1. Unit Pembahanan**

Pada unit ini, papan kayu besar mengalami proses *grade* yaitu dipisahkan antara papan untuk produk *unfinish* atau *finishing*, maksudnya disini produk *unfinish* adalah produk yang tidak mengalami proses *finishing* (pewarnaan dsb). Untuk ketiga produk yang menjadi objek penelitian termasuk dalam produk *finishing*. Setelah dipisahkan maka papan dimasukkan ke dalam oven dengan tujuan pengeringan sebesar 15%. Papan yang siap diolah lalu dibentuk menjadi komponen dengan menggunakan mesin-mesin, mulai dari diukur, dipotong dan dihaluskan sesuai dengan kebutuhan dalam *Bill Of Material* (BOM) sebuah unit produk.

##### **2. Unit Perakitan (*Assembling*)**

Setelah semua komponen dalam satu unit produk selesai dibentuk, maka selanjutnya komponen-komponen tersebut akan dirakit. Pada tahap perakitan

ini dilakukan secara manual dengan tenaga manusia dengan bantuan obeng, tanggem, pahat dan tang. Bahan pendukung seperti lem juga dibutuhkan dalam proses ini.

### 3. Unit Pengamplasan (*Sanding*)

Setelah komponen-komponen dirakit, kemudian dilakukan pengamplasan / penghalusan yang tujuannya memperoleh permukaan kayu yang halus.

### 4. Unit Finishing

Pada unit ini dilakukan proses pewarnaan dan pengeringan. Pada unit ini juga dilakukan pengecekan produk, apakah produk sudah sesuai dengan bentuk yang diinginkan, dan juga dilakukan pengecekan terhadap komponen-komponen produk, misalnya ada komponen yang kayunya berlubang, maka perlu dilakukan penambalan.

### 5. Unit Pengepakan (*Packing*)

Setelah produk jadi dan dinyatakan lulus kontrol, maka barang siap dibungkus (*packing*) dengan menggunakan karton dan siap untuk dimasukkan dalam *container*. Pengepakan barang dilakukan dengan tujuan untuk melindungi produk terhadap gesekan yang mungkin terjadi ketika dalam perjalanan sehingga tidak menimbulkan produk cacat, serta untuk mempermudah penyusunan di dalam *container* sehingga jumlah barang dapat dihitung dan disesuaikan dengan kapasitas *container*.

Mesin-mesin produksi yang menunjang dalam kegiatan produksi antara lain, seperti pada tabel 4.1:

**Tabel 4.1** Jenis dan Fungsi Mesin

| No | Nama Mesin         | Fungsi   |
|----|--------------------|--|
| 1  | Radial             | memotong kayu sesuai dengan ukuran yang diinginkan                             |
| 2  | <i>Cycle</i>       | membelah kayu yang telah dipotong menjadi kayu batangan dengan ukuran tertentu |
| 3  | <i>Planner</i>     | mendapatkan potongan kayu yang benar-benar siku                                |
| 4  | Serut              | menghaluskan permukaan kayu  |
| 5  | Bor                | membuat lobang pada pasak, mengikat posisi antar bagian agar tidak mudah goyah |
| 6  | <i>Thicknesser</i> | menyerut permukaan agar mendapatkan ukuran ketebalan yang diinginkan           |
| 7  | <i>Jointer</i>     | menyerut permukaan komponen menjadi siku/tegak lurus                           |
| 8  | <i>Mortiser</i>    | membuat lobang tempat pen  |
| 9  | <i>Sanding</i>     | Memperhalus permukaan kayu yang luas   |

Sumber : PT. Amalia Surya Cemerlang

#### 4.1.6 Data Pengamatan Waktu Proses

Waktu proses adalah waktu yang digunakan untuk memproses satu unit produk dari proses pembahanan sampai dengan proses *finishing*. Berikut ini merupakan data waktu proses produksi tiap stasiun kerja atau mesin yang digunakan berdasarkan *operation process chart* (OPC) masing-masing produk :

Tabel 4.2 Data Waktu Proses (dalam satuan menit)

| no. | Stasiun Kerja | Atlanta Coffe Table | Sultan Table | Madrid Lamp Table | Rhodes Coffee Table | Dressoir Sutan | Table Towel | Panama Social Table | Panama Dining Table |
|-----|---------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 1   | M. Cycle      | 39.74               | 18.86        | 10.52             | 47.41               | 41.35          | 31.19       | 24.54               | 25.31               |
| 2   | M. Radial     | 20.49               | 16.07        | 9.22              | 11.24               | 17.31          | 15.55       | 14.11               | 18.44               |
| 3   | M. Thickneser | 13.2                | 9.44         | 7.32              | 8.56                | 11.3           | 10.1        | 9.25                | 10                  |
| 4   | M. Planner    | 32.56               | 16.1         | 6                 | 10.42               | 21.52          | 19.18       | 19                  | 21.37               |
| 5   | M. Serut      | 12.08               | 9.42         | 13.38             | 10.12               | 14.23          | 10.26       | 14.14               | 15.25               |
| 6   | M. Mortiser   | 10.7                | 12.3         | 11.9              | 9.44                | 11.3           | 9           | 11.47               | 9.58                |
| 7   | M. Joiner     | 64.53               | 38.84        | 20.9              | 31.12               | 32.34          | 30.41       | 31.26               | 36.21               |
| 8   | M. Bor        | 26.99               | 19.25        | 11                | 16.34               | 17.51          | 19.37       | 14                  | 21.55               |
| 9   | Perakitan     | 86.3                | 78.5         | 69.5              | 70.14               | 59.54          | 72.23       | 79.35               | 68.48               |
| 10  | Sanding       | 30.2                | 35.3         | 31.4              | 29.36               | 28.22          | 32.3        | 29.48               | 32.4                |
| 11  | Finishing     | 53.5                | 51.7         | 47.6              | 46.25               | 56.21          | 45.36       | 41.36               | 44.56               |

#### 4.1.7 Data Mesin yang Digunakan

Untuk memperlancar jalannya proses produksi, PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki sumber daya berupa mesin-mesin sebagai berikut :

**Tabel 4.3** Jenis dan Jumlah Mesin Produksi

| Nama Mesin  | Jumlah | Nama Mesin | Jumlah |
|-------------|--------|------------|--------|
| Cyrcele     | 10     | Mortiser   | 6      |
| Radial      | 2      | Jointer    | 5      |
| Thicknesser | 5      | Bor        | 7      |
| Planner     | 4      | Sanding    | 5      |
| Serut       | 8      |            |        |

Selain mesin-mesin tersebut, juga digunakan peralatan-peralatan seperti tanggem, pahat, obeng, tang, drip dan spet yang digunakan untuk memperlancar kerja.

#### 4.1.8 Data Harga Jual Produk

**Tabel 4.4** Harga Jual Masing-masing Produk

| HARGA JUAL (Rp.)    |         | Keterangan:               |
|---------------------|---------|---------------------------|
| Atlanta Coffe Table | 710000  | Atlanta Coffe Table = ACT |
| Sultan Table        | 1050000 | Sultan Table = ST         |
| Madrid Lamp Table   | 350000  | Madrid Lamp Table = MLT   |
| Rhodes Coffee Table | 970000  | Rhodes Coffee Table = RCT |
| Dressoir Sutan      | 2400000 | Dressoir Sutan = DS       |
| Table Towel         | 1400000 | Table Towel = TT          |
| Panama Social Table | 1900000 | Panama Social Table = PST |
| Panama Dining Table | 1450000 | Panama Dining Table = PDT |

#### 4.1.9 Data volume penjualan

Berikut ini merupakan data volume penjualan ketiga produk:

**Tabel 4.5** Data Volume Penjualan

| periode      | Atlanta Coffe Table | SultanTable | Madrid Lamp Table | Rhodes Coffee Table | Dressoir Sutan | Table Towel | Panama Social Table | Panama Dining Table |
|--------------|---------------------|-------------|-------------------|---------------------|----------------|-------------|---------------------|---------------------|
| Apr-05       | 175                 | 315         | 351               | 25                  | 6              | 90          | 20                  | 40                  |
| Mei          | 186                 | 326         | 360               | 8                   | 13             | 87          | 23                  | 42                  |
| Juni         | 192                 | 295         | 348               | 10                  | 14             | 102         | 19                  | 36                  |
| Juli         | 200                 | 310         | 372               | 17                  | 21             | 81          | 31                  | 29                  |
| Agustus      | 193                 | 328         | 390               | 15                  | 11             | 67          | 24                  | 39                  |
| September    | 204                 | 334         | 384               | 20                  | 10             | 90          | 23                  | 21                  |
| Oktober      | 210                 | 325         | 375               | 14                  | 17             | 93          | 24                  | 37                  |
| November     | 219                 | 307         | 388               | 21                  | 15             | 84          | 20                  | 28                  |
| Desember     | 206                 | 286         | 357               | 5                   | 16             | 79          | 17                  | 27                  |
| Januari 2006 | 218                 | 310         | 340               | 11                  | 22             | 99          | 21                  | 33                  |
| Februari     | 225                 | 325         | 365               | 14                  | 20             | 104         | 20                  | 35                  |
| Maret        | 228                 | 308         | 376               | 26                  | 15             | 88          | 14                  | 31                  |
| April        | 213                 | 298         | 355               | 14                  | 25             | 87          | 28                  | 30                  |
| Mei          | 227                 | 325         | 364               | 31                  | 14             | 95          | 22                  | 29                  |
| Juni         | 236                 | 312         | 412               | 20                  | 11             | 90          | 21                  | 38                  |
| Juli         | 244                 | 341         | 321               | 12                  | 10             | 74          | 19                  | 31                  |
| Agustus      | 224                 | 277         | 387               | 15                  | 14             | 81          | 16                  | 30                  |
| September    | 240                 | 319         | 369               | 23                  | 11             | 92          | 19                  | 37                  |

Sumber : PT. Amalia Surya Cemerlang

#### 4.1.10 Data Kapasitas Bahan Baku

*Tabel 4. 6* Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Atlanta Coffee Table

| No. | Bahan baku        | Kebutuhan | Harga   | Total  | Satuan |
|-----|-------------------|-----------|---------|--------|--------|
| 1.  | Kayu Jati         | 0.0668    | 4500000 | 300600 | m3     |
| 2.  | Tiner             | 0.1       | 9500    | 950    | lt     |
| 3.  | Lem               | 0.3       | 30400   | 9120   | kg     |
| 4.  | Cat warna         | 0.2       | 32000   | 6400   | lt     |
| 5.  | Sending sealer    | 0.4       | 17800   | 7120   | lt     |
| 6.  | Cekatil           | 15        | 725     | 10875  | buah   |
| 7.  | Ring cekatil      | 15        | 100     | 1500   | buah   |
| 8.  | Skrup kuning 6x1" | 60        | 90      | 5400   | buah   |
| 9.  | Skrup 7x¼"        | 24        | 100     | 2400   | buah   |
| 10. | Baut knockdown    | 6         | 1050    | 6300   | buah   |

*Tabel 4. 7* Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Sultan Table

| No. | Bahan baku           | Kebutuhan | Harga   | Total  | Satuan |
|-----|----------------------|-----------|---------|--------|--------|
| 1.  | Kayu Jati            | 0.1202    | 4500000 | 540900 | m3     |
| 2.  | Tiner                | 0.1       | 9500    | 950    | lt     |
| 3.  | Lem                  | 0.25      | 30400   | 7600   | kg     |
| 4.  | Cat warna            | 0.2       | 32000   | 6400   | lt     |
| 5.  | Sending sealer       | 0.35      | 17800   | 6230   | lt     |
| 6.  | Cekatil              | 17        | 725     | 12325  | buah   |
| 7.  | Ring cekatil         | 17        | 100     | 1700   | buah   |
| 8.  | Skrup kuning 6x1"    | 96        | 90      | 8640   | buah   |
| 9.  | Plat siku 10 cm      | 4         | 600     | 2400   | buah   |
| 10. | Baut jembatan pendek | 8         | 850     | 6800   | buah   |

*Tabel 4. 8* Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Madrid Lamp Table

| No. | Bahan baku           | Kebutuhan | Harga   | Total  | Satuan |
|-----|----------------------|-----------|---------|--------|--------|
| 1.  | Kayu Jati            | 0.0271    | 4500000 | 121950 | m3     |
| 2.  | Tiner                | 0.09      | 9500    | 855    | lt     |
| 3.  | Lem                  | 0.25      | 30400   | 7600   | kg     |
| 4.  | Cat warna            | 0.15      | 32000   | 4800   | lt     |
| 5.  | Sending sealer       | 0.25      | 17800   | 4450   | lt     |
| 6.  | Cekatil              | 8         | 725     | 5800   | buah   |
| 7.  | Ring cekatil         | 8         | 100     | 800    | buah   |
| 8.  | Skrup kuning 6x1"    | 40        | 90      | 3600   | buah   |
| 9.  | Plat siku 7 cm       | 4         | 500     | 2000   | buah   |
| 10. | Baut jembatan pendek | 8         | 850     | 6800   | buah   |



**Tabel 4.9** Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Rhodes Coffee Table

|    |                        |        |         |        |      |
|----|------------------------|--------|---------|--------|------|
| 1  | kayu jati              | 0.0998 | 4500000 | 449100 | m3   |
| 2  | tiner                  | 0.08   | 9500    | 760    | lt   |
| 3  | lem                    | 0.25   | 30400   | 7600   | kg   |
| 4  | cat warna              | 0.2    | 32000   | 6400   | lt   |
| 5  | Sending sealer         | 0.25   | 17800   | 4450   | lt   |
| 6  | handle rhodes          | 2      | 8400    | 16800  | buah |
| 7  | baut jembatan panjang  | 8      | 950     | 7600   | buah |
| 8  | cekatil malang         | 4      | 825     | 3300   | buah |
| 9  | c.mujur                | 4      | 825     | 3300   | buah |
| 10 | ring galvanis          | 8      | 150     | 1200   | buah |
| 11 | crew galvanis 3/4 x 6" | 16     | 100     | 1600   | buah |
| 12 | screw besi 1 1/2 x 7   | 26     | 125     | 3250   | buah |

**Tabel 4.10** Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk DRESSOIR SUTAN

|    |                        |        |         |        |      |
|----|------------------------|--------|---------|--------|------|
| 1  | kayu jati              | 0.1518 | 4500000 | 683100 | m3   |
| 2  | tiner                  | 2      | 9500    | 19000  | lt   |
| 3  | lem                    | 0.7    | 30400   | 21280  | kg   |
| 4  | cat warna              | 0.65   | 32000   | 20800  | lt   |
| 5  | Sending sealer         | 0.6    | 17800   | 10680  | lt   |
| 6  | engsel 2 1/2" hitam    | 8      | 1400    | 11200  | buah |
| 7  | grendel                | 4      | 2100    | 8400   | buah |
| 8  | screw besi 1 1/4 x 7   | 40     | 150     | 6000   | buah |
| 9  | Handle ring sult       | 2      | 3400    | 6800   | buah |
| 10 | pengunci               | 2      | 28500   | 57000  | buah |
| 11 | handle metal 17 cm     | 8      | 9500    | 76000  | buah |
| 12 | screw draff halus 8x2" | 16     | 200     | 3200   | buah |

**Tabel 4.11** Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Table Towel

|    |                             |         |         |        |      |
|----|-----------------------------|---------|---------|--------|------|
| 1  | kayu jati                   | 0.09175 | 4500000 | 412875 | m3   |
| 2  | tiner                       | 0.1     | 9500    | 950    | lt   |
| 3  | lem                         | 0.25    | 30400   | 7600   | kg   |
| 4  | cat warna                   | 0.25    | 32000   | 8000   | lt   |
| 5  | Sending sealer              | 0.2     | 17800   | 3560   | lt   |
| 6  | screw 1*6"                  | 42      | 90      | 3780   | buah |
| 7  | screw 1*6" (besi)           | 25      | 125     | 3125   | buah |
| 8  | Besi up rack towel          | 2       | 2500    | 5000   | buah |
| 9  | screw 1.25 * 8" besi        | 20      | 150     | 3000   | buah |
| 10 | plat siku 6 cm              | 4       | 500     | 2000   | buah |
| 11 | baut jembatan pendek kuning | 4       | 850     | 3400   | buah |
| 12 | baut jembatan pajang kuning | 8       | 950     | 7600   | buah |

**Tabel 4.12** Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Panama Social Table

|    |                       |        |         |        |      |
|----|-----------------------|--------|---------|--------|------|
| 1  | kayu jati             | 0.1787 | 4500000 | 804150 | m3   |
| 2  | tiner                 | 0.2    | 9500    | 1900   | lt   |
| 3  | lem                   | 0.4    | 30400   | 12160  | kg   |
| 4  | cat warna             | 0.6    | 32000   | 19200  | lt   |
| 5  | Sending sealer        | 0.5    | 17800   | 8900   | lt   |
| 6  | handle panama         | 3      | 9500    | 28500  | buah |
| 7  | screw 6*3/4           | 6      | 100     | 600    | buah |
| 8  | handle metal 17 cm    | 8      | 9500    | 76000  | buah |
| 9  | screw dratt halus 8*2 | 16     | 200     | 3200   | buah |
| 10 | MDF 106*36*0.2 cm     | 1      | 2600    | 2600   | buah |

**Tabel 4.13** Jumlah kebutuhan bahan baku untuk produk Panama Dining Table

|    |                  |        |         |        |      |
|----|------------------|--------|---------|--------|------|
| 1  | kayu jati        | 0.1196 | 4500000 | 538200 | m3   |
| 2  | tiner            | 0.3    | 9500    | 2850   | lt   |
| 3  | lem              | 0.25   | 30400   | 7600   | kg   |
| 4  | cat warna        | 0.4    | 32000   | 12800  | lt   |
| 5  | Sending sealer   | 0.25   | 17800   | 4450   | lt   |
| 6  | plat siku 7 cm   | 4      | 500     | 2000   | buah |
| 7  | baut jembatan    | 8      | 850     | 6800   | buah |
| 8  | ceatil malang'   | 12     | 825     | 9900   | buah |
| 9  | c. mujur         | 12     | 825     | 9900   | buah |
| 10 | ring cekatil     | 24     | 100     | 2400   | buah |
| 11 | screw up cekatil | 72     | 450     | 32400  | buah |
| 12 | screw besi       | 4      | 150     | 600    | buah |

#### 4.1.11 Data Biaya

Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya tenaga kerja dan biaya overhead. PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki tenaga kerja 100 orang yang terdiri dari 24 tenaga ahli/staff, 70 tenaga harian, 4 satpam dan 2 sopir. Yang termasuk tenaga kerja langsung disini adalah tenaga terampil dengan upah sebesar Rp 45000 per bulan, dan yang lainnya merupakan tenaga kerja tidak langsung. Sedangkan biaya overhead variabel adalah biaya yang secara tidak langsung terkait dalam operasi pabrik, yaitu biaya listrik, biaya telepon, dan biaya generator. Berikut ini merupakan biaya overhead variabel yang dikeluarkan oleh perusahaan :

**Tabel 4.14** Biaya Overhead Variabel ( dalam satuan Rp)

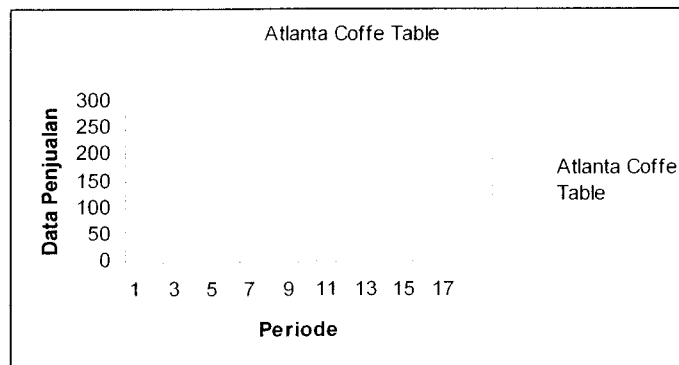
| <b>Bulan</b> | <b>Biaya Listrik</b> | <b>Biaya Telepon</b> | <b>Biaya Generator</b> |
|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| April 2005   | 1873000              | 3152000              | 28756000               |
| Mei          | 1982000              | 3218000              | 29320000               |
| Juni         | 1869000              | 3201000              | 28543000               |
| Juli         | 2014000              | 3265000              | 29168000               |
| Agustus      | 2170000              | 3373000              | 29761000               |
| September    | 2186000              | 3402000              | 30125000               |
| Oktober      | 2011000              | 3319000              | 29830000               |
| November     | 2169000              | 3385000              | 30094000               |
| Desember     | 1965000              | 3240000              | 28952000               |
| Januari 2006 | 1923000              | 3165000              | 29346000               |
| Februari     | 2114000              | 3343000              | 30117000               |
| Maret        | 2058000              | 3298000              | 29840000               |
| April        | 2013000              | 3314000              | 29105000               |
| Mei          | 1992000              | 3261000              | 31401000               |
| Juni         | 2029000              | 3376000              | 30155000               |
| Juli         | 2057000              | 3305000              | 27490000               |
| Agustus      | 2001000              | 3347000              | 29194000               |
| September    | 2047000              | 3271000              | 32615000               |

## 4.2 Pengolahan Data

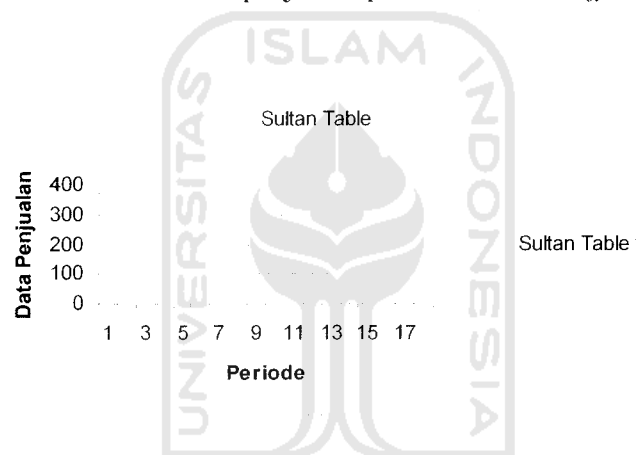
### 4.2.1 Peramalan

Proses peramalan dibutuhkan untuk mengetahui jumlah permintaan produk pada bulan Oktober, November, Desember 2006, Januari 2007 dan Februari 2007 dengan menggunakan data historis 18 bulan yang lalu. Proses peramalan dilakukan dengan bantuan software WinQSB dan hasilnya terdapat dalam lampiran.

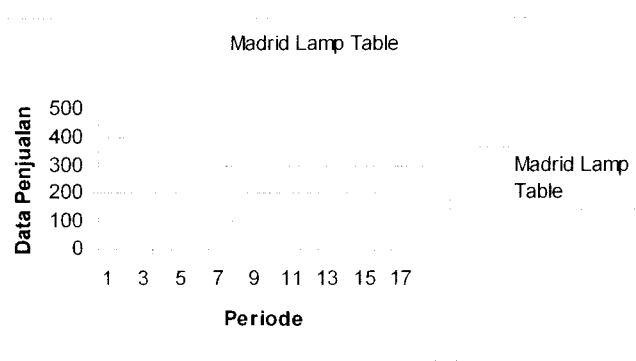
Langkah awal dalam peramalan adalah dengan melakukan *plotting* terhadap data historis. Hal ini untuk mengetahui pola data apa yang terbentuk sehingga dapat menentukan metode peramalan yang sesuai.



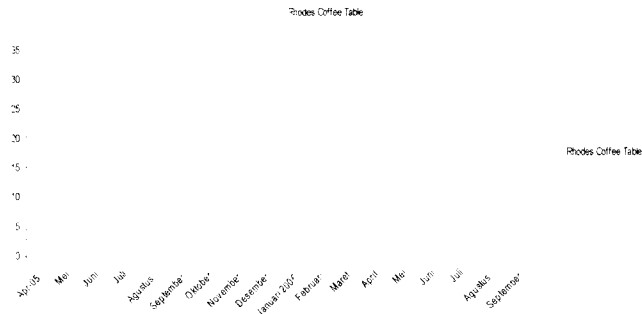
**Gambar 4.1** Plot data penjualan produk *Atlanta Coffe Table*



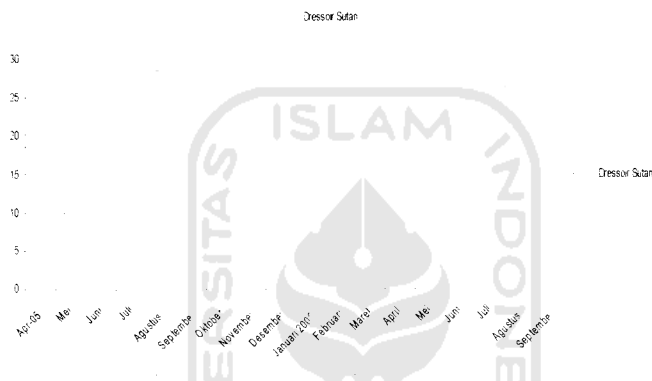
**Gambar 4.2** Plot data penjualan produk *Sultan table*



**Gambar 4.3** Plot data penjualan produk *Madrid lamp table*



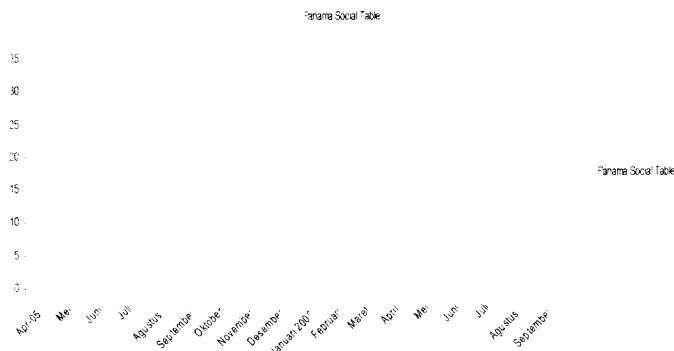
**Gambar 4.4** Plot data penjualan produk *Rhodes Coffee table*



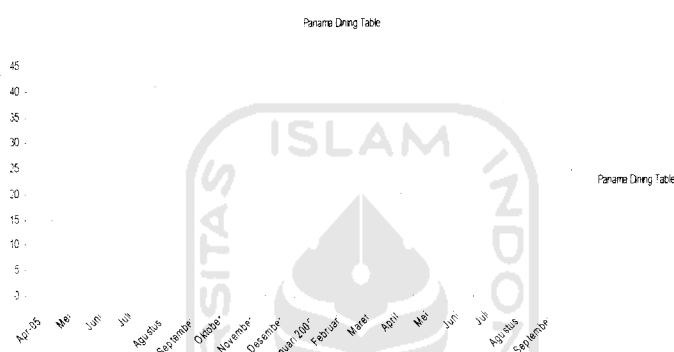
**Gambar 4.5** Plot data penjualan produk *Dessor Sutan*



**Gambar 4.6** Plot data penjualan produk *Table towel*



**Gambar 4.7** Plot data penjualan produk *Panama Social Table*



**Gambar 4.8** Plot data penjualan produk *Panama Diring Table*

Hasil plotting menunjukkan bahwa produk *Atlanta Coffee Table*, membentuk pola data trend, sedangkan produk *Sultan Table*, *Madrid Lamp Table*, *Rhodes Coffee Table*, *Dressoir Sutan*, *Table Towel*, *Panama Social Table*, dan *Panama Diring Table* membentuk pola data stasioner. Untuk itu, maka metode-metode yang dapat digunakan adalah :

**Tabel 4.15** Metode Peramalan

|   |   |
|---|---|
| Atlanta Coffee Table<br>(Pola data trend)             | Sultan Table, Madrid Lamp Table, <i>Rhodes Coffee Table</i> , <i>Dressoir Sutan</i> , <i>Table Towel</i> , <i>Panama Social Table</i> , dan <i>Panama Dining Table</i><br>(Pola data stasioner) |
| Moving Average with Linear trend (MAT)                | Simple Average (SA)   |
| Single Exponential Smoothing with Linear Trend (SEST) | Simple Moving Average (MA)  |
| Double Exponential Smoothing (DES)                    | Weighted Moving Average (WMA)   |
| Double Exponential Smoothing with Linear Trend (DEST) | Single Exponential Smoothing (SES)  |
| Simple Linear Regression (LR)                         | Double Exponential Smoothing (DES)  |
| Winter's Model (HWA)                                  | Winter's Model (HWA)  |

Setelah melakukan peramalan dengan metode-metode di atas dengan bantuan software WinQSB, langkah selanjutnya adalah menentukan hasil peramalan dengan memilih metode yang terbaik untuk setiap produk. Parameter akurasi untuk memilih metode terbaik yaitu dengan menggunakan kriteria Mean Absolut Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE) dan Tracking Signal (TS). Suatu metode dianggap lebih baik dari metode yang lain jika metode tersebut memiliki nilai MSE dan MAD paling kecil, serta nilai TS-nya berada dalam range  $\pm 4$ .

Hasil pengolahannya ditunjukkan pada tabel-tabel berikut :

**Tabel 4.16** Akurasi Peramalan Produk *Atlanta Coffee Table*

| Metode | MAT      | SEST     | DES      | DEST     | LR       | HWA      | BEST METHOD | HWA |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----|
| MAD    | 12.13333 | 7.684421 | 10.21539 | 8.268068 | 5.853915 | 4.011421 | 4.011421    |     |
| MSE    | 204.0594 | 92.50904 | 111.6417 | 94.12432 | 49.03598 | 36.25356 | 36.25356    |     |
| TS     | -0.87941 | 1.923767 | 8.66034  | 4.111003 | 2.35E-05 | 6.314037 | -0.8794057  |     |

Metode terbaik : *Winter's Method (HWA)*

**Tabel 4.17** Akurasi peramalan produk *Sultan Table*

| Metode | SA       | MA-A3     | WMA-3     | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | HWA |
|--------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-----|
| MAD    | 14.60832 | 16.71111  | 16.71111  | 13.82353 | 13.82353 | 14.81599 | 13.82353    |     |
| MSE    | 320.8603 | 469.7482  | 469.748   | 281.7059 | 281.7059 | 266.4293 | 266.4293    |     |
| TS     | -1.85863 | -1.83E-06 | -3.65E-06 | -2.09787 | -2.09787 | -3.17303 | -3.173025   |     |

Metode terbaik : *Winter's Method (HWA)*

**Tabel 4.18** Akurasi peramalan produk *Madrid Lamp Table*

| Metode | SA       | MA-A3    | WMA-3    | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | SA |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----|
| MAD    | 17.64946 | 19.62223 | 19.62222 | 18.57163 | 18.53916 | 18.55356 | 17.64946    |    |
| MSE    | 502.3464 | 641.8742 | 641.8741 | 558.5195 | 551.6229 | 574.1805 | 502.3464    |    |
| TS     | 3.971244 | 1.48E+00 | 1.48E+00 | 6.164456 | 5.237589 | 4.472822 | 4.472822    |    |

Metode terbaik : *Simple Average (SA)*

**Tabel 4.19** Akurasi Peramalan Produk *Rhodes Coffee Table*

| Metode | SA       | MA-A3    | WMA-3    | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | SA |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----|
| MAD    | 5.833317 | 6.4      | 6.400001 | 6.215628 | 6.275792 | 7.254423 | 5.833317    |    |
| MSE    | 58.6656  | 60.25185 | 60.25185 | 65.53353 | 66.98749 | 73.13946 | 58.6656     |    |
| TS     | 0.249954 | 2.08E+00 | 2.08E+00 | -3.58731 | -3.22461 | 2.827479 | 2.827479    |    |

Metode terbaik : *Simple Average (SA)*

**Tabel 4.20** Akurasi Peramalan Produk *Dressoir Sutan*

| Metode | SA       | MA-A3     | WMA-3     | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | WMA-3 |
|--------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------|
| MAD    | 4.500122 | 4.6       | 4.6       | 4.632052 | 4.665861 | 5.450597 | 4.500122    |       |
| MSE    | 28.49692 | 26.8963   | 26.8963   | 27.69436 | 27.79189 | 37.70216 | 26.8963     |       |
| TS     | 7.139557 | -2.17E-01 | -2.17E-01 | 2.540813 | 2.273326 | -1.05667 | -1.05667    |       |

Metode terbaik : *Weighted Moving Average (WMA)*

**Tabel 4.21** Akurasi Peramalan Produk *Table Towel*

| Metode | SA       | MA-A3    | WMA-3    | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | DES |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----|
| MAD    | 8.239917 | 9.777777 | 9.777778 | 7.470588 | 7.481319 | 9.376241 | 7.470588    |     |
| MSE    | 105.7914 | 134.8148 | 134.8148 | 93.23529 | 92.95209 | 135.675  | 92.95209    |     |
| TS     | -0.83476 | 1.98E+00 | 1.98E+00 | -4.95276 | -4.49334 | -4.14961 | -4.14961    |     |

Metode terbaik : *Double Exponential Smoothing (DES)*



**Tabel 4.22** Akurasi Peramalan Produk *Panama Social Table*

| Metode | SA       | MA-A3    | WMA-3    | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | SES |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----|
| MAD    | 3.353452 | 3.4      | 3.4      | 3.144363 | 3.117647 | 3.617385 | 3.117647    |     |
| MSE    | 19.50082 | 21.59259 | 21.59259 | 17.8903  | 17.94118 | 31.34953 | 17.8903     |     |
| TS     | -4.13534 | 1.47E+00 | 1.47E+00 | 4.938184 | 6.735849 | -4.93712 | -4.93712    |     |

Metode terbaik : Single Exponential Smoothing (SES)

**Tabel 4.23** Akurasi Peramalan Produk *Panama Dining Table*

| Metode | SA       | MA-A3    | WMA-3    | SES      | DES      | HWA      | BEST METHOD | DES |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----|
| MAD    | 4.596608 | 4.755555 | 4.755555 | 4.702317 | 4.558617 | 5.094883 | 4.558617    |     |
| MSE    | 35.24995 | 34.9926  | 34.9926  | 35.11479 | 33.45487 | 41.67912 | 33.45487    |     |
| TS     | -9.08057 | 2.10E+00 | 2.10E+00 | -4.80071 | -4.23036 | -4.17134 | -4.17134    |     |

Metode terbaik : Double Exponential Smoothing (DES)

Hasil peramalan yang dilakukan diharapkan mendekati permintaan aktual, namun tetap saja setiap peramalan yang dilakukan mengandung nilai kesalahan (*error*) untuk itu perlu dilakukan kontrol peramalan dengan menggunakan peta kendali kontrol kesalahan peramalan. Pengendalian kesalahan menggunakan tingkat kepercayaan 99%.

#### 4.2.1.1 Peta Kontrol

$s = \sqrt{MSD}$  dimana  $UCL/LCL = 0 \pm z.s$

digunakan  $z = 3$ , maka 99% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali.

Dari metode yang terpilih pada tiap produknya, menunjukkan bahwa kesalahan berada dalam batas kontrol.

Adapun hasil peramalannya adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.24** Hasil peramalan

| Periode                    | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Atlanta Coffe Table</b> | 247 | 255 | 239 | 252 | 258 |
| <b>Sultan Table</b>        | 303 | 313 | 301 | 311 | 299 |
| <b>Madrid Lamp Table</b>   | 368 | 368 | 368 | 368 | 368 |
| <b>Rhodes Coffee Table</b> | 17  | 17  | 17  | 17  | 17  |
| <b>Dressoir Sutan</b>      | 12  | 12  | 12  | 12  | 12  |
| <b>Table Towel</b>         | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  |
| <b>Panama Social Table</b> | 21  | 21  | 21  | 21  | 21  |
| <b>Panama Dining Table</b> | 34  | 34  | 34  | 34  | 34  |

*Ket : dalam unit*

#### 4.2.2 Perhitungan Biaya Produksi

Biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan proses produksi adalah:

##### 4.2.2.1 Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku dan bahan pendukung setiap produk berdasarkan kebutuhannya adalah :

**Tabel 4.25** : Biaya bahan baku utama dan pendukung tiap produk

| No | Jenis Produk        | Total Kebutuhan Bahan Baku(Rp.) |
|----|---------------------|---------------------------------|
| 1  | Atlanta Coffe Table | 350655                          |
| 2  | Sultan Table        | 593945                          |
| 3  | Madrid Lamp Table   | 158655                          |
| 4  | Rhodes Coffee Table | 505360                          |

|   |                     |        |
|---|---------------------|--------|
| 5 | Dressoir Sutan      | 923460 |
| 6 | Table Towel         | 460890 |
| 7 | Panama Social Table | 957210 |
| 8 | Panama Dining Table | 629900 |

#### 4.2.2.2 Biaya Tenaga Kerja

$$\text{Biaya TK / menit} = \frac{\text{Upah per bulan}}{\text{Jam Kerja per bulan}} = \frac{450000}{11520} = \text{Rp } 39.0625$$

**Tabel 4.26** : Biaya tenaga kerja untuk masing-masing produk

| Produk              | Waktu Proses<br>(mnt/unit) | Biaya TK<br>(mnt/unit) | Total BTKL  |
|---------------------|----------------------------|------------------------|-------------|
| Atlanta Coffe Table | 390.29                     | 39.0625                | 15245.70313 |
| Sultan Table        | 305.78                     | 39.0625                | 11944.53125 |
| Madrid Lamp Table   | 238.74                     | 39.0625                | 9325.78125  |
| Rhodes Coffee Table | 290.4                      | 39.0625                | 11343.75    |
| Dressoir Sutan      | 310.83                     | 39.0625                | 12141.79688 |
| Table Towel         | 294.95                     | 39.0625                | 11521.48438 |
| Panama Social Table | 287.96                     | 39.0625                | 11248.4375  |
| Panama Dining Table | 303.15                     | 39.0625                | 11841.79688 |

#### 4.2.2.3 Biaya Overhead Variabel

Yang termasuk biaya overhead variabel yaitu biaya listrik, biaya telepon dan biaya generator, dimana biaya yang dikeluarkan jumlah totalnya akan berubah sesuai dengan kapasitas produksinya, sehingga untuk mengetahuinya, dilakukan pemisahan dengan menggunakan persamaan linear program :

$$Y = a + bx$$

Tabel 4.27 Perhitungan biaya overhead variabel

| Bulan      | Volume penjualan (X) | Total biaya overhead (Y) | (X <sup>2</sup> ) | (X.Y)       |
|------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------|
| April 2005 | 1022                 | 33781000                 | 1044484           | 34524182000 |
| Mei        | 1045                 | 34520000                 | 1092025           | 36073400000 |
| Juni       | 1016                 | 33613000                 | 1032256           | 34150808000 |
| Juli       | 1061                 | 34447000                 | 1125721           | 36548267000 |
| Agustus    | 1067                 | 35304000                 | 1138489           | 37669368000 |
| September  | 1086                 | 35713000                 | 1179396           | 38784318000 |
| Oktober    | 1095                 | 35160000                 | 119025            | 38500200000 |
| November   | 1082                 | 35648000                 | 1170724           | 38571136000 |
| Desember   | 993                  | 34157000                 | 986049            | 33917901000 |
| Jan 2006   | 1054                 | 34434000                 | 1110916           | 36293436000 |
| Februari   | 1108                 | 35574000                 | 1227664           | 39415992000 |
| Maret      | 1086                 | 35196000                 | 1179396           | 38222856000 |
| april      | 1050                 | 34432000                 | 1102500           | 36153600000 |
| mei        | 1107                 | 36654000                 | 1225449           | 40575978000 |
| juni       | 1140                 | 35560000                 | 1299600           | 40538400000 |
| juli       | 1052                 | 32852000                 | 1106704           | 34560304000 |
| agustus    | 1044                 | 34542000                 | 1089936           | 36061848000 |
| september  | 1110                 | 37933000                 | 1232100           | 42105630000 |
| TOTAL      | 19218                | 629520000                | 20542434          | 6.72668E+11 |

Dimana :

X = total volume penjualan ketiga produk tiap bulan

Y = total biaya overhead variabel tiap bulan

$$b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(18 \times 6.72668E + 11) - (19218 \times 629520000)}{(18 \times 20542434) - (19218)^2}$$

$$= 22905.72951$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N} = \frac{629520000 - (22993.682 \times 16095)}{18}$$

$$= 10517649.46$$

Perhitungan biaya overhead tiap produk :

$$\begin{aligned} \text{❖ BOH (bx)} &= b \times \text{permintaan total} \\ &= 22905.72951 \times 1092 = 25013056.62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ BOH total} &= a + (bx) \\ &= 10517649.46 + 25013056.62 = 35530706.08 \end{aligned}$$

$$\text{❖ BOH/produk/periode} = (\text{waktu proses/total waktu proses}) \times bx$$

$$\text{❖ BOH/unit} = (\text{BOH/produk/periode})/\text{jumlah unit produk}$$

**Tabel 4.28** Perhitungan BOH produk

| No | Jenis Produk        | BOH/produk/periode | BOH/unit  |
|----|---------------------|--------------------|-----------|
| 1  | Atlanta Coffe Table | 4030529.7          | 16317.934 |
| 2  | Sultan Table        | 3157793.8          | 10421.762 |
| 3  | Madrid Lamp Table   | 2465470.9          | 6699.6493 |
| 4  | Rhodes Coffee Table | 2998964.4          | 176409.67 |
| 5  | Dressoir Sutan      | 320994.3           | 267495.44 |
| 6  | Table Towel         | 3045952.3          | 33843.914 |
| 7  | Panama Social Table | 2973766.5          | 141607.93 |
| 8  | Panama Dining Table | 3130633.8          | 92077.465 |

#### 4.2.2.4 Biaya Simpan/Produk

Contoh Perhitungan biaya simpan untuk produk Atlanta Coffe Table periode 19:

A. Biaya simpan produk Atlanta Coffe Table periode ke19

$$= \text{Permintaan periode ke-19} \times \text{harga jual/unit}$$

$$= 247 \text{ unit/bulan} \times \text{Rp } 710.000,00 \text{ per unit}$$

$$= \text{Rp. } 175.370.000,00$$

B. Gaji karyawan untuk produk Atlanta Coffe Table periode ke19

$$= \frac{247 \text{ unit}}{1092 \text{ unit}} \times \text{Rp. } 300.000,00 \text{ /bulan}$$

$$= \text{Rp. } 67.857,14$$

C. Biaya Administrasi untuk produk Atlanta Coffe Table periode ke19

$$= \frac{247 \text{ unit}}{1092 \text{ unit}} \times \text{Rp. } 25.000,00 \text{ /bulan}$$

$$= \text{Rp } 5654,76$$

D. Biaya listrik gudang untuk produk Atlanta Coffe Table periode ke19

$$= \frac{247 \text{ unit}}{1092 \text{ unit}} \times \text{Rp. } 55.000,00 \text{ /bulan}$$

$$= \text{Rp. } 12.440,47$$

E. Biaya pemeliharaan untuk produk Coffe Table periode ke19

$$= \frac{247 \text{ unit}}{1092 \text{ unit}} \times \text{Rp. } 95.000,00 \text{ /bulan}$$

$$= \text{Rp. } 21.488,095$$

F. Suku bunga bank sebagai modal kerja/bulan = 1.25 % periode ke19

$$= 1.25 \% \times \text{Rp. } 175.370.000,00 = \text{Rp. } 2.192.125$$

Total biaya simpan untuk Atlanta Coffe Table pada periode ke19 adalah

= Biaya tenaga kerja + Biaya listrik + Biaya pemeliharaan + Suku bunga bank +

Biaya Administrasi

= 67.857,14 + 5654,76 + 12.440,47+ .21.488,095 + 2.192.125

= Rp. 2.299.565,476

Biaya Simpan/unit =  $\frac{\text{Rp.2299565,476}}{247} = 9309,981685$

**Tabel 4.29** Tabel Biaya Simpan/produk/unit (satuan dalam Rp.)

| Produk              | 19          | 20          | 21          | 22          | 23          |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Atlanta Coffe Table | 9309.981685 | 9302.927928 | 9314.001848 | 9304.864253 | 9307.211101 |
| Sultan Table        | 13559.98168 | 13552.92793 | 13564.00185 | 13554.86425 | 13557.2111  |
| Madrid Lamp Table   | 4809.981685 | 4802.927928 | 4814.001848 | 4804.864253 | 4807.211101 |
| Rhodes Coffee Table | 12559.98168 | 12552.92793 | 12564.00185 | 12554.86425 | 12557.2111  |
| Dressoir Sutan      | 30434.98168 | 30427.92793 | 30439.00185 | 30429.86425 | 30432.2111  |
| Table Towel         | 17934.98168 | 17927.92793 | 17939.00185 | 17929.86425 | 17932.2111  |
| Panama Social Table | 24184.98168 | 24177.92793 | 24189.00185 | 24179.86425 | 24182.2111  |
| Panama Dining Table | 18559.98168 | 18552.92793 | 18564.00185 | 18554.86425 | 18557.2111  |

### 4.2.3 Kontribusi Margin

Dari perhitungan diatas dapat ditentukan kontribusi margin setiap produk untuk periode depan, adalah sebagai berikut :

#### PERIODE 19 (Bulan Oktober)

**Tabel 4.30** Total biaya Variabel (dalam satuan Rp)

| produk              | BBB    | BTK      | BOH      | biaya simpan | total   |
|---------------------|--------|----------|----------|--------------|---------|
| Atlanta Coffe Table | 350665 | 15245.7  | 16317.93 | 9309.981685  | 391539  |
| Sultan Table        | 593945 | 11944.53 | 10421.76 | 13559.98168  | 629871  |
| Madrid Lamp Table   | 158655 | 9325.781 | 6699.649 | 4809.981685  | 179490  |
| Rhodes Coffee Table | 505360 | 11343.75 | 176409.7 | 12559.98168  | 705673  |
| Dressoir Sutan      | 923460 | 12141.8  | 267495.4 | 30434.98168  | 1233532 |
| Table Towel         | 460890 | 11521.48 | 33843.91 | 17934.98168  | 524190  |
| Panama Social Table | 957210 | 11248.44 | 141607.9 | 24184.98168  | 1134251 |
| Panama Dining Table | 629900 | 11841.8  | 92077.46 | 18559.98168  | 752379  |

**Tabel 4.31** Kontribusi keuntungan tiap produk (dalam satuan Rp.)

| periode | KONTRIBUSI MARGIN       |                 |                      |                       |                   |                |                           |                           |
|---------|-------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
|         | Atlanta<br>Coffee Table | Sultan<br>Table | Madrid<br>Lamp Table | RhodesCoffee<br>Table | Dressoir<br>Sutan | Table<br>Towel | Panama<br>Social<br>Table | Panama<br>Dining<br>Table |
| 19      | 318461                  | 420129          | 170510               | 264327                | 1166460           | 875810         | 765749                    | 697621                    |
| 20      | 318460                  | 420136          | 170517               | 264334                | 1166475           | 875817         | 765756                    | 697628                    |
| 21      | 318457                  | 420125          | 170506               | 264323                | 1166464           | 875806         | 765745                    | 697617                    |
| 22      | 318466                  | 420134          | 170515               | 264332                | 1166473           | 87815          | 765754                    | 697626                    |
| 23      | 318464                  | 420131          | 170512               | 264329                | 1166471           | 875812         | 765751                    | 697624                    |

Dari perhitungan diatas, dapat diformulasikan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$Z_{\text{maks}} \text{ periode 19} = 318461X_1 + 420129X_2 + 170510X_3 + 264327X_4 + 1166460X_5 + 875810X_6 + 765749 X_7 + 697621 X_8$$

$$Z_{\text{maks}} \text{ periode 20} = 318460X_1 + 420136X_2 + 170517X_3 + 264334X_4 + 1166475X_5 + 875817 X_6 + 765756X_7 + 697628X_8$$

$$Z_{\text{maks}} \text{ periode 21} = 318457X_1 + 420125X_2 + 170506X_3 + 264323 X_4 + 1166464X_5 + 875806X_6 + 765745X_7 + 697617X_8$$

$$Z_{\text{maks}} \text{ periode 22} = 318466X_1 + 420134X_2 + 170515X_3 + 264332X_4 + 1166473X_5 + 87815X_6 + 765754X_7 + 697626X_8$$

$$Z_{\text{maks}} \text{ periode 23} = 318464X_1 + 420131X_2 + 170512X_3 + 264329X_4 + 1166471X_5 + 875812X_6 + 765751X_7 + 697624X_8$$

### 4.2.3 Proses Pembuatan Model *Linear Programming*

#### 4.2.3.1 Variabel-Variabel dalam *Linear Programming*

Dari data diatas dapat diasumsikan variabel-variabel untuk model *Integer*

*Linear Programming* adalah sebagai berikut :

$X_{ij}$  = Jumlah Produk i pada Periode j

$X_{ij}$  = Jumlah Produk i pada Periode j

$X_{ij}$  = Jumlah Produk i pada Periode j



Dimana  $i$  = Jenis Produk ( $i$  = Atlanta Coffe Table, Sultan Table, Madrid Lamp Table)

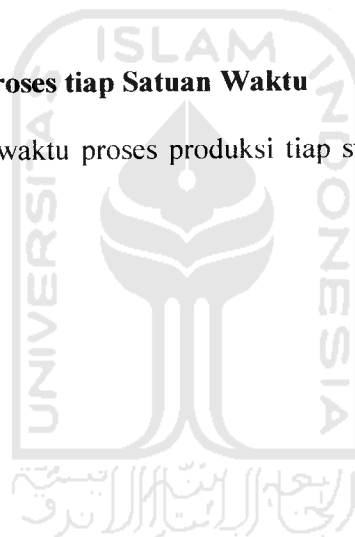
$j$  = Periode (Oktober 2006, November 2006, dan Desember 2006)

#### **4.2.3.2 Perumusan Fungsi Batasan**

Setiap perusahaan dalam memproduksi barang atau jasa akan menggunakan fasilitas pabrik yang tersedia. Sedangkan setiap fasilitas memiliki keterbatasan yang berbeda-beda. Oleh karena itu perlu diketahui batasan apa saja yang berpengaruh dalam pencapaian tujuan perusahaan sehingga dapat ditentukan langkah yang dapat diambil berkenaan dengan adanya batasan tersebut.

##### **4.2.3.2.1 Batasan Waktu Proses tiap Satuan Waktu**

Berikut ini merupakan data waktu proses produksi tiap stasiun kerja atau mesin yang digunakan :



TABEL 4.31 DATA WAKTU PROSES (dalam satuan menit) dan TK tiap SK mesin

|    | SK             | Atlanta Coffe Table | Sultan Table | Madrid Lamp Table | Rhodes Coffee Table | Dressoir Sutan | Table Towel | Panama Social Table | Panama Dining Table | Kapasitas |
|----|----------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 1  | M. Cyrclc      | 39.74               | 18.86        | 10.52             | 47.41               | 41.35          | 31.19       | 24.54               | 25.31               | 100800    |
| 2  | M. Radial      | 20.49               | 16.07        | 9.22              | 11.24               | 17.31          | 15.55       | 14.11               | 18.44               | 20160     |
| 3  | M. Thicknesser | 13.2                | 9.44         | 7.32              | 8.56                | 11.3           | 10.1        | 9.25                | 10                  | 50400     |
| 4  | M. Planner     | 32.56               | 16.1         | 6                 | 10.42               | 21.52          | 19.18       | 19                  | 21.37               | 40320     |
| 5  | M. Serut       | 12.08               | 9.42         | 13.38             | 10.12               | 14.23          | 10.26       | 14.14               | 15.25               | 80640     |
| 6  | M. Mortiser    | 10.7                | 12.3         | 11.9              | 9.44                | 11.3           | 9           | 11.47               | 9.58                | 60480     |
| 7  | M. Jointer     | 64.53               | 38.84        | 20.9              | 31.12               | 32.34          | 30.41       | 31.26               | 36.21               | 50400     |
| 8  | M. Bor         | 26.99               | 19.25        | 11                | 16.34               | 17.51          | 19.37       | 14                  | 21.55               | 70560     |
| 9  | Perakitan      | 86.3                | 78.5         | 69.5              | 70.14               | 59.54          | 72.23       | 79.35               | 68.48               | 80640     |
| 10 | Sanding        | 30.2                | 35.3         | 31.4              | 29.36               | 28.22          | 32.3        | 29.48               | 32.4                | 50400     |
| 11 | Finishing      | 53.5                | 51.7         | 47.6              | 46.25               | 56.21          | 45.36       | 41.36               | 44.56               | 100800    |

#### 4.2.3.2.2 Batasan Jam Kerja Mesin

Data yang digunakan untuk menentukan batasan jam kerja mesin adalah data proses produksi yang menggunakan mesin dan peralatan. Berdasarkan tabel diatas, dapat dibentuk persamaan fungsi batasan jam kerja mesin, sedangkan yang tidak memakai mesin masuk dalam batasan jam kerja tenaga kerja. Adapun batasan jam kerja mesin adalah sebagai berikut :

##### 1. Mesin Cyrcle

$$39.74 X_{119} + 18.86 X_{219} + 10.52 X_{319} + 47.41 X_{419} + 41.35 X_{519} + 31.19 X_{619} +$$

$$24.54 X_{719} + 25.31 X_{819} \leq 100800$$

$$39.74 X_{120} + 18.86 X_{220} + 10.52 X_{320} + 47.41 X_{420} + 41.35 X_{520} + 31.19 X_{620} +$$

$$24.54 X_{720} + 25.31 X_{820} \leq 100800$$

$$39.74 X_{121} + 18.86 X_{221} + 10.52 X_{321} + 47.41 X_{421} + 41.35 X_{521} + 31.19 X_{621} +$$

$$24.54 X_{721} + 25.31 X_{821} \leq 100800$$

$$39.74 X_{122} + 18.86 X_{222} + 10.52 X_{322} + 47.41 X_{422} + 41.35 X_{522} + 31.19 X_{622} +$$

$$24.54 X_{722} + 25.31 X_{822} \leq 100800$$

$$39.74 X_{123} + 18.86 X_{223} + 10.52 X_{323} + 47.41 X_{423} + 41.35 X_{523} + 31.19 X_{623} +$$

$$24.54 X_{723} + 25.31 X_{823} \leq 100800$$

##### 2. Mesin Radial

$$20.49 X_{119} + 16.07 X_{219} + 9.22 X_{319} + 11.24 X_{419} + 17.31 X_{519} + 15.55 X_{619} +$$

$$14.11 X_{719} + 18.44 X_{819} \leq 20160$$

$$20.49 X_{120} + 16.07 X_{220} + 9.22 X_{320} + 11.24 X_{420} + 17.31 X_{520} + 15.55 X_{620} +$$

$$14.11 X_{720} + 18.44 X_{820} \leq 20160$$

$$20.49 X_{121} + 16.07 X_{221} + 9.22 X_{321} + 11.24 X_{421} + 17.31 X_{521} + 15.55 X_{621} +$$

$$14.11 X_{721} + 18.44 X_{821} \leq 20160$$

$$20.49 X_{122} + 16.07 X_{222} + 9.22 X_{322} + 11.24 X_{422} + 17.31 X_{522} + 15.55 X_{622} +$$

$$14.11 X_{722} + 18.44 X_{822} \leq 20160$$

$$20.49 X_{123} + 16.07 X_{223} + 9.22 X_{323} + 11.24 X_{423} + 17.31 X_{523} + 15.55 X_{623} +$$

$$14.11 X_{723} + 18.44 X_{823} \leq 20160$$

### 3. Mesin Thickneser

$$13.2 X_{119} + 9.44 X_{219} + 7.32 X_{319} + 8.56 X_{419} + 11.3 X_{519} + 10.1 X_{619} +$$

$$9.25 X_{719} + 10 X_{819} \leq 50400$$

$$13.2 X_{120} + 9.44 X_{220} + 7.32 X_{320} + 8.56 X_{420} + 11.3 X_{520} + 10.1 X_{620} +$$

$$9.25 X_{720} + 10 X_{820} \leq 50400$$

$$13.2 X_{121} + 9.44 X_{221} + 7.32 X_{321} + 8.56 X_{421} + 11.3 X_{521} + 10.1 X_{621} +$$

$$9.25 X_{721} + 10 X_{821} \leq 50400$$

$$13.2 X_{122} + 9.44 X_{222} + 7.32 X_{322} + 8.56 X_{422} + 11.3 X_{522} + 10.1 X_{622} +$$

$$9.25 X_{722} + 10 X_{822} \leq 50400$$

$$13.2 X_{123} + 9.44 X_{223} + 7.32 X_{323} + 8.56 X_{423} + 11.3 X_{523} + 10.1 X_{623} +$$

$$9.25 X_{723} + 10 X_{823} \leq 50400$$

## 4. Mesin Planner

$$32.56 X_{119} + 16.1 X_{219} + 6 X_{319} + 10.42 X_{419} + 21.52 X_{519} + 19.18 X_{619} +$$

$$19 X_{719} + 21.37 X_{819} \leq 40320$$

$$32.56 X_{120} + 16.1 X_{220} + 6 X_{320} + 10.42 X_{420} + 21.52 X_{520} + 19.18 X_{620} +$$

$$19 X_{720} + 21.37 X_{820} \leq 40320$$

$$32.56 X_{121} + 16.1 X_{221} + 6 X_{321} + 10.42 X_{421} + 21.52 X_{521} + 19.18 X_{621} +$$

$$19 X_{721} + 21.37 X_{821} \leq 40320$$

$$32.56 X_{122} + 16.1 X_{222} + 6 X_{322} + 10.42 X_{422} + 21.52 X_{522} + 19.18 X_{622} +$$

$$19 X_{722} + 21.37 X_{822} \leq 40320$$

$$32.56 X_{123} + 16.1 X_{223} + 6 X_{323} + 10.42 X_{423} + 21.52 X_{523} + 19.18 X_{623} +$$

$$19 X_{723} + 21.37 X_{823} \leq 40320$$

## 5. Mesin Serut

$$12.08 X_{119} + 9.42 X_{219} + 13.38 X_{319} + 10.12 X_{419} + 14.23 X_{519} + 10.26 X_{619} +$$

$$14.14 X_{719} + 15.25 X_{819} \leq 80640$$

$$12.08 X_{120} + 9.42 X_{220} + 13.38 X_{320} + 10.12 X_{420} + 14.23 X_{520} + 10.26 X_{620} +$$

$$14.14 X_{720} + 15.25 X_{820} \leq 80640$$

$$12.08 X_{121} + 9.42 X_{221} + 13.38 X_{321} + 10.12 X_{421} + 14.23 X_{521} + 10.26 X_{621} +$$

$$14.14 X_{721} + 15.25 X_{821} \leq 80640$$

$$12.08 X_{122} + 9.42 X_{222} + 13.38 X_{322} + 10.12 X_{422} + 14.23 X_{522} + 10.26 X_{622} +$$

$$+38. \quad 14.14 X_{722} + 15.25 X_{822} \leq 80640$$

$$+25. \quad 12.08 X_{123} + 9.42 X_{223} + 13.38 X_{323} + 10.12 X_{423} + 14.23 X_{523} + 10.26 X_{623} +$$

$$+38. \quad 14.14 X_{723} + 15.25 X_{823} \leq 80640$$

$$+25.$$

## 6. Mesin Mortiser

$$+38. \quad 10.7 X_{119} + 12.3 X_{219} + 11.9 X_{319} + 9.44 X_{419} + 11.3 X_{519} + 9 X_{619} +$$

$$+25. \quad 11.47 X_{719} + 9.58 X_{819} \leq 60480$$

$$+38. \quad 10.7 X_{120} + 12.3 X_{220} + 11.9 X_{320} + 9.44 X_{420} + 11.3 X_{520} + 9 X_{620} +$$

$$+25. \quad 11.47 X_{720} + 9.58 X_{820} \leq 60480$$

$$+38. \quad 10.7 X_{121} + 12.3 X_{221} + 11.9 X_{321} + 9.44 X_{421} + 11.3 X_{521} + 9 X_{621} +$$

$$+19. \quad 11.47 X_{721} + 9.58 X_{821} \leq 60480$$

$$+21.55 \quad 10.7 X_{122} + 12.3 X_{222} + 11.9 X_{322} + 9.44 X_{422} + 11.3 X_{522} + 9 X_{622} +$$

$$+19.2 \quad 11.47 X_{722} + 9.58 X_{822} \leq 60480$$

$$+21.55 \quad 10.7 X_{123} + 12.3 X_{223} + 11.9 X_{323} + 9.44 X_{423} + 11.3 X_{523} + 9 X_{623} +$$

$$+19.2 \quad 11.47 X_{723} + 9.58 X_{823} \leq 60480$$

$$+21.55 \quad X$$

## 7. Mesin Jointer

$$+19.2: \quad 64.53 X_{119} + 38.84 X_{219} + 2.9 X_{319} + 31.12 X_{419} + 32.34 X_{519} + 30.41 X_{619} +$$

$$+21.55 \quad X \quad 31.26 X_{719} + 36.21 X_{819} \leq 50400$$

$$+19.25$$

$$+21.55 \quad X$$

$$64.53 X_{120} + 38.84 X_{220} + 2.9 X_{320} + 31.12 X_{420} + 32.34 X_{520} + 30.41 X_{620} +$$

$$31.26 X_{720} + 25.31 X_{820} \leq 50400$$

$$64.53 X_{121} + 38.84 X_{221} + 2.9 X_{321} + 31.12 X_{421} + 32.34 X_{521} + 30.41 X_{621} +$$

$$31.26 X_{721} + 25.31 X_{821} \leq 50400$$

$$64.53 X_{122} + 38.84 X_{222} + 2.9 X_{322} + 31.12 X_{422} + 32.34 X_{522} + 30.41 X_{622} +$$

$$31.26 X_{722} + 25.31 X_{822} \leq 50400$$

$$64.53 X_{123} + 38.84 X_{223} + 2.9 X_{323} + 31.12 X_{423} + 32.34 X_{523} + 30.41 X_{623} +$$

$$31.26 X_{723} + 25.31 X_{823} \leq 50400$$

#### 8. Mesin Bor

$$26.99 X_{119} + 19.25 X_{219} + 11 X_{319} + 16.34 X_{419} + 17.51 X_{519} + 19.37 X_{619} +$$

$$14 X_{719} + 21.55 X_{819} \leq 70560$$

$$26.99 X_{120} + 19.25 X_{220} + 11 X_{320} + 16.34 X_{420} + 17.51 X_{520} + 19.37 X_{620} +$$

$$14 X_{720} + 21.55 X_{820} \leq 70560$$

$$26.99 X_{121} + 19.25 X_{221} + 11 X_{321} + 16.34 X_{421} + 17.51 X_{521} + 19.37 X_{621} +$$

$$14 X_{721} + 21.55 X_{821} \leq 70560$$

$$26.99 X_{122} + 19.25 X_{222} + 11 X_{322} + 16.34 X_{422} + 17.51 X_{522} + 19.37 X_{622} +$$

$$14 X_{722} + 21.55 X_{822} \leq 70560$$

$$26.99 X_{123} + 19.25 X_{223} + 11 X_{323} + 16.34 X_{423} + 17.51 X_{523} + 19.37 X_{623} +$$

$$14 X_{723} + 21.55 X_{823} \leq 70560$$

#### 4.2.3.2.3 Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja

Dari tabel 4.31 dapat dibentuk persamaan fungsi batasan jam kerja tenaga kerja, data yang digunakan untuk menentukan batasan jam kerja tenaga kerja adalah data proses produksi yang dikerjakan secara manual. Adapun persamaan batasan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

##### 1. Perakitan

$$86.3 X_{119} + 78.5 X_{219} + 69.5 X_{319} + 70.14 X_{419} + 59.54 X_{519} + 72.23 X_{619} + 79.35 X_{719} + 68.48 X_{819} \leq 80640$$

$$86.3 X_{120} + 78.5 X_{220} + 69.5 X_{320} + 70.14 X_{420} + 59.54 X_{520} + 72.23 X_{620} + 79.35 X_{720} + 68.48 X_{820} \leq 80640$$

$$86.3 X_{121} + 78.5 X_{221} + 69.5 X_{321} + 70.14 X_{421} + 59.54 X_{521} + 72.23 X_{621} + 79.35 X_{721} + 68.48 X_{821} \leq 80640$$

$$86.3 X_{122} + 78.5 X_{222} + 69.5 X_{322} + 70.14 X_{422} + 59.54 X_{522} + 72.23 X_{622} + 79.35 X_{722} + 68.48 X_{822} \leq 80640$$

$$86.3 X_{123} + 78.5 X_{223} + 69.5 X_{323} + 70.14 X_{423} + 59.54 X_{523} + 72.23 X_{623} + 79.35 X_{723} + 68.48 X_{823} \leq 80640$$

##### 2. M. Sanding

$$30.2 X_{119} + 35.3 X_{219} + 31.4 X_{319} + 29.36 X_{419} + 28.22 X_{519} + 32.3 X_{619} + 29.48 X_{719} + 32.4 X_{819} \leq 50400$$



$$30.2 X_{120} + 35.3 X_{220} + 31.4 X_{320} + 29.36 X_{420} + 28.22 X_{520} + 32.3 X_{620} +$$

$$29.48 X_{720} + 32.4 X_{820} \leq 50400$$

$$30.2 X_{121} + 35.3 X_{221} + 31.4 X_{321} + 29.36 X_{421} + 28.22 X_{521} + 32.3 X_{621} +$$

$$29.48 X_{721} + 32.4 X_{821} \leq 50400$$

$$30.2 X_{122} + 35.3 X_{222} + 31.4 X_{322} + 29.36 X_{422} + 28.22 X_{522} + 32.3 X_{622} +$$

$$29.48 X_{722} + 32.4 X_{822} \leq 50400$$

$$30.2 X_{123} + 35.3 X_{223} + 31.4 X_{323} + 29.36 X_{423} + 28.22 X_{523} + 32.3 X_{623} +$$

$$29.48 X_{723} + 32.4 X_{823} \leq 50400$$

### 3. Finishing

$$53.5 X_{119} + 51.7 X_{219} + 47.6 X_{319} + 46.25 X_{419} + 56.21 X_{519} + 45.36 X_{619} +$$

$$41.36 X_{719} + 44.56 X_{819} \leq 100800$$

$$53.5 X_{120} + 51.7 X_{220} + 47.6 X_{320} + 46.25 X_{420} + 56.21 X_{520} + 45.36 X_{620} +$$

$$41.36 X_{720} + 44.56 X_{820} \leq 100800$$

$$53.5 X_{121} + 51.7 X_{221} + 47.6 X_{321} + 46.25 X_{421} + 56.21 X_{521} + 45.36 X_{621} +$$

$$41.36 X_{721} + 44.56 X_{821} \leq 100800$$

$$53.5 X_{122} + 51.7 X_{222} + 47.6 X_{322} + 46.25 X_{422} + 56.21 X_{522} + 45.36 X_{622} +$$

$$41.36 X_{722} + 44.56 X_{822} \leq 100800$$

$$53.5 X_{123} + 51.7 X_{223} + 47.6 X_{323} + 46.25 X_{423} + 56.21 X_{523} + 45.36 X_{623} +$$

$$41.36 X_{723} + 44.56 X_{823} \leq 100800$$

4.

#### 4.2.3.2.4 Batasan Pasar

Batasan pasar disini adalah seberapa besar permintaan konsumen terhadap produk-produk yang ditawarkan, dimana tafsiran permintaan tersebut didasarkan pada hasil peramalan.

##### 1. *Atlanta Coffee Table*

$$X_{119} \leq 247$$

$$X_{120} \leq 255$$

5.

$$X_{121} \leq 239$$

$$X_{122} \leq 252$$

$$X_{123} \leq 258$$

##### 2. *Sultan Table*

$$X_{219} \leq 303$$

$$X_{220} \leq 313$$

$$X_{221} \leq 301$$

6.

$$X_{222} \leq 311$$

$$X_{223} \leq 299$$

##### 3. *Madrid Lamp Table*

$$X_{319} \leq 368$$

$$X_{320} \leq 368$$

$$X_{321} \leq 368$$

$$X_{322} \leq 368$$

$$X_{323} \leq 368$$



4. *Rhodes Coffee Table*

$$X_{419} \leq 17$$

$$X_{420} \leq 17$$

$$X_{421} \leq 17$$

$$X_{422} \leq 17$$

$$X_{423} \leq 17$$

5. *Dressoir Sutan*

$$X_{519} \leq 12$$

$$X_{520} \leq 12$$

$$X_{521} \leq 12$$

$$X_{522} \leq 12$$

$$X_{523} \leq 12$$

6. *Table Towel*

$$X_{619} \leq 90$$

$$X_{620} \leq 90$$

$$X_{621} \leq 90$$

$$X_{622} \leq 90$$

$$X_{623} \leq 90$$



7. *Panama Social Table.*

$$X_{719} \leq 21$$

$$X_{720} \leq 21$$

$$X_{721} \leq 21$$

$$X_{722} \leq 21$$

$$X_{723} \leq 21$$

8. *Panama Dining Table*

$$X_{819} \leq 34$$

$$X_{820} \leq 34$$

$$X_{821} \leq 34$$

$$X_{822} \leq 34$$

$$X_{823} \leq 34$$

4.2.4 Formulasi Persamaan *Linear Programming*

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

## 4.2.4.1 Periode bulan Oktober 2006 :

**Fungsi Tujuan :**

$$Z_{\text{maks}} = 318461X_1 + 420129X_2 + 170510X_3 + 264327X_4 + 1166460X_5 - 875810X_6 + 765749 X_7 + 697621 X_8$$

**Dengan Fungsi Batasan :**

1. Mesin Cycle :  $39.74 X_{119} + 18.86 X_{219} + 10.52 X_{319} + 47.41 X_{419} + 41.35 X_{519} + 31.19 X_{619} + 24.54 X_{719} + 25.31 X_{819} \leq 100800$
2. Mesin Radial :  $20.49 X_{119} + 16.07 X_{219} + 9.22 X_{319} + 11.24 X_{419} + 17.31 X_{519} + 15.55 X_{619} + 14.11 X_{719} + 18.44 X_{819} \leq 20160$
3. Mesin Thicknesser :  $13.2 X_{119} + 9.44 X_{219} + 7.32 X_{319} + 8.56 X_{419} + 11.3 X_{519} + 10.1 X_{619} + 9.25 X_{719} + 10 X_{819} \leq 50400$
4. Mesin Planner :  $32.56 X_{119} + 16.1 X_{219} + 6 X_{319} + 10.42 X_{419} + 21.52 X_{519} + 19.18 X_{619} + 19 X_{719} + 21.37 X_{819} \leq 40320$
5. Mesin Scrut :  $12.08 X_{119} + 9.42 X_{219} + 13.38 X_{319} + 10.12 X_{419} + 14.23 X_{519} + 10.26 X_{619} + 14.14 X_{719} + 15.25 X_{819} \leq 100800$
6. Mesin Mortiser :  $10.7 X_{119} + 12.3 X_{219} + 11.9 X_{319} + 9.44 X_{419} + 11.3 X_{519} + 9 X_{619} + 11.47 X_{719} + 9.58 X_{819} \leq 60480$
7. Mesin Jointer :  $64.53 X_{119} + 38.84 X_{219} + 2.9 X_{319} + 31.12 X_{419} + 32.34 X_{519} + 30.41 X_{619} + 31.26 X_{719} + 36.21 X_{819} \leq 50400$
8. Mesin Bor :  $26.99 X_{119} + 19.25 X_{219} + 11 X_{319} + 16.34 X_{419} + 17.51 X_{519} + 19.37 X_{619} + 14 X_{719} + 21.55 X_{819} \leq 70560$
9. Sanding :  $30.2 X_{119} + 35.3 X_{219} + 31.4 X_{319} + 29.36 X_{419} + 28.22 X_{519} + 32.3 X_{619} + 29.48 X_{719} + 32.4 X_{819} \leq 50400$
10. Perakitan :  $86.3 X_{119} + 78.5 X_{219} + 69.5 X_{319} + 70.14 X_{419} + 59.54 X_{519} + 72.23 X_{619} + 79.35 X_{719} + 68.48 X_{819} \leq 80640$

$$11. \text{ Finishing : } 53.5 X_{119} + 51.7 X_{219} + 47.6 X_{319} + 46.25 X_{419} + 56.21 X_{519} + 45.36 X_{619} + 41.36 X_{719} + 44.56 X_{819} \leq 100800$$

$$12. \text{ Permintaan Atlanta Coffee Table : } X_{119} \leq 247$$

$$13. \text{ Permintaan Sultan Table : } X_{219} \leq 303$$

$$14. \text{ Permintaan Madrid Lamp Table : } X_{319} \leq 368$$

$$15. \text{ Permintaan Rhodes Coffee Table : } X_{419} \leq 17$$

$$16. \text{ Permintaan DRESSOIR Sutan : } X_{519} \leq 12$$

$$17. \text{ Permintaan Table Towel : } X_{619} \leq 90$$

$$18. \text{ Permintaan Panama Social Table : } X_{719} \leq 21$$

$$19. \text{ Permintaan Panama Dining Table Table : } X_{819} \leq 34$$

#### 4.2.4.2 Periode bulan November 2006 :

##### Fungsi Tujuan :

$$Z_{\text{maks}} = 318460X_1 + 420136X_2 + 170517X_3 + 264334X_4 + 1166475X_5 + 875817 X_6 + 765756X_7 + 697628X_8$$

##### Dengan Fungsi Batasan :

$$1. \text{ Mesin Cycle : } 39.74 X_{120} + 18.86 X_{220} + 10.52 X_{320} + 47.41 X_{420} + 41.35$$

$$X_{520} + 31.19 X_{620} + 24.54 X_{720} + 25.31 X_{820} \leq 100800$$

$$2. \text{ Mesin Radial : } 20.49 X_{120} + 16.07 X_{220} + 9.22 X_{320} + 11.24 X_{420} + 17.31 X_{520}$$

$$+ 15.55 X_{620} + 14.11 X_{720} + 18.44 X_{820} \leq 20160$$

3. Mesin Thicknesser :  $13.2 X_{120} + 9.44 X_{220} + 7.32 X_{320} + 8.56 X_{420} + 11.3 X_{520}$   
 $+ 10.1 X_{620} + 9.25 X_{720} + 10 X_{820} \leq 50400$
4. Mesin Planner :  $32.56 X_{120} + 16.1 X_{220} + 6 X_{320} + 10.42 X_{420} + 21.52 X_{520} +$   
 $19.18 X_{620} + 19 X_{720} + 21.37 X_{820} \leq 40320$
5. Mesin Serut :  $12.08 X_{120} + 9.42 X_{220} + 13.38 X_{320} + 10.12 X_{420} + 14.23$   
 $X_{520} + 10.26 X_{620} + 14.14 X_{720} + 15.25 X_{820} \leq 100800$
6. Mesin Mortiser :  $10.7 X_{120} + 12.3 X_{220} + 11.9 X_{320} + 9.44 X_{420} + 11.3 X_{520} +$   
 $9 X_{620} + 11.47 X_{719} + 9.58 X_{820} \leq 60480$
7. Mesin Jinter :  $64.53 X_{120} + 38.84 X_{220} + 2.9 X_{320} + 31.12 X_{420} + 32.34 X_{520} +$   
 $30.41 X_{620} + 31.26 X_{720} + 36.21 X_{820} \leq 50400$
8. Mesin Bor :  $26.99 X_{120} + 19.25 X_{220} + 11 X_{320} + 16.34 X_{420} + 17.51 X_{520} +$   
 $19.37 X_{620} + 14 X_{720} + 21.55 X_{820} \leq 70560$
9. Sanding :  $30.2 X_{120} + 35.3 X_{220} + 31.4 X_{320} + 29.36 X_{420} + 28.22 X_{520}$   
 $+ 32.3 X_{620} + 29.48 X_{720} + 32.4 X_{820} \leq 50400$
10. Perakitan :  $86.3 X_{120} + 78.5 X_{220} + 69.5 X_{320} + 70.14 X_{420} + 59.54 X_{520}$   
 $+ 72.23 X_{620} + 79.35 X_{720} + 68.48 X_{820} \leq 80640$
11. Finishing :  $53.5 X_{120} + 51.7 X_{220} + 47.6 X_{320} + 46.25 X_{420} + 56.21 X_{520} +$   
 $45.36 X_{620} + 41.36 X_{720} + 44.56 X_{820} \leq 100800$
12. Permintaan Atlanta Coffee Table :  $X_{120} \leq 255$
13. Permintaan Sultan Table :  $X_{220} \leq 313$
14. Permintaan Madrid Lamp Table :  $X_{320} \leq 368$

$$15. \text{Permintaan Rhodes Coffee Table} : X_{420} \leq 17$$

$$16. \text{Permintaan DRESSOIR Sutan} : X_{520} \leq 12$$

$$17. \text{Permintaan Table Towel} : X_{620} \leq 90$$

$$18. \text{Permintaan Panama Social Table} : X_{720} \leq 21$$

$$19. \text{Permintaan Panama Dining Table Table} : X_{820} \leq 34$$

#### 4.2.4.3 Periode bulan Desember 2006 :

##### Fungsi Tujuan :

$$Z_{\text{maks}} = 318457X_1 + 420125X_2 + 170506X_3 + 264323 X_4 + 1166464X_5 + \\ 875806X_6 + 765745X_7 + 697617X_8$$

##### Dengan Fungsi Batasan :

$$1. \text{Mesin Cycle} : 39.74 X_{121} + 18.86 X_{221} + 10.52 X_{321} + 47.41 X_{421} + 41.35 \\ X_{521} + 31.19 X_{621} + 24.54 X_{721} + 25.31 X_{821} \leq 100800$$

$$2. \text{Mesin Radial} : 20.49 X_{121} + 16.07 X_{221} + 9.22 X_{321} + 11.24 X_{421} + 17.31 X_{521} \\ + 15.55 X_{621} + 14.11 X_{721} + 18.44 X_{821} \leq 20160$$

$$3. \text{Mesin Thicknesser} : 13.2 X_{121} + 9.44 X_{221} + 7.32 X_{321} + 8.56 X_{421} + 11.3 X_{521} + \\ 10.1 X_{621} + 9.25 X_{721} + 10 X_{821} \leq 50400$$

$$4. \text{Mesin Planner} : 32.56 X_{121} + 16.1 X_{221} + 6 X_{321} + 10.42 X_{421} + 21.52 X_{521} + \\ 19.18 X_{621} + 19 X_{721} + 21.37 X_{821} \leq 40320$$

$$5. \text{Mesin Serut} : 12.08 X_{121} + 9.42 X_{221} + 13.38 X_{321} + 10.12 X_{421} + 14.23 X_{521} + \\ 10.26 X_{621} + 14.14 X_{721} + 15.25 X_{821} \leq 100800$$



6. Mesin Mortiser :  $10.7 X_{121} + 12.3 X_{221} + 11.9 X_{321} + 9.44 X_{421} + 11.3 X_{521} + 9 X_{621} + 11.47 X_{721} + 9.58 X_{821} \leq 60480$
7. Mesin Jointer :  $64.53 X_{121} + 38.84 X_{221} + 2.9 X_{321} + 31.12 X_{421} + 32.34 X_{521} + 30.41 X_{621} + 31.26 X_{721} + 36.21 X_{821} \leq 50400$
8. Mesin Bor :  $26.99 X_{121} + 19.25 X_{221} + 11 X_{321} + 16.34 X_{421} + 17.51 X_{521} + 19.37 X_{621} + 14 X_{721} + 21.55 X_{821} \leq 70560$
9. Sanding :  $30.2 X_{121} + 35.3 X_{221} + 31.4 X_{321} + 29.36 X_{421} + 28.22 X_{521} + 32.3 X_{621} + 29.48 X_{721} + 32.4 X_{821} \leq 50400$
10. Perakitan :  $86.3 X_{121} + 78.5 X_{221} + 69.5 X_{321} + 70.14 X_{421} + 59.54 X_{521} + 72.23 X_{621} + 79.35 X_{721} + 68.48 X_{821} \leq 80640$
11. Finishing :  $53.5 X_{121} + 51.7 X_{221} + 47.6 X_{321} + 46.25 X_{421} + 56.21 X_{521} + 45.36 X_{621} + 41.36 X_{721} + 44.56 X_{821} \leq 100800$
12. Permintaan Atlanta Coffee Table :  $X_{121} \leq 239$
13. Permintaan Sultan Table :  $X_{221} \leq 301$
14. Permintaan Madrid Lamp Table :  $X_{321} \leq 368$
15. Permintaan Rhodes Coffee Table :  $X_{421} \leq 17$
16. Permintaan DRESSOIR Sutan :  $X_{521} \leq 12$
17. Permintaan Table Towel :  $X_{621} \leq 90$
18. Permintaan Panama Social Table :  $X_{721} \leq 21$
19. Permintaan Panama Dining Table Table :  $X_{821} \leq 34$

#### 4.2.4.4 Periode bulan Januari 2007 :

##### Fungsi Tujuan :

$$Z_{\text{maks}} = 318466X_1 + 420134X_2 + 170515X_3 + 264332X_4 + 1166473X_5 + \\ 87815X_6 + 765754X_7 + 697626X_8$$

##### Dengan Fungsi Batasan :

$$1. \text{Mesin Cyrcele} : 39.74 X_{122} + 18.86 X_{222} + 10.52 X_{322} + 47.41 X_{422} + 41.35$$

$$X_{522} + 31.19 X_{622} + 24.54 X_{722} + 25.31 X_{822} \leq 100800$$

$$2. \text{Mesin Radial} : 20.49 X_{122} + 16.07 X_{222} + 9.22 X_{322} + 11.24 X_{422} + 17.31 X_{522}$$

$$+ 15.55 X_{622} + 14.11 X_{722} + 18.44 X_{822} \leq 20160$$

$$3. \text{Mesin Thicknesser} : 13.2 X_{122} + 9.44 X_{222} + 7.32 X_{322} + 8.56 X_{422} + 11.3 X_{522}$$

$$+ 10.1 X_{622} + 9.25 X_{722} + 10 X_{822} \leq 50400$$

$$4. \text{Mesin Planner} : 32.56 X_{122} + 16.1 X_{222} + 6 X_{322} + 10.42 X_{422} + 21.52 X_{522} +$$

$$19.18 X_{619} + 19 X_{719} + 21.37 X_{822} \leq 40320$$

$$5. \text{Mesin Serut} : 12.08 X_{122} + 9.42 X_{222} + 13.38 X_{322} + 10.12 X_{422} + 14.23$$

$$X_{522} + 10.26 X_{619} + 14.14 X_{722} + 15.25 X_{822} \leq 100800$$

$$6. \text{Mesin Mortiser} : 10.7 X_{122} + 12.3 X_{222} + 11.9 X_{322} + 9.44 X_{422} + 11.3 X_{522}$$

$$+ 9 X_{622} + 11.47 X_{722} + 9.58 X_{822} \leq 60480$$

$$7. \text{Mesin Jointer} : 64.53 X_{122} + 38.84 X_{222} + 2.9 X_{322} + 31.12 X_{422} + 32.34 X_{522}$$

$$+ 30.41 X_{622} + 31.26 X_{722} + 36.21 X_{822} \leq 50400$$

$$8. \text{Mesin Bor} : 26.99 X_{122} + 19.25 X_{222} + 11 X_{322} + 16.34 X_{422} + 17.51 X_{522} +$$

$$19.37 X_{622} + 14 X_{722} + 21.55 X_{822} \leq 70560$$

$$9. \text{ Sanding} \quad : 30.2 X_{122} + 35.3 X_{222} + 31.4 X_{322} + 29.36 X_{422} + 28.22$$

$$X_{522} + 32.3 X_{622} + 29.48 X_{722} + 32.4 X_{822} \leq 50400$$

$$10. \text{ Perakitan} \quad : 86.3 X_{122} + 78.5 X_{222} + 69.5 X_{322} + 70.14 X_{422} + 59.54 X_{522} +$$

$$72.23 X_{622} + 79.35 X_{722} + 68.48 X_{822} \leq 80640$$

$$11. \text{ Finishing} \quad : 53.5 X_{122} + 51.7 X_{222} + 47.6 X_{322} + 46.25 X_{422} + 56.21 X_{522} +$$

$$45.36 X_{622} + 41.36 X_{722} + 44.56 X_{822} \leq 100800$$

$$12. \text{ Permintaan Atlanta Coffee Table} \quad : X_{122} \leq 252$$

$$13. \text{ Permintaan Sultan Table} \quad : X_{222} \leq 311$$

$$14. \text{ Permintaan Madrid Lamp Table} \quad : X_{322} \leq 368$$

$$15. \text{ Permintaan Rhodes Coffee Table} \quad : X_{422} \leq 17$$

$$16. \text{ Permintaan DRESSOIR Sutan} \quad : X_{522} \leq 12$$

$$17. \text{ Permintaan Table Towel} \quad : X_{622} \leq 90$$

$$18. \text{ Permintaan Panama Social Table} \quad : X_{722} \leq 21$$

$$19. \text{ Permintaan Panama Dining Table Table} \quad : X_{822} \leq 34$$

#### 4.2.4.5 Periode bulan Februari 2007 :

##### Fungsi Tujuan :

$$Z_{\text{maks}} = 318464X_1 + 420131X_2 + 170512X_3 + 264329X_4 + 1166471X_5 + \\ 875812X_6 + 765751X_7 + 697624X_8$$

##### Dengan Fungsi Batasan :

1. Mesin Cyrcle :  $39.74 X_{123} + 18.86 X_{223} + 10.52 X_{323} + 47.41 X_{423} + 41.35 X_{523} + 31.19 X_{623} + 24.54 X_{723} + 25.31 X_{823} \leq 100800$
2. Mesin Radial :  $20.49 X_{123} + 16.07 X_{223} + 9.22 X_{323} + 11.24 X_{423} + 17.31 X_{523} + 15.55 X_{623} + 14.11 X_{723} + 18.44 X_{823} \leq 20160$
3. Mesin Thicknesser :  $13.2 X_{123} + 9.44 X_{223} + 7.32 X_{323} + 8.56 X_{423} + 11.3 X_{523} + 10.1 X_{623} + 9.25 X_{723} + 10 X_{823} \leq 50400$
4. Mesin Planner :  $32.56 X_{123} + 16.1 X_{223} + 6 X_{323} + 10.42 X_{423} + 21.52 X_{523} + 19.18 X_{623} + 19 X_{723} + 21.37 X_{823} \leq 40320$
5. Mesin Serut :  $12.08 X_{123} + 9.42 X_{223} + 13.38 X_{323} + 10.12 X_{423} + 14.23 X_{523} + 10.26 X_{623} + 14.14 X_{723} + 15.25 X_{823} \leq 100800$
6. Mesin Mortiser :  $10.7 X_{123} + 12.3 X_{223} + 11.9 X_{323} + 9.44 X_{423} + 11.3 X_{523} + 9 X_{623} + 11.47 X_{723} + 9.58 X_{823} \leq 60480$
7. Mesin Jointer :  $64.53 X_{123} + 38.84 X_{223} + 2.9 X_{323} + 31.12 X_{423} + 32.34 X_{523} + 30.41 X_{623} + 31.26 X_{723} + 36.21 X_{823} \leq 50400$
8. Mesin Bor :  $26.99 X_{123} + 19.25 X_{223} + 11 X_{323} + 16.34 X_{423} + 17.51 X_{523} + 19.37 X_{623} + 14 X_{723} + 21.55 X_{823} \leq 70560$
9. Sanding :  $30.2 X_{123} + 35.3 X_{223} + 31.4 X_{323} + 29.36 X_{423} + 28.22 X_{523} + 32.3 X_{623} + 29.48 X_{723} + 32.4 X_{823} \leq 50400$
10. Perakitan :  $86.3 X_{123} + 78.5 X_{223} + 69.5 X_{323} + 70.14 X_{423} + 59.54 X_{523} + 72.23 X_{623} + 79.35 X_{723} + 68.48 X_{823} \leq 80640$

$$11. \text{ Finishing : } 53.5 X_{123} + 51.7 X_{223} + 47.6 X_{323} + 46.25 X_{423} + 56.21 X_{523} \\ + 45.36 X_{623} + 41.36 X_{723} + 44.56 X_{823} \leq 100800$$

$$12. \text{ Permintaan Atlanta Coffee Table : } X_{123} \leq 258$$

$$13. \text{ Permintaan Sultan Table : } X_{223} \leq 299$$

$$14. \text{ Permintaan Madrid Lamp Table : } X_{323} \leq 368$$

$$15. \text{ Permintaan Rhodes Coffee Table : } X_{423} \leq 17$$

$$16. \text{ Permintaan DRESSOIR Sutan : } X_{523} \leq 12$$

$$17. \text{ Permintaan Table Towel : } X_{623} \leq 90$$

$$18. \text{ Permintaan Panama Social Table : } X_{723} \leq 21$$

$$19. \text{ Permintaan Panama Dining Table Table : } X_{823} \leq 34$$

$$\text{ Dengan } X_{119}, X_{219}, X_{319}, X_{120}, X_{220}, X_{320}, X_{121}, X_{221}, X_{321}, \geq 0$$

#### 4.2.5 Perhitungan *Linear Programming*

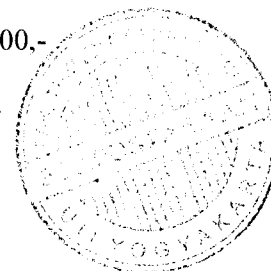
Berdasarkan perhitungan *Linear Programming* dengan menggunakan bantuan *software* WinQSB (output dapat dilihat pada lampiran), didapat solusi optimum kombinasi produk untuk masing-masing produk pada bulan Oktober, November, Desember 2006, Januari 2007 dan Februari 2007 adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.33** Hasil Optimum Kombinasi Produk *Linear Programming*

| Jenis Produk        | Periode      |            |            |              |            |
|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
|                     | Oktober 2006 | November   | Desember   | Januari 2007 | Februari   |
| Atlanta Coffe Table | 247 unit     | 255 unit   | 239 unit   | 252 unit     | 258 unit   |
| Sultan Table        | 303 unit     | 313 unit   | 301 unit   | 311 unit     | 299 unit   |
| Madrid Lamp Table   | 332,9 unit   | 311,6 unit | 345,1 unit | 317,6 unit   | 323,7 unit |
| Rhodes Coffee Table | 17 unit      | 17 unit    | 17 unit    | 17 unit      | 17 unit    |
| Dressoir Table      | 12 unit      | 12 unit    | 12 unit    | 12 unit      | 12 unit    |
| Table Towel         | 90 unit      | 90 unit    | 90 unit    | 90 unit      | 90 unit    |
| Panama Social Table | 21 unit      | 21 unit    | 21 unit    | 21 unit      | 21 unit    |
| Panama Dining Table | 34 unit      | 34 unit    | 34 unit    | 34 unit      | 34 unit    |

Adapun kontribusi margin yang didapat dari kombinasi produk diatas selama 5 bulan mendatang adalah sebesar :

1. Kontribusi margin pada bulan Oktober 2006 Rp. 399.834.700,00,-
2. Kontribusi margin pada bulan November Rp 402.971.300,00,-
3. Kontribusi margin pada bulan Desember Rp. 398.521.500,00,-
4. Kontribusi margin pada bulan Januari 2007 Rp. 402.194.000,00,-
5. Kontribusi margin pada bulan Februari Rp. 400.101.100,00,-



## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Kombinasi Produk dengan *Linear Programming*

Berdasarkan perhitungan *Linear Programming* dengan bantuan *software* WinQSB didapat solusi optimum kombinasi produk untuk masing-masing produk pada bulan Oktober, November, Desember 2006, Januari 2007 dan Februari adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1** Hasil Optimum Kombinasi Produk *Linear Programming*

| Jenis Produk        | Periode      |            |            |              |            |
|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
|                     | Oktober 2006 | November   | Desember   | Januari 2007 | Februari   |
| Atlanta Coffe Table | 247 unit     | 255 unit   | 239 unit   | 252 unit     | 258 unit   |
| Sultan Table        | 303 unit     | 313 unit   | 301 unit   | 311 unit     | 299 unit   |
| Madrid Lamp Table   | 332,9 unit   | 311,6 unit | 345,1 unit | 317,6 unit   | 323,7 unit |
| Rhodes Coffee Table | 17 unit      | 17 unit    | 17 unit    | 17 unit      | 17 unit    |
| Dressoir Table      | 12 unit      | 12 unit    | 12 unit    | 12 unit      | 12 unit    |
| Table Towel         | 90 unit      | 90 unit    | 90 unit    | 90 unit      | 90 unit    |
| Panama Social Table | 21 unit      | 21 unit    | 21 unit    | 21 unit      | 21 unit    |
| Panama Dining Table | 34 unit      | 34 unit    | 34 unit    | 34 unit      | 34 unit    |

Hasil diatas diperoleh dari pengolahan *Liner Programming* dan apabila perusahaan memproduksi sesuai dengan jumlah tersebut maka perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Adapun kontribusi margin yang didapat dari kombinasi produk selama 5 bulan mendatang adalah sebesar Rp. 2.003.622.600,00- dengan perincian besarnya kontribusi margin setiap bulannya adalah :

1. Kontribusi margin pada bulan Oktober 2006 Rp. 399.834.700,00,-
2. Kontribusi margin pada bulan November Rp 402.971.300,00,-
3. Kontribusi margin pada bulan Desember Rp. 398.521.500,00,-
4. Kontribusi margin pada bulan Januari 2007 Rp. 402.194.000,00,-
5. Kontribusi margin pada bulan Februari Rp. 400.101.100,00,-

### 5.2. Analisis Sensitivitas Kontribusi Margin

Dari lampiran pengolahan data, dapat dilihat analisis sensitivitasnya. Pada analisis sensitivitas ini dapat diketahui sejauh mana perubahan kontribusi margin yang diijinkan tetapi tidak akan merubah solusi optimumnya. Analisis ini akan berguna dalam penetapan harga jual produk yang diinginkan sehingga dapat bersaing dengan produk lain yang sejenis yang berada di pasar.

*Reduce Cost* berarti biaya kehilangan kesempatan yang timbul apabila perusahaan tidak memproduksi produk tersebut. Karena perusahaan mampu memproduksi semua produknya maka tidak ada biaya kehilangan (*Reduce cost* = 0).

### 5.3. Analisis Sensitivitas dengan *Linear Programming* pada Pemanfaatan Sumber Daya

Kolom *Left hand side* menunjukkan nilai kebutuhan sumber daya (bahan baku, tenaga kerja, mesin, modal,dll) yang dipakai untuk menghasilkan produk tersebut. Sedangkan kolom *Right hand side* menunjukkan jumlah kapasitas sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan.



Kolom *Allowable min / max* menunjukkan :

- *Allowable min RHS* adalah kapasitas minimal sumber daya yang harus tersedia oleh perusahaan.
- *Allowable max RHS* adalah kapasitas maksimal sumber daya yang harus tersedia oleh perusahaan.

Selama kapasitas sumber daya ( RHS ) masih dalam range  $\min RHS \leq C \leq \max RHS$  maka tidak akan merubah nilai solusi optimalnya.

Kolom *slack or surplus* menunjukkan keadaan kapasitas sumber daya apabila keputusan optimal diambil, jika bernilai positif menunjukkan adanya sisa kapasitas sumber daya atau kapasitas sumber daya yang ada belum digunakan seluruhnya, sedangkan apabila bernilai nol menunjukkan bahwa kapasitas sumber daya yang ada telah digunakan seluruhnya. Sumber daya yang memiliki *slack / surplus* merupakan sumber daya longgar yang berarti bahwa sumber daya yang digunakan tidak dimanfaatkan seluruhnya atau masih ada sisa.

Kolom *shadow price* menunjukkan besarnya biaya yang harus dikeluarkan perusahaan apabila akan menaikkan / menurunkan setiap unit sumber daya. Sumber daya yang memiliki *shadow price* merupakan sumber daya ketat yang artinya adalah bahwa sumber daya yang digunakan telah dimanfaatkan seluruhnya atau telah habis terpakai.

Dari hasil pengolahan *Linear Programming* dapat disimpulkan, dari seluruh sumber daya yang ada dapat terlihat ada beberapa sumber daya yang belum digunakan secara optimal (longgar) dan yang telah digunakan secara optimal (ketat) yaitu :

### 5.3.1 Batasan Jam Kerja Mesin

Jam kerja Mesin cycle untuk periode bulan Oktober 2006 – Februari 2007, dinyatakan *longgar*, artinya kapasitas jam kerja yang disediakan sebesar 100800 menit. Pada bulan Oktober masih terdapat surplus sebesar 76.282,44 menit karena hanya terpakai sebesar 24.517,56 menit untuk membuat produk. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 24.517,56 menit sampai tak terbatas (M). Pada bulan November masih terdapat surplus sebesar 75.999,24 menit karena hanya terpakai sebesar 24.800,75 menit untuk membuat produk. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 24.800,76 menit sampai tak terbatas (M). Dan pada bulan Desember masih terdapat surplus sebesar 76.509,81 menit karena hanya terpakai sebesar 24.290,19 menit untuk membuat produk. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 24.290,19 menit sampai tak terbatas (M). Sehingga solusi optimal terbaiknya adalah dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin karena hal ini tidak akan mempengaruhi solusi optimalnya, kecuali jika sumber daya yang lain ditambah secara proporsional.

Berdasarkan contoh pembacaan tersebut, maka dapat pula dijelaskan untuk batasan-batasan jam kerja mesin yang lain adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 Batasan Jam Kerja Mesin bulan Oktober

| Sumber Daya    | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| M. Cycle       | Longgar           | 24.517,56               | 100,800.00              | 76.282,44        | 0            | 24.517,56                                   | M   |
| M. Radial      | Longgar           | 15.721,10               | 20,160.00               | 4.438,90         | 0            | 15.721,10                                   | M   |
| M. Thicknesser | Longgar           | 10.281,88               | 50,400.00               | 40.118,12        | 0            | 10.281,88                                   | M   |
| M. Planner     | Longgar           | 18.205,15               | 40,320.00               | 22.114,85        | 0            | 18.205,15                                   | M   |
| M. Serut       | Longgar           | 12.373,79               | 80,640.00               | 68.266,21        | 0            | 12.373,79                                   | M   |
| M. Mortiser    | Longgar           | 12.003,91               | 60,480.00               | 48.476,09        | 0            | 12.003,91                                   | M   |
| M. Jinter      | Longgar           | 40.206,54               | 50,400.00               | 10.193,46        | 0            | 40.206,55                                   | M   |
| M. Bor         | Longgar           | 19.419,02               | 70,560.00               | 51.140,98        | 0            | 19.419,02                                   | M   |

Tabel 5.3. Batasan Jam Kerja Mesin bulan November

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| M. Cycle    | Longgar           | 24.800,75               | 100,800.00              | 75.999,24        | 0            | 24.800,75                                   | M   |

|                |         |           |           |           |   |           |   |
|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---|
| M. Radial      | Longgar | 15.849,99 | 20,160.00 | 4.310,01  | 0 | 15.849,99 | M |
| M. Thicknesser | Longgar | 10.326,48 | 50,400.00 | 40.073,52 | 0 | 10.326,48 | M |
| M. Planner     | Longgar | 18.499,25 | 40,320.00 | 21.820,74 | 0 | 18.499,25 | M |
| M. Serut       | Longgar | 12.280,59 | 80,640.00 | 68.359,41 | 0 | 12.280,59 | M |
| M. Mortiser    | Longgar | 11.959,89 | 60,480.00 | 48.520,11 | 0 | 11.959,89 | M |
| M. Jointer     | Longgar | 40.667,50 | 50,400.00 | 9.732,50  | 0 | 40.667,50 | M |
| M. Bor         | Longgar | 19.593,92 | 70,560.00 | 50.966,08 | 0 | 19.593,92 | M |

Tabel 5.4. Batasan Jam Kerja Mesin bulan Desember

| Sumber Daya    | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| M. Cycle       | Longgar           | 24.290,19               | 100,800.00              | 76.509,81        | 0            | 24.290,19                                   | M   |
| M. Radial      | Longgar           | 15.637,45               | 20,160.00               | 4.522,55         | 0            | 15.637,45                                   | M   |
| M. Thicknesser | Longgar           | 10.246,65               | 50,400.00               | 40.153,35        | 0            | 10.246,65                                   | M   |
| M. Planner     | Longgar           | 17.985,62               | 40,320.00               | 22.334,38        | 0            | 17.985,62                                   | M   |
| M. Serut       | Longgar           | 12.421,45               | 80,640.00               | 68.218,55        | 0            | 12.421,45                                   | M   |

|             |         |           |           |           |   |           |   |
|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---|
| M. Mortiser | Longgar | 12.038,81 | 60,480.00 | 48.441,19 | 0 | 12.038,81 | M |
| M. Jointer  | Longgar | 39.867,45 | 50,400.00 | 10.532,54 | 0 | 39.867,45 | M |
| M. Bor      | Longgar | 19.298,72 | 70,560.00 | 51.261,28 | 0 | 19.298,72 | M |

**Tabel 5.5. Batasan Jam Kerja Mesin bulan Januari 2007**

| Sumber Daya   | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| M. Cyrcler    | Longgar           | 24.706,77               | 100,800.00              | 76.093,23        | 0            | 24.706,77                                   | M   |
| M. Radial     | Longgar           | 15.811,55               | 20,160.00               | 4.348,45         | 0            | 15.811,55                                   | M   |
| M. Thickneser | Longgar           | 10.311,81               | 50,400.00               | 40.088,19        | 0            | 10.311,81                                   | M   |
| M. Planner    | Longgar           | 18.405,28               | 40,320.00               | 21.914,72        | 0            | 18.405,28                                   | M   |
| M. Serut      | Longgar           | 12.305,58               | 80,640.00               | 68.334,42        | 0            | 12.305,58                                   | M   |
| M. Mortiser   | Longgar           | 11.974,40               | 60,480.00               | 48.505,60        | 0            | 11.974,40                                   | M   |
| M. Jointer    | Longgar           | 40.521,30               | 50,400.00               | 9.878,70         | 0            | 40.521,30                                   | M   |
| M. Bor        | Longgar           | 19.540,28               | 70,560.00               | 51.019,72        | 0            | 19.540,28                                   | M   |

**Tabel 5.6. Batasan Jam Kerja Mesin bulan Februari**

| Sumber Daya    | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| M. Cycle       | Longgar           | 24.783,10               | 100.800,00              | 76.016,90        | 0            | 24.783,10                                   | M   |
| M. Radial      | Longgar           | 15.797,93               | 20.160,00               | 4.362,07         | 0            | 15.797,93                                   | M   |
| M. Thicknesser | Longgar           | 10.322,40               | 50.400,00               | 40.077,59        | 0            | 10.322,40                                   | M   |
| M. Planner     | Longgar           | 18.444,06               | 40.320,00               | 21.875,94        | 0            | 18.444,06                                   | M   |
| M. Serut       | Longgar           | 12.346,68               | 80.640,00               | 68.293,32        | 0            | 12.346,68                                   | M   |
| M. Mortiser    | Longgar           | 11.963,64               | 60.480,00               | 48.516,36        | 0            | 11.963,64                                   | M   |
| M. Jointer     | Longgar           | 40.569,96               | 50.400,00               | 9.830,03         | 0            | 40.569,96                                   | M   |
| M. Bor         | Longgar           | 19.538,36               | 70.560,00               | 51.021,64        | 0            | 19.538,36                                   | M   |

### 5.3.2 Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja

Tenaga kerja perakitan pada bulan Oktober, November, Desember 2006, Januari 2007 dan Februari tidak terdapat surplus (ketat) melainkan kebutuhan yang diperlukan sesuai dengan kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan. Untuk membuat produk. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan pada bulan Oktober adalah antara 57.503,83 menit sampai 83.079,83. Shadow Price pada tenaga kerja perakitan sebesar 2.453,48; artinya setiap pengurangan/penambahan 1 unit tenaga kerja perakitan sampai batas yang diizinkan akan mengurangi/menaikkan nilai Z sebesar 2.453,48. Prioritas sumberdaya yang akan ditambah adalah sumberdaya yang memiliki pengaruh terhadap Z yang besar dan prioritas sumberdaya yang dikurangi adalah sumberdaya yang memiliki pengaruh terhadap Z yang kecil apabila fungsi tujuannya maksimasi. Sehingga solusi optimal terbaiknya adalah dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin karena hal ini tidak akan mempengaruhi solusi optimalnya, kecuali jika sumber daya yang lain ditambah secara proporsional.

Berdasarkan contoh pembacaan tersebut, maka dapat pula dijelaskan untuk batasan-batasan jam kerja tenaga kerja yang lain adalah sebagai berikut :

Tabel 5.7. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Bulan Oktober 2006

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Perakitan   | ketat             | 80.640,00               | 80.640,00               | 0                | 2.453,38     | 57.503,83                                   | 83.079,83                                   |
| M. Sanding  | Longgar           | 34.073,63               | 50.400,00               | 16.326,37        | 0            | 34.073,63                                   | M   |
| Finishing   | Longgar           | 52.652,14               | 100.800,00              | 48.147,85        | 0            | 52.652,14                                   | M   |

Tabel 5.8 Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Bulan November 2006

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Perakitan   | Ketat             | 80.640,00               | 80.640,00               | 0                | 2.453,48     | 58.979,23                                   | 84.555,23                                   |
| M. Sanding  | Longgar           | 34.001,64               | 50.400,00               | 16.398,36        | 0            | 34.001,64                                   | M   |
| Finishing   | Longgar           | 52.586,65               | 100.800,00              | 48.213,34        | 0            | 52.586,66                                   | M   |



Tabel 5.9. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Bulan Desember 2006

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Perakitan   | Ketat             | 80.640,01               | 80.640,00               | 0                | 2.453,32     | 56.656,43                                   | 82.232,43                                   |
| M. Sanding  | Longgar           | 34.144,28               | 50.400,00               | 16.255,72        | 0            | 34.144,28                                   | M   |
| Finishing   | Longgar           | 52.701,12               | 100.800,00              | 48.098,88        | 0            | 52.701,13                                   | M   |

Tabel 5.10. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Bulan Januari 2007

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Perakitan   | Ketat             | 80.640,01               | 80.640,00               | 0                | 2.453,45     | 58.563,33                                   | 84.139,33                                   |
| M. Sanding  | Longgar           | 34.028,35               | 50.400,00               | 16.371,65        | 0            | 34.028,35                                   | M   |
| Finishing   | Longgar           | 52.607,60               | 100.800,00              | 48.192,39        | 0            | 52.607,60                                   | M   |

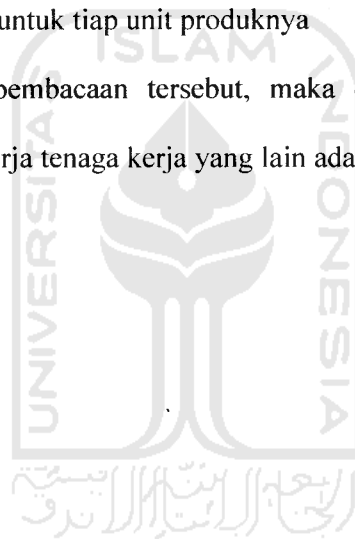
Tabel 5.11. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Bulan Februari 2007

| Sumber Daya | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Perakitan   | Ketat             | 80.640,00               | 80.640,00               | 0                | 2.453,41     | 58.139,13                                   | 83.715,13                                   |
| M. Sanding  | Longgar           | 33.977,60               | 50.400,00               | 16.422,40        | 0            | 33.977,60                                   | M   |
| Finishing   | Longgar           | 52.598,73               | 100.800,00              | 48.201,26        | 0            | 52.598,73                                   | M   |

### 5.2.3 Batasan Permintaan Pasar

Permintaan Atlanta Coffee Table dan Sultan Table untuk periode bulan Oktober, November, Desember, Januari 2007 dan Februari dinyatakan *ketat*, artinya permintaan akan produk Atlanta Coffee Table dan Sultan Table dapat diproduksi semua. Pengurangan dan penambahan dari permintaan pasar ini akan mempengaruhi solusi optimalnya yang sudah tentu akan mempengaruhi kontribusi margin. Pada kapasitas ini terdapat *shadow price* yang artinya apabila perusahaan mengurangi jumlah permintaan produk maka akan mengurangi kontribusi margin sebesar Rp106.734,20 untuk tiap unit produknya

Berdasarkan contoh pembacaan tersebut, maka dapat pula dijelaskan untuk batasan-batasan jam kerja tenaga kerja yang lain adalah sebagai berikut :



Tabel 5.12. Batasan Permintaan Pasar Bulan Oktober 2006

| Sumber Daya         | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Atlanta Coffe Table | Ketat             | 247                     | 247                     | 0                | 106.734,20   | 218,7285                                    | 511,2303                                    |
| Sultan Table        | Ketat             | 303                     | 303                     | 0                | 227.538,60   | 271,9193                                    | 597,7283                                    |
| Madrid Lamp Table   | Longgar           | 332.8945                | 368                     | 35,1055          | 0            | 332,8945                                    | M   |
| Rhodes Coffee Table | Ketat             | 17                      | 17                      | 0                | 92.246,84    | 0   | 346,857                                     |
| Dressoir Sutan      | Ketat             | 12                      | 12                      | 0                | 1.020.394,00 | 0   | 400,5819                                    |
| Table Towel         | Ketat             | 90                      | 90                      | 0                | 698.602,30   | 56,2214                                     | 410,3124                                    |
| Panama Social Table | Ketat             | 21                      | 21                      | 0                | 571.073,20   | 0   | 312,5711                                    |
| Panama Dining Table | Ketat             | 34                      | 34                      | 0                | 529.613,40   | 0   | 371,8529                                    |

**Tabel 5.13. Batasan Permintaan Pasar Bulan November 2006**

| Sumber Daya         | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Atlanta Coffe Table | Ketat             | 255                     | 255                     | 0                | 106.732,50   | 209,6323                                    | 505,9938                                    |
| Sultan Table        | Ketat             | 313                     | 313                     | 0                | 227.537,70   | 263,1245                                    | 588,9333                                    |
| Madrid Lamp Table   | Longgar           | 311,6657                | 368                     | 56,3343          | 0            | 311,6657                                    | M   |
| Rhodes Coffee Table | Ketat             | 17                      | 17                      | 0                | 92.246,77    | 0   | 325,8219                                    |
| Dressoir Sutan      | Ketat             | 12                      | 12                      | 0                | 1.020.395,00 | 0   | 375,802                                     |
| Table Towel         | Ketat             | 90                      | 90                      | 0                | 698.602,00   | 35,7949                                     | 389,886                                     |
| Panama Social Table | Ketat             | 21                      | 21                      | 0                | 571.072,20   | 0   | 293,9776                                    |
| Panama Dining Table | Ketat             | 34                      | 34                      | 0                | 529.613,60   | 0   | 350,308                                     |

**Tabel 5.14. Batasan Permintaan Pasar Bulan Desember 2006**

| Sumber Daya         | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Atlanta Coffe Table | Ketat             | 239                     | 239                     | 0                | 106.735,20   | 220,5477                                    | 512,0201                                    |
| Sultan Table        | Ketat             | 301                     | 301                     | 0                | 227.539,10   | 280,7143                                    | 606,5232                                    |
| Madrid Lamp Table   | Longgar           | 345,0873                | 368                     | 22,9127          | 0            | 345,0873                                    | M   |
| Rhodes Coffee Table | Ketat             | 17                      | 17                      | 0                | 92.246,88    | 0   | 358,9385                                    |
| Dressoir Sutan      | Ketat             | 12                      | 12                      | 0                | 1.020.393,00 | 0   | 414,8144                                    |
| Table Towel         | Ketat             | 90                      | 90                      | 0                | 698.602,40   | 67,9533                                     | 422,0444                                    |
| Panama Social Table | Ketat             | 21                      | 21                      | 0                | 571.073,80   | 0,9316                                      | 323,2504                                    |
| Panama Dining Table | Ketat             | 34                      | 34                      | 0                | 529.613,40   | 10,746                                      | 384,2273                                    |

Tabel 5.15. Batasan Permintaan Pasar Bulan Januari 2007

| Sumber Daya         | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Atlanta Coffe Table | Ketat             | 252                     | 252                     | 0                | 106.733,00   | 211,4516                                    | 507,813                                     |
| Sultan Table        | Ketat             | 311                     | 311                     | 0                | 227.537,90   | 266,4225                                    | 592,2314                                    |
| Madrid Lamp Table   | Longgar           | 317,6499                | 368                     | 50,3501          | 0            | 317,6499                                    | M   |
| Rhodes Coffe Table  | Ketat             | 17                      | 17                      | 0                | 92.246,79    | 0   | 331,7515                                    |
| Dressoir Sutan      | Ketat             | 12                      | 12                      | 0                | 1.020.394,00 | 0   | 382,7872                                    |
| Table Towel         | Ketat             | 90                      | 90                      | 0                | 698.602,10   | 41,5529                                     | 395,644                                     |
| Panama Social Table | Ketat             | 21                      | 21                      | 0                | 571.072,50   | 0   | 299,2189                                    |
| Panama Dining Table | Ketat             | 34                      | 34                      | 0                | 529.613,50   | 0   | 356,3813                                    |

Tabel 5.16. Batasan Permintaan Pasar Bulan Februari 2007

| Sumber Daya         | Sifat Sumber Daya | Kapasitas yang terpakai | Kapasitas yang Dimiliki | Slack or surplus | Shadow Price | Kapasitas min sumber daya yg harus tersedia | Kapasitas max sumber daya yg harus tersedia |
|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---|---|
| Atlanta Coffe Table | Ketat             | 258                     | 258                     | 0                | 106.734,70   | 222,367                                     | 512,8099                                    |
| Sultan Table        | Ketat             | 299                     | 299                     | 0                | 227.538,30   | 259,8264                                    | 585,6353                                    |
| Madrid Lamp Table   | Longgar           | 323,7535                | 368                     | 44,2465          | 0            | 323,7535                                    | M   |
| Rhodes Coffee Table | Ketat             | 17                      | 17                      | 0                | 92.246,82    | 0   | 337,7994                                    |
| Dressoir Sutan      | Ketat             | 12                      | 12                      | 0                | 1.020.395,00 | 0   | 389,9118                                    |
| Table Towel         | Ketat             | 90                      | 90                      | 0                | 698.602,20   | 47,4258                                     | 401,5169                                    |
| Panama Social Table | Ketat             | 21                      | 21                      | 0                | 571.072,90   | 0   | 304,5648                                    |
| Panama Dining Table | Ketat             | 34                      | 34                      | 0                | 529.614,50   | 0   | 362,5757                                    |



## BAB VI

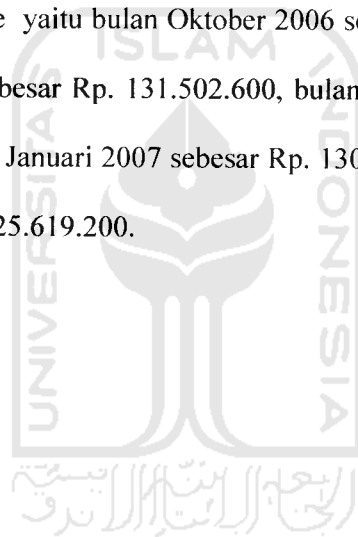
### PENUTUP

#### 6.1 KESIMPULAN

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

1. Solusi kombinasi produk yang didapat dari perhitungan Linear Programming untuk masing-masing jenis produk adalah :
  - Pada Bulan Oktober 2006 ACT sebanyak 247 unit, ST sebanyak 303 unit, MLT sebanyak 332.9 unit, RCT sebanyak 17 unit, DS sebanyak 12 unit, TT sebanyak 90 unit, PSC sebanyak 21 unit, dan PDT sebanyak 34 unit.
  - Pada Bulan November 2006 ACT sebanyak 255 unit, ST sebanyak 313 unit, MLT sebanyak 311.6 unit, RCT sebanyak 17 unit, DS sebanyak 12 unit, TT sebanyak 90 unit, PSC sebanyak 21 unit, dan PDT sebanyak 34 unit.
  - Pada Bulan Desember 2006 ACT sebanyak 239 unit, ST sebanyak 301 unit, MLT sebanyak 345.1 unit, RCT sebanyak 17 unit, DS sebanyak 12 unit, TT sebanyak 90 unit, PSC sebanyak 21 unit, dan PDT sebanyak 34 unit.

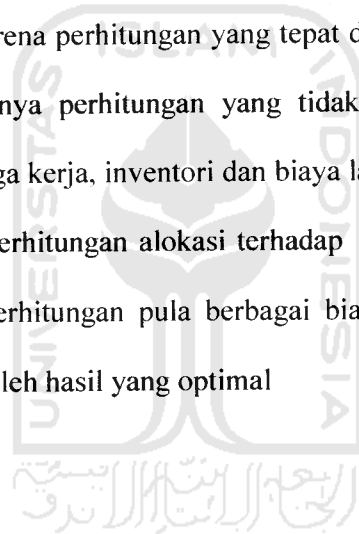
- Pada Bulan Januari 2007 ACT sebanyak 252 unit, ST sebanyak 311 unit, MLT sebanyak 317.6 unit, RCT sebanyak 17 unit, DS sebanyak 12 unit, TT sebanyak 90 unit, PSC sebanyak 21 unit, dan PDT sebanyak 34 unit.
  - Pada Bulan Februari 2007 ACT sebanyak 258 unit, ST sebanyak 299 unit, MLT sebanyak 323.75 unit, RCT sebanyak 17 unit, DS sebanyak 12 unit, TT sebanyak 90 unit, PSC sebanyak 21 unit, dan PDT sebanyak 34 unit.
2. Produk yang memberikan keuntungan terbesar pada 5 periode berturut-turut adalah Sultan Table yaitu bulan Oktober 2006 sebesar Rp.127.299.100, bulan November 2006 sebesar Rp. 131.502.600, bulan Desember 2006 sebesar Rp. 126.457.600, bulan Januari 2007 sebesar Rp. 130.661.700, dan bulan Februari 2007 sebesar Rp. 125.619.200.



## 6.2. SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari analisis data perusahaan, maka dapat diberikan saran-saran yang sekiranya dapat membantu perusahaan dalam mengambil kebijakan produksi. Adapun saran-saran tersebut adalah :

1. Perusahaan dapat menggunakan analisis Integer Linear Programming dalam pemecahan masalah perencanaan produksi sebagai alat penunjang keputusan dalam rangka membuat kebijakan perusahaan.
2. Sebaiknya perusahaan memperhitungkan terlebih dahulu kebutuhan sumber daya secara tepat karena perhitungan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi perusahaan. Sebaliknya perhitungan yang tidak tepat dapat meningkatkan biaya produksi, tenaga kerja, inventori dan biaya lainnya.
3. Dalam melakukan perhitungan alokasi terhadap berbagai sumber daya yang terbatas, harus diperhitungkan pula berbagai biaya serta komponen batasan yang ada agar diperoleh hasil yang optimal



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus, 1994, *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*, Edisi IV, Cetakan Kelima, BPFE, Yogyakarta.
- Assauri, Sofjan, 1993, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Keempat, FEUI, Jakarta.
- Dimiyati, Tjutju Tarlih dan Dimiyati, Akhmad, 1992, *Operation Research Model-Model Pengambilan Keputusan*, Edisi kedua, CV. Sinar Baru, Bandung.
- Handoko, Tani, 1984, *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, BPFE, Yogyakarta
- Mulyadi, 1993, *Akuntansi Biaya*, Edisi 5, STIE YKPN, Yogyakarta
- Mustafa, Zainal dan Parkhan, Ali, 2000, *Linear Programming dengan QS (Quantitative System)*, Edisi pertama, Ekonisia Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta.
- Nasution, AH, 1999, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Keempat, Guna Widya, Surabaya.
- Spyros Makridakis, Wheelwright and McGee, *Forecasting: Methods and Application*, 2nd Editions, John Wiley and Sons Inc.1983

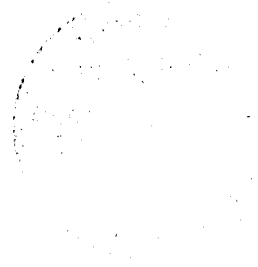
Supranto, Johannes, 1993, *Riset Operasi untuk Pengambilan Keputusan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta

Taha, A Hamdy, 1996, *Riset Operasi Suatu Pengantar*, Jilid I, Edisi Kelima, Binarupa Aksara, Jakarta.

Yamit, Zulian, 1996, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, Ekonisia, Yogyakarta.

Yih – Long Chang, (1995). *Quantitative Systems Versions 3.0*, Prentice-Hall.





# LAMPIRAN

### Peramalan Untuk Produk Atlanta Cofee Table

| Forecast Result for atlanta |                |                         |                   |           |          |          |           |                    |              |
|-----------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-----------|----------|----------|-----------|--------------------|--------------|
| 12/12/2006<br>Month         | Actual<br>Data | Forecast<br>by<br>3-MAT | Forecast<br>Error | CFE       | MAD      | MSE      | MAPE (%)  | Tracking<br>Signal | R-<br>square |
| 1                           | 175            |                         |                   |           |          |          |           |                    |              |
| 2                           | 186            |                         |                   |           |          |          |           |                    |              |
| 3                           | 192            |                         |                   |           |          |          |           |                    |              |
| 4                           | 200            | 201.3333                | 1.33333           | -1.333328 | 1.333328 | 1.777764 | 0.6666641 | -1                 | 1            |
| 5                           | 193            | 206.6667                | 13.6667           | -15       | 7.5      | 94.27784 | 3.873921  | -2                 | 1            |
| 6                           | 204            | 196                     | 7.99997           | -7.000031 | 7.666656 | 84.18507 | 3.889798  | 0.9130487          | 1            |
| 7                           | 210            | 203.0001                | 6.99992           | -1.07E-04 | 7.499973 | 75.38853 | 3.750673  | -1.42E-05          | 0.38607      |
| 8                           | 219            | 219.3335                | 0.33345           | 0.3335571 | 6.066669 | 60.33306 | 3.030991  | -5.50E-02          | 0.78387      |
| 9                           | 206            | 226.0002                | 20.0002           | -20.33374 | 8.388921 | 116.9454 | 4.143963  | -2.42388           | 1            |
| 10                          | 218            | 207.6669                | 10.3331           | -10.00064 | 8.666661 | 115.4922 | 4.229105  | -1.153921          | 1            |
| 11                          | 225            | 213.3336                | 11.6664           | 1.665756  | 9.041628 | 118.0688 | 4.3486    | 0.1842319          | 0.84876      |
| 12                          | 228            | 235.3336                | 7.33362           | -5.667862 | 8.851849 | 110.9258 | 4.222811  | 0.6403027          | 1            |
| 13                          | 213            | 233.667                 | -20.667           | -26.33482 | 10.03336 | 142.5456 | 4.77081   | -2.624726          | 1            |
| 14                          | 227            | 210.0003                | 16.9997           | -9.335144 | 10.66666 | 155.8586 | 5.017904  | 0.8751701          | 1            |
| 15                          | 236            | 221.667                 | 14.333            | 4.997818  | 10.97219 | 159.9899 | 5.105853  | 0.4554988          | 0.983        |
| 16                          | 244            | 248.3337                | 4.33374           | 0.6640778 | 10.46154 | 149.1277 | 4.84972   | 6.35E-02           | 1            |
| 17                          | 224            | 252.6671                | 28.6671           | -28.00301 | 11.78193 | 197.1758 | 5.41744   | -2.380817          | 1            |
| 18                          | 240            | 222.6671                | 17.3329           | -10.67012 | 12.13333 | 204.0594 | 5.537747  | 0.8794057          | 1            |
| 19                          |                | 232.0005                |                   |           |          |          |           |                    |              |
| 20                          |                | 230.0007                |                   |           |          |          |           |                    |              |
| 21                          |                | 228.001                 |                   |           |          |          |           |                    |              |
| CFE                         |                | -10.67012               |                   |           |          |          |           |                    |              |
| MAD                         |                | 12.13333                |                   |           |          |          |           |                    |              |
| MSE                         |                | 204.0594                |                   |           |          |          |           |                    |              |
| MAPE                        |                | 5.537747                |                   |           |          |          |           |                    |              |
| Trk.Signal                  |                | -0.879406               |                   |           |          |          |           |                    |              |
| R-square                    |                | 1                       |                   |           |          |          |           |                    |              |
|                             |                | m=3                     |                   |           |          |          |           |                    |              |

**Forecast Result for atlanta**

| 12/12/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast<br>by<br>SEST | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-<br>square |
|---------------------|----------------|------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|--------------|
| 1                   | 175            |                        |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 2                   | 186            | 175                    | 11                | 11       | 11       | 121      | 5.913979 | 1                  | 1            |
| 3                   | 192            | 180.6166               | 11.3834           | 22.38341 | 11.1917  | 125.291  | 5.921418 | 2                  | 1            |
| 4                   | 200            | 187.9755               | 12.0245           | 34.40787 | 11.46929 | 131.7232 | 5.951689 | 3                  | 1            |
| 5                   | 193            | 197.2623               | 4.26233           | 30.14554 | 9.667549 | 103.3343 | 5.015882 | 3.118219           | 1            |
| 6                   | 204            | 199.9237               | 4.07626           | 34.2218  | 8.549292 | 85.9906  | 4.412339 | 4.002882           | 1            |
| 7                   | 210            | 206.2435               | 3.75647           | 37.97827 | 7.750488 | 74.01067 | 3.975082 | 4.900114           | 1            |
| 8                   | 219            | 212.9732               | 6.02684           | 44.00511 | 7.504253 | 68.62669 | 3.800353 | 5.864023           | 1            |
| 9                   | 206            | 221.3902               | 15.3902           | 28.6149  | 8.489998 | 89.65569 | 4.259181 | 3.370425           | 1            |
| 10                  | 218            | 219.7191               | 1.71909           | 26.89581 | 7.737674 | 80.02231 | 3.873558 | 3.475956           | 1            |
| 11                  | 225            | 222.8646               | 2.13542           | 29.03123 | 7.177449 | 72.47608 | 3.58111  | 4.044785           | 1            |
| 12                  | 228            | 227.7365               | 0.26353           | 29.29477 | 6.548912 | 65.89366 | 3.266062 | 4.473227           | 1            |
| 13                  | 213            | 231.9528               | 18.9528           | 10.34196 | 7.582569 | 90.33659 | 3.735393 | 1.363913           | 1            |
| 14                  | 227            | 226.3943               | 0.60565           | 10.94762 | 7.045883 | 83.41584 | 3.468578 | 1.553761           | 1            |
| 15                  | 236            | 228.1577               | 7.84233           | 18.78995 | 7.102772 | 81.85058 | 3.458181 | 2.645439           | 1            |
| 16                  | 244            | 233.7012               | 10.2988           | 29.08876 | 7.315842 | 83.46491 | 3.509024 | 3.976133           | 1            |
| 17                  | 224            | 241.6016               | 17.6016           | 11.48714 | 7.958703 | 97.61192 | 3.780827 | 1.443343           | 1            |
| 18                  | 240            | 236.7041               | 3.2959            | 14.78304 | 7.684421 | 92.50904 | 3.639207 | 1.923767           | 1            |
| 19                  |                | 240.0021               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 20                  |                | 242.0806               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 21                  |                | 244.1591               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| CFE                 |                | 14.78304               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAD                 |                | 7.684421               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MSE                 |                | 92.50904               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAPE                |                | 3.639207               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| Trk.Signal          |                | 1.923767               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| R-square            |                | 1                      |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | Alpha=0.37             |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | Beta=0.38              |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | F(0)=175               |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | T(0)=0                 |                   |          |          |          |          |                    |              |



Forecast Result for atlanta

| 12/12/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast<br>by<br>DES | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-<br>square |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|--------------|
| 1                   | 175            |                       |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 2                   | 186            | 175                   | 11                | 11       | 11       | 121      | 5.913979 | 1                  | 1            |
| 3                   | 192            | 182.3964              | 9.60361           | 20.60361 | 10.3018  | 106.6146 | 5.457929 | 2                  | 1            |
| 4                   | 200            | 189.0935              | 10.9065           | 31.51012 | 10.50337 | 110.7271 | 5.456371 | 3                  | 1            |
| 5                   | 193            | 196.644               | -3.644            | 27.86612 | 8.788528 | 86.36498 | 4.564298 | 3.170738           | 1            |
| 6                   | 204            | 194.4384              | 9.56158           | 37.4277  | 8.94314  | 87.37676 | 4.588849 | 4.185074           | 1            |
| 7                   | 210            | 200.7962              | 9.20384           | 46.63155 | 8.98659  | 86.93243 | 4.554504 | 5.189014           | 1            |
| 8                   | 219            | 207.1908              | 11.8092           | 58.44073 | 9.389818 | 94.43593 | 4.674193 | 6.223841           | 1            |
| 9                   | 206            | 215.3385              | 9.33849           | 49.10225 | 9.383402 | 93.53236 | 4.656574 | 5.232883           | 1            |
| 10                  | 218            | 209.3233              | 8.67671           | 57.77896 | 9.304881 | 91.50491 | 4.581415 | 6.209532           | 1            |
| 11                  | 225            | 214.9626              | 10.0374           | 67.81635 | 9.378131 | 92.42933 | 4.56938  | 7.231328           | 1            |
| 12                  | 228            | 221.8945              | 6.10555           | 73.92189 | 9.080624 | 87.41554 | 4.397425 | 8.140618           | 1            |
| 13                  | 213            | 226.2244              | 13.2244           | 60.69748 | 9.425939 | 94.70467 | 4.548359 | 6.43941            | 1            |
| 14                  | 227            | 217.4726              | 9.52739           | 70.22487 | 9.433743 | 94.40209 | 4.521338 | 7.444009           | 1            |
| 15                  | 236            | 223.5953              | 12.4047           | 82.62961 | 9.645957 | 98.65034 | 4.573832 | 8.566242           | 1            |
| 16                  | 244            | 232.1346              | 11.8654           | 94.49504 | 9.793921 | 101.4595 | 4.593102 | 9.648335           | 1            |
| 17                  | 224            | 240.3896              | 16.3896           | 78.10548 | 10.20615 | 111.9069 | 4.763331 | 7.652787           | 1            |
| 18                  | 240            | 229.6367              | 10.3633           | 88.46878 | 10.21539 | 111.6417 | 4.737137 | 8.66034            | 1            |
| 19                  |                | 236.2566              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 20                  |                | 236.2566              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 21                  |                | 236.2566              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| CFE                 |                | 88.46878              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAD                 |                | 10.21539              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MSE                 |                | 111.6417              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAPE                |                | 4.737137              |                   |          |          |          |          |                    |              |
| Trk.Signal          |                | 8.66034               |                   |          |          |          |          |                    |              |
| R-square            |                | 1                     |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | Alpha=0.82            |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | F(0)=175              |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | F'(0)=175             |                   |          |          |          |          |                    |              |

Forecast Result for atlanta

| 12/12/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>DEST | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-<br>square |
|---------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|--------------|
| 1                   | 175            |                     |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 2                   | 186            | 175                 | 11                | 11       | 11       | 121      | 5.913979 | 1                  | 1            |
| 3                   | 192            | 181.16              | 10.84             | 21.84    | 10.92    | 119.2528 | 5.779905 | 2                  | 1            |
| 4                   | 200            | 188.0928            | 11.90718          | 33.74718 | 11.24906 | 126.7622 | 5.837801 | 3                  | 1            |
| 5                   | 193            | 196.4731            | -3.47308          | 30.27409 | 9.305065 | 98.0872  | 4.828231 | 3.253507           | 1            |
| 6                   | 204            | 197.174             | 6.82605           | 37.10014 | 8.809262 | 87.78875 | 4.531806 | 4.211493           | 1            |
| 7                   | 210            | 203.37              | 6.629959          | 43.7301  | 8.446045 | 80.48335 | 4.302692 | 5.177584           | 1            |
| 8                   | 219            | 209.9915            | 9.008545          | 52.73865 | 8.526402 | 80.57915 | 4.275663 | 6.185334           | 1            |
| 9                   | 206            | 218.4647            | -12.4647          | 40.27397 | 9.018686 | 89.92777 | 4.497557 | 4.465614           | 1            |
| 10                  | 218            | 215.6192            | 2.380829          | 42.6548  | 8.281147 | 80.56561 | 4.119176 | 5.150833           | 1            |
| 11                  | 225            | 220.1099            | 4.890091          | 47.54489 | 7.942041 | 74.90034 | 3.924596 | 5.986483           | 1            |
| 12                  | 228            | 226.1925            | 1.807495          | 49.35239 | 7.384355 | 68.38823 | 3.639884 | 6.683371           | 1            |
| 13                  | 213            | 230.9322            | -17.9322          | 31.42015 | 8.263345 | 89.4863  | 4.038134 | 3.802353           | 1            |
| 14                  | 227            | 224.7594            | 2.240585          | 33.66074 | 7.800056 | 82.98891 | 3.803435 | 4.315448           | 1            |
| 15                  | 236            | 228.4775            | 7.522507          | 41.18324 | 7.780231 | 81.10314 | 3.75944  | 5.293319           | 1            |
| 16                  | 244            | 235.3291            | 8.670898          | 49.85414 | 7.839609 | 80.70856 | 3.74572  | 6.359264           | 1            |
| 17                  | 224            | 243.4136            | -19.4136          | 30.44058 | 8.562981 | 99.21967 | 4.053286 | 3.554905           | 1            |
| 18                  | 240            | 236.4505            | 3.549469          | 33.99005 | 8.268068 | 94.12432 | 3.901854 | 4.111003           | 1            |
| 19                  |                | 240.8248            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 20                  |                | 243.4896            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| 21                  |                | 246.1544            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| CFE                 |                | 33.99005            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAD                 |                | 8.268068            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MSE                 |                | 94.12432            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| MAPE                |                | 3.901854            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| Trk.Signal          |                | 4.111003            |                   |          |          |          |          |                    |              |
| R-square            |                | 1                   |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | Alpha=0.28          |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | F(0)=175            |                   |          |          |          |          |                    |              |
|                     |                | F'(0)=175           |                   |          |          |          |          |                    |              |

Forecast Result for atlanta

| 12/12/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>LR | Forecast<br>Error | CFE       | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure |
|---------------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------|----------|----------|----------|--------------------|----------|
| 1                   | 175            | 184.9473          | -9.947342         | -9.947342 | 9.947342 | 98.94961 | 5.6842   | -1                 | 1        |
| 2                   | 186            | 188.2869          | -2.286865         | -12.23421 | 6.117104 | 52.08968 | 3.45685  | -2                 | 1        |
| 3                   | 192            | 191.6264          | 0.3735962         | -11.86061 | 4.202601 | 34.77298 | 2.36943  | -2.822207          | 0.465447 |
| 4                   | 200            | 194.9659          | 5.034073          | -6.826538 | 4.410469 | 32.41521 | 2.40633  | -1.547803          | 0.202593 |
| 5                   | 193            | 198.3055          | -5.30545          | -12.13199 | 4.589465 | 31.56173 | 2.47485  | -2.643443          | 0.401829 |
| 6                   | 204            | 201.645           | 2.355011          | -9.776978 | 4.217056 | 27.22579 | 2.25478  | -2.318437          | 0.395811 |
| 7                   | 210            | 204.9845          | 5.015488          | -4.76149  | 4.331118 | 26.92998 | 2.27386  | -1.099367          | 0.384096 |
| 8                   | 219            | 208.324           | 10.67596          | 5.914474  | 5.124224 | 37.81076 | 2.59898  | 1.154219           | 0.348687 |
| 9                   | 206            | 211.6636          | -5.663559         | 0.2509155 | 5.18415  | 37.17355 | 2.61569  | 4.84E-02           | 0.470572 |
| 10                  | 218            | 215.0031          | 2.996918          | 3.247833  | 4.965426 | 34.35435 | 2.49159  | 0.6540895          | 0.520384 |
| 11                  | 225            | 218.3426          | 6.657379          | 9.905212  | 5.11924  | 35.26038 | 2.53407  | 1.934899           | 0.531541 |
| 12                  | 228            | 221.6821          | 6.317856          | 16.22307  | 5.219125 | 35.64829 | 2.55381  | 3.108388           | 0.553928 |
| 13                  | 213            | 225.0217          | -12.02167         | 4.201401  | 5.742398 | 44.02308 | 2.79152  | 0.7316457          | 0.680945 |
| 14                  | 227            | 228.3612          | -1.361206         | 2.840195  | 5.429455 | 41.01092 | 2.63495  | 0.5231086          | 0.742096 |
| 15                  | 236            | 231.7007          | 4.299271          | 7.139465  | 5.35411  | 39.50911 | 2.58074  | 1.333455           | 0.742114 |
| 16                  | 244            | 235.0403          | 8.959747          | 16.09921  | 5.579462 | 42.05711 | 2.64894  | 2.885442           | 0.708603 |
| 17                  | 224            | 238.3798          | -14.37978         | 1.719437  | 6.097127 | 51.74657 | 2.87074  | 0.2820077          | 0.822397 |
| 18                  | 240            | 241.7193          | -1.719299         | 1.37E-04  | 5.853915 | 49.03598 | 2.75106  | 2.35E-05           | 0.859586 |
| 19                  |                | 245.0588          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| 20                  |                | 248.3984          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| 21                  |                | 251.7379          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| CFE                 |                | 1.37E-04          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| MAD                 |                | 5.853915          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| MSE                 |                | 49.03598          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| MAPE                |                | 2.751056          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| Trk Signal          |                | 2.35E-05          |                   |           |          |          |          |                    |          |
| R-sqaure            |                | 0.859586          |                   |           |          |          |          |                    |          |
|                     |                | a=181.6078        |                   |           |          |          |          |                    |          |
|                     |                | b=3.3395          |                   |           |          |          |          |                    |          |

Forecast Result for atlanta

| 12/12/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>HWA | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------|
| 1                   | 175            |                    |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 2                   | 186            |                    |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 3                   | 192            |                    |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 4                   | 200            |                    |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 5                   | 193            | 175                | 18                | 18       | 18       | 324      | 9.32643  | 1                  | 1        |
| 6                   | 204            | 198.528            | 5.472             | 23.472   | 11.736   | 176.9714 | 6.00439  | 2                  | 1        |
| 7                   | 210            | 210.4245           | -0.4245148        | 23.04749 | 7.965505 | 118.041  | 4.07031  | 2.893412           | 1        |
| 8                   | 219            | 220.8518           | -1.851807         | 21.19568 | 6.43708  | 89.38805 | 3.26413  | 3.292747           | 1        |
| 9                   | 206            | 200.5629           | 5.437149          | 26.63283 | 6.237094 | 77.42296 | 3.13918  | 4.27007            | 1        |
| 10                  | 218            | 215.4906           | 2.509369          | 29.1422  | 5.615807 | 65.56862 | 2.80783  | 5.189316           | 1        |
| 11                  | 225            | 225.2369           | -0.2368927        | 28.9053  | 4.84739  | 56.20969 | 2.42175  | 5.963065           | 1        |
| 12                  | 228            | 236.1888           | -8.188751         | 20.71655 | 5.26506  | 57.56543 | 2.56798  | 3.934723           | 1        |
| 13                  | 213            | 213.5158           | -0.5157928        | 20.20076 | 4.737364 | 51.19884 | 2.30955  | 4.264135           | 1        |
| 14                  | 227            | 223.7037           | 3.29631           | 23.49707 | 4.593259 | 47.16552 | 2.22381  | 5.115555           | 1        |
| 15                  | 236            | 232.744            | 3.255981          | 26.75305 | 4.471688 | 43.84151 | 2.14707  | 5.982764           | 1        |
| 16                  | 244            | 244.0026           | -2.56E-03         | 26.75049 | 4.099261 | 40.18805 | 1.96823  | 6.525686           | 1        |
| 17                  | 224            | 228.1955           | -4.195496         | 22.55499 | 4.106664 | 38.45068 | 1.96091  | 5.492291           | 1        |
| 18                  | 240            | 237.2267           | 2.77327           | 25.32826 | 4.011421 | 36.25356 | 1.90338  | 6.314037           | 1        |
| 19                  |                | 246.1687           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 20                  |                | 254.7713           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| 21                  |                | 238.0259           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| CFE                 |                | 25.32826           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| MAD                 |                | 4.011421           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| MSE                 |                | 36.25356           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| MAPE                |                | 1.90338            |                   |          |          |          |          |                    |          |
| Trk.Signal          |                | 6.314037           |                   |          |          |          |          |                    |          |
| R-sqaure            |                | 1                  |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | c=4                |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | Alpha=0.58         |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | Beta=0.2           |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | Gamma=0.44         |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | F(0)=188.25        |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | T(0)=0             |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | S(1)=-13.25        |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | S(2)=-2.25         |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | S(3)=3.75          |                   |          |          |          |          |                    |          |
|                     |                | S(4)=11.75         |                   |          |          |          |          |                    |          |

## Peramalan Untuk Produk Sultan Table

| Forecast Result for Sultan table |                |                   |                   |          |          |          |          |                    |           |
|----------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------|
| 12/13/2006<br>Month              | Actual<br>Data | Forecast by<br>SA | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
| 1                                | 315            |                   |                   |          |          |          |          |                    |           |
| 2                                | 326            | 315               | 11                | 11       | 11       | 121      | 3.374233 | 1                  | 1         |
| 3                                | 295            | 320.5             | -25.5             | -14.5    | 18.25    | 385.625  | 6.009151 | -                  | -         |
| 4                                | 310            | 312               | -2                | -16.5    | 12.83333 | 258.4167 | 4.221154 | 0.7945206          | 0.2502601 |
| 5                                | 328            | 311.5             | 16.5              | 0        | 13.75    | 261.875  | 4.423488 | -1.285714          | 0.2661227 |
| 6                                | 334            | 314.8             | 19.20001          | 19.20001 | 14.84    | 283.2281 | 4.688491 | 0                  | 7.17E-02  |
| 7                                | 325            | 318               | 7                 | 26.20001 | 13.53334 | 244.1901 | 4.266051 | 1.293801           | 0.1235961 |
| 8                                | 307            | 319               | -12               | 14.20001 | 13.31429 | 229.8772 | 4.215014 | 1.935961           | 0.1668427 |
| 9                                | 286            | 317.5             | -31.5             | 17.29999 | 15.5875  | 325.1738 | 5.064886 | 1.066524           | 8.50E-02  |
| 10                               | 310            | 314               | -4                | 21.29999 | 14.3     | 290.8212 | 4.64549  | -1.109863          | 5.39E-02  |
| 11                               | 325            | 313.6             | 11.39999          | 9.899994 | 14.01    | 274.735  | 4.53171  | -                  | 6.15E-02  |
| 12                               | 308            | 314.6364          | 6.636353          | 16.53635 | 13.33967 | 253.7629 | 4.315614 | 0.7066377          | 4.18E-02  |
| 13                               | 298            | 314.0833          | 16.08334          | 32.61969 | 13.56831 | 254.1721 | 4.405737 | -1.239637          | 4.81E-02  |
| 14                               | 325            | 312.8462          | 12.15384          | 20.46585 | 13.4595  | 245.9832 | 4.354499 | -2.404109          | 7.00E-02  |
| 15                               | 312            | 313.7143          | 1.714294          | 22.18015 | 12.62056 | 228.6228 | 4.082711 | -1.52055           | 4.70E-02  |
| 16                               | 341            | 313.6             | 27.39999          | 5.219849 | 13.60585 | 263.432  | 4.346209 | -1.757461          | 4.88E-02  |
| 17                               | 277            | 315.3125          | -38.3125          | 33.09265 | 15.15002 | 338.7079 | 4.939023 | 0.3836472          | 2.91E-02  |
| 18                               | 319            | 313.0588          | 5.941162          | 27.15149 | 14.60832 | 320.8603 | 4.758047 | -2.18433           | 3.48E-02  |
| 19                               |                | 313.3889          |                   |          |          |          |          | -1.858631          | 3.00E-02  |
| 20                               |                | 313.3889          |                   |          |          |          |          |                    |           |
| 21                               |                | 313.3889          |                   |          |          |          |          |                    |           |
| CFE                              |                | -27.15149         |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MAD                              |                | 14.60832          |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MSE                              |                | 320.8603          |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MAPE                             |                | 4.758047          |                   |          |          |          |          |                    |           |
| Trk. Signal                      |                | -1.858631         |                   |          |          |          |          |                    |           |
| R-sqaure                         |                | 3.00E-02          |                   |          |          |          |          |                    |           |

Forecast Result for Sultan table

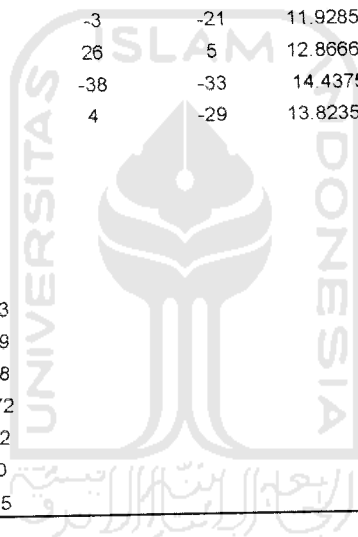
| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>3-MA | Forecast<br>Error | CFE       | MAD      | MSE      | MAPE (%)  | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------|----------|----------|-----------|--------------------|-----------|
| 1                   | 315            |                     |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 2                   | 326            |                     |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 3                   | 295            |                     |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 4                   | 310            | 312                 | -2                | -2        | 2        | 4        | 0.6451613 | -1                 | 1         |
| 5                   | 328            | 310.3333            | 17.66666          | 15.66666  | 9.833328 | 158.0554 | 3.015669  | 1.59322            | 0.7661169 |
| 6                   | 334            | 311                 | 23                | 38.66666  | 14.22222 | 281.7036 | 4.305855  | 2.71875            | 1         |
| 7                   | 325            | 324                 | 1                 | 39.66666  | 10.91666 | 211.5277 | 3.306314  | 3.633588           | 1         |
| 8                   | 307            | 329                 | -22               | 17.66666  | 13.13333 | 266.0222 | 4.078276  | 1.345177           | 0.6545216 |
| 9                   | 286            | 322                 | -36               | 18.33334  | 16.94444 | 437.6852 | 5.496466  | -1.081968          | 0.2389601 |
| 10                  | 310            | 306                 | 4                 | 14.33334  | 15.09524 | 377.4444 | 4.895588  | 0.9495276          | 0.2976314 |
| 11                  | 325            | 301                 | 24                | 9.666656  | 16.20833 | 402.2639 | 5.206717  | 0.5964004          | 0.3916676 |
| 12                  | 308            | 307                 | 1                 | 10.66666  | 14.51852 | 357.679  | 4.664268  | 0.7346932          | 0.4087509 |
| 13                  | 298            | 314.3333            | 16.33334          | 5.666687  | 14.7     | 348.5889 | 4.74594   | 0.3854889          | 0.3521342 |
| 14                  | 325            | 310.3333            | 14.66666          | 8.999969  | 14.69697 | 336.4545 | 4.724747  | 0.6123691          | 0.3374441 |
| 15                  | 312            | 310.3333            | 1.666656          | 10.66663  | 13.61111 | 308.6481 | 4.375533  | 0.7836705          | 0.341719  |
| 16                  | 341            | 311.6667            | 29.33334          | 39.99997  | 14.82051 | 351.0941 | 4.700658  | 2.69896            | 0.3007482 |
| 17                  | 277            | 326                 | -49               | 9.000031  | 17.2619  | 497.5159 | 5.628434  | 0.5213811          | 0.2088893 |
| 18                  | 319            | 310                 | 9                 | -3.05E-05 | 16.71111 | 469.7482 | 5.441293  | -1.83E-06          | 0.2094205 |
| 19                  |                | 312.3333            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 20                  |                | 312.3333            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 21                  |                | 312.3333            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| CFE                 |                | -3.05E-05           |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MAD                 |                | 16.71111            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MSE                 |                | 469.7482            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MAPE                |                | 5.441293            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| Trk. Signal         |                | -1.83E-06           |                   |           |          |          |           |                    |           |
| R-sqaure            |                | 0.2094205           |                   |           |          |          |           |                    |           |
|                     |                | m=3                 |                   |           |          |          |           |                    |           |

**Forecast Result for Sultan table**

| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>3-WMA | Forecast<br>Error | CFE       | MAD      | MSE      | MAPE (%)  | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|----------------------|-------------------|-----------|----------|----------|-----------|--------------------|-----------|
| 1                   | 315            |                      |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 2                   | 326            |                      |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 3                   | 295            |                      |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 4                   | 310            | 312                  | -2                | -2        | 2        | 4        | 0.6451613 | -1                 | 1         |
| 5                   | 328            | 310.3333             | 17.66666          | 15.66666  | 9.833328 | 158.0554 | 3.015669  | 1.59322            | 0.7661169 |
| 6                   | 334            | 311                  | 23                | 38.66666  | 14.22222 | 281.7036 | 4.305855  | 2.71875            | 1         |
| 7                   | 325            | 324                  | 1                 | 39.66666  | 10.91666 | 211.5277 | 3.306314  | 3.633588           | 1         |
| 8                   | 307            | 329                  | -22               | 17.66666  | 13.13333 | 266.0222 | 4.078276  | 1.345177           | 0.6545216 |
| 9                   | 286            | 322                  | -36               | 18.33334  | 16.94444 | 437.6852 | 5.496466  | -1.081968          | 0.2389601 |
| 10                  | 310            | 306                  | 4                 | 14.33334  | 15.09524 | 377.4444 | 4.895588  | 0.9495276          | 0.2976314 |
| 11                  | 325            | 301                  | 24                | 9.66656   | 16.20833 | 402.2639 | 5.206717  | 0.5964004          | 0.3916676 |
| 12                  | 308            | 307                  | 1                 | 10.66666  | 14.51852 | 357.679  | 4.664268  | 0.7346932          | 0.4087509 |
| 13                  | 298            | 314.3333             | 16.33334          | 5.666687  | 14.7     | 348.5889 | 4.74594   | 0.3854889          | 0.3521342 |
| 14                  | 325            | 310.3333             | 14.66666          | 8.999969  | 14.69697 | 336.4545 | 4.724747  | 0.6123691          | 0.3374441 |
| 15                  | 312            | 310.3333             | 1.66656           | 10.66663  | 13.61111 | 308.6481 | 4.375533  | 0.7836705          | 0.341719  |
| 16                  | 341            | 311.6667             | 29.33331          | 39.99994  | 14.82051 | 351.0939 | 4.700657  | 2.698958           | 0.3007481 |
| 17                  | 277            | 326                  | -49               | 9.000061  | 17.2619  | 497.5158 | 5.628434  | 0.5213829          | 0.2088893 |
| 18                  | 319            | 310                  | 9                 | -6.10E-05 | 16.71111 | 469.748  | 5.441293  | -3.65E-06          | 0.2094205 |
| 19                  |                | 312.3333             |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 20                  |                | 312.3333             |                   |           |          |          |           |                    |           |
| 21                  |                | 312.3333             |                   |           |          |          |           |                    |           |
| CFE                 |                | -6.10E-05            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MAD                 |                | 16.71111             |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MSE                 |                | 469.748              |                   |           |          |          |           |                    |           |
| MAPE                |                | 5.441293             |                   |           |          |          |           |                    |           |
| Trk. Signal         |                | -3.65E-06            |                   |           |          |          |           |                    |           |
| R-sqaure            |                | 0.2094205            |                   |           |          |          |           |                    |           |
|                     |                | m=3                  |                   |           |          |          |           |                    |           |
|                     |                | W(1)=0.3333333       |                   |           |          |          |           |                    |           |
|                     |                | W(2)=0.3333333       |                   |           |          |          |           |                    |           |
|                     |                | W(3)=0.3333333       |                   |           |          |          |           |                    |           |

**Forecast Result for Sultan table**

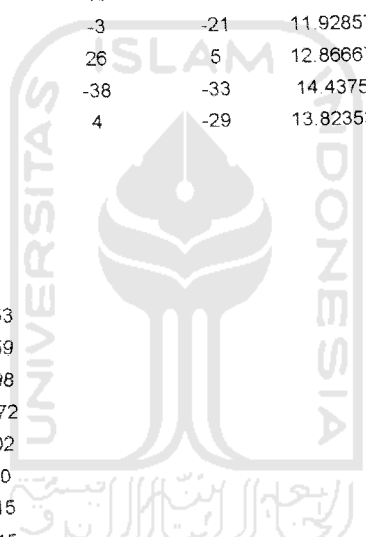
| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>SES | Forecast<br>Error | CFE | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|-----|----------|----------|----------|--------------------|-----------|
| 1                   | 315            |                    |                   |     |          |          |          | 1                  | 1         |
| 2                   | 326            | 315                | 11                | 11  | 11       | 121      | 3.374233 | 1                  |           |
| 3                   | 295            | 315                | -20               | -9  | 15.5     | 260.5    | 5.076947 | -0.5806451         | 0.0842872 |
| 4                   | 310            | 315                | -5                | -14 | 12       | 182      | 3.922266 | -1.166667          | 0.1359217 |
| 5                   | 328            | 315                | 13                | -1  | 12.25    | 178.75   | 3.932553 | -8.16E-02          | 3.50E-04  |
| 6                   | 334            | 315                | 19                | 18  | 13.6     | 215.2    | 4.283767 | 1.323529           | 0.0640825 |
| 7                   | 325            | 315                | 10                | 28  | 13       | 196      | 4.082626 | 2.153846           | 0.1249994 |
| 8                   | 307            | 315                | -8                | 20  | 12.28571 | 177.1429 | 3.87166  | 1.627907           | 4.83E-02  |
| 9                   | 286            | 315                | -29               | -9  | 14.375   | 260.125  | 4.655185 | -0.626087          | 4.89E-03  |
| 10                  | 310            | 315                | -5                | -14 | 13.33333 | 234      | 4.317154 | -1.05              | 1.04E-02  |
| 11                  | 325            | 315                | 10                | -4  | 13       | 220.6    | 4.193131 | -0.3076923         | 7.26E-04  |
| 12                  | 308            | 315                | -7                | -11 | 12.45455 | 205      | 4.018549 | -0.8832117         | 4.90E-03  |
| 13                  | 298            | 315                | -17               | -28 | 12.83333 | 212      | 4.159061 | -2.181818          | 2.64E-02  |
| 14                  | 325            | 315                | 10                | -18 | 12.61539 | 203.3846 | 4.07582  | -1.426829          | 9.52E-03  |
| 15                  | 312            | 315                | -3                | -21 | 11.92857 | 189.5    | 3.853371 | -1.760479          | 1.20E-02  |
| 16                  | 341            | 315                | 26                | 5   | 12.86667 | 221.9333 | 4.104789 | 0.388601           | 5.01E-04  |
| 17                  | 277            | 315                | -38               | -33 | 14.4375  | 298.3125 | 4.70564  | -2.285714          | 1.45E-02  |
| 18                  | 319            | 315                | 4                 | -29 | 13.82353 | 281.7059 | 4.502598 | -2.097872          | 1.04E-02  |
| 19                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| 20                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| 21                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| CFE                 |                | -29                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MAD                 |                | 13.82353           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MSE                 |                | 281.7059           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MAPE                |                | 4.502598           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| Trk Signal          |                | -2.097872          |                   |     |          |          |          |                    |           |
| R-sqaure            |                | 1.04E-02           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| Alpha=0             |                |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |
| F(0)=315            |                |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |





**Forecast Result for Sultan table**

| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>DES | Forecast<br>Error | CFE | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|-----|----------|----------|----------|--------------------|-----------|
| 1                   | 315            |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |
| 2                   | 326            | 315                | 11                | 11  | 11       | 121      | 3.374233 | 1                  | 1         |
| 3                   | 295            | 315                | -20               | -9  | 15.5     | 260.5    | 5.076947 | -0.5806451         | 0.0842872 |
| 4                   | 310            | 315                | -5                | -14 | 12       | 182      | 3.922266 | -1.166667          | 0.1359217 |
| 5                   | 328            | 315                | 13                | -1  | 12.25    | 178.75   | 3.932553 | -8.16E-02          | 3.50E-04  |
| 6                   | 334            | 315                | 19                | 18  | 13.6     | 215.2    | 4.283767 | 1.323529           | 0.0640825 |
| 7                   | 325            | 315                | 10                | 28  | 13       | 196      | 4.082626 | 2.153846           | 0.1249994 |
| 8                   | 307            | 315                | -8                | 20  | 12.28571 | 177.1429 | 3.87166  | 1.627907           | 4.83E-02  |
| 9                   | 286            | 315                | -29               | -9  | 14.375   | 260.125  | 4.655185 | -0.626087          | 4.89E-03  |
| 10                  | 310            | 315                | -5                | -14 | 13.93333 | 234      | 4.317154 | -1.05              | 1.04E-02  |
| 11                  | 325            | 315                | 10                | -4  | 13       | 220.6    | 4.193131 | -0.3076923         | 7.26E-04  |
| 12                  | 308            | 315                | -7                | -11 | 12.45455 | 205      | 4.018549 | -0.8832117         | 4.90E-03  |
| 13                  | 298            | 315                | -17               | -28 | 12.83333 | 212      | 4.159061 | -2.181818          | 2.64E-02  |
| 14                  | 325            | 315                | 10                | -18 | 12.61539 | 203.3846 | 4.07582  | -1.426829          | 9.52E-03  |
| 15                  | 312            | 315                | -3                | -21 | 11.92857 | 189.5    | 3.853371 | -1.760479          | 1.20E-02  |
| 16                  | 341            | 315                | 26                | -5  | 12.86667 | 221.9333 | 4.104789 | 0.388601           | 5.01E-04  |
| 17                  | 277            | 315                | -38               | -33 | 14.4375  | 298.3125 | 4.70564  | -2.285714          | 1.45E-02  |
| 18                  | 319            | 315                | 4                 | -29 | 13.82353 | 281.7059 | 4.502598 | -2.097872          | 1.04E-02  |
| 19                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| 20                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| 21                  |                | 315                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| CFE                 |                | -29                |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MAD                 |                | 13.82353           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MSE                 |                | 281.7059           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| MAPE                |                | 4.502598           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| Trk.Signal          |                | -2.097872          |                   |     |          |          |          |                    |           |
| R-sqaure            |                | 1.04E-02           |                   |     |          |          |          |                    |           |
| Alpha=0             |                |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |
| F(0)=315            |                |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |
| F'(0)=315           |                |                    |                   |     |          |          |          |                    |           |





## Peramalan Untuk Produk Madrid Lamp Table

| Forecast Result for MADRID TABLE |        |             |          |          |          |          |          |           |           |
|----------------------------------|--------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 12/13/2006                       | Actual | Forecast by | Forecast | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE     | Tracking  | R-sqaure  |
| Month                            | Data   | SA          | Error    |          |          |          | (%)      | Signal    |           |
| 1                                | 351    |             |          |          |          |          |          |           |           |
| 2                                | 360    | 351         | 9        | 9        | 9        | 81       | 2.5      | 1         | 1         |
| 3                                | 348    | 355.5       | -7.5     | 1.5      | 8.25     | 68.625   | 2.327586 | 0.1818182 | 0.15625   |
| 4                                | 372    | 353         | 19       | 20.5     | 11.83333 | 166.0833 | 3.254233 | 1.732394  | 0.5217014 |
| 5                                | 390    | 357.75      | 32.25    | 52.75    | 16.9375  | 384.5781 | 4.507982 | 3.114391  | 7.49E-01  |
| 6                                | 384    | 364.2       | 19.79999 | 72.54999 | 17.51    | 386.0704 | 4.637635 | 4.143346  | 0.9797007 |
| 7                                | 375    | 367.5       | 7.5      | 80.04999 | 15.84166 | 331.1003 | 4.198029 | 5.05313   | 1         |
| 8                                | 388    | 368.5714    | 19.42856 | 99.47855 | 16.35408 | 337.7244 | 4.313648 | 6.082798  | 1.00E+00  |
| 9                                | 357    | 371         | -14      | 85.47855 | 16.05982 | 320.0089 | 4.264638 | 5.32251   | 7.92E-01  |
| 10                               | 340    | 369.4445    | 29.44446 | 56.03409 | 17.547   | 380.783  | 4.753026 | 3.193371  | 3.21E-01  |
| 11                               | 365    | 366.5       | -1.5     | 54.53409 | 15.9423  | 342.9297 | 4.31882  | 3.420716  | 3.07E-01  |
| 12                               | 376    | 366.3636    | 9.636353 | 64.17044 | 15.36903 | 320.196  | 4.159187 | 4.175308  | 3.34E-01  |
| 13                               | 355    | 367.1667    | 12.16666 | 52.00378 | 15.10217 | 305.8487 | 4.09819  | 3.443465  | 2.67E-01  |
| 14                               | 364    | 366.2308    | 2.230774 | 49.77301 | 14.11206 | 282.7047 | 3.830087 | 3.526984  | 2.57E-01  |
| 15                               | 412    | 366.0714    | 45.92856 | 95.70157 | 16.38467 | 413.1852 | 4.352774 | 5.840922  | 2.55E-01  |
| 16                               | 321    | 369.1333    | 48.13333 | 47.56824 | 18.50125 | 540.094  | 5.062243 | 2.571083  | 1.04E-01  |
| 17                               | 387    | 366.125     | 20.875   | 68.44324 | 18.6496  | 533.5735 | 5.082982 | 3.669956  | 1.18E-01  |
| 18                               | 369    | 367.3529    | 1.647064 | 70.0903  | 17.64946 | 502.3464 | 4.810239 | 3.971244  | 1.19E-01  |
| 19                               |        | 367.4445    |          |          |          |          |          |           |           |
| 20                               |        | 367.4445    |          |          |          |          |          |           |           |
| 21                               |        | 367.4445    |          |          |          |          |          |           |           |
| CFE                              |        | 70.0903     |          |          |          |          |          |           |           |
| MAD                              |        | 17.64946    |          |          |          |          |          |           |           |
| MSE                              |        | 502.3464    |          |          |          |          |          |           |           |
| MAPE                             |        | 4.810239    |          |          |          |          |          |           |           |
| Trk. Signal                      |        | 3.971244    |          |          |          |          |          |           |           |
| R-sqaure                         |        | 1.19E-01    |          |          |          |          |          |           |           |

**Forecast Result for MADRID TABLE**

| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>3-MA | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE<br>(%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|-------------|--------------------|-----------|
| 1                   | 351            |                     |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 2                   | 360            |                     |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 3                   | 348            |                     |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 4                   | 372            | 353                 | 19                | 19       | 19       | 361      | 5.107527    | 1                  | 1         |
| 5                   | 390            | 360                 | 30                | 49       | 24.5     | 630.5    | 6.399917    | 2                  | 1         |
| 6                   | 384            | 370                 | 14                | 63       | 21       | 485.6667 | 5.481889    | 3                  | 1         |
| 7                   | 375            | 382                 | -7                | 56       | 17.5     | 376.5    | 4.578084    | 3.2                | 1         |
| 8                   | 388            | 383                 | 5                 | 61       | 15       | 306.2    | 3.920199    | 4.066667           | 1         |
| 9                   | 357            | 382.3333            | 25.33334          | 35.66666 | 16.72222 | 362.1297 | 4.449528    | 2.13289            | 1         |
| 10                  | 340            | 373.3333            | 33.33334          | 2.333313 | 19.09524 | 469.1272 | 5.214442    | 0.1221934          | 0.4235921 |
| 11                  | 365            | 361.6667            | 3.333344          | 5.666656 | 17.125   | 411.8752 | 4.676792    | 0.3308996          | 0.4611356 |
| 12                  | 376            | 354                 | 22                | 27.66666 | 17.66667 | 419.889  | 4.807267    | 1.566037           | 0.6170704 |
| 13                  | 355            | 360.3333            | 5.333344          | 22.33331 | 16.43334 | 380.7446 | 4.476775    | 1.359025           | 0.5611414 |
| 14                  | 364            | 365.3333            | 1.333344          | 20.99997 | 15.06061 | 346.2931 | 4.103096    | 1.394364           | 0.5512663 |
| 15                  | 412            | 365                 | 47                | 67.99997 | 17.72223 | 501.5186 | 4.711818    | 3.836988           | 0.4119875 |
| 16                  | 321            | 377                 | -56               | 11.99997 | 20.66667 | 704.171  | 5.691331    | 0.5806436          | 0.2078722 |
| 17                  | 387            | 365.6667            | 21.33334          | 33.33331 | 20.71429 | 686.381  | 5.678557    | 1.609194           | 0.2097741 |
| 18                  | 369            | 373.3333            | 4.333344          | 2.90E+01 | 19.62223 | 641.8742 | 5.378276    | 1.48E+00           | 0.2101244 |
| 19                  |                | 359                 |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 20                  |                | 359                 |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 21                  |                | 359                 |                   |          |          |          |             |                    |           |
| CFE                 |                | 2.90E+01            |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MAD                 |                | 19.62223            |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MSE                 |                | 641.8742            |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MAPE                |                | 5.378276            |                   |          |          |          |             |                    |           |
| Trk.Signal          |                | 1.48E+00            |                   |          |          |          |             |                    |           |
| R-sqaure            |                | 0.2101244           |                   |          |          |          |             |                    |           |
|                     |                | m=3                 |                   |          |          |          |             |                    |           |

**Forecast Result for MADRID TABLE**

| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>3-WMA | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE<br>(%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|----------------------|-------------------|----------|----------|----------|-------------|--------------------|-----------|
| 1                   | 351            |                      |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 2                   | 360            |                      |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 3                   | 348            |                      |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 4                   | 372            | 353                  | 19                | 19       | 19       | 361      | 5.107527    | 1                  | 1         |
| 5                   | 390            | 360                  | 30                | 49       | 24.5     | 630.5    | 6.399917    | 2                  | 1         |
| 6                   | 384            | 370                  | 14                | 63       | 21       | 485.6667 | 5.481889    | 3                  | 1         |
| 7                   | 375            | 382                  | -7                | 56       | 17.5     | 376.5    | 4.578084    | 3.2                | 1         |
| 8                   | 388            | 383                  | 5                 | 61       | 15       | 306.2    | 3.920199    | 4.066667           | 1         |
| 9                   | 357            | 382.3333             | 25.33334          | 35.66666 | 16.72222 | 362.1297 | 4.449528    | 2.13289            | 1         |
| 10                  | 340            | 373.3333             | 33.33334          | 2.333313 | 19.09524 | 469.1272 | 5.214442    | 0.1221934          | 0.4235921 |
| 11                  | 365            | 361.6667             | 3.333313          | 5.666626 | 17.125   | 411.8752 | 4.676791    | 0.3308979          | 0.4611353 |
| 12                  | 376            | 354                  | 22                | 27.66663 | 17.66667 | 419.889  | 4.807265    | 1.566036           | 0.6170701 |
| 13                  | 355            | 360.3333             | 5.333344          | 22.33328 | 16.43333 | 380.7446 | 4.476774    | 1.359023           | 0.5611412 |
| 14                  | 364            | 365.3333             | 1.333344          | 20.99994 | 15.06061 | 346.2931 | 4.103095    | 1.394362           | 0.5512661 |
| 15                  | 412            | 365                  | 47                | 67.99994 | 17.72222 | 501.5186 | 4.711817    | 3.836987           | 0.4119874 |
| 16                  | 321            | 377                  | -56               | 11.99994 | 20.66667 | 704.171  | 5.69133     | 0.5806422          | 0.2078721 |
| 17                  | 387            | 365.6667             | 21.33331          | 33.33325 | 20.71428 | 686.381  | 5.678555    | 1.609192           | 0.209774  |
| 18                  | 369            | 373.3333             | 4.333344          | 2.90E+01 | 19.62222 | 641.8741 | 5.378274    | 1.48E+00           | 0.2101243 |
| 19                  |                | 359                  |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 20                  |                | 359                  |                   |          |          |          |             |                    |           |
| 21                  |                | 359                  |                   |          |          |          |             |                    |           |
| CFE                 |                | 2.90E+01             |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MAD                 |                | 19.62222             |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MSE                 |                | 641.8741             |                   |          |          |          |             |                    |           |
| MAPE                |                | 5.378274             |                   |          |          |          |             |                    |           |
| Trk. Signal         |                | 1.48E+00             |                   |          |          |          |             |                    |           |
| R-sqaure            |                | 0.2101243            |                   |          |          |          |             |                    |           |
|                     |                | m=3                  |                   |          |          |          |             |                    |           |
|                     |                | W(1)=0.3333333       |                   |          |          |          |             |                    |           |
|                     |                | W(2)=0.3333333       |                   |          |          |          |             |                    |           |
|                     |                | W(3)=0.3333333       |                   |          |          |          |             |                    |           |

**Forecast Result for MADRID TABLE**

| 12/13/2006<br>Month | Actual<br>Data | Forecast by<br>SES | Forecast<br>Error | CFE      | MAD      | MSE      | MAPE (%) | Tracking<br>Signal | R-sqaure  |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------|
| 1                   | 351            |                    |                   |          |          |          |          |                    |           |
| 2                   | 360            | 351                | 9                 | 9        | 9        | 81       | 2.5      | 1                  | 1         |
| 3                   | 348            | 352.26             | -4.26001          | 4.73999  | 6.630005 | 49.57384 | 1.86207  | 0.7149301          | 0.1670495 |
| 4                   | 372            | 351.6636           | 20.3364           | 25.07639 | 11.1988  | 170.9056 | 3.063638 | 2.239202           | 0.7305658 |
| 5                   | 390            | 354.5107           | 35.48929          | 60.56567 | 17.27142 | 443.0516 | 4.572683 | 3.51E+00           | 9.60E-01  |
| 6                   | 384            | 359.4792           | 24.52078          | 85.08646 | 18.72129 | 474.695  | 4.93527  | 4.544902           | 1         |
| 7                   | 375            | 362.9121           | 12.08786          | 97.17432 | 17.61572 | 419.9319 | 4.649963 | 5.51634            | 1         |
| 8                   | 388            | 364.6044           | 23.39557          | 120.5699 | 18.44142 | 438.1349 | 4.847081 | 6.537995           | 1.00E+00  |
| 9                   | 357            | 367.8798           | -10.87982         | 109.6901 | 17.49622 | 398.1643 | 4.622142 | 6.269359           | 1.00E+00  |
| 10                  | 340            | 366.3567           | -26.35666         | 83.3334  | 18.48071 | 431.1098 | 4.969899 | 4.50921            | 4.41E-01  |
| 11                  | 365            | 362.6667           | 2.333282          | 85.66669 | 16.86597 | 388.5432 | 4.536835 | 5.079263           | 4.30E-01  |
| 12                  | 376            | 362.9934           | 13.00662          | 98.67331 | 16.51512 | 368.6004 | 4.438869 | 5.974726           | 4.82E-01  |
| 13                  | 355            | 364.8143           | -9.814301         | 88.85901 | 15.95672 | 345.9104 | 4.299345 | 5.568753           | 3.80E-01  |
| 14                  | 364            | 363.4403           | 0.5596924         | 89.4187  | 14.77233 | 319.326  | 3.980455 | 6.053121           | 3.67E-01  |
| 15                  | 412            | 363.5187           | 48.48132          | 137.9    | 17.18011 | 464.4055 | 4.536659 | 8.026723           | 3.82E-01  |
| 16                  | 321            | 370.3061           | -49.30606         | 88.59396 | 19.32184 | 595.5176 | 5.258224 | 4.585171           | 1.50E-01  |
| 17                  | 387            | 363.4032           | 23.5968           | 112.1908 | 19.58903 | 593.0983 | 5.310671 | 5.727224           | 1.79E-01  |
| 18                  | 369            | 366.7068           | 2.293243          | 114.484  | 18.57163 | 558.5195 | 5.034836 | 6.164456           | 1.80E-01  |
| 19                  |                | 367.0278           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| 20                  |                | 367.0278           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| 21                  |                | 367.0278           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| CFE                 |                | 114.484            |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MAD                 |                | 18.57163           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MSE                 |                | 558.5195           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| MAPE                |                | 5.034836           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| Trk.Signal          |                | 6.164456           |                   |          |          |          |          |                    |           |
| R-sqaure            |                | 1.80E-01           |                   |          |          |          |          |                    |           |
|                     |                | Alpha=0.14         |                   |          |          |          |          |                    |           |
|                     |                | F(0)=351           |                   |          |          |          |          |                    |           |







Combined Report for 19

|    | 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                 | 247            | 318.461,00               | 78.659.860,00      | 0                | basic        | 211.726,80          | M                   |
| 2  | X2                 | 303            | 420.129,00               | 127.299.100,00     | 0                | basic        | 192.590,40          | M                   |
| 3  | X3                 | 332,8945       | 170.510,00               | 56.761.850,00      | 0                | basic        | 0                   | 256.466,30          |
| 4  | X4                 | 17             | 264.327,00               | 4.493.559,00       | 0                | basic        | 172.080,20          | M                   |
| 5  | X5                 | 12             | 1.166.468,00             | 13.997.620,00      | 0                | basic        | 146.074,30          | M                   |
| 6  | X6                 | 90             | 875.810,00               | 78.822.900,00      | 0                | basic        | 177.207,80          | M                   |
| 7  | X7                 | 21             | 765.749,00               | 16.080.730,00      | 0                | basic        | 194.675,80          | M                   |
| 8  | X8                 | 34             | 697.621,00               | 23.719.110,00      | 0                | basic        | 168.007,60          | M                   |
|    | Objective Function |                | (Max.) =                 | 399.834.700,00     |                  |              |                     |                     |
|    | Constraint         | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |
| 1  | C1                 | 24.517,56      | <=                       | 100.800,00         | 76.282,44        | 0            | 24.517,56           | M                   |
| 2  | C2                 | 15.721,10      | <=                       | 20.160,00          | 4.438,90         | 0            | 15.721,10           | M                   |
| 3  | C3                 | 10.281,88      | <=                       | 50.400,00          | 40.118,12        | 0            | 10.281,88           | M                   |
| 4  | C4                 | 18.205,15      | <=                       | 40.320,00          | 22.114,85        | 0            | 18.205,15           | M                   |
| 5  | C5                 | 12.373,79      | <=                       | 80.640,00          | 68.266,21        | 0            | 12.373,79           | M                   |
| 6  | C6                 | 12.003,91      | <=                       | 60.480,00          | 48.476,09        | 0            | 12.003,91           | M                   |
| 7  | C7                 | 40.206,54      | <=                       | 50.400,00          | 10.193,46        | 0            | 40.206,55           | M                   |
| 8  | C8                 | 19.419,02      | <=                       | 70.560,00          | 51.140,98        | 0            | 19.419,02           | M                   |
| 9  | C9                 | 80.640,01      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,38     | 57.503,83           | 83.079,83           |
| 10 | C10                | 34.073,63      | <=                       | 50.400,00          | 16.326,37        | 0            | 34.073,63           | M                   |
| 11 | C11                | 52.652,14      | <=                       | 100.800,00         | 48.147,85        | 0            | 52.652,15           | M                   |
| 12 | C12                | 247            | <=                       | 247                | 0                | 106.734,20   | 218,7285            | 511,2303            |
| 13 | C13                | 303            | <=                       | 303                | 0                | 227.538,60   | 271,9193            | 597,7283            |
| 14 | C14                | 332,8945       | <=                       | 368                | 35,1055          | 0            | 332,8945            | M                   |
| 15 | C15                | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,84    | 0                   | 346,857             |
| 16 | C16                | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.394,00 | 0                   | 400,5819            |
| 17 | C17                | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,30   | 56,2214             | 410,3124            |
| 18 | C18                | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.073,20   | 0                   | 312,5711            |
| 19 | C19                | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.613,40   | 0                   | 371,8529            |

Combined Report for 20

|    | 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                 | 255            | 318.468,00               | 81.209.340,00      | 0                | basic        | 211.735,50          | M                   |
| 2  | X2                 | 313            | 420.136,00               | 131.502.600,00     | 0                | basic        | 192.598,30          | M                   |
| 3  | X3                 | 311,6657       | 170.517,00               | 53.144.310,00      | 0                | basic        | 0                   | 256.471,90          |
| 4  | X4                 | 17             | 264.334,00               | 4.493.678,00       | 0                | basic        | 172.087,20          | M                   |
| 5  | X5                 | 12             | 1.166.475,00             | 13.997.700,00      | 0                | basic        | 146.080,30          | M                   |
| 6  | X6                 | 90             | 875.817,00               | 78.823.530,00      | 0                | basic        | 177.215,00          | M                   |
| 7  | X7                 | 21             | 765.756,00               | 16.080.880,00      | 0                | basic        | 194.683,80          | M                   |
| 8  | X8                 | 34             | 697.628,00               | 23.719.350,00      | 0                | basic        | 168.014,40          | M                   |
|    | Objective Function |                | (Max.) =                 | 402.971.300,00     |                  |              |                     |                     |
|    | Constraint         | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |
| 1  | C1                 | 24.800,75      | <=                       | 100.800,00         | 75.999,24        | 0            | 24.800,76           | M                   |
| 2  | C2                 | 15.849,99      | <=                       | 20.160,00          | 4.310,01         | 0            | 15.849,99           | M                   |
| 3  | C3                 | 10.326,48      | <=                       | 50.400,00          | 40.073,52        | 0            | 10.326,48           | M                   |
| 4  | C4                 | 18.499,25      | <=                       | 40.320,00          | 21.820,74        | 0            | 18.499,26           | M                   |
| 5  | C5                 | 12.280,59      | <=                       | 80.640,00          | 68.359,41        | 0            | 12.280,59           | M                   |
| 6  | C6                 | 11.959,89      | <=                       | 60.480,00          | 48.520,11        | 0            | 11.959,89           | M                   |
| 7  | C7                 | 40.667,50      | <=                       | 50.400,00          | 9.732,50         | 0            | 40.667,50           | M                   |
| 8  | C8                 | 19.593,92      | <=                       | 70.560,00          | 50.966,08        | 0            | 19.593,92           | M                   |
| 9  | C9                 | 80.640,00      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,48     | 58.979,23           | 84.555,23           |
| 10 | C10                | 34.001,64      | <=                       | 50.400,00          | 16.398,36        | 0            | 34.001,64           | M                   |
| 11 | C11                | 52.586,65      | <=                       | 100.800,00         | 48.213,34        | 0            | 52.586,66           | M                   |
| 12 | C12                | 255            | <=                       | 255                | 0                | 106.732,50   | 209,6323            | 505,9938            |
| 13 | C13                | 313            | <=                       | 313                | 0                | 227.537,70   | 263,1245            | 588,9333            |
| 14 | C14                | 311,6657       | <=                       | 368                | 56,3343          | 0            | 311,6657            | M                   |
| 15 | C15                | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,77    | 0                   | 325,8219            |
| 16 | C16                | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.395,00 | 0                   | 375,802             |
| 17 | C17                | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,00   | 35,7949             | 389,886             |
| 18 | C18                | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.072,20   | 0                   | 293,9776            |
| 19 | C19                | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.613,60   | 0                   | 350,308             |

Combined Report for 21

|    | 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                 | 239            | 318.457,00               | 76.111.220,00      | 0                | basic        | 211.721,80          | M                   |
| 2  | X2                 | 301            | 420.125,00               | 126.457.600,00     | 0                | basic        | 192.585,90          | M                   |
| 3  | X3                 | 345,0873       | 170.506,00               | 58.839.460,00      | 0                | basic        | 0                   | 256.463,00          |
| 4  | X4                 | 17             | 264.323,00               | 4.493.491,00       | 0                | basic        | 172.076,10          | M                   |
| 5  | X5                 | 12             | 1.166.464,00             | 13.997.570,00      | 0                | basic        | 146.070,90          | M                   |
| 6  | X6                 | 90             | 875.806,00               | 78.822.540,00      | 0                | basic        | 177.203,60          | M                   |
| 7  | X7                 | 21             | 765.745,00               | 16.080.650,00      | 0                | basic        | 194.671,30          | M                   |
| 8  | X8                 | 34             | 697.617,00               | 23.718.980,00      | 0                | basic        | 168.003,60          | M                   |
|    | Objective Function |                | (Max.) =                 | 398.521.500,00     |                  |              |                     |                     |
|    | Constraint         | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |
| 1  | C1                 | 24.290,19      | <=                       | 100.800,00         | 76.509,81        | 0            | 24.290,19           | M                   |
| 2  | C2                 | 15.637,45      | <=                       | 20.160,00          | 4.522,55         | 0            | 15.637,46           | M                   |
| 3  | C3                 | 10.246,65      | <=                       | 50.400,00          | 40.153,35        | 0            | 10.246,65           | M                   |
| 4  | C4                 | 17.985,62      | <=                       | 40.320,00          | 22.334,38        | 0            | 17.985,63           | M                   |
| 5  | C5                 | 12.421,45      | <=                       | 80.640,00          | 68.218,55        | 0            | 12.421,45           | M                   |
| 6  | C6                 | 12.038,81      | <=                       | 60.480,00          | 48.441,19        | 0            | 12.038,81           | M                   |
| 7  | C7                 | 39.867,45      | <=                       | 50.400,00          | 10.532,54        | 0            | 39.867,45           | M                   |
| 8  | C8                 | 19.298,72      | <=                       | 70.560,00          | 51.261,28        | 0            | 19.298,72           | M                   |
| 9  | C9                 | 80.640,01      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,32     | 56.656,43           | 82.232,43           |
| 10 | C10                | 34.144,28      | <=                       | 50.400,00          | 16.255,72        | 0            | 34.144,28           | M                   |
| 11 | C11                | 52.701,12      | <=                       | 100.800,00         | 48.098,88        | 0            | 52.701,13           | M                   |
| 12 | C12                | 239            | <=                       | 239                | 0                | 106.735,20   | 220,5477            | 512,0201            |
| 13 | C13                | 301            | <=                       | 301                | 0                | 227.539,10   | 280,7143            | 606,5232            |
| 14 | C14                | 345,0873       | <=                       | 368                | 22,9127          | 0            | 345,0873            | M                   |
| 15 | C15                | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,88    | 0                   | 358,9385            |
| 16 | C16                | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.393,00 | 0                   | 414,8144            |
| 17 | C17                | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,40   | 67,9533             | 422,0444            |
| 18 | C18                | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.073,80   | 0,9316              | 323,2504            |
| 19 | C19                | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.613,40   | 10,746              | 384,2273            |



# PT. AMALIA SURYA CEMERLANG

Jl. Raya Klaten - Solo Km. 5 Ketandan - Klaten - Jawa Tengah - Indonesia  
Telp. 62-272-328013 - 328014  
Fax. 62-272-328013

## SURAT KETERANGAN

No : 005/SK/Pers- Umum/ASU/III/2006

Yang bertanda tangan dibawah ini atas nama Pimpinan PT. Amalia Surya Cemerlang, menerangkan bahwa :


Nama : YUNI AJENG TIYASTUTI  
No. Mahasiswa : 01522110  
Fakultas : Teknik Industri  
Jurusan : Teknologi Industri  
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian terhitung mulai tanggal 01 Januari sampai 10 Maret 2006, guna menyusun Skripsi, dengan judul "**Optimalisasi Kombinasi Produk untuk Memperoleh Keuntungan yang Maksimal Dengan Metode Integer Linear Programing.**"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 30 April 2006

Personnel & General Affair,

  
AMALIA  
SURYA  
CEMERLANG

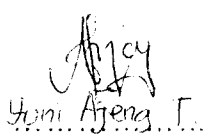
Riza Rahmasari



### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR






Nama : Yuni Ajeng Tjayastuti  
 Nomor Mhs : 01 522 110  
 Pembimbing I : Ir. Sunaryo MP  
 Pembimbing II : -  
 Proposal Disetujui Tanggal : 20 Jan 2006

Tanda Tangan Mhs

  
 Nama Mhs

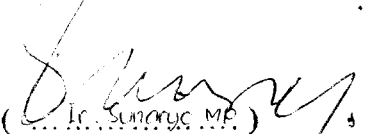
Judul Tugas Akhir

OPTIMALISASI KOMBINASI PRODUK UNTUK  
 MEMPEROLEH KEUNTUNGAN YANG MAKSIMAL  
 DENGAN METODE INTEER LINEAR PROGRAMING

| No | Tanggal        | Keterangan               | T T. Pembimbing   |
|----|----------------|--------------------------|---|
| 1  | 20 Jan 2006    | ACC proposal TA          |   |
| 2  | 9 Mar 2006     | Bimbingan Bab I, II, III |  |
| 3  | 14 April 2006  | Revisi Bab I, II, III    |  |
| 4  | 3 Okt 2006     | Bimbingan Bab IV - VI    |  |
| 5  | 19 11 Des 2006 | ACC - skripsi            |  |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |
|    |                |                          |   |

Pembimbing I

Pembimbing II

  
 (Ir. Sunaryo MP)

(.....)

**Nb: Blangko ini sebagai syarat pendadaran**

Combined Report for 21

ned Report

| Decision Variable | Decision Variable | Solution Value | Unit Cost or Profit c(j) | Total Contribution | Reduced Cost     | Basis Status | Allowable Min. c(j) | Allowable Max. c(j) |            |
|-------------------|-------------------|----------------|--------------------------|--------------------|------------------|--------------|---------------------|---------------------|------------|
| X                 | 1                 | X1             | 239                      | 318.457,00         | 76.111.220,00    | 0            | basic               | 211.721,80          | M          |
| X                 | 2                 | X2             | 301                      | 420.125,00         | 126.457.600,00   | 0            | basic               | 192.585,90          | M          |
| X                 | 3                 | X3             | 345,0873                 | 170.506,00         | 58.839.460,00    | 0            | basic               | 0                   | 256.463,00 |
| X                 | 4                 | X4             | 17                       | 264.323,00         | 4.493.491,00     | 0            | basic               | 172.076,10          | M          |
| X                 | 5                 | X5             | 12                       | 1.166.464,00       | 13.997.570,00    | 0            | basic               | 146.070,90          | M          |
| X                 | 6                 | X6             | 90                       | 875.806,00         | 78.822.540,00    | 0            | basic               | 177.203,60          | M          |
| X                 | 7                 | X7             | 21                       | 765.745,00         | 16.080.650,00    | 0            | basic               | 194.671,30          | M          |
| X                 | 8                 | X8             | 34                       | 697.617,00         | 23.718.980,00    | 0            | basic               | 168.003,60          | M          |
| Objective         |                   | Function       | (Max.) =                 | 398.521.500,00     |                  |              |                     |                     |            |
| Constraint        | Constraint        | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |            |
| 1                 | C1                | 24.290,19      | <=                       | 100.800,00         | 76.509,81        | 0            | 24.290,19           | M                   |            |
| 2                 | C2                | 15.637,45      | <=                       | 20.160,00          | 4.522,55         | 0            | 15.637,46           | M                   |            |
| 3                 | C3                | 10.246,65      | <=                       | 50.400,00          | 40.153,35        | 0            | 10.246,65           | M                   |            |
| 4                 | C4                | 17.985,62      | <=                       | 40.320,00          | 22.334,38        | 0            | 17.985,63           | M                   |            |
| 5                 | C5                | 12.421,45      | <=                       | 80.640,00          | 68.218,55        | 0            | 12.421,45           | M                   |            |
| 6                 | C6                | 12.038,81      | <=                       | 60.480,00          | 48.441,19        | 0            | 12.038,81           | M                   |            |
| 7                 | C7                | 39.867,45      | <=                       | 50.400,00          | 10.532,54        | 0            | 39.867,45           | M                   |            |
| 8                 | C8                | 19.298,72      | <=                       | 70.560,00          | 51.261,28        | 0            | 19.298,72           | M                   |            |
| 9                 | C9                | 80.640,01      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,32     | 56.656,43           | 82.232,43           |            |
| 10                | C10               | 34.144,28      | <=                       | 50.400,00          | 16.255,72        | 0            | 34.144,28           | M                   |            |
| 11                | C11               | 52.701,12      | <=                       | 100.800,00         | 48.098,88        | 0            | 52.701,13           | M                   |            |
| 12                | C12               | 239            | <=                       | 239                | 0                | 106.735,20   | 220,5477            | 512,0201            |            |
| 13                | C13               | 301            | <=                       | 301                | 0                | 227.539,10   | 280,7143            | 606,5232            |            |
| 14                | C14               | 345,0873       | <=                       | 368                | 22,9127          | 0            | 345,0873            | M                   |            |
| 15                | C15               | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,88    | 0                   | 358,9385            |            |
| 16                | C16               | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.393,00 | 0                   | 414,8144            |            |
| 17                | C17               | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,40   | 67,9533             | 422,0444            |            |
| 18                | C18               | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.073,80   | 0,9316              | 323,2504            |            |
| 19                | C19               | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.613,40   | 10,746              | 384,2273            |            |

Combined Report for 23

|    | 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                 | 258            | 318.464,00               | 82.163.710,00      | 0                | basic        | 211.729,30          | M                   |
| 2  | X2                 | 299            | 420.131,00               | 125.619.200,00     | 0                | basic        | 192.592,70          | M                   |
| 3  | X3                 | 323,7535       | 170.512,00               | 55.203.860,00      | 0                | basic        | 0                   | 256.468,70          |
| 4  | X4                 | 17             | 264.329,00               | 4.493.593,00       | 0                | basic        | 172.082,20          | M                   |
| 5  | X5                 | 12             | 1.166.471,00             | 13.997.650,00      | 0                | basic        | 146.076,10          | M                   |
| 6  | X6                 | 90             | 875.812,00               | 78.823.080,00      | 0                | basic        | 177.209,80          | M                   |
| 7  | X7                 | 21             | 765.751,00               | 16.080.770,00      | 0                | basic        | 194.678,10          | M                   |
| 8  | X8                 | 34             | 697.624,00               | 23.719.220,00      | 0                | basic        | 168.009,50          | M                   |
|    | Objective Function |                | (Max.) =                 | 400.101.100,00     |                  |              |                     |                     |
|    | Constraint         | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |
| 1  | C1                 | 24.783,10      | <=                       | 100.800,00         | 76.016,90        | 0            | 24.783,10           | M                   |
| 2  | C2                 | 15.797,93      | <=                       | 20.160,00          | 4.362,07         | 0            | 15.797,93           | M                   |
| 3  | C3                 | 10.322,40      | <=                       | 50.400,00          | 40.077,59        | 0            | 10.322,41           | M                   |
| 4  | C4                 | 18.444,06      | <=                       | 40.320,00          | 21.875,94        | 0            | 18.444,06           | M                   |
| 5  | C5                 | 12.346,68      | <=                       | 80.640,00          | 68.293,32        | 0            | 12.346,68           | M                   |
| 6  | C6                 | 11.963,64      | <=                       | 60.480,00          | 48.516,36        | 0            | 11.963,64           | M                   |
| 7  | C7                 | 40.569,96      | <=                       | 50.400,00          | 9.830,03         | 0            | 40.569,97           | M                   |
| 8  | C8                 | 19.538,36      | <=                       | 70.560,00          | 51.021,64        | 0            | 19.538,36           | M                   |
| 9  | C9                 | 80.640,00      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,41     | 58.139,13           | 83.715,13           |
| 10 | C10                | 33.977,60      | <=                       | 50.400,00          | 16.422,40        | 0            | 33.977,60           | M                   |
| 11 | C11                | 52.598,73      | <=                       | 100.800,00         | 48.201,26        | 0            | 52.598,74           | M                   |
| 12 | C12                | 258            | <=                       | 258                | 0                | 106.734,70   | 222,367             | 512,8099            |
| 13 | C13                | 299            | <=                       | 299                | 0                | 227.538,30   | 259,8264            | 585,6353            |
| 14 | C14                | 323,7535       | <=                       | 368                | 44,2465          | 0            | 323,7535            | M                   |
| 15 | C15                | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,82    | 0                   | 337,7994            |
| 16 | C16                | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.395,00 | 0                   | 389,9118            |
| 17 | C17                | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,20   | 47,4258             | 401,5169            |
| 18 | C18                | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.072,90   | 0                   | 304,5648            |
| 19 | C19                | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.614,50   | 0                   | 362,5757            |

Combined Report for 22

|    | 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                 | 252            | 318.466,00               | 80.253.430,00      | 0                | basic        | 211.733,00          | M                   |
| 2  | X2                 | 311            | 420.134,00               | 130.661.700,00     | 0                | basic        | 192.596,10          | M                   |
| 3  | X3                 | 317,6499       | 170.515,00               | 54.164.070,00      | 0                | basic        | 0                   | 256.470,30          |
| 4  | X4                 | 17             | 264.332,00               | 4.493.644,00       | 0                | basic        | 172.085,20          | M                   |
| 5  | X5                 | 12             | 1.166.473,00             | 13.997.680,00      | 0                | basic        | 146.078,60          | M                   |
| 6  | X6                 | 90             | 875.815,00               | 78.823.350,00      | 0                | basic        | 177.212,90          | M                   |
| 7  | X7                 | 21             | 765.754,00               | 16.080.830,00      | 0                | basic        | 194.681,50          | M                   |
| 8  | X8                 | 34             | 697.626,00               | 23.719.280,00      | 0                | basic        | 168.012,50          | M                   |
|    | Objective Function |                | (Max.) =                 | 402.194.000,00     |                  |              |                     |                     |
|    | Constraint         | Left Hand Side | Direction                | Right Hand Side    | Slack or Surplus | Shadow Price | Allowable Min. RHS  | Allowable Max. RHS  |
| 1  | C1                 | 24.706,77      | <=                       | 100.800,00         | 76.093,23        | 0            | 24.706,77           | M                   |
| 2  | C2                 | 15.811,55      | <=                       | 20.160,00          | 4.348,45         | 0            | 15.811,55           | M                   |
| 3  | C3                 | 10.311,81      | <=                       | 50.400,00          | 40.088,19        | 0            | 10.311,81           | M                   |
| 4  | C4                 | 18.405,28      | <=                       | 40.320,00          | 21.914,72        | 0            | 18.405,28           | M                   |
| 5  | C5                 | 12.305,58      | <=                       | 80.640,00          | 68.334,42        | 0            | 12.305,58           | M                   |
| 6  | C6                 | 11.974,40      | <=                       | 60.480,00          | 48.505,60        | 0            | 11.974,40           | M                   |
| 7  | C7                 | 40.521,30      | <=                       | 50.400,00          | 9.878,70         | 0            | 40.521,30           | M                   |
| 8  | C8                 | 19.540,28      | <=                       | 70.560,00          | 51.019,72        | 0            | 19.540,28           | M                   |
| 9  | C9                 | 80.640,01      | <=                       | 80.640,00          | 0                | 2.453,45     | 58.563,33           | 84.139,33           |
| 10 | C10                | 34.028,35      | <=                       | 50.400,00          | 16.371,65        | 0            | 34.028,35           | M                   |
| 11 | C11                | 52.607,60      | <=                       | 100.800,00         | 48.192,39        | 0            | 52.607,61           | M                   |
| 12 | C12                | 252            | <=                       | 252                | 0                | 106.733,00   | 211,4516            | 507,813             |
| 13 | C13                | 311            | <=                       | 311                | 0                | 227.537,90   | 266,4225            | 592,2314            |
| 14 | C14                | 317,6499       | <=                       | 368                | 50,3501          | 0            | 317,6499            | M                   |
| 15 | C15                | 17             | <=                       | 17                 | 0                | 92.246,79    | 0                   | 331,7515            |
| 16 | C16                | 12             | <=                       | 12                 | 0                | 1.020.394,00 | 0                   | 382,7872            |
| 17 | C17                | 90             | <=                       | 90                 | 0                | 698.602,10   | 41,5529             | 395,644             |
| 18 | C18                | 21             | <=                       | 21                 | 0                | 571.072,50   | 0                   | 299,2189            |
| 19 | C19                | 34             | <=                       | 34                 | 0                | 529.613,50   | 0                   | 356,3813            |