

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN KOMBINASI PRODUK OPTIMAL DENGAN
MENGUNAKAN FUZZY LINEAR PROGRAMMING**

(Studi Kasus di PT. Sinar Logam, Pati, Jawa Tengah)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan Tugas Akhir pada Jurusan
Teknik dan Manajemen Industri



No. Inv	3366/A/8/FTI-UII
Tanggal	15 Jan 05
Asal	F. TEK. Industri UII
Harga	—
PERPUSTAKAAN FAK. TEK. INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	

Disusun Oleh :

Nama : PRASETYO JOKO SUSILO

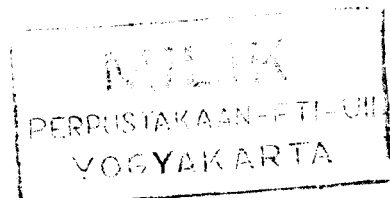
No. Mahasiswa : 99 522 169

FAKULTAS TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2004



HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PERENCANAAN KOMBINASI PRODUK OPTIMAL DENGAN MENGUNAKAN FUZZY LINEAR PROGRAMMING (Studi Kasus di “PT. SINAR LOGAM” Pati, Jawa Tengah)

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jurusan
Teknik dan Manajemen Industri**

Disusun Oleh :

Nama : PRASETYO JOKO SUSILO

No. Mahasiswa : 99 522 169

Telah disahkan dan disetujui oleh Dosen Pembimbing pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Desember 2004 .

Yogyakarta, 23 Desember 2004.

Mengetahui Dosen Pembimbing

(Ir.Hartomo M.Sc)

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

PERENCANAAN KOMBINASI PRODUK OPTIMAL DENGAN MENGUNAKAN FUZZY LINEAR PROGRAMMING (Studi Kasus di “PT. SINAR LOGAM” Pati, Jawa Tengah)

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jurusan
Teknik dan Manajemen Industri**

Disusun Oleh :

**Nama : PRASETYO JOKO SUSILO
No. Mahasiswa : 99 522 169**

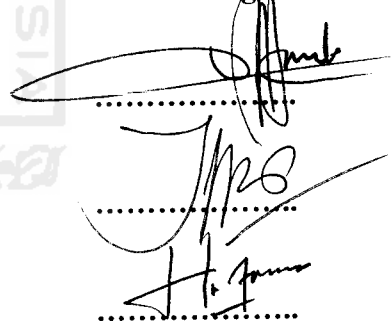
**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar sarjana jurusan Teknik dan Manajemen Industri**

Yogyakarta , 23 Desember 2004.

Tim Penguji

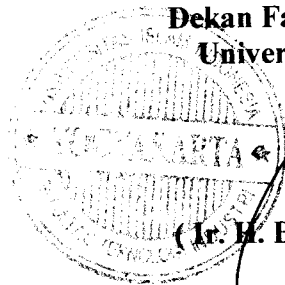
- 1. DR. Ir. Chairul Saleh, M.Sc**
- 2. Yuli Agusti Rohman, ST**
- 3. Ir. Hartomo, M.Sc**

Tanda Tangan



Mengetahui

**Dekan Fakultas Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia**



(Ir. H. Bachrun, M.Sc.)

PERSEMBAHAN

Dengan segenap daya dan upaya, karya ini kupersembahkan kepada :

- ♥ Bapak dan Ibu tercinta yang tiada henti berusaha dan berdo'a dengan ikhlas demi keberhasilan dan kebahagiaan putra-putrinya.
- ♥ Kakak-kakakku yang dengan penuh kasih sayang selalu memberi dorongan dan semangat.



MOTTO

“Barang siapa yang menginginkan dunia ia harus berilmu, barang siapa menginginkan akhirat ia harus berilmu, dan barang siapa menginginkan keduanya, maka ia harus berilmu.”

(Hadits Riwayat Imam Bukhari)

“Diciptakan segalanya dengan penuh hikmah, lalu diliputi-Nya dengan rahasia ilmu-Nya.”

(Al-Habib Ali Al-Habsyi)

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah memudahkan jalan baginya menuju surga”

(H R Muslim dan Abu Hurairah ra)

“Pandanglah kegagalan sebagai suatu peluang untuk belajar, sebagai suatu lompatan kreativitas, sebagai suatu kesempatan untuk menguji gagasan baru”

(Art Mortell)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaannirrahiim

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini. Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Kombinasi Produk Optimal Dengan Menggunakan Fuzzy Linear Programming (Studi Kasus di PT. Sinar Logam, Pati Jawa Tengah) ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar strata satu (S1) pada jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan moril, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
3. Bapak Ir. Hartomo, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia memberikan waktu, pikiran dan kesabaran dalam membimbing penulis.
4. Dan semua pihak yang dengan tanpa pamrih telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4.2. Pengolahan Data.....	67
4.2.1. Biaya Produksi.....	67
4.2.2. Harga Jual Produk.....	76
4.2.3. Kontribusi Margin.....	77
4.3. Proses Pembuatan Model Linier Programming.....	81
4.3.1. Variabel-Variabel dalam Linier Programming.....	81
4.3.2. Perumusan Fungsi Batasan.....	81
4.4. Formulasi Data Akhir.....	90
4.5. Desain Fuzzy.....	92
4.5.1. Penentuan Variabel yang Digunakan.....	92
4.5.2. Toleransi Perusahaan.....	93
4.5.2.1. Variabel Batasan Bahan Baku Kuningan.....	95
4.5.2.2. Variabel Batasan Bahan Baku Krasok.....	95
4.5.2.3. Variabel Batasan Bahan Baku Tembaga.....	96
4.5.2.4. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Peleburan.....	96
4.5.2.5. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Kikir.....	97
4.5.2.6. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Bubut.....	97
4.5.2.7. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Selep.....	98
4.5.2.8. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Finishing.....	98
4.5.2.9. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Percetakan.....	99
4.5.2.10. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Pengikisan.....	99
4.5.2.11. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Perakitan.....	100
4.5.2.12. Variabel Batasan Pasar Table Lamp.....	100
4.5.2.13. Variabel Batasan Pasar Wall Lamp.....	101
4.5.2.14. Variabel Batasan Pasar Park Lamp.....	101
4.5.2.15. Variabel Batasan Pasar Standing Lamp.....	102
4.5.2.16. Variabel Batasan Pasar Reclining Brass.....	102
4.5.2.17. Variabel Batasan Pasar Stimer Brass.....	103
4.5.2.18. Variabel Batasan Pasar Accesories Brass.....	103
4.5.2.19. Variabel Maksimasi Z.....	104
4.6. Formulasi Model Fuzzy Linear Programming.....	105
4.6.1. Formulasi Awal Model Fuzzy Linear Programming.....	105

4.6.2. Batasan Non Fuzzy dan Batasan Fuzzy.....	107
4.6.3. Formulasi Akhir Model Fuzzy Linear Programming.....	108
4.7. Hasil dengan Persamaan Lengkap.....	110
4.7.1. Jumlah Produk.....	110
4.7.2. Sensitivitas Fungsi Batasan.....	111

BAB V. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Kombinasi Produk dengan Linear Programming.....	113
5.2. Analisis Sensitivitas Kontribusi Margin.....	114
5.3. Analisis Sensitivitas dengan LP pada Pemanfaatan Sumber Daya.....	116
5.4 Analisis Kombinasi Produk dengan Fuzzy Linear Programming.....	120
5.5. Hasil Fuzzy LP pada Peningkatan dan Pemanfaatan Sumber Daya.....	121
5.6. Perbandingan Solusi.....	130

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	133
6.2. Saran.....	135

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Jumlah Bahan Baku.....	63
Tabel 4.2. Jumlah Tenaga Kerja.....	63
Tabel 4.3. Jumlah Produksi Dekoratif Lamp (2002 – 2003)	64
Tabel 4.4. Jumlah Produksi HD Brass.....	65
Tabel 4.5. Harga Bahan Baku Pokok.....	67
Tabel 4.6. Biaya-biaya Produksi.....	68
Tabel 4.7. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Table Lamp.....	68
Tabel 4.8. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Wall Lamp.....	69
Tabel 4.9. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Park Lamp.....	69
Tabel 4.10. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Standing Lamp.....	69
Tabel 4.11. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Reclining Brass.....	69
Tabel 4.12. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Stimer Brass.....	70
Tabel 4.13. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Accersories Brass.....	70
Tabel 4.14. Biaya Tenaga Kerja Untuk Produk Dekoratif Lamps.....	71
Tabel 4.15. Biaya Tenaga Kerja Untuk Hardware Solid Brass.....	72
Tabel 4.16. Biaya Overhead Pabrik.....	73
Tabel 4.17. Biaya Administrasi dan Umum.....	74
Tabel 4.18. Biaya Pemasaran.....	75
Tabel 4.19. Harga Jual Produk.....	76
Tabel 4.20. Kebutuhan Bahan Baku Untuk Dekoratif Lamps.....	83
Tabel 4.21. Kebutuhan Bahan Baku Untuk HD Brass.....	84
Tabel 4.22. Waktu Kerja Mesin dan TK per unit produk.....	86
Tabel 4.23. Himpunan Fuzzy.....	93
Tabel 4.24. Toleransi Perusahaan.....	94
Tabel 4.25. Batasan non fuzzy dan Batasan Fuzzy.....	107
Tabel 4.26. Solusi Optimal dari Jumlah Produk.....	111
Tabel 4.27. Sensitivitas Fungsi Batasan.....	112
Tabel 5.1. Solusi non Fuzzy dan Solusi Fuzzy.....	130

DAFTAR ISI

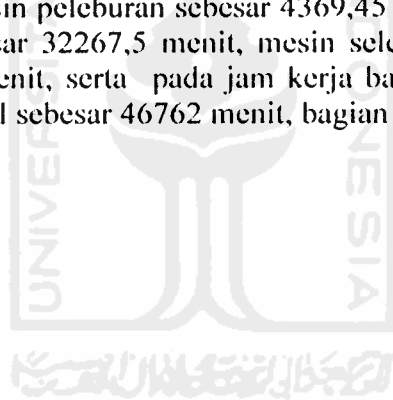
	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Pengertian Manajemen Produksi	7
2.2. Arti Penting Penentuan Luas Produksi.....	9
2.3. Perencanaan Kombinasi Produk.....	10
2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Kombinasi Produk.....	10
2.5. Penentuan Luas Produksi Yang Optimal.....	11
2.6. Peramalan	18
2.6.1. Pengertian Peramalan.....	18
2.6.2. Pemilihan Teknik Peramalan.....	20
2.7. Penggolongan Biaya.....	27
2.8. Kalkulasi Biaya Langsung.....	31
2.9. Kontribusi Margin.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data Horisontal.....	20
Gambar 2.2 Pola Data Musiman.....	20
Gambar 2.3 Pola Data Siklis.....	20
Gambar 2.4 Pola Data Trend.....	20
Gambar 2.5 Grafik Biaya Tetap.....	28
Gambar 2.6 Grafik Biaya Variabel.....	28
Gambar 2.7 Grafik Biaya Semi Variabel.....	29
Gambar 2.8 Himpunan Fuzzy BERAT.....	35
Gambar 2.9 Himpunan Fuzzy “bertambah”.....	36
Gambar 2.10 Himpunan Fuzzy “berkurang”.....	36
Gambar 2.11 Kurva-S.....	37
Gambar 2.12 Karakteristik Fungsional Kurva PL.....	38
Gambar 2.13 Karakteristik Kurva BETA.....	39
Gambar 2.14 Karakteristik Kurva Gauss.....	40
Gambar 2.15 Fungsi Keanggotaan.....	44
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian.....	59
Gambar 4.1 Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Kuningan.....	95
Gambar 4.2 Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Krasok.....	95
Gambar 4.3 Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Tembaga.....	96
Gambar 4.4 Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Peleburan.....	96
Gambar 4.5 Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Kikir.....	97
Gambar 4.6 Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Bubut.....	97
Gambar 4.7 Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Selep.....	98
Gambar 4.8 Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Finishing.....	98
Gambar 4.9 Representasi Variabel Batasan Jam TK Percetakan.....	99
Gambar 4.10 Representasi Variabel Batasan Jam TK Pengikiran.....	99
Gambar 4.11 Representasi Variabel Batasan Jam TK Perakitan.....	100
Gambar 4.12 Representasi Variabel Batasan Pasar Table Lamp.....	100
Gambar 4.12 Representasi Variabel Batasan Pasar Wall Lamp.....	101

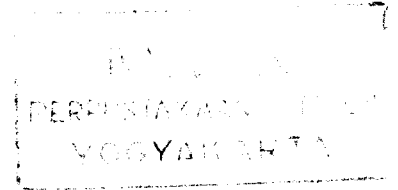
ABSTRAK

Linear programming adalah teknik optimasi dalam perencanaan kombinasi produk yang optimal guna peningkatan laba atau keuntungan. Selain pentingnya kombinasi produk yang tepat, perlu ditinjau pula pemanfaatan akan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan menerapkan linear programming yang disesuaikan dengan kondisi yang ada dengan pendekatan logika fuzzy. Fuzzy Linear Programming mencoba bagaimana memanfaatkan sumber daya-sumber daya yang tersedia secara optimal tanpa mengurangi tujuan awal yaitu memaksimalkan laba atau keuntungan dengan perencanaan kombinasi produk yang optimal. Kombinasi penyelesaian antara logika fuzzy dengan metode dua fase linear programming menghasilkan kombinasi produk optimal untuk bulan Januari 2004 dengan masing-masing komposisi produk sebagai berikut: untuk Table Lamp sebesar 505 unit, Wall Lamp sebesar 445 unit, Park Lamp sebesar 329 unit, Standing Lamp sebesar 416 unit, Reclining Brass sebesar 1956 unit, Stimer Brass sebesar 1441 unit, Accesories Brass sebesar 24798 unit, sehingga kontribusi marginnya adalah sebesar Rp 355.136.808,- dengan selisih laba atau keuntungan antara solusi linear programming dan solusi fuzzy linear programming adalah sebesar Rp 32.396.160,-. Adapun untuk sumber daya terjadi kelebihan yaitu pada bahan baku kuningan sebesar 5863,03 Kg, krasok sebesar 674,644 Kg, Tembaga sebesar 26,581 Kg, Pada waktu kerja mesin peleburan sebesar 4369,45 menit, mesin kikir sebesar 31702 menit, mesin bubut sebesar 32267,5 menit, mesin selep sebesar 21687,5 menit, mesin finishing sebesar 7244 menit, serta pada jam kerja bagian percetakan sebesar 44638,5 menit, bagian kikir manual sebesar 46762 menit, bagian perakitan 13335 menit.



BAB I

PENDAHULUAN



I.1. Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi sekarang ini, persaingan di bidang industri baik yang bergerak pada bidang jasa maupun manufaktur semakin ketat, mengakibatkan semakin meningkatnya variasi produk yang dihasilkan suatu perusahaan, dengan tujuan untuk memberikan pilihan agar konsumen dapat memilih produk sesuai dengan selera masing-masing. Dengan mempertimbangkan hal ini, perusahaan berusaha semaksimal mungkin untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dengan biaya yang seminimal mungkin.

Dalam pengeluaran biaya untuk proses produksi hendaknya diperhitungkan seminimal mungkin. Produksi di dalam perusahaan, merupakan suatu kegiatan yang cukup penting. Apabila kegiatan produksi dalam suatu perusahaan ini terhenti, maka kegiatan dalam perusahaan tersebut akan ikut terhenti. Demikian pula seandainya terdapat berbagai macam hambatan yang mengakibatkan tersendatnya kegiatan produksi dalam suatu perusahaan tersebut, maka kegiatan di dalam perusahaan tersebut akan terganggu pula. Sedemikian pentingnya kegiatan produksi dalam suatu perusahaan, maka kegiatan produksi dalam perusahaan tersebut harus selalu diperhatikan.

Untuk itu perusahaan bisa memperhitungkan peramalan tentang permintaan dari produk yang diproduksi untuk jangka waktu yang akan datang, dimana perhitungan tersebut didasarkan pada data permintaan yang telah lalu. Untuk meramalkan berapa jumlah produk yang akan diproduksi tentu saja juga harus mempertimbangkan dari sumber daya dan kemampuan dari perusahaan itu sendiri. Dan untuk melakukan peramalan tersebut diperlukan suatu teknik optimasi agar perusahaan bisa mendapat informasi tentang berapa jumlah dan jenis produk mana yang mestinya diproduksi untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Disinilah masalah alokasi faktor produksi yang tepat, sangat diperlukan. Untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal perusahaan harus mampu memproduksi masing-masing jenis produknya secara optimal sesuai dengan kapasitas produksi yang tersedia. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kombinasi pendekatan system *Fuzzy* terhadap kasus *Linear Programming*, karena terdapat beberapa kelebihan dibanding dengan metode *Linear Programming*, kelebihan tersebut antara lain : menggunakan logika fuzzy karena himpunan fuzzy memiliki toleransi atau memiliki jangkauan yang lebih luas dibanding dengan himpunan crisp dan adanya toleransi yang diijinkan oleh perusahaan untuk melakukan pelanggaran baik pada fungsi obyektif maupun batasan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka masalah utama dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah jumlah produk optimal yang harus diproduksi untuk masing-masing jenis ?
2. Berapakah keuntungan maksimal yang diperoleh ?
3. Batasan sumber daya apa saja yang harus diperhatikan dalam perencanaan produksi sehingga keuntungan yang diperoleh maksimal dengan fuzzy linear programming ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam melaksanakan suatu penelitian perlu diadakan pembatasan masalah agar lebih memudahkan dalam pembahasannya sehingga tujuan penelitian dapat tercapai.

Beberapa batasan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Batasan-batasan yang digunakan :

1. Penelitian dilakukan pada perusahaan kerajinan kuningan PT Sinar Logam, Pati.
2. Produk yang diamati hanya terbatas pada jenis produk yang diproduksi pada saat dilakukannya penelitian.
3. Masing-masing produk yang diteliti mempunyai kapasitas 60% dari kapasitas perusahaan dalam memproduksi produk tersebut. Sedangkan untuk 40% sisanya tidak dilakukan penelitian karena jumlah yang diproduksi sedikit dan menggunakan banyak

mesin produksi dan dalam proses pengerjaannya menggunakan tenaga kerja dari pengrajin home industri di sekitar pabrik.

4. Penelitian hanya dilakukan untuk produk dekoratif lamps (table lamp, wall lamp, park lamp, standing lamp) dan hardware solid brass (reclining brass, stimer brass dan accesories brass).
5. Tidak ada perubahan harga jual, harga bahan baku dan biaya produksi lainnya selama penelitian berlangsung.
6. Peralatan dan faktor pendukung yang digunakan dalam proses produksi berjalan dengan baik dan lancar.
7. Biaya-biaya yang terlibat dalam produksi, administrasi dan pemasaran sesuai dengan ketentuan perusahaan.
8. Pengolahan data dengan menggunakan paket program Q.S Version 3.0

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan jumlah produk untuk masing-masing jenis produk.
2. Menentukan keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan fuzzy linear programming.
3. Menentukan batasan penggunaan sumber daya perusahaan dalam pembuatan produknya.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan bahan pertimbangan dalam menetapkan kebijaksanaan perusahaan dalam perencanaan produksi melalui penentuan volume produksi yang sesuai sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan efisien.
2. Dengan penggunaan sumber daya yang dimiliki secara efisien diharapkan dapat mencapai volume serta kombinasi produk yang optimal dalam rangka mencapai tujuan yang telah ditetapkan perusahaan.
3. Bagi pihak lain, dapat dijadikan masukan, bahan pertimbangan dan penelitian lebih lanjut serta dapat menambah literature bacaan

1.6. Sistematika Penulisan

Bab I adalah pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

Bab II merupakan landasan teori berisi tentang beberapa teori-teori yang mendukung penelitian, sebagai landasan teori dari penelitian yang dilakukan.

Bab III merupakan metodologi penelitian yang berisi tentang uraian dan lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, jenis data, analisis data dan bagan alir penelitian.

Bab IV yaitu pengumpulan dan pengolahan data yang berisi tentang gambaran perusahaan meliputi, pemasaran, proses produksi, dan data-data pendukung lainnya.

Bab V adalah pembahasan yang memuat tentang pembahasan dari hasil penelitian dan pengolahan data yang merupakan inti dari penelitian .

Bab VI merupakan kesimpulan dan saran yang berisi tentang kesimpulan yang diambil dari uraian masalah dan pemecahannya serta saran yang diharapkan dapat berguna bagi perusahaan yang bersangkutan.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Manajemen Produksi

Dalam kehidupan sehari-hari, barang yang tersedia dipasaran tidaklah terjadi dengan sendirinya melainkan ada usaha untuk meningkatkan serta menciptakan kegunaan barang tersebut. Usaha atau kegiatan ini dilaksanakan melalui sistem produksi dengan kegiatan mentransformasikan faktor produksi seperti bahan baku, tenaga kerja, modal, dan teknologi, sehingga menjadi barang yang mempunyai kegunaan yang lebih besar dari bentuk sebelumnya.

Setiap perusahaan tentu menginginkan dalam usaha dan kegiatannya dapat mengkombinasikan serta mengalokasikan faktor-faktor produksi secara optimal sehingga senantiasa dapat memperoleh keuntungan yang maksimal dari usahanya tersebut. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, maka diperlukan adanya fungsi manajemen produksi/operasi serta peran seorang manajer dalam proses tersebut, sehingga proses produksi yang merupakan kegiatan pokok dapat berjalan dengan lancar, efektif dan efisien.

Produksi dan operasi sering digunakan dalam suatu organisasi yang menghasilkan output, baik barang maupun jasa. Sebelum membahas pengertian manajemen produksi, terlebih dahulu kita harus melihat arti dari manajemen dan arti dari produksi.

“Manajemen adalah suatu proses dari perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengkoordinasian serta pengawasan atau pengendalian“(Agus Ahyari,1984) Sedangkan produksi didefinisikan sebagai berikut : Produksi merupakan kegiatan untuk menambah manfaat atau menciptakan faedah baru, dimana manfaat atau faedah ini terdiri dari faedah bentuk, faedah waktu, faedah tempat atau gabungan diantaranya.(Sumadi,1992)

Dengan demikian pengertian manajemen produksi adalah : Manajemen produksi merupakan usaha pengelolaan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengkoordinasian serta pengendalian dari suatu kegiatan yang dapat menambah manfaat atau menciptakan faedah baru.

Aspek-aspek dalam manajemen produksi/operasi menurut Agus, ahyari (1984) dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Aspek fungsi

Fungsi manajemen produksi/operasi adalah pemasaran, keuangan, akuntansi, personalia dan distribusi.

2. Aspek profesi

Fungsi manajemen produksi/operasi menawarkan kesempatan berbagai pekerjaan. Terbukanya kesempatan untuk berprofesi di bidang produksi/operasi yang akan bermanfaat dalam pengembangan dan penerapan manajemen produksi/operasi.

3. Aspek pengambilan keputusan

Adalah dasar aktivitas manajemen. Pengambilan keputusan sangat tergantung pada situasi dan kondisi serta kelengkapan informasi.

Pada saat ini manajemen produksi/operasi mempunyai peranan yang sangat penting dalam sebuah perusahaan. Karena pada saat ini persaingan di dunia usaha sangat ketat, sehingga perusahaan perlu untuk mengetahui bahwa pelaksanaan kegiatan produksi dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

2.2. Arti Penting Penentuan Luas Produksi

Penentuan luas produksi menurut Hani T Handoko (1987) oleh suatu perusahaan harus tepat dalam arti tidak terlalu besar atau terlalu kecil, karena dengan begitu perusahaan dapat berproduksi seefisien mungkin sehingga tujuan perusahaan untuk mencapai laba yang maksimal dapat tercapai. Apabila luas produksi terlalu besar maka akan berakibat :

- a. Biaya atau ongkos yang terlalu besar.
- b. Dibutuhkan investasi yang sangat besar.
- c. Merosotnya harga jual.

Sedangkan penentuan luas produksi yang terlalu kecil akan berakibat :

- a. Perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pasar.
- b. Perusahaan akan menanggung harga pokok yang terlalu tinggi.

2.3. Perencanaan Kombinasi Produksi

Perencanaan kombinasi produksi yang optimal harus dilakukan perusahaan yang memproduksi lebih dari satu jenis produk dengan menggunakan mesin, bahan baku dan tenaga kerja yang sama.

Apabila terdapat lebih dari satu macam produk yang diproduksi dengan menggunakan mesin, bahan baku dan tenaga kerja yang sama, tentu akan ada komposisi dalam produksi. Untuk itu perusahaan harus menentukan jumlah masing-masing jenis produk yang akan diproduksi agar dicapai luas produksi yang optimal yang akan memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan.

2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Kombinasi Produksi

Kombinasi produksi menurut A. Toha (1996) dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Tersedianya bahan baku.

Dalam hal ini produksi dapat dilakukan dengan menghasilkan barang dalam jumlah yang sesuai dengan bahan baku yang ada.

2. Faktor kapasitas mesin.

Bila perusahaan memproduksi barang dalam jumlah yang besar karena permintaan yang meningkat, meskipun bahan baku mampu mencukupi kebutuhan produksi, namun belum tentu kapasitas mesin perusahaan mampu memproduksi sesuai dengan permintaan. Jadi masalah mengenai kapasitas mesin atau peralatan produksi harus diperhatikan.

3. Faktor tenaga kerja.

Besar kecilnya volume produksi juga dipengaruhi oleh banyaknya tenaga kerja.

4. Faktor modal.

Modal merupakan sumber dana atau pembiayaan dari pengeluaran perusahaan dalam memproduksi suatu barang. Modal yang tersedia merupakan batasan kemampuan bagi perusahaan dalam memproduksi.

5. Faktor permintaan.

Peramalan permintaan merupakan batasan bagi perusahaan sebelum memproduksi suatu barang. Dalam hal ini harus digunakan metode peramalan yang tepat.

Diperlukan ketelitian dalam mengatur jenis dan jumlah barang yang harus diproduksi, berdasar tersedianya faktor-faktor produksi yang ada agar tidak terjadi pemborosan yang merugikan perusahaan.

2.5. Penentuan Luas Produksi Yang Optimal

Dalam penentuan luas produksi yang optimal, ilmu yang dapat membantu adalah operasional riset yaitu sebagai alat untuk menentukan arah tindakan terbaik (optimum) dari sebuah masalah keputusan dibawah pembatasan sumber daya yang terbatas, dengan melalui pendekatan secara linier programming.

“Linier programming yaitu salah satu cara atau metode untuk menentukan kombinasi produk yang paling optimal atau dapat diartikan suatu teknik penggunaan

matematik untuk mendapatkan penyelesaian terbaik tentang masalah sumber-sumber terbatas” (A.Toha, 1996).

Syarat utama pada persoalan linier programming adalah :

1. Mempunyai tujuan untuk dicapai.

Tujuan utama suatu perusahaan adalah untuk memaksimalkan keuntungan.

Tujuan yang akan dicapai harus dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi linier. Fungsi ini disebut fungsi tujuan (objective function).

2. Harus ada alternatif pemecahan.

Pemecahan yang membuat nilai fungsi tujuan optimum (laba yang maksimum, biaya yang minimum, dsb) yang harus dipilih.

3. Sumber-sumber tersedia dalam jumlah yang terbatas.

Pembatas-pembatas harus dinyatakan dalam ketidaksamaan yang linier.

Formulasi dalam linier programming adalah sebagai berikut :

Fungsi tujuan : Maksimumkan / Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \dots\dots\dots(2.1)$$

Batasannya adalah sebagai berikut :

$$X_{ij} \geq 0, \text{ untuk seluruh } i \text{ dan } j$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, m \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Dalam pembahasan model linier programming digunakan symbol-simbol sebagai berikut :

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

n = macam kegiatan yang menggunakan sumber yang tersedia.

i = nomor setiap sumber atau fasilitas yang tersedia ($i = 1, 2, 3, \dots, m$).

j = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1, 2, 3, \dots, n$).

X_j = tingkat kegiatan ke j .

a_{ij} = banyak sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran atau output kegiatan.

b_i = banyak sumber i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan.

Z = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum).

C_j = kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (X_j) dengan satu satuan atau merupakan sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan pada nilai Z .

Asumsi-asumsi dasar Linier Programming :

1. Proportionality

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

$$\text{Misal : } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots C_nX_n \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Additivity

Nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi atau dalam linier programming dianggap bahwa kenaikan diri dari nilai tujuan (Z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

3. Divisibility

Menyatakan bahwa keluaran yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian juga dengan nilai Z yang dihasilkan.

4. Deterministic (Certainly)

Menyatakan bahwa semua parameter yang ada pada model linier programming dapat diperkirakan dengan pasti meski jarang dengan tepat.

Dalam Linier Programming terdiri dua macam metode untuk menyelesaikan permasalahan, yaitu :

1. Dengan metode grafis

Metode ini hanya bisa menyelesaikan persoalan yang berdimensi $mx2$ dan $2xn$. Dimana $mx2$ berarti batasan yang ada pada persoalan jumlahnya banyak dan variable keputusannya berjumlah dua, sedang untuk $2xn$ adalah batasan yang ada pada persoalan jumlahnya dua dan variable keputusannya berjumlah banyak. Sehingga dengan metode

ini mempunyai keterbatasan penyelesaian, karena hanya bisa menyelesaikan persoalan dengan dimensi seperti diatas.

2. Dengan Metode Simplek

Metode ini merupakan suatu cara yang umum dipakai untuk menentukan kombinasi optimal dari beberapa variable yang mana pemecahannya dikerjakan secara otomatis.

Dalam hal ini permasalahannya merupakan maksimasi dengan batasan-batasan yang berada kurang dari atau sama dengan ($\leq$) yang menunjukkan keterbatasan sumber daya perusahaan.

Bentuk dasar fungsi tujuan LP metode Simplek

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

$$\text{Maksimum } Z = C_jX_j$$

Sedangkan bentuk standar fungsi batasannya adalah :

$$\begin{aligned} a_{11} + a_{12}x_2 + \dots\dots\dots a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21} + a_{22}x_2 + \dots\dots\dots a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ a_{31} + a_{32}x_2 + \dots\dots\dots a_{3n}x_n &\leq b_3 \dots\dots\dots(2.6) \\ a_1 + a_2 + a_3, \dots\dots\dots x_n &\leq 0 \end{aligned}$$

Dalam mencari variabel sehingga optimal, maka akan disusun table matrik X setiap tingkat.

Tabel 2.1. Bentuk umum tabel matrik metode simplek :

Program	Obyektivitas	Kuantitas	C_1 X_1	C_2 X_2	C_3 X_3		C_n a_{11}	0 S_1	0 S_2	0 S_3		0 S_n
S_1	0	b_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}		a_{1n}	1	0	0	0	 0
S_2	0	b_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}		a_{2n}	0	1	0	0	 0
S_3	0	b_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}		a_{3n}	0	0	1	0	 0
S_n	0	b_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}		a_{nn}	0	0	0	0	 1
		Z_j										
		$C_j - Z_j$										

↓
↓

Matrik utama
Matrik identitas

Keterangan :

a. Kolom program

Berisi variabel-variabel yang akan dikombinasi yaitu $X_j + S_j$ dimana $J = 1, 2, 3, \dots, n$. Pada tahap pertama kolom ini diisi dengan $S_1, S_2, S_3, S_j, \dots, S_n$.

b. Kolom obyektif

Berfungsi obyektif yang hendak dioptimumkan. Pada tahap pertama kolom ini berisi angka 0 (nol).

c. Kolom kuantitas

Berisi kendala-kendala yaitu $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$.

d. Baris obyektif

Berisi koefisien dari masing-masing variabel fungsi obyektif $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$.

e. Baris variable X_j dan S_j .

Berisi variabel yang akan dikombinasi : $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ dan $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

f. Baris Z_j .

Berisi pengurangan antara angka-angka pada baris C_j dengan baris Z_j .

g. Matrik utama $A_m \times X_n$

Matrik yang unsur-unsurnya terdiri dari koefisien variabel fungsi kendala.

h. Matrik identitas $I_m \times X_n$

Matrik yang unsur-unsurnya terdiri dari koefisien variabel semua S_j .

Langkah-langkah pengerjaan dapat diperinci sebagai berikut :

1. Rumuskan fungsi obyektif dan kendala-kendalanya.
2. Ubahlah bentuk pertidaksamaan fungsi kendala menjadi persamaan dengan menunjukkan unsur variabel semu yang diperlukan.
3. Bentuk tabel matrik yang terdiri dari data-data fungsi obyektif dan fungsi kendala termasuk data variabel semu.
4. Tentukan penyelesaian yang baik berdasar tabel simplek tersebut.
5. Uji optimal penyelesaian tadi.
6. Jika belum optimal bentuk tabel baru untuk penyelesaian tahap berikutnya.
7. Tentukan penyelesaian yang lain berdasar tabel simplek yang baru.
8. Uji optimalitas penyelesaian terakhir.
9. Ulangi prosedur di atas hingga diperoleh suatu penyelesaian optimal, yaitu jika angka-angka pada baris $C_j - Z_j$ sudah tidak ada yang positif.

Demikian langkah-langkah pengerjaan dan yang harus diperhatikan dalam pengerjaan metode simplek. Dan untuk memudahkan pengerjaannya, peneliti menggunakan alat bantu berupa program *Quantitative System Version 3.0*.

2.6. Peramalan

2.6.1. Pengertian Peramalan

Peramalan adalah cara memperkirakan secara kualitatif apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang, sedangkan ramalan adalah suatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang (Soljan Assauri, 1984). Peramalan dibuat oleh suatu perusahaan dalam menentukan jumlah produk yang harus diproduksi, untuk dapat memenuhi permintaan konsumen dan peramalan ini merupakan bagian integral aktivitas pengambilan keputusan.

Karakteristik peramalan yang baik adalah sebagai berikut :

1. Accuracy : tujuan utama peramalan adalah menghasilkan prediksi yang akurat. Peramalan yang terlalu rendah akan mengakibatkan kekurangan persediaan produk jadi. Sedangkan apabila peramalan terlalu tinggi akan mengakibatkan kelebihan biaya untuk produksi.
2. Low rupiah cost of software purchase or development. Biaya untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan signifikan jika jumlah produk dan data lainnya semakin besar. Keakuratan peramalan akan dapat ditingkatkan dengan mengembangkan model yang lebih kompleks dengan konsekuensi biaya naik.
3. Low computer time requirement. Waktu untuk memproses data hingga menjadi informasi bagi perusahaan juga menjadi salah satu pertimbangan utama dalam pemilihan sistem peramalan.

4. Low computer storage requirement. Kebutuhan media simpan komputer yang tinggi akan menambah biaya investasi bagi perusahaan.
5. On line capabilities. Kemampuan sistem peramalan untuk mengirimkan informasi terbaru dan saling terkait dengan sistem manajemen database merupakan value yang turut diperhitungkan oleh pihak perusahaan dalam menentukan keputusan.

Ada dua macam metode peramalan, yaitu :

1. Metode kuantitatif.

Metode ini dibedakan atas :

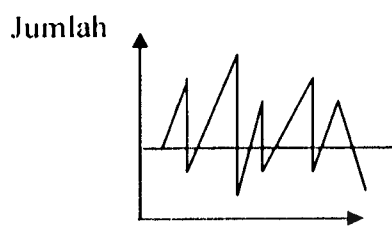
- a. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu yang merupakan deret waktu atau time series.
- b. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhi selain variabel waktu, yang disebut metode korelasi atau sebab akibat (causal method's).

2. Metode kualitatif.

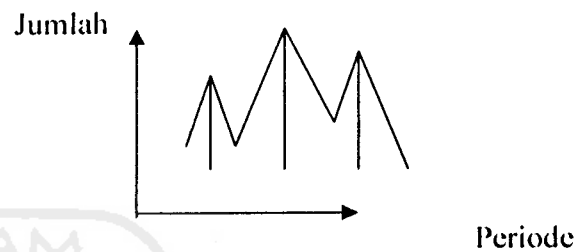
Terdapat empat jenis pola data dalam peramalan, yaitu :

- a. Horizontal. Pola data ini timbul jika data berfluktuasi konstan pada nilai tertentu.
- b. Musiman. Pola data ini timbul jika sekumpulan data dipengaruhi oleh faktor musiman (mingguan, bulanan atau perempat tahun).

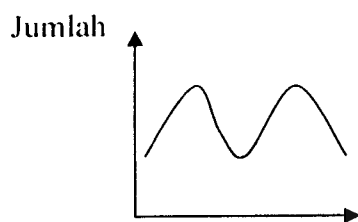
- c. Siklis. Pola data ini timbul jika data-data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
- d. Trend. Pola data ini timbul jika ada kenaikan/penurunan data dalam waktu jangka panjang.



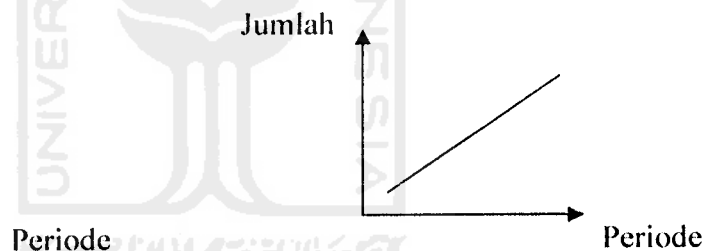
Gb.2.1. (pola data horisontal)



Gb.2.2. (pola data musiman)



Gb.2.3. (pola data siklis)



Gb.2.4. (pola data trend)

Gambar Pola Data Peramalan

2.6.2. Pemilihan Teknik Peramalan

Pemilihan teknik peramalan menurut Sofjan Assauri (1984) digunakan untuk :

- a. Mengidentifikasi sifat dari masalah yang akan diramalkan.
- b. Menjelaskan sifat data yang digunakan.

- c. Menjelaskan kelebihan dan keterbatasan teknik peramalan yang digunakan.
- d. Menentukan beberapa kriteria dimana pemilihan keputusan dapat dibuat.
- e. Pertimbangan akhir dalam teknik peramalan adalah bahwa setiap teknik harus dievaluasi, berkenaan dengan keandalan (reliability) dan daya terap (applicability) dari teknik tersebut terhadap masalah yang dihadapi, efektifitasnya dibanding metode-metode yang lain, tingkat akurasi, biayanya dan ekseptasi dari manajemen perusahaan.

Ukuran keakuratan peramalan terdiri dari beberapa cara yaitu :

- a. MAD (Mean Absolute Deviation)

$$MAD = \sum \left| \frac{At - Ft}{n} \right| \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana : At = permintaan aktual pada periode -t

Ft = peramalan permintaan pada periode -t

n = jumlah periode peramalan

- b. MSE (Mean Square Error)

$$MSE = \sum \frac{(At - Ft)^2}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

- c. BIAS (Mean error ate Deviation)

$$BIAS = \sum \frac{At - Ft}{n} \dots\dots\dots (2.9)$$

- d. R^2 (Multiple correction coefficient)

$$R^2 = \frac{(1-n)MSD}{(n-1)v} \dots\dots\dots (2.10)$$

e. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum \left| At - \frac{Ft}{At} \right| \dots\dots\dots (2.11)$$

f. MPE (Mean percentage error)

$$MPE = \frac{n}{100} \sum \left| At - \frac{Ft}{At} \right| \dots\dots\dots (2.12)$$

Adapun teknik-teknik Peramalan menurut Sofjan Assauri (1984) terdiri dari :

1. Rata-rata (Simple Average)

Yaitu metode rata-rata sederhana untuk menghitung rata-rata dari data yang tersedia (sejumlah t). Persamaan metode rata-rata yaitu :

$$F(t) = A$$

$$f(t+t) = F(t) \dots\dots\dots (2.13)$$

Metode ini cocok jika data-datanya tidak memiliki trend dan tidak mengandung faktor musiman.

2. Weighted Moving Average

Istilah Moving Average menggambarkan prosedur jika ada data baru, rata-rata baru dapat dihitung dan data yang lalu dapat dihapus. Karakteristik dari Moving Average yaitu peramalannya dipengaruhi oleh t periode masa lalu dan jumlah data tiap waktu tetap. Persamaannya adalah :

$$F(t) = \sum \frac{W_i A_i}{W_i} \text{ dimana } i = (t - m + 1); \text{ ke-}t$$

$$f(t + 1) = F(t) \dots\dots\dots(2.14)$$

Nilai default dari setiap weight adalah $1/m$.

3. Moving Average with Linier Trend

Metode ini akan efektif jika trend linier dan faktor random error tidak besar. Persamaan dari metode ini adalah :

$$F(t) = \sum \frac{A_i}{m} \text{ dimana } i = (t - m + 1); \text{ ke-}t$$

$$T(t) = 12 \sum \frac{\left[\frac{A_i(t - (m-1))}{2+1} \right] / m}{m(m^2-1)}$$

$$\text{Dimana } i = -\frac{(m-1)}{2} ; \text{ ke } \frac{(m-1)}{2}$$

$$f(t + 1) = F(t) + T(t)(t + 2) \dots\dots\dots(2.15)$$

4. Single Exponential Smoothing

Single Exponential Smoothing dihitung berdasarkan hasil peramalan ditambah dengan peramalan sebelumnya. Jadi kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Persamaan dari metode ini adalah :

$$F(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t - 1)$$

$$f(t + \tau) = F(t) + \tau T(t) \dots\dots\dots(2.16)$$

Semakin besar α , maka smoothing yang dilakukan semakin kecil, dan semakin kecil α , maka smoothing yang dilakukan akan semakin besar. Masalah yang dihadapi adalah mencari α optimal, karena akan memberikan SME, MAPE atau pengukuran lainnya minimum.

5. Single Exponential Smoothing with Linier Trend

$$F(0) = A(1) ; T(0) = 0$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) (F(t-1) + T(t-1))$$

$$T(t) = \beta (F(t) - F(t-1)) = (1 - \beta) T(t-1)$$

$$f(t + \tau) = F(t) + \tau T(t) \dots\dots\dots(2.17)$$

6. Double Exponential Smoothing

$$F(0) = F'(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t-1)$$

$$F'(t) = \alpha F(t) + (1 - \alpha) F'(t-1)$$

$$f(t + \tau) = F'(t) \dots\dots\dots(2.18)$$

7. Double Exponential Smoothing with Linier Trend

$$F(0) = F'(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t-1)$$

$$F'(t) = \alpha F(t) + (1 - \alpha) F'(t-1)$$

$$\gamma = \frac{r - \alpha}{\beta}$$

$$f(t + \tau) = (2 + \gamma) F(t) - (1 + \gamma) F'(t) \dots\dots\dots(2.19)$$

8. Adaptive Exponential Smoothing

Metode ini dimulai dari penerapan smoothing konstan (α). Dalam tiap-tiap periode diperiksa dengan tiga nilai, yaitu : $\alpha - 0.05$, α dan $\alpha + 0.05$. Membentuk $F(t)$ dengan absolute error yang paling kecil. Kemudian tetapkan nilai sebagai parameter smoothing baru. Persamaannya adalah :

$$F(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t-1) \dots\dots\dots(2.20)$$

9. Linear Regression

$$b = \left[\sum_i \frac{A(i)i - nA(n+1)}{2} \right] \left[\sum \frac{i^2 - n(n+1)^2}{4} \right] \text{ dimana } i = 1 ; \text{ ke } -n$$

$$a = \left[\frac{b(n+1)}{2} \right]$$

$$f(t) = a + bt \dots\dots\dots(2.21)$$

10. Winter's Model

$$F(0) = A(1)$$

$$T(0) = 0$$

$$F(t) = \frac{\alpha A(t)}{1(t-m) + (1-\alpha) (F(t-1) + T(t-1))}$$

$$T(t) = \beta (F(t) - F(t-1)) + (1-\beta) T(t-1)$$

$$T(t) = \frac{\gamma A(t)}{F(t) + (1 - \gamma) I(t - m)}$$

$$f(t + \gamma) = (F(t) + \gamma T(t)) I(t + \gamma - m) \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan notasi-notasi Pada TFSC yaitu :

t = periode waktu; $t = 1, 2, \dots, n$

γ = waktu dari t

m = periode rata-rata bergerak atau panjang putaran musiman

α = parameter smoothing pertama

β = parameter trend smoothing

γ = parameter musiman smoothing

$A(t)$ = data aktual dalam periode t

$f(t)$ = Peramalan untuk periode t

$T(t)$ = Trend untuk periode t

$F(t)$ = nilai smoothed untuk periode t

$W(t)$ = Weight untuk periode t

$I(t)$ = Indeks musiman untuk periode t

$e(t)$ = kesalahan (deviasi) untuk periode t , yaitu $f(t) - A(t)$

A = rata-rata

V = variansi data aktual untuk periode N

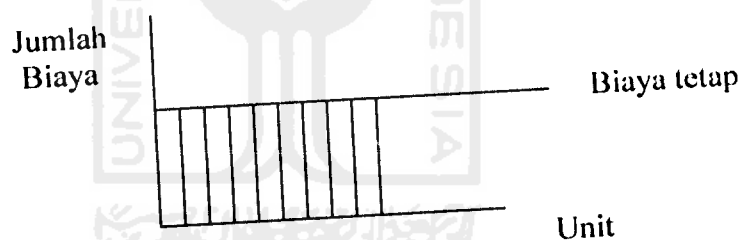
N = nomor periode dimana $e(t)$ dapat dicari

2.7. Penggolongan Biaya

Keberhasilan dalam perencanaan dan pengendalian biaya tergantung pada analisis dan telaah yang cermat mengenai hubungan antara biaya dan perubahan kegiatan. Adapun penggolongan biaya menurut Adolp Milton (1993) adalah sebagai berikut :

1. Biaya tetap (Fixed Cost)

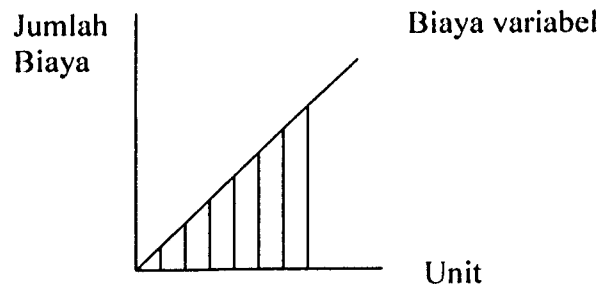
Biaya ini tidak akan berubah jumlahnya meskipun volume kegiatan meningkat atau menurun. Namun jumlah biaya tersebut akan tetap sama hanya dalam rentang/range kegiatan tertentu, dimana rentang kegiatan tersebut dianggap sebagai rentang yang relevan (relevant range). Biaya tetap total akan berubah jika kegiatan melampaui rentang yang relevan.



Gb.2.5. grafik Biaya Tetap

2. Biaya Variabel (Variable Cost)

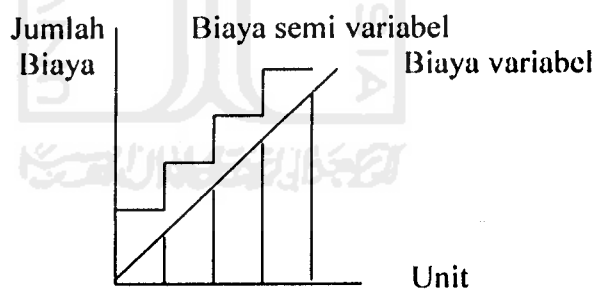
Biaya variabel merupakan jenis biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume penjualan. Perubahan ini tercermin dalam biaya variabel total. Sehingga dalam pengertian ini, biaya variabel dapat dihitung berdasarkan persentase tertentu dari penjualan.



Gb.2.6. grafik Biaya Variabel

3. Biaya Semi variabel

Biaya semi variabel merupakan jenis biaya yang sebagian adalah biaya tetap dan sebagian lagi adalah biaya variabel. Contoh biaya yang tergolong biaya ini adalah komisi bagi sales. Dimana biaya komisi mungkin tetap dalam range atau volume tertentu dan naik pada level yang lebih tinggi.



Gambar 2 .7. grafik Biaya Semi Variabel

Menurut Abdul Halim dan Bambang Supomo (1990) perubahan biaya total sebagai akibat dari perubahan volume kegiatan perusahaan, ada 3 macam pola yaitu :

1. Jumlah tetap meskipun volume kegiatan berubah (biaya tetap).

2. Jumlah berubah secara proporsional 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 umumnya dinyatakan dengan fungsi biaya sebagai berikut :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana : Y = biaya total

X = volume kegiatan

a = biaya tetap total

b = biaya variabel per unit

Menurut Asry dan Hammer (1991) ada beberapa metode untuk menentukan pola perilaku biaya dengan analisis perilaku biaya masa lalu, antara lain :

a. Metode Titik Tertinggi dan Terendah (High and Low Point Method)

Caranya adalah menganalisis biaya masa lalu pada volume kegiatan yang tertinggi dan terendah. Selanjutnya menghitung selisih antara keduanya, selisih yang dihasilkan merupakan unsur variabel dari biaya yang bersangkutan. Selisih per unit dapat dicari dengan membagi selisih biaya dengan selisih volume kegiatan sehingga akan didapatkan biaya variabel per unit.

b. Metode Biaya Cadangan (Stand By Cost Method)

Analisis dalam metode ini adalah dengan terlebih dahulu menentukan unsur biaya tetap dari biaya yang bersangkutan. Penentuan unsur biaya tetap dilakukan dengan cara menghentikan kegiatan perusahaan untuk sementara waktu. Dengan cara ini akan diketahui besarnya biaya cadangan (stand by cost). Selisih antara biaya cadangan dengan biaya yang terjadi ketika perusahaan beroperasi disebut unsur biaya variabel. Untuk mendapatkan biaya variabel perunit, dengan cara membagi biaya variabel dengan volume produksi.

c. Metode Kuadrat Terkecil

Caranya adalah dengan menentukan biaya tetap dan biaya variabel per unit dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana : n = jumlah periode pengamatan

x = volume kegiatan selama n periode

y = biaya yang dikeluarkan selama n periode

b = biaya variabel per unit

a = biaya tetap selama n periode

2.8. Kalkulasi Biaya Langsung

Kalkulasi biaya langsung (direct costing) atau kalkulasi biaya variabel atau kalkulasi biaya marginal, hanya membebankan produk dengan biaya pabrikasi yang bervariasi langsung dengan volume. Biaya utama (biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung) ditambah overhead variabel dibebankan ke persediaan, yakni barang dalam proses dan barang jadi dan ke harga pokok penjualan. Jadi hanya biaya variabel yang dibebankan ke produk sedangkan biaya pabrikasi tetap dibebankan dalam jumlah total sebagai beban periode berjalan. Biaya pabrikasi tetap seperti penyusutan, asuransi, pajak dan pemeliharaan yang merupakan fungsi dari waktu dan bukan dari produksi akan dikeluarkan dari biaya produk.

2.9. Kontribusi Margin

Margin kontribusi atau laba marginal adalah selisih antara hasil penjualan dengan biaya variabel. Hal ini dihitung dengan mengurangi semua biaya variabel, baik biaya pabrikasi maupun non pabrikasi dari hasil penjualan. Dimana dalam kalkulasi langsung, kontribusi margin dapat dihitung dalam jumlah total atau dengan dasar per unit. Laba total dihitung dengan mengurangi total biaya tetap dari total margin kontribusi.

2.10. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari perubahan-perubahan yang terjadi pada parameter Linier programming terhadap solusi optimal yang telah dicapai.

Solusi optimum masalah linier programming didasarkan pada nilai koefisien fungsi tujuan maupun kemampuan penyediaan sumber daya yang dapat diketahui secara pasti. Dalam kenyataan nilai koefisien fungsi tujuan maupun kemampuan penyediaan sumber daya, sangat dimungkinkan untuk mengalami perubahan dimasa yang akan datang.

Setiap perubahan pada koefisien fungsi tujuan, koefisien kendala, kapasitas kendala, penambahan kegiatan baru maupun penambahan kendala baru, akan mengubah persoalan linier programming dan pada akhirnya akan mempengaruhi solusi optimum. Menghadapi berbagai macam perubahan tersebut, dikembangkan suatu strategi guna mempelajari bagaimana solusi optimum akan berubah sehubungan dengan perubahan data seperti tersebut diatas. Hal inilah yang disebut analisis sensitivitas.

Beberapa perubahan yang mungkin dihadapi dalam analisa sensitivitas menurut Zainal dan Ali (2000) adalah :

1. Perubahan pada koefisien fungsi tujuan.
 - a. Perubahan koefisien variabel basis.
 - b. Perubahan koefisien variabel nonbasis.

2. Perubahan konstanta ruas kanan.
 - a. Penambahan kapasitas sumber daya.
 - b. Pengurangan kapasitas sumber daya.
3. Perubahan fungsi kendala.
 - a. Penambahan kendala baru.
 - b. Penambahan kegiatan baru atau variabel keputusan baru.

2.11. Logika *Fuzzy*

2.11.1. Pengertian *Fuzzy*

Menurut kamus Inggris-Indonesia kata "*Fuzzy*" merupakan kata sifat yang berarti kabur, tidak jelas "*Fuzziness*" atau kekaburan atau ketidakjelasan selalu meliputi keseharian manusia. Fenomena yang kita jumpai setiap hari banyak yang tidak jelas (*Imprecision*), tidak tepat (*Inexactness*), berarti mendua (*Ambiguity*), atau samar (*Vagueness*). Seperti contoh: kategori ukuran tinggi tidak jelas. Jika kita menyatakan tinggi seseorang lebih dari sama dengan 180 cm maka si "A" yang tingginya 179 cm dinyatakan tidak tinggi, meskipun keduanya hanya berbeda 1 cm. [SR102]

Keadaan lingkungan yang samar, tidak jelas, penuh ketidakpastian kuranglah sesuai apabila menggunakan metode tradisional yang hanya bertujuan ke arah numerik. Oleh karena itu dalam kehidupan ini diperlukan metode pelengkap yang mengikutsertakan *fuzzy*.

2.11.2. Pengertian Himpunan *Fuzzy* dan *Crisp*

Dasar teori himpunan *fuzzy* (*Fuzzy Set Theory*) adalah pengenalan akan adanya batas yang tidak jelas (*imprecise boundary*) atau batas yang tidak tegas (*unsharp boundary*).

Himpunan *fuzzy* adalah sekumpulan objek dengan batas yang tidak jelas atau tidak tegas. Peralihan keanggotaan himpunan dari anggota menjadi bukan anggota adalah bertahap (*gradual*). Himpunan ini pertama kali diperkenalkan oleh Zadeh (1965) dengan nilai keanggotaannya terletak dalam interval $[0,1]$, di mana memiliki dua variabel yaitu:

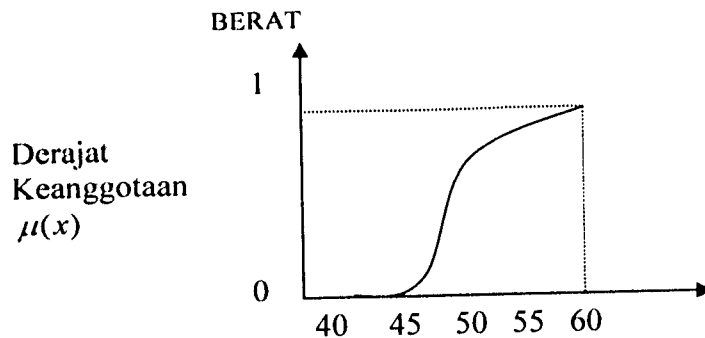
- (a) Variabel numeris (misal: 3, 50, 45, dst)
- (b) Variabel linguistic (misal: TUA, MUDA dst)

Dalam teori himpunan biasa, suatu objek adalah anggota atau bukan anggota dari suatu himpunan, dan batas keanggotaannya adalah jelas. *Crisp Set* didefinisikan sebagai suatu fungsi karakteristik yang dinyatakan dalam batas yang jelas atau tegas. Nilai keanggotaan *crisp* hanya ada 2 nilai yaitu 1 (anggota) 0 (bukan anggota).

2.11.3. Domain Himpunan *Fuzzy*

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan. Domain merupakan bilangan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domainnya dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Sebagai contoh, himpunan fuzzy BERAT (untuk remaja putri Indonesia) memiliki domain antara 40 kg sampai 60 kg seperti terlihat pada gambar 2.5. berikut:



Gambar 2.8. Himpunan fuzzy BERAT : berdasarkan berat badan dalam kg

2.11.4. Semesta Pembicaraan

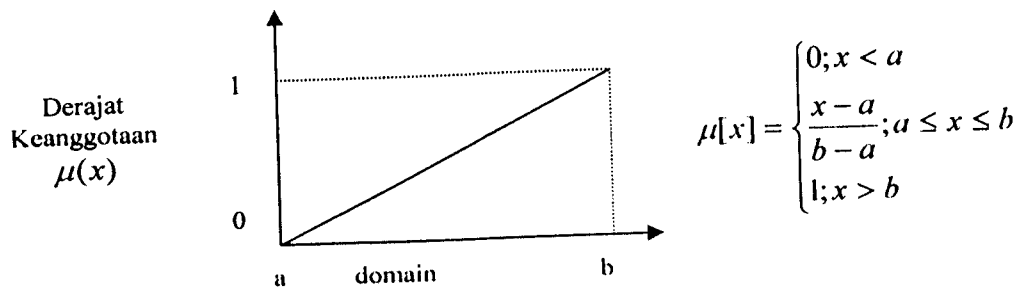
Keseluruhan ruang permasalahan dari nilai terkecil hingga nilai terbesar yang diijinkan disebut dengan semesta pembicaraan (*universe of discourse*). [SR102]

2.11.5. Fungsi Keanggotaan

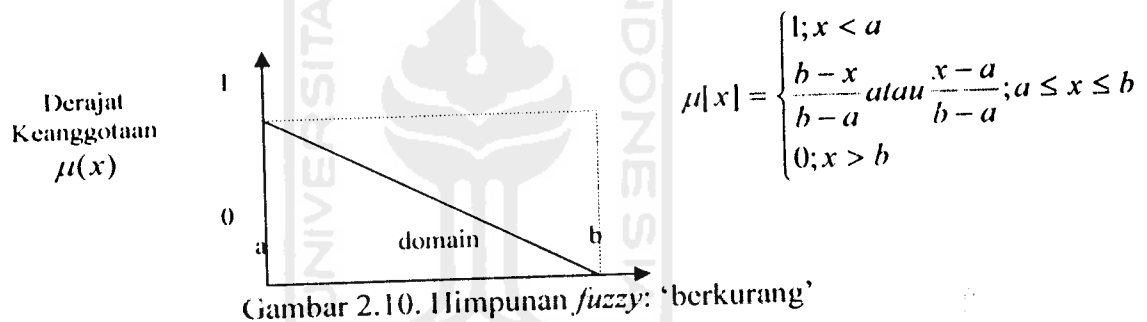
Fungsi keanggotaan dapat direpresentasikan dengan beberapa cara, antara lain:

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, permukaan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Gambar 2.9. Himpunan *Fuzzy*: 'bertambah'

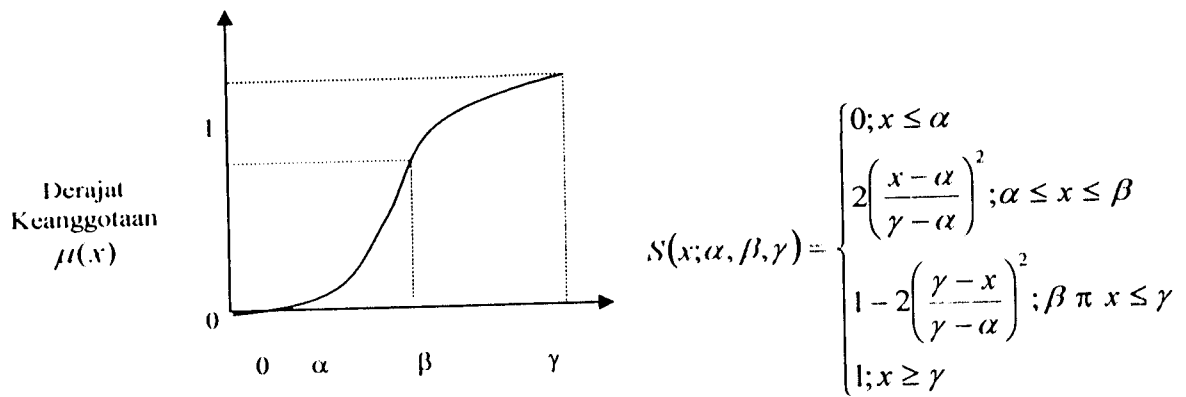
Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (gambar 2.6.)

Gambar 2.10. Himpunan *fuzzy*: 'berkurang'

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi dari sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (gambar 2.10)

b. Representasi Kurva-S (sigmoid/Logistic)

Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut titik infleksi.



Gambar 2.11. Kurva-S (Sigmoid/Logistic)

c. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*bell-curve*)

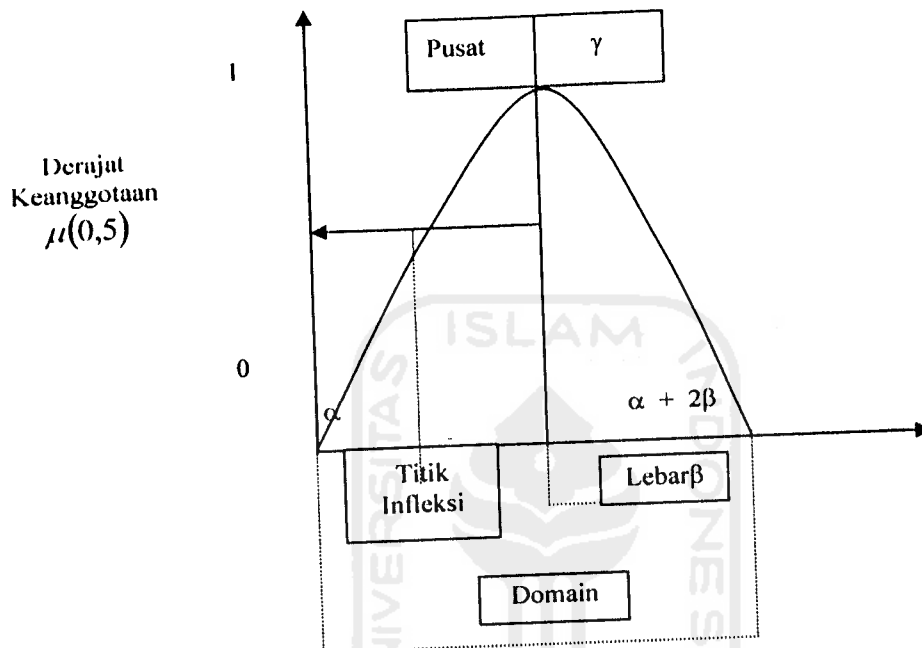
Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: himpunan fuzzy PI, beta, Gauss.

Perbedaan kurva ini terletak pada gradiennya.

Kurva PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β) seperti terlihat pada gambar berikut ini. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:

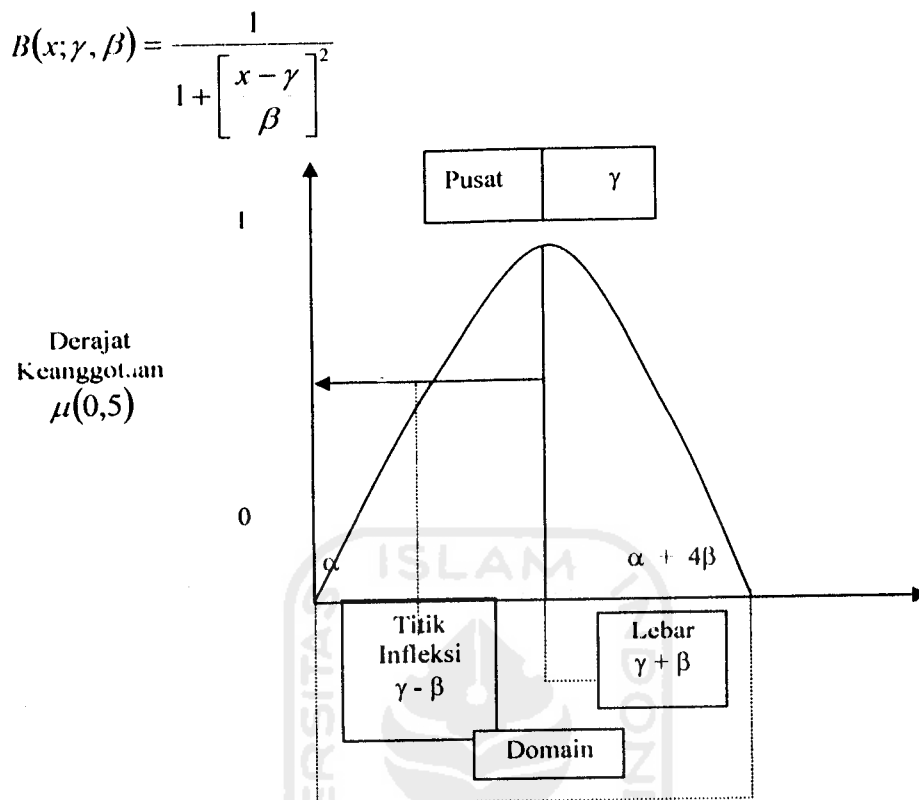
$$PI(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left[x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right] \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left[x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right] \rightarrow x > \gamma \end{cases}$$



Gambar 2.12. Karakteristik fungsional kurva PI

Kurva BETA

Seperti halnya kurva PI, kurva BETA juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini juga didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ), dan setengah lebar kurva (β) seperti terlihat pada gambar berikut. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:

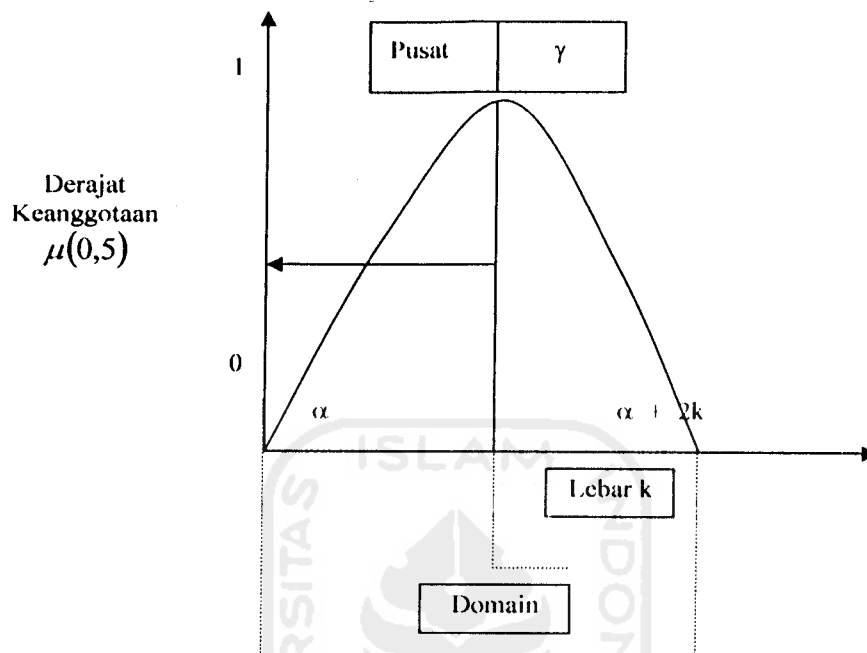


Gambar 2.13. Karakteristik kurva BETA

Kurva GAUSS

Jika kurva PI dan kurva BETA menggunakan 2 parameter yaitu (γ) dan (β), kurva GAUSS juga menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai:

$$G(x; k, \gamma) = e^{-\frac{1}{2k^2}(x-\gamma)^2}$$



Gambar 2.14. Karakteristik kurva Gauss

2.12. Fuzzy Linear Programming

Pada *linear programming* klasik tujuan yang akan dicari adalah untuk menentukan dan mengoptimalkan nilai variabel yang belum diketahui dengan batasan akan sumber daya yang ada. Bentuk standar dari *linear programming* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimumkan} \quad & f(x) = c^T x \\ \text{Batasan} \quad & Ax \leq b \quad \dots\dots\dots(2.25) \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

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

atau

$$\begin{array}{ll}
 \text{Minimumkan} & f(x) = c^T x \\
 \text{Batasan} & Ax \geq b \dots\dots\dots(2.26) \\
 & X \leq 0
 \end{array}$$

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

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

Jika diasumsikan bahwa keputusan *linear programming* akan dibuat pada lingkungan *fuzzy*, maka bentuk (2.25) dan (2.26) akan mengalami sedikit perubahan, yaitu:

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

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

Sehingga untuk kasus maksimasi (2.25) akan diperoleh:

Tentukan x sedemikian hingga:

$$C^T x \underset{z}{\geq} z$$

$$Ax \underset{z}{\leq} b$$

$$x \geq 0 \dots\dots\dots(2.27)$$

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

Untuk kasus minimasi (2.26) akan diperoleh:

Tentukan x sedemikian hingga:

$$C^T x \underset{z}{\leq} z$$

$$Ax \underset{z}{\geq} b \dots\dots\dots(2.28)$$

$$x \geq 0$$

kedua bentuk (2.27) dan (2.28) dapat dibawa ke suatu bentuk (2.29), yaitu:

Tentukan x sedemikian hingga:

$$Bx \leq d \quad \dots\dots\dots(2.29)$$

$$x \geq 0$$

dengan:

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

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

Atau

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

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

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

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

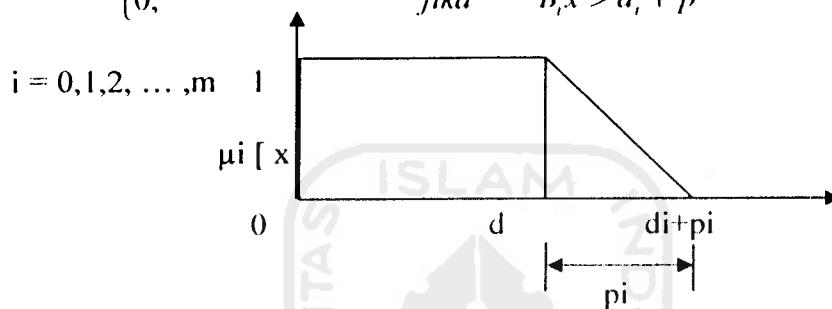
$$\mu_D[x] = \min\{\mu_i[x]\} \quad \dots\dots\dots(2.30)$$

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

$$\max_{x \geq 0} \mu_D[x] = \max_{x \geq 0} \min\{\mu_i[x]\} \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

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

$$\mu_i[x] = \begin{cases} 1; & \text{jika } B_i x \leq d_i \\ \in [0,1] & \text{jika } d_i < B_i x \leq d_i + p_i \\ 0; & \text{jika } B_i x > d_i + p_i \end{cases} \quad (2.32)$$



Gambar 2.15. Fungsi Keanggotaan

$$\mu_i(Bx) = \begin{cases} 1; & \text{jika } B_i x \leq d_i \\ 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} & \text{jika } d_i < B_i x \leq d_i + p_i \\ 0; & \text{jika } B_i x > d_i + p_i \end{cases} \quad (2.33)$$

dengan p_i adalah toleransi interval yang diperbolehkan untuk melakukan pelanggaran baik pada fungsi obyektif maupun batasan. Dengan mensubstitusikan (9) ke (7) akan diperoleh:

$$\max_{x \in S} \mu_p[x] = \max_{x \in S} \min_i \left\{ 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} \right\} \quad (2.34)$$

Dari gambar 2.12. dapat dilihat bahwa semakin besar nilai domain, akan memiliki nilai keanggotaan yang cenderung semakin kecil. Sehingga untuk mencari nilai λ - cut dapat dihitung sebagai $\lambda = 1-t$, dengan:

$$d_i + p_i = \text{ruas kanan batasan ke-} i \dots\dots\dots(2.35)$$

dengan demikian akan diperoleh bentuk *linear programming* baru sebagai berikut:

Maksimumkan : λ

Dengan batasan : $\lambda p_i + B_i x \leq d_i + p_i \quad i = 0, 1, 2, \dots, m$

$$x \geq 0 \dots\dots\dots(2.36)$$



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Sinar Logam yang beralamat di jalan Komodo No. 4A Juwana. Adapun bagian yang diteliti yaitu pada bagian produksi. Perusahaan ini memproduksi barang-barang yang terbuat dari kuningan seperti :

1. Produk dekoratif lamp
 - a. Table lamp
 - b. Wall lamp
 - c. Park lamp
 - d. Standing lamp
2. Hardware solid brass
 - a. Reclining brass
 - b. Stimer brass
 - c. Aceccories brass



3.2. Data-data yang diperlukan

Dalam penelitian membutuhkan data-data yang relevan untuk bisa memformulasikan masalah dan menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Adapun sumber-sumber data yang dibutuhkan adalah :

Data Perusahaan, meliputi :

- Data permintaan produk setiap bulannya.
- Data proses produksi.
- Data waktu proses produksi dan alat yang digunakan.
- Data kapasitas sumber daya bahan baku.
- Data kapasitas sumber daya tenaga kerja
- Data jumlah tenaga kerja dan mesin.
- Data perincian biaya produksi.
- Data harga jual produk.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data atau keterangan yang mempunyai relevansi dengan permasalahan yang akan diteliti, maka metode yang akan digunakan adalah :

1. Metode Observasi

Yaitu perolehan data dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung pada obyek yang diteliti seperti proses produksi, waktu proses, kapasitas dan komposisi sumber daya.

2. Riset Kepustakaan

Dilakukan dengan jalan membaca buku-buku dan literature yang berhubungan dengan penelitian, yang berasal dari perpustakaan maupun bahan kuliah seperti penggunaan metode peramalan dan pembuatan proses produksi.

3. Dokumentasi

Data dokumen yang dikumpulkan perusahaan yang berhubungan dengan penelitian, seperti gambar produk.

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. Peta Proses Operasi dan MPPC

Peta proses operasi merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal hingga akhir. Melalui peta proses ini akan didapatkan

informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja yang diharapkan akan memperkecil waktu prosesnya.

Waktu proses yang semakin kecil akan menghasilkan produk yang lebih banyak dengan waktu yang tersedia. Adapun informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metode kerja antara lain :

- Jumlah benda kerja atau hasil kerja lainnya yang harus dibuat.
- Waktu operasi untuk penyelesaian kerja, baik secara total maupun untuk masing-masing elemen kerja yang ada.
- Kapasitas mesin atau kapasitas kerja lainnya yang digunakan.

Pada peta proses produksi ini akan ditentukan waktu proses untuk setiap produknya. Dari waktu proses ini akan didapatkan kapasitas pembuatan produk per hari maupun per bulan.

Multi product Process Chart (MPPC) akan sesuai digunakan bila proses produksinya berdasarkan “proses layout”, sedangkan pembuatannya berdasarkan peta proses operasinya.

3.4.2. Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan akan jumlah produk yang dihasilkan dapat diperoleh dengan cara melihat data penjualan masa lalu, yang kemudian diramalkan untuk periode berikutnya.

Dalam produksi, peramalan paling dibutuhkan dalam bidang permintaan produk. Hal ini mencakup baik volume maupun bauran produk, sehingga perusahaan dapat merencanakan jadwal produksi dan persediaan untuk memenuhi permintaan pasar dengan sebaik-baiknya. Bidang-bidang lain dalam fungsi produksi yang memerlukan peramalan termasuk kebutuhan barang (pembelian dan pengadaan), penjadwalan tenaga kerja, pembelian peralatan, kebutuhan pemeliharaan dan perencanaan kapasitas pabrik.

Pada pengolahan data peramalan menggunakan Quantitative System Version 3.0 (QS 3.0), dengan pemilihan metode peramalan berdasarkan tingkat kesalahan terkecil, dalam hal ini digunakan tingkat kesalahan MSD (Mean Square Deviation).

Langkah-langkah dalam peramalan :

1. Pengumpulan data penjualan masa lalu.
2. Masukkan data ke dalam program.
3. Olah data dengan program QS 3.0.
4. Pilih metode peramalan yang mempunyai tingkat kesalahan terkecil (MSD terkecil).

3.4.3. Analisis Biaya

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

Dari analisis biaya ini output yang diharapkan adalah mendapatkan harga pokok produksi tiap unit produk, dimana hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui berapa sebenarnya kontribusi margin persatuan produk. Kontribusi margin dapat dicari dari harga jual perunit dikurangi besarnya biaya variabelnya.

Hasil analisis ini berguna untuk langkah selanjutnya, yaitu penentuan fungsi tujuan yang akan dicapai apakah maksimasi keuntungan atau minimasi biaya.

3.4.4. Perumusan Model Linier Programming

Hal yang terpenting dalam model ini adalah menentukan fungsi tujuan dan fungsi batasannya.

1. Menentukan fungsi tujuan

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

Dengan demikian fungsi tujuan dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + ... C_n X_n \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana,

Z = Fungsi tujuan, yaitu maksimasi keuntungan

C_n = Koefisien variable keputusan, yaitu keuntungan kontribusi dari setiap jenis produk (per unit).

X_n = Variabel keputusan, banyaknya x buah dari jenis produk yang diproduksi.

2. Menentukan Fungsi batasan

Fungsi batasan merupakan batasan-batasan sumber daya terbatas yang dimiliki perusahaan yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. Batasan-batasan tersebut antara lain :

- Batasan jam kerja mesin

Batasan ini adalah waktu yang dibutuhkan mesin dalam setiap proses pembuatan produk per unitnya. Dalam perusahaan terdiri dari 11 departemen yaitu : mesin peleburan, mesin pencetakan, mesin kikir(mesin dan manual),mesin bubut dan mesin selep untuk produk lampu. Mesin peleburan, mesin pencetakan, mesin kikir, mesin bubut, mesin selep dan finishing untuk lainnya.

- Batasan jam kerja tenaga kerja

Batasan ini adalah waktu yang dibutuhkan dalam setiap proses pembuatan produk perunitnya. Dalam pembuatannya terdiri dari 9 departemen yaitu : bagian persiapan, pembuatan cetakan, pencetakan, kikir dan finishing untuk lampu. Bagian persiapan, pembuatan cetakan, pencetakan dan kikir untuk lainnya

- Batasan pasar

Batasan pasar ini adalah sejauh mana pola permintaan konsumen terhadap produk yang ditawarkan. Sedangkan batasannya dapat ditentukan dengan peramalan.

3.4.5. Menentukan solusi optimal

Pada dasarnya penentuan solusi optimal ini adalah pengolahan model matematis dengan penggunaan metode simplek untuk pertamakalinya. Dari solusi ini akan diketahui solusi optimalnya.

Langkah-langkah penyelesaian metode simplek adalah sebagai berikut :

- Formulasikan problem sebagai model optimasi linier.
- Bentuk table simplek awal, termasuk nilai pemecahan awal dan jumlah baris indeks.

Jumlah baris indeks dalam tabel awal dikalkulasikan berdasar rumus:

$$\text{Jumlah indeks} = \left| \begin{array}{l} \text{Jumlah dalam} \\ \text{baris obyektif} \\ \text{Pada kolom induk} \end{array} \right| - \sum \left| \begin{array}{l} \text{Jumlah} \\ \text{dalam} \\ \text{kolom} \end{array} \right| \times \left| \begin{array}{l} \text{Jumlah} \text{ } \text{jajaran} \\ \text{dalam} \text{ } \text{kolom} \\ \text{obyektif} \end{array} \right|$$

- Pilih kolom kunci, kolom yang memiliki jumlah indeks positif terbesar dalam batang tubuh.
- Pilih baris kunci, baris yang memiliki perhitungan non-negatif terkecil, yang diperoleh dengan membagi tiap jumlah kolom konstan dengan jajaran positif, jumlah yang bukan nol dalam kolom utama.
- Jumlah kunci adalah terletak pada titik perpotongan baris utama dan kolom utama.
- Bentuk baris utama tabel baru.

$$\text{Baris utama} = \frac{\text{Baris kunci tabel sebelumnya}}{\text{Angka Utama}}$$

- Bentuk saldo table baru

- Jumlah variabel dan jumlah obyektifnya pada kolom utama induk dimasukkan dalam sub tabel baru disebelah kanan baris utama, mengganti jumlah variabel dan jumlah obyektif dari baris utama tabel sebelumnya.
- Kolom variabel dan kolom obyektif yang tertinggal akan ditimbulkan kembali dalam tabel baru seperti yang tampak dalam tabel sebelumnya.
- Saldo koefisien untuk table baru dikalkulasi berdasar rumus :

$$\text{Jumlah Baru} = \text{Jumlah lama} - \frac{\text{Jajaran jumlah Baris utama} \times \text{Jajaran jumlah Kolom utama}}{\text{Jumlah kunci}}$$

- Ulangi langkah 3 hingga 7 sampai jumlah indeks (tidak termasuk kolom konstan) menunjukkan negatif atau nol. Maka selanjutnya akan dihasilkan pemecahan optimal.

Untuk menentukan solusi optimal pada penelitian ini digunakan program Q.S Version 3.0. dengan menggunakan batasan-batasan yang telah ditentukan.

3.4.6. Perumusan *Fuzzy Linear Programming*

3.4.6.1. Penentuan Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini terdiri dari 2 buah. Variabel penelitian tersebut yaitu:

1. Variabel Bebas (*Independent Variabel*)

Variabel bebas merupakan suatu faktor yang digunakan dalam usaha untuk memastikan hubungan antara pengaruh dari suatu variabel terhadap suatu gejala.

2. Variabel Tak Bebas (*Dependent Variabel*)

Variabel tak bebas merupakan satu faktor yang muncul, menghilang dan berubah-ubah pada waktu peneliti memberi, memindahkan, menghilangkan ataupun mengubah *Dependent variabel*. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah variabel input yang berupa fungsi-fungsi batasan dalam formulasi masalah *linear programming*.

3.4.6.2. Penentuan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang hendak dicapai adalah 2 jenis fungsi, yaitu:

1. Fungsi tujuan minimum (z^0) didapat dari fungsi tujuan pada semua fungsi batasan minimum.
2. Fungsi tujuan maksimum (z^1) didapat dari fungsi tujuan jika fungsi batasan dinaikkan secara maksimum.

Sehingga dengan demikian fungsi tujuan dapat kita formulasikan sebagai berikut:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots \geq z^1 - (z^1 - z^0)(t) \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

Z = Fungsi tujuan yang hendak dicapai yaitu maksimasi keuntungan.

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

3.4.6.3. Penentuan Fungsi Batasan

Fungsi batasan yang ada dapat digolongkan pada 2 jenis yaitu:

1. Fungsi batasan bahan baku yang tersedia. Pengalokasian sumber bahan baku harus diimbangi dengan kapasitas bahan baku yang tersedia. Penambahan bahan baku hanya diijinkan sebesar 10% dari kapasitas bahan baku yang ada jika terjadi kenaikan permintaan akan produk tersebut.
2. Fungsi batasan jam tenaga kerja. Jam normal tenaga kerja per harinya untuk seluruh sistem kerja adalah sebesar 8 jam kerja. Penambahan kapasitas jam tenaga kerja jika sangat diperlukan hanya diijinkan oleh perusahaan 2 jam per hari.

Sehingga dengan demikian fungsi batasan dapat kita formulasikan sebagai berikut:

$$g_1(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \leq b_i + p_i(t); i = 1, \dots, m \dots\dots\dots(3.30)$$

kemudian mengoptimalkan t dengan mengubah fungsi tujuan maupun fungsi batasan ke dalam bentuk:

maks λ

$$\lambda p_i + (Bx)_i \leq b_i + p_i \quad i = 1, \dots, m \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

3.4.6.4. Penyelesaian Akhir dengan Metode Simpleks

Selanjutnya setelah fungsi tujuan dari fungsi batasan diubah dalam bentuk persamaan baru, maka penyelesaian dari persamaan baru tersebut diselesaikan dengan metode simpleks.

3.5. Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan yaitu analisis sensitivitas. Setelah tabel optimum didapat, maka dapat dianalisis bagaimana kombinasi produk yang dihasilkan jika adanya peningkatan sumber daya dengan tanpa adanya peningkatan sumber daya sehingga terjadi perubahan pada:

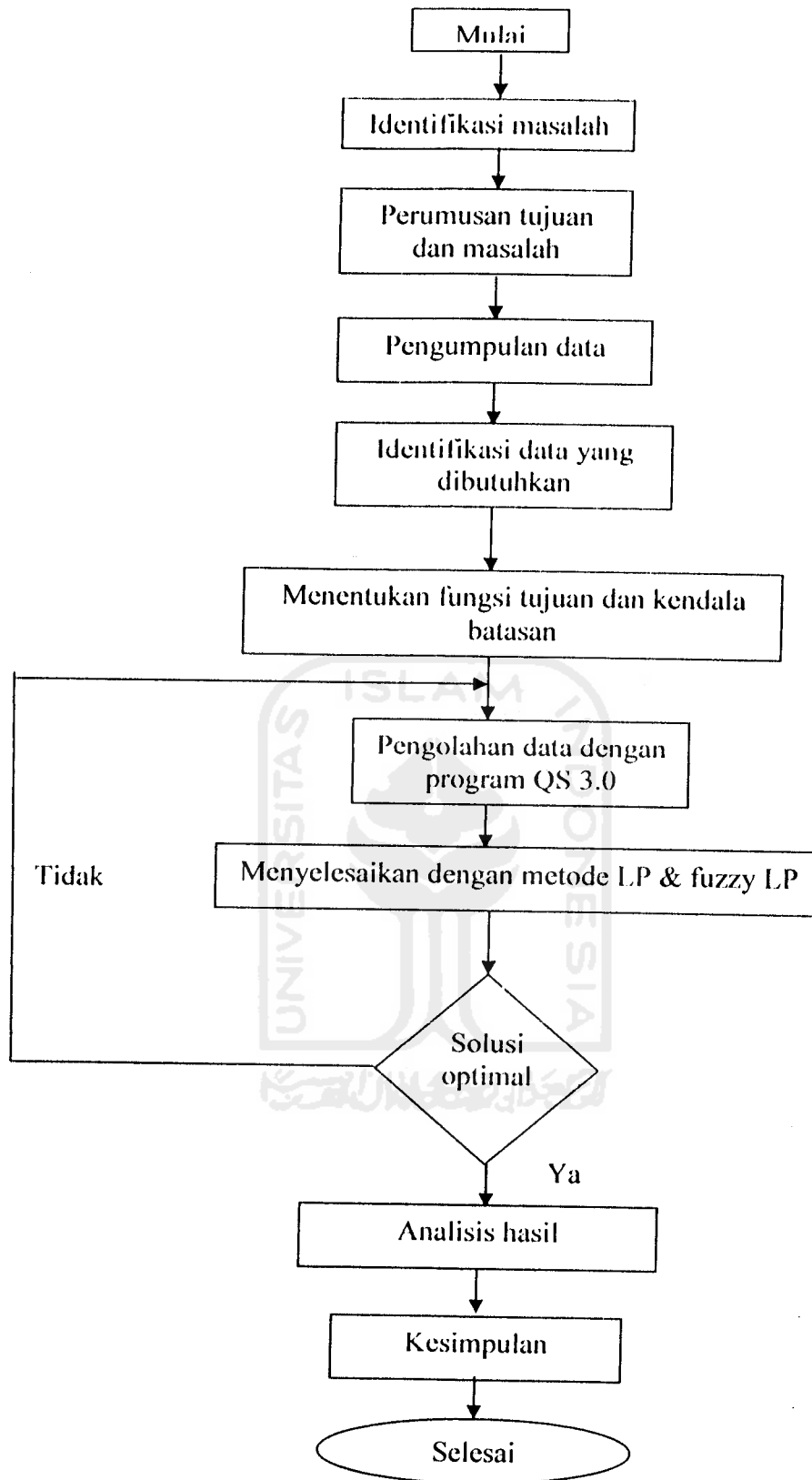
- a. Koefisien fungsi tujuan.
- b. Konstanta ruas kanan
- c. Maksimasi hasil antara keduanya

3.6. Langkah-Langkah Penelitian

Sebelum memulai penelitian perlu dilakukan persiapan yang matang. Setelah kita sampai diperusahaan, yang perlu dilakukan adalah melakukan identifikasi masalah. Kemudian membuat tujuan dari masalah yang ada agar didapat penyelesaiannya. Apabila tujuan sudah dirumuskan, kita perlu mengumpulkan data-data dari perusahaan tersebut. Setelah data

terkumpul maka, dipilihlah data yang dibutuhkan. Kemudian menentukan fungsi tujuan yang ingin dicapai dan kendala batasan yang dihadapi. Setelah itu dilakukan peramalan dengan program QS 3.0. Setelah didapat peramalan maka masalah tersebut dapat diselesaikan dengan metode Linear programming dan fuzzy linear programming. Apabila sudah didapat solusi yang optimal maka dilakukan analisis terhadap hasil yang didapat. Apabila tidak didapat solusi yang optimal maka diulangi lagi dari pengolahan data dan seterusnya sampai didapat hasil yang optimal. Kemudian dapat ditarik kesimpulan dari penelitian tersebut. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 3.1. tentang diagram alir penelitian dibawah ini :





Gambar 3.1. Flow chart penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan data

4.1.1. Proses Produksi

Bahan baku merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan suatu barang. Karena apabila bahan baku yang digunakan mempunyai kualitas yang baik, maka hasil produksinya akan baik pula. Oleh karena itu bahan-bahan yang akan digunakan harus ditentukan menurut standar kualitas perusahaan. Pembuatan dekoratif lamp dan hardware solid brass pada PT. Sinar Logam menggunakan bahan baku dengan kualitas yang sangat baik.

Bahan-bahan baku utama untuk membuat dekoratif lamps dan hardware solid brass adalah sebagai berikut:

a. Kuningan

Kuningan merupakan bahan baku utama dalam pembuatan dekoratif lamps dan hardware solid brass, sehingga kebutuhan akan bahan baku kuningan perlu mendapat perhatian khusus dari perusahaan dan menjaga agar kualitas produknya dapat terjamin dengan baik.

b. Campuran Tembaga

Tembaga digunakan sebagai campuran dalam memproduksi dekoratif lamp dan hardware solid brass sehingga akan menghasilkan logam yang lebih keras dan kuat dari kuningan murni.

c. Krasok

Krasok merupakan suatu campuran dari besi dan kuningan yang berupa serpihan-serpihan logam. Kemudian krasok dilebur dan digunakan untuk dicampur dengan kuningan dan tembaga agar hasil dari proses peleburan lebih keras.

Proses produksi untuk pembuatan dekoratif lamps dan hardware solid brass dilakukan beberapa tahap dan menggunakan beberapa jenis mesin yang berbeda sesuai dengan proses produksinya, tahap-tahap dalam proses produksinya antara lain sebagai berikut :

1. Proses Peleburan

Peleburan menggunakan sebuah tungku. Bahan baku berupa kuningan batangan dicampur dengan bahan pendukung yaitu krasok (rongsokan kuningan) dan tembaga. Kemudian dipanaskan $\pm$ selama 1 jam hingga mencair dan bercampur.

2. Proses Pencetakan

Setelah dilebur bahan yang sudah bercampur diambil dan dituangkan kedalam cetakkan yang terbuat dari bahan tembaga dan didinginkan hingga mengeras. Untuk

mempercepat pendinginan serta membuat cetakan kuat menahan panas maka cetakan diberi alas berupa pasir kwarsa.

3. Proses Pengikiran

Dalam proses pengikiran dibagi dua kali. Pengikiran pertama dilakukan dengan menggunakan mesin kikir untuk menghaluskan permukaan produk setelah dieetak dengan menggunakan mesin pencetakan. Untuk menghasilkan produk yang lebih halus maka dilakukan pengikiran dengan menggunakan kikir manual untuk menghaluskan bagian yang tidak dapat dikerjakan oleh mesin.

4. Proses Pembubutan

Pada proses ini digunakan mesin bubut untuk membuat lubang tempat pengait ataupun lubang untuk pemasangan baut.

5. Proses Penyelepan

Mesin selep digunakan untuk menghaluskan permukaan produk. Perbedaannya dengan mesin kikir adalah mesin ini lebih menghaluskan dan mengkilapkan produk.

6. Proses Finishing

Merupakan tahap akhir proses, dimana untuk produk lampu finishing dilakukan dengan perakitan, sedangkan untuk solid brass dilakukan pembubutan ulang agar hasilnya lebih halus.

4.1.2. Bahan Baku

Pada dasarnya bahan baku terdiri dari 3 macam yaitu : kuningan, krasok dan tembaga.

Pada bahan baku tidak ada inventori. Adapun jumlahnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Jumlah bahan baku

SUMBER DAYA	KAPASITAS
Kuningan	30000 Kg
Krasok	5000 Kg
Tembaga	2000 Kg

4.1.3. Jumlah Tenaga Kerja dan Jam Kerja Karyawan

Jumlah tenaga kerja untuk masing-masing bagian/divisi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Jumlah Tenaga Kerja

NO	KEGIATAN	TENAGA KERJA		TOTAL TENAGA KERJA
		<i>DECORATIF LAMPS</i>	<i>HARDWARE SOLID BRASS</i>	
1.	Peleburan	10	5	15
2.	Pencetakan/Tapel	6	4	10
3.	Kikir Manual	10	5	15
4.	Kikir Mesin	6	4	10
5.	Bubut	3	5	8
6.	Selep (<i>polis</i>)	4	4	8
7.	Finishing	16	-	16
JUMLAH		55	27	82

Sedangkan hari kerja PT. Sinar Logam adalah hari senin-jumat, dengan aturan jam kerjanya adalah satu shift kerja yang lamanya 9 jam dengan jam kerja efektif adalah 8 jam dengan waktu istirahat selama 1 jam. Adapun pembagian jam kerjanya adalah sebagai berikut :

Jam kerja : 07.00 – 16.00

Istirahat : 11.30 – 12.30

4.1.4. Permintaan Produksi

Data permintaan produk total produksi pada PT. Sinar Logam dari tahun 2002 – 2003 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3. Jumlah Produksi Dekoratif Lamps (2002 – 2003)

PERIODE (BULAN)	DECORATIF LAMPS				JUMLAH PRODUKSI
	Table Lamp	Wall Lamp	Park Lamp	Standing Lamp	
Jan. 2002	461	422	352	351	1.547
Feb. 2002	425	401	351	397	1.570
Maret. 2002	422	406	242	392	1.498
April. 2002	460	375	352	399	1586
Mei. 2002	465	422	239	388	1517
Juni. 2002	421	410	251	352	1438
Juli. 2002	455	388	352	386	1581
Agust. 2002	461	376	236	360	1433

Lanjutan Tabel 4.3. Jumlah Produksi Dekoratif Lamp (2002 – 2003)

Sept. 2002	410	469	352	391	1622
Okt. 2002	457	421	301	386	1565
Nop. 2002	421	421	351	370	1563
Des. 2002	469	420	350	399	1638
Jan. 2003	422	374	300	391	1487
Feb. 2003	422	403	236	369	1430
Maret. 2003	453	379	251	360	1443
April. 2003	462	402	301	361	1526
Mei. 2003	460	421	353	399	1633
Juni. 2003	455	420	352	352	1579
Juli. 2003	468	375	350	399	1592
Agust. 2003	461	401	301	359	1522
Sept. 2003	469	416	235	368	1488
Okt. 2003	459	379	241	391	1470
Nop. 2003	451	421	258	370	1500
Des. 2003	469	401	301	398	1569

Tabel 4.4. Jumlah Produksi HD Brass (2002 – 2003)

PERIODE (BULAN)	HARDWARE SOLID BRASS			JUMLAH PRODUKSI
	Redining Brass	Stimer Brass	Accessories Brass	
Jan. 2002	1875	1190	21510	24575
Feb. 2002	1651	1408	23010	26069
Maret. 2002	1851	1355	21060	24266
April. 2002	1800	1401	23400	26601

Lanjutan Tabel 4.4. Jumlah Produksi IID Brass (2002 - 2003)

Mei. 2002	1872	1386	21910	25168
Juni. 2002	1801	1201	21110	24112
Juli. 2002	1781	1170	22510	25461
Agust. 2002	1639	1251	23010	25900
Sept. 2002	1843	1405	23410	26658
Okt. 2002	1872	1400	23010	26282
Nop. 2002	1801	1281	23410	26492
Des. 2002	1700	1202	22820	25722
Jan. 2003	1639	1406	21070	24115
Feb. 2003	1701	1191	22610	25502
Maret. 2003	1836	1201	21080	24117
April. 2003	1790	1401	25710	28901
Mei. 2003	1640	1390	21070	24100
Juni. 2003	1880	1301	23410	26591
Juli. 2003	1801	1171	22810	25782
Agust. 2003	1851	1281	23410	26542
Sept. 2003	1875	1401	21080	24356
Okt. 2003	1791	1406	21510	24707
Nop. 2003	1639	1281	23500	26420
Des. 2003	1801	1395	23950	27146

4.1.5. Data biaya-biaya terkait

Dalam penentuan kontribusi margin masing-masing jenis produk perlu ditentukan harga pokok produksi tiap produk. Identifikasi komponen biaya pembentuk harga pokok produksi yaitu biaya bahan baku sebagai berikut :

Tabel 4.5. Harga bahan baku pokok

SUMBER DAYA	Harga (Per Kilogram)
Kuningan	Rp 15.000
Krasok	Rp 6.000
Tembaga	Rp 10.000

4.2. Pengolahan data

4.2.1 Biaya Produksi

Sedangkan biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan proses produksi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6. Biaya-Biaya Produksi

NO	BIAYA	JENIS BIAYA		
		TETAP	VARIABEL	SEMI VARIABEL
1.	Bahan baku		√	
2.	Bahan pendukung		√	
3.	Tenaga kerja langsung			√
4.	Tenaga kerja tidak langsung			√
5.	Overhead pabrik			√
	• Listrik			√
	• Oli			√
	• Pemeliharaan mesin			
	• Depresiasi gedung pabrik	√		
	• Pajak bumi dan bangunan	√		
	• Asuransi pabrik	√		
6.	Administrasi dan umum			√
7.	Pemasaran			√

1. Biaya Bahan Baku

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

Tabel 4.7. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Table Lamp

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	6,25 kg	Rp. 93.750
2.	Krasok	Rp. 6.000	1,25 kg	Rp. 7.500
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,625 kg	Rp. 6.250
4.	Assesoris	Rp. 25.000	1	Rp. 25.000
TOTAL				Rp. 132.500

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Tabel 4.8. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Wall Lamp

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	5 kg	Rp. 75.000
2.	Krasok	Rp. 6.000	1 kg	Rp. 6.000
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,5 kg	Rp. 5.000
4.	Alas kayu	Rp. 12.000	1	Rp. 12.000
5.	Assesoris	Rp. 25.000	1	Rp. 25.000
TOTAL				Rp. 123.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Tabel 4.9. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Park Lamp

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	25 kg	Rp. 375.000
2.	Krasok	Rp. 6.000	5 kg	Rp. 30.000
3.	Tembaga	Rp. 10.000	2,5 kg	Rp. 25.000
4.	Assesoris	Rp. 15.000	4	Rp. 60.000
TOTAL				Rp. 490.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Tabel 4.10. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Standing Lamp

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	6,25 kg	Rp. 93.750
2.	Krasok	Rp. 6.000	1,25 kg	Rp. 7.500
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,625 kg	Rp. 6.250
4.	Tiang kayu	Rp. 35.000	1	Rp. 35.000
3.	Assesoris	Rp. 25.000	1	Rp. 25.000
TOTAL				Rp. 167.500

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Tabel 4.11. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Reclining Brass

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PERSATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	1,047 kg	Rp. 15.705
2.	Krasok	Rp. 6.000	0,143 kg	Rp. 858
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,048 kg	Rp. 480
TOTAL				Rp. 17.043

Tabel 4.12. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Stimer Brass

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	0,916 kg	Rp. 13.740
2.	Krasok	Rp. 6.000	0,125 kg	Rp. 750
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,042 kg	Rp. 420
TOTAL				Rp. 14.910

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Tabel 4.13. Biaya Bahan Baku dan Pendukung Accesories Brass

NO	BAHAN BAKU DAN PENDUKUNG	HARGA PER SATUAN	KEBUTUHAN	TOTAL BIAYA
1.	Kuningan	Rp. 15.000	0.184 kg	Rp. 2.760
2.	Krasok	Rp. 6.000	0,025 kg	Rp. 150
3.	Tembaga	Rp. 10.000	0,008 kg	Rp. 80
TOTAL				Rp. 2.990

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data



2. Biaya Tenaga Kerja Untuk Produk Dekoratif Lamps

Tabel 4.14. Biaya Tenaga Kerja Untuk Produk Dekoratif Lamps

PERIODE (BULAN)	VOLUME PRODUKSI (X)	BIAYA TK (Y)
Jan. 2002	1547	40.200.000
Feb. 2002	1570	40.600.000
Maret. 2002	1498	36.800.000
April. 2002	1586	42.900.000
Mei. 2002	1517	38.300.000
Juni. 2002	1438	37.000.000
Juli. 2002	1581	40.900.000
Agust. 2002	1433	36.400.000
Sept. 2002	1622	41.400.000
Okt. 2002	1565	41.000.000
Nop. 2002	1563	38.800.000
Des. 2002	1638	42.000.000
Jan. 2003	1487	37.200.000
Feb. 2003	1430	37.300.000
Maret. 2003	1443	37.800.000
April. 2003	1526	38.400.000
Mei. 2003	1633	42.000.000
Juni. 2003	1579	41.300.000
Juli. 2003	1592	42.000.000
Agust. 2003	1522	38.000.000
Sept. 2003	1488	37.500.000
Okt. 2003	1470	37.000.000
Nop. 2003	1500	39.200.000
Des. 2003	1569	40.300.000
TOTAL	36797	948.600.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja untuk 1 unit produk lampu} &= \frac{948.600.000 \times 60\%}{36.797} \\ &= \text{Rp.15.467,565} \end{aligned}$$

3. Biaya Tenaga Kerja Untuk Hardware Solid Brass

Tabel 4.15. Biaya Tenaga Kerja Untuk Komponen Solid Brass

PERIODE (BULAN)	VOLUME PRODUKSI (X)	BIAYA TK (Y)
Jan. 2002	24575	22.000.000
Feb. 2002	26069	23.100.000
Maret. 2002	24266	23.200.000
April. 2002	26601	23.500.000
Mei. 2002	25168	23.500.000
Juni. 2002	24112	22.400.000
Juli. 2002	25461	22.750.000
Agust. 2002	25900	22.400.000
Sept. 2002	26658	23.850.000
Okt. 2002	26282	23.400.000
Nop. 2002	26492	23.500.000
Des. 2002	25722	22.500.000
Jan. 2003	24115	22.850.000
Feb. 2003	25502	22.600.000
Maret. 2003	24117	22.750.000
April. 2003	28901	24.000.000
Mei. 2003	24100	23.300.000
Juni. 2003	26591	23.650.000
Juli. 2003	25782	23.000.000
Agust. 2003	26542	23.900.000
Sept. 2003	24356	23.300.000
Okt. 2003	24707	23.100.000
Nop. 2003	26420	23.100.000
Des. 2003	27146	24.200.000
TOTAL	615585	556.800.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

$$\text{Biaya tenaga kerja untuk 1 unit Komponen solid brass} = \frac{556.800.000 \times 60\%}{615.585}$$

= Rp.542,703

4. Biaya Overhead Pabrik

Tabel 4.16. Biaya Overhead Pabrik

PERIODE (BULAN)	VOLUME PRODUKSI (X)	BIAYA OVERHEAD (Y)
Jan. 2002	26122	350.000
Feb. 2002	27639	300.000
Maret. 2002	25764	345.000
April. 2002	28187	320.000
Mei. 2002	26685	310.000
Juni. 2002	25550	310.000
Juli. 2002	27042	325.000
Agust. 2002	27333	305.000
Sept. 2002	28280	335.000
Okt. 2002	27847	340.000
Nop. 2002	28055	320.000
Des. 2002	27360	310.000
Jan. 2003	25602	340.000
Feb. 2003	26932	320.000
Maret. 2003	25560	315.000
April. 2003	30427	340.000
Mei. 2003	25733	320.000
Juni. 2003	28170	340.000
Juli. 2003	27374	320.000
Agust. 2003	28064	340.000
Sept. 2003	25844	350.000
Okt. 2003	26177	335.000
Nop. 2003	27920	310.000
Des. 2003	28715	340.000
TOTAL	652382	7.840.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Volume terendah = 25550, dengan biaya = Rp. 310.000,-

Volume tertinggi = 30427, dengan biaya = Rp. 340.000,-

$$b = \frac{(340.000 - 310.000) \times 60\%}{30427 - 25550} = \text{Rp.} 3,691$$

Biaya Overhead Untuk 1 unit produk Decorative Lamps atau Hardware Solid Brass

Rp.3,691

5. Biaya Administrasi dan Umum

Tabel 4.17. Biaya Administrasi dan Umum

PERIODE (BULAN)	VOLUME PRODUKSI (X)	BIAYA ADM & UM (Y)
Jan. 2002	26122	350.000
Feb. 2002	27639	355.000
Maret. 2002	25764	380.000
April. 2002	28187	390.000
Mei. 2002	26685	380.000
Juni. 2002	25550	355.000
Juli. 2002	27042	325.000
Agust. 2002	27333	350.000
Sept. 2002	28280	400.000
Okt. 2002	27847	400.000
Nop. 2002	28055	350.000
Des. 2002	27360	370.000
Jan. 2003	25602	395.000
Feb. 2003	26932	355.000
Maret. 2003	25560	360.000
April. 2003	30427	395.000
Mei. 2003	25733	320.000
Juni. 2003	28170	390.000
Juli. 2003	27374	370.000
Agust. 2003	28064	390.000
Sept. 2003	25844	380.000
Okt. 2003	26177	380.000
Nop. 2003	27920	360.000
Des. 2003	28715	370.000
TOTAL	652382	8.970.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Volume terendah = 25550, dengan biaya = Rp. 355.000,-

Volume tertinggi = 30427, dengan biaya = Rp. 395.000,-

$$b = \frac{(395.000 - 355.000) \times 60\%}{30427 - 25550} = \text{Rp.4,921}$$

Biaya Administrasi dan umum Untuk 1 unit produk Decorative Lamps atau Hardware Solid

Brass = Rp.4,921

6. Biaya Pemasaran

Tabel 4.18. Biaya Pemasaran

PERIODE (BULAN)	VOLUME PRODUKSI (X)	BIAYA PEMASARAN (Y)
Jan. 2002	26122	430.000
Feb. 2002	27639	400.000
Maret. 2002	25764	410.000
April. 2002	28187	425.000
Mei. 2002	26685	440.000
Juni. 2002	25550	405.000
Juli. 2002	27042	420.000
Agust. 2002	27333	395.000
Sept. 2002	28280	450.000
Okt. 2002	27847	430.000
Nop. 2002	28055	440.000
Des. 2002	27360	430.000
Jan. 2003	25602	405.000
Feb. 2003	26932	415.000
Maret. 2003	25560	430.000
April. 2003	30427	440.000
Mei. 2003	25733	425.000
Juni. 2003	28170	420.000
Juli. 2003	27374	450.000
Agust. 2003	28064	410.000
Sept. 2003	25844	440.000
Okt. 2003	26177	430.000
Nop. 2003	27920	410.000

Lanjutan Tabel 4.18. Biaya Pemasaran

Des. 2003	28715	430.000
TOTAL	652382	10.165.000

Sumber: Data Perusahaan dan Olahan data

Volume terendah = 25550, dengan biaya = Rp. 405.000,-

Volume tertinggi = 30427, dengan biaya = Rp. 440.000,-

$$b = \frac{(440.000 - 405.000) \times 60\%}{30427 - 25550} = \text{Rp. 4.306}$$

Biaya Pemasaran Untuk 1 unit produk Decorative Lamps atau Hardware Solid Brass
Rp. 4.306

4.2.2. Harga Jual Produk

Harga jual produk dekoratif lamps dan hardware solid brass sebagai berikut :

Tabel 4.19. Harga Jual Produk

NO	NAMA PRODUK	JENIS PRODUK	HARGA (Rp)
1.	DECORATIF LAMPS	Table Lamp	Rp. 235.500,00
		Wall Lamp	Rp. 225.000,00
		Park Lamp	Rp. 745.000,00
		Standing Lamp	Rp. 327.500,00
2.	HARDWARE SOLID BRASS	Reclining Brass	Rp. 43.000,00
		Stimer Brass	Rp. 40.000,00
		Accessories Brass	Rp. 5.500,00

Sumber: Bagian Produksi PT.Sinar Logam

4.2.3. Kontribusi Margin

Dari perhitungan diatas dapat ditentukan kontribusi margin untuk masing-masing produk, sebagai berikut :

a. Table Lamp

Harga jual Rp. 235.500

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung : Rp.132.500

Biaya tenaga kerja : Rp.15.467,565

Biaya overhead pabrik : Rp.3,691

Biaya administrasi dan umum : Rp.4,921

Biaya pemasaran : Rp.4,306

Total biaya Rp.147.980,483

Kontribusi Margin Rp. 87.519,517

b. Wall Lamp

Harga jual Rp. 225.000

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung : Rp.123.000

Biaya tenaga kerja : Rp.15.467,565

Biaya overhead pabrik : Rp.3,691

Biaya administrasi dan umum : Rp.4,921

Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp.138.480,483
Kontribusi Margin		Rp. 86.519,517

c. Park Lamp

Harga jual Rp. 745.000

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung	: Rp.490.000	
Biaya tenaga kerja	: Rp.15.467,565	
Biaya overhead pabrik	: Rp.3,691	
Biaya administrasi dan umum	: Rp.4,921	
Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp.505.480,483
Kontribusi Margin		Rp.239.519,517

d. Standing Lamp

Harga jual Rp. 327.500

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung	: Rp.167.500	
Biaya tenaga kerja	: Rp.15.467,565	
Biaya overhead pabrik	: Rp.3,691	

Biaya administrasi dan umum	: Rp.4,921	
Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp.182.980,483
Kontribusi Margin		Rp.144.519,517

c. Reclining Brass

Harga jual Rp. 43.000

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung	: Rp.17.043	
Biaya tenaga kerja	: Rp.542,703	
Biaya overhead pabrik	: Rp.3,691	
Biaya administrasi dan umum	: Rp.4,921	
Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp. 17.598,621
Kontribusi Margin		Rp. 25.401,379

f. Stimer Brass

Harga jual Rp. 40.000

Biaya variabel :

Biaya bahan baku dan pendukung : Rp.14.910

Biaya tenaga kerja : Rp.542,703

Biaya overhead pabrik	: Rp.3,691	
Biaya administrasi dan umum	: Rp.4,921	
Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp. 15.465,621
Kontribusi Margin		Rp. 24.534,379

g. Accesories Brass

Harga jual		Rp. 5.500
Biaya variabel :		
Biaya bahan baku dan pendukung	: Rp.2.990	
Biaya tenaga kerja	: Rp.542,703	
Biaya overhead pabrik	: Rp.3,691	
Biaya administrasi dan umum	: Rp.4,921	
Biaya pemasaran	: Rp.4,306	
Total biaya		Rp. 2.940,121
Kontribusi Margin		Rp. 1.954,379

Dari perhitungan diatas, dapat diformulasikan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z \text{ maks} = & 87.519,517 X_1 + 86.519,517 X_2 + 239.519,517 X_3 + 144.519,517 X_4 \\
 & + 25.401,379 X_5 + 24.534,379 X_6 + 1.954,879 X_7
 \end{aligned}$$

4.3. Proses Pembuatan Model Linier Programming

4.3.1. Variabel - Variabel Dalam Linier Programming

Dari data diatas, dapat diasumsikan variabel-variabel untuk model Linier Programming adalah sebagai berikut :

X_1 = Table Lamp

X_5 = Reclining Brass

X_2 = Wall Lamp

X_6 = Stimer Brass

X_3 = Park Lamp

X_7 = Accesories Brass

X_4 = Standing Lamp

4.3.2. Perumusan Fungsi Batasan

Fungsi batasan merupakan keterbatasan sumber-sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan yang memang harus dibatasi dan direncanakan dengan matang sehingga tidak menghambat proses produksinya. Formulasi fungsi batasan ini terdiri dari koefisien-koefisien tehnologis (komposisi sumber daya yang digunakan untuk membuat produk dalam 1 unit) dan batasan sumber daya perusahaan yang dapat disediakan selama satu bulan

Penentuan fungsi batasan dalam hal ini adalah berdasarkan sumber daya yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk memproduksi dekoratif lamps dan hardware solid brass yang terdiri dari bahan baku kuningan, bahan baku pendukung, mesin dan tenaga kerja.

Dengan demikian batasan – batasan sumber daya pada PT.SINAR LOGAM dalam memproduksi dekoratif lamps dan hardware solid brass dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Batasan Bahan Baku

• **Produk Dekoratif Lamps**

Dalam pembuatan lampu, setelah peleburan 130 kg bahan, kemudian dibagi menjadi 4 bagian. Dan mampu menghasilkan produk-produk lampu dengan perbandingan:

4 Table Lamp : 5 Wall Lamp : 1 Park Lamp : 4 Standing Lamp.

Contoh Untuk Table Lamp dibutuhkan :

$$\frac{130}{4} = 8,125 \text{ kg bahan.}$$

Dalam pembuatan produk bahan baku dicampur menjadi satu dengan perbandingan:

Kuningan : Krasok : Tembaga

(100 kg : 20 kg : 10 kg)

Contoh untuk Table Lamp dibutuhkan :

$$\text{Kuningan} = \frac{100}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 6,25 \text{ kg.}$$

$$\text{Krasok} = \frac{20}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 1,25 \text{ kg.}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{10}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 0,625 \text{ kg.}$$

Dengan cara yang sama akan diketahui komposisi kuningan, krasok dan tembaga dari masing-masing jenis produk.

Table 4.20. Kebutuhan bahan baku Decoratif Lamps

NO.	JENIS PRODUK	Kebutuhan Bahan Baku (kg)	Komposisi Bahan Baku		
			Kuningan (kg)	Krasok (kg)	Tembaga (kg)
1.	Table Lamp	8,125	6,25	1,25	0,625
2.	Wall Lamp	6,5	5	1	0,5
3.	Park Lamp	32,5	25	5	2,5
4.	Standing Lamp	8,125	6,25	1,25	0,625

• Produk Hardware Solid Brass

Dalam pembuatan Hardware Solid Brass, setelah peleburan 130 kg bahan, kemudian dibagi menjadi 3 bagian. Dan mampu menghasilkan Hardware solid brass dengan perbandingan, 35 Reclining Brass : 40 Stimer Brass : 200 Accesories Brass.

Contoh untuk Reclining Brass dibutuhkan :

$$\frac{130}{3} = 1,238 \text{ kg bahan.}$$

Dalam pembuatan produk bahan baku dicampur menjadi satu dengan perbandingan:

Kuningan : Krasok : Tembaga

(110 kg : 15 kg : 5 kg)

Contoh untuk Reclining Brass dibutuhkan :

$$\text{Kuningan} = \frac{110}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 1,047 \text{ kg.}$$

$$\text{Krasok} = \frac{15}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 0,143 \text{ kg.}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{5}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 0,048 \text{ kg.}$$

Dengan cara yang sama akan diketahui komposisi kuningan, krasok dan tembaga dari masing-masing jenis produk.

Tabel 4.21. Kebutuhan bahan baku HS Brass

NO.	JENIS PRODUK	Kebutuhan Bahan Baku (kg)	Komposisi Bahan Baku		
			Kuningan (kg)	Krasok (kg)	Tembaga (kg)
1.	Reclining Brass	1,238	1,047	0,143	0,048
2.	Stimer Brass	1,083	0,916	0,125	0,042
3.	Accessories Brass	0,217	0,184	0,025	0,008

Kebutuhan Bahan Baku :

- Table Lamp : 8,125 kg
- Wall Lamp : 6,5 kg
- Park Lamp : 32,5 kg
- Standing Lamp : 6,5 kg
- Reclining Brass : 1,238 kg
- Stimer Brass : 1,083 kg
- Accessories Brass. : 0,217 kg

Batasan Bahan Baku

1. kuningan

$$6,25 X_1 + 5 X_2 + 25 X_3 + 6,25 X_4 + 1,047 X_5 + 0,916 X_6 + 0,184 X_7 \leq 30000$$

2. Krasok

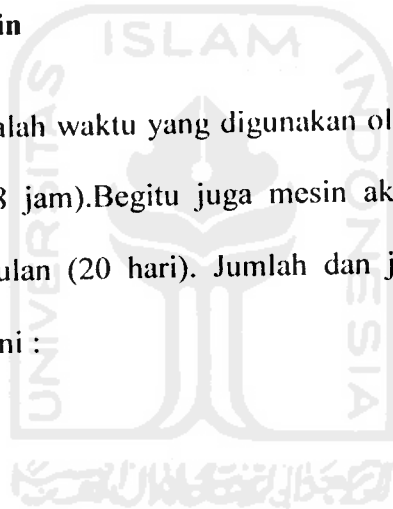
$$1,25 X_1 + 1 X_2 + 5 X_3 + 1,25 X_4 + 0,143 X_5 + 0,128 X_6 + 0,025 X_7 \leq 5000$$

3. Tembaga

$$0,625 X_1 + 0,5 X_2 + 2,5 X_3 + 0,625 X_4 + 0,048 X_5 + 0,042 X_6 + 0,008 X_7 \leq 2000$$

b. Batasan Jam Kerja Mesin

Batasan jam kerja mesin adalah waktu yang digunakan oleh mesin selama proses produksi berlangsung yaitu 1 shif (8 jam). Begitu juga mesin akan digunakan selama jam kerja berlangsung selama satu bulan (20 hari). Jumlah dan jam mesin masing-masing dapat dilihat pada table di bawah ini :



TABEL 4.22. Waktu kerja mesin dan TK per unit produk (dalam menit).

NO.	PRODUK	MESIN / TENAGA KERJA							
		LEBUR	KIKIR	BUBUT	SELEP	FINISHING	CETAK	KIKIR MANUAL	RAKIT
1	TABLE LAMP	4.29	2,5	1	2	-	1,5	3	30
2	WALL LAMP	4.29	2,5	1	2	-	1,5	3	30
3	PARK LAMP	4.29	10	3,5	7.5	-	4	7	45
4	STANDING LAMP	4.29	2,5	1	2	-	1,5	3	30
5	RECLINING BRASS	0.2	2	1,5	2	1	1	2	-
6	STIMER BRASS	0.2	2	1,5	2	1	1	2	-
7	ACCESORIES BRASS	0.2	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	1	-
JUMLAH MESIN/ TK		3	10	8	8	4	10	15	12
KAP. WAKTU PER BLN (8X60X20X60% X JML MSN/TK)		17280	57600	46080	46080	23040	57600	86400	69120

Sumber: Bagian Produksi PT.Sinar Logam

Data yang digunakan untuk menentukan batasan jam kerja mesin adalah data proses produksi yang menggunakan mesin dan peralatan. Untuk perhitungan waktu kerja mesin dapat dilihat dalam lampiran.

Dari tabel di atas dapat dibentuk persamaan fungsi batasan jam kerja mesin, sedangkan yang tidak memakai mesin masuk pada batasan jam kerja tenaga kerja. Adapun fungsi batasan jam kerja mesinnya adalah sebagai berikut :

1. Mesin peleburan

$$4.29X_1 + 4.29X_2 + 4.29X_3 + 4.29X_4 + 0.2X_5 + 0.2X_6 + 0.2X_7 \leq 17280$$

2. Mesin kikir

$$2.5X_1 + 2.5X_2 + 10X_3 + 2.5X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 0.5X_7 \leq 57600$$

3. Mesin bubut

$$1X_1 + 1X_2 + 3.5X_3 + 1X_4 + 1.5X_5 + 1.5X_6 + 0.25X_7 \leq 46080$$

4. Mesin selep

$$2X_1 + 2X_2 + 7.5X_3 + 2X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 0.5X_7 \leq 46080$$

5. Finishing untuk komponen solid brass.

$$1X_5 + 1X_6 + 0.5X_7 \leq 23040$$

c. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja

Dari tabel di atas 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.

1. Bagian pencetakan

$$1.5X_1 + 1.5X_2 + 4X_3 + 1.5X_4 + 1X_5 + 1X_6 + 0.25X_7 \leq 57600$$

2. Bagian pengikikir manual

$$3X_1 + 3X_2 + 12X_3 + 3X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 1X_7 \leq 86400$$

3. Bagian finishing (perakitan) untuk produk lampu

$$30X_1 + 30X_2 + 45X_3 + 30X_4 \leq 69120$$

d. Batasan Pasar

Batasan pasar disini adalah seberapa besar permintaan konsumen terhadap produk-produk yang ditawarkan, dimana taksiran permintaan tersebut berdasarkan dari hasil peramalan. Dengan melihat plot data permintaan yang lalu dapat ditentukan metode peramalan yang akan digunakan. Dan setelah dilakukan peramalan dengan beberapa model dapat dipilih metode yang mempunyai tingkat kesalahan (MSD) terkecil.

Berdasarkan hasil peramalan diperoleh batasan pasar sebagai berikut :

1. Batasan permintaan untuk table lamp

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 402,66 dengan metode Weighted Moving Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 460. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_1 \leq 460 \dots\dots\dots (1)$$

2. Batasan permintaan untuk wall lamp

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 527,12 dengan metode Simple Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 405. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_2 \leq 405 \dots\dots\dots (2)$$

3. Batasan permintaan untuk park lamp

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 3328,37 dengan metode Simple Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 300. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_3 \leq 300 \dots\dots\dots (3)$$

4. Batasan permintaan untuk standing lamp

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 416,92 dengan metode Simple Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 379. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_4 \leq 379 \dots\dots\dots (4)$$

5. Batasan permintaan untuk reclining brass

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 9274,82 dengan metode Simple Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 1780. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_5 \leq 1780 \dots\dots\dots (5)$$

6. Batasan permintaan untuk stimer brass

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 1060.8 dengan metode Simple Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 1311. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_6 \leq 1311 \dots\dots\dots (6)$$

7. Batasan permintaan untuk accesories brass

Berdasarkan hasil peramalan maka diperoleh MSD terkecil yaitu 1619775 dengan metode Weighted Moving Average. Dan hasil peramalan bulan Januari 2004 adalah 22558. Sehingga fungsi batasannya adalah :

$$X_7 \leq 22558 \dots\dots\dots (7)$$

4.4. Formulasi Data Akhir

Dari data-data perhitungan di atas dapat diformulasikan model dari *Linier Programming* sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$\begin{aligned} Z \text{ maks} = & 87.519,517 X_1 + 86.519,517 X_2 + 239.519,517 X_3 + 144.519,517 X_4 \\ & + 25.401,379 X_5 + 24.534,379 X_6 + 1.954,879 X_7 \end{aligned}$$

Fungsi batasannya adalah :

a. Batasan Bahan Baku

1. kuningan

$$6,25 X_1 + 5 X_2 + 25 X_3 + 6,25 X_4 + 1,047 X_5 + 0,916 X_6 + 0,184 X_7 \leq 30000$$

2. Krasok

$$1,25 X_1 + 1 X_2 + 5 X_3 + 1,25 X_4 + 0,143 X_5 + 0,128 X_6 + 0,025 X_7 \leq 5000$$

3. Tembaga

$$0,625 X_1 + 0,5 X_2 + 2,5 X_3 + 0,625 X_4 + 0,048 X_5 + 0,042 X_6 + 0,008 X_7 \leq 2000$$

b. Batasan Jam Kerja Mesin

1. Mesin peleburan

$$4.29X_1 + 4.29X_2 + 4.29X_3 + 4.29X_4 + 0.2X_5 + 0.2X_6 + 0.2X_7 \leq 17280$$

2. Mesin kikir

$$2.5X_1 + 2.5X_2 + 10X_3 + 2.5X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 0.5X_7 \leq 57600$$

3. Mesin bubut

$$1X_1 + 1X_2 + 3.5X_3 + 1X_4 + 1.5X_5 + 1.5X_6 + 0.25X_7 \leq 46080$$

4. Mesin selep

$$2X_1 + 2X_2 + 7.5X_3 + 2X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 0.5X_7 \leq 46080$$

5. Finishing untuk komponen solid brass.

$$1X_5 + 1X_6 + 0.5X_7 \leq 23040$$

c. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja

1. Bagian pencetakan

$$1.5X_1 + 1.5X_2 + 4X_3 + 1.5X_4 + 1X_5 + 1X_6 + 0.25X_7 \leq 57600$$

2. Bagian kikir manual

$$3X_1 + 3X_2 + 12X_3 + 3X_4 + 2X_5 + 2X_6 + 1X_7 \leq 86400$$

3. Bagian finishing (perakitan) untuk produk dekoratif lamps

$$30X_1 + 30X_2 + 45X_3 + 30X_4 \leq 69120$$

d. Batasan Pasar

1. Pasar table lamp	X_1	$\leq$	460
2. Pasar wall lamp	X_2	$\leq$	405
3. Pasar park lamp	X_3	$\leq$	300
4. Pasar standing lamp	X_4	$\leq$	379
5. Pasar reclining brass	X_5	$\leq$	1780
6. Pasar stimer brass	X_6	$\leq$	1311
7. Pasar accesories brass	X_7	$\leq$	22558

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 \geq 0$$

4.5. Desain Fuzzy**4.5.1. Penentuan Variabel yang Digunakan**

Variabel – variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari variabel input yaitu meliputi seluruh fungsi batasan dan variabel outputnya adalah fungsi tujuan yang hendak dicapai. Semesta pembicaraan diperoleh dari batasan dan toleransi perusahaan. Beberapa contoh perhitungan semesta pembicaraan :

$$\text{Batasan Bahan Baku Kuningan} : 30000 + 3000 = 33000$$

$$\text{Batasan Bahan Baku krasok} : 5000 + 500 = 5500$$

$$\text{Batasan Bahan Baku Tembaga} : 2000 + 200 = 2200$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23. Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan
Input	Batasan Bahan Baku Kuningan	[0,33000]	Kg
	Batasan Bahan Baku Krasok	[0,5500]	Kg
	Batasan Bahan Baku Tembaga	[0,2200]	Kg
	Batasan Jam Kerja M.Peleburan	[0,21600]	Menit
	Batasan Jam Kerja M.Kikir	[0,72000]	Menit
	Batasan Jam Kerja M.Bubut	[0,57600]	Menit
	Batasan Jam Kerja M.Selep	[0,57600]	Menit
	Batasan Jam Kerja M.Finishing	[0,28800]	Menit
	Batasan Jam TK Pencetakan	[0,72000]	Menit
	Batasan Jam TK Kikir Manual	[0,108000]	Menit
	Batasan Jam TK Finishing(Perakitan)	[0,86400]	Menit
	Batasan Permintaan Table Lamp	[0,506]	Unit
	Batasan Permintaan Wall Lamp	[0,446]	Unit
	Batasan Permintaan Park Lamp	[0,330]	Unit
	Batasan Permintaan Standing Lamp	[0,417]	Unit
	Batasan Permintaan Reclining Brass	[0,1958]	Unit
	Batasan Permintaan Stimer Brass	[0,1441]	Unit
	Batasan Permintaan Aceccories Brass	[0,24814]	Unit

4.5.2. Toleransi Perusahaan

Dengan adanya kebijakan – kebijakan yang ada pada perusahaan, yaitu berupa kemampuan perusahaan dalam menambah kapasitas bahan baku yang digunakan sebesar 10 % dari jumlah bahan baku yang tersedia dan jam kerja per harinya sebesar 2 jam jika terjadi lembur kerja. Untuk toleransi permintaan digunakan 10 % dari hasil forecasting permintaan

tersebut. Adapun besarnya toleransi pada perusahaan PT. Sinar Logam dapat dilihat pada tabel 4.24.

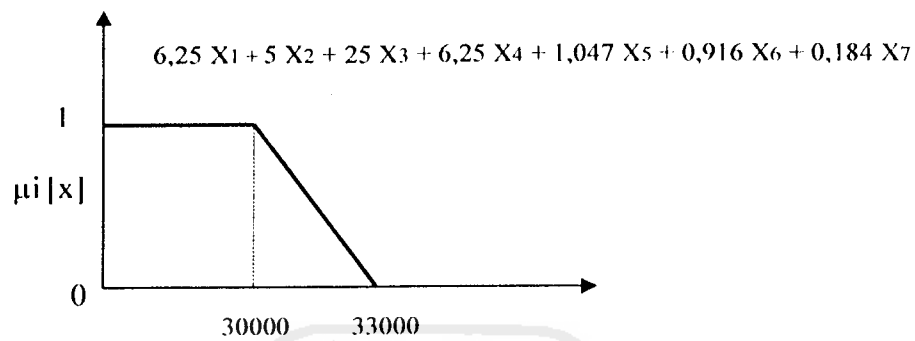
Tabel 4.24. Toleransi Perusahaan

Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan
Batasan Bahan Baku Kuningan	3000	Kg
Batasan Bahan Baku Krasok	500	Kg
Batasan Bahan Baku Tembaga	200	Kg
Batasan Jam Kerja M.Peleburan	4320	Menit
Batasan Jam Kerja M.Kikir	14400	Menit
Batasan Jam Kerja M.Bubut	11520	Menit
Batasan Jam Kerja M.Selep	11520	Menit
Batasan Jam Kerja M.Finishing	5760	Menit
Batasan Jam TK Pencetakan	14400	Menit
Batasan Jam TK Kikir Manual	21600	Menit
Batasan Jam TK Finishing(Perakitan)	17280	Menit
Batasan Permintaan Table Lamp	46	Unit
Batasan Permintaan Wall Lamp	41	Unit
Batasan Permintaan Park Lamp	30	Unit
Batasan Permintaan Standing Lamp	38	Unit
Batasan Permintaan Reclining Brass	178	Unit
Batasan Permintaan Stimer Brass	131	Unit
Batasan Permintaan Aceccories Brass	2256	Unit

Sumber: Bagian Produksi PT.Sinar Logam

4.5.2.1. Variabel Batasan Bahan Baku Kuningan

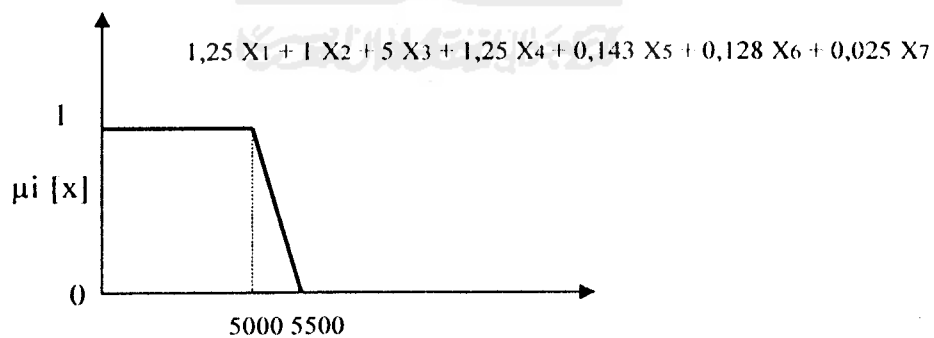
Untuk mempresentasikan batasan bahan baku kuningan digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.1. Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Kuningan

4.5.2.2. Variabel Batasan Bahan Baku Krasok

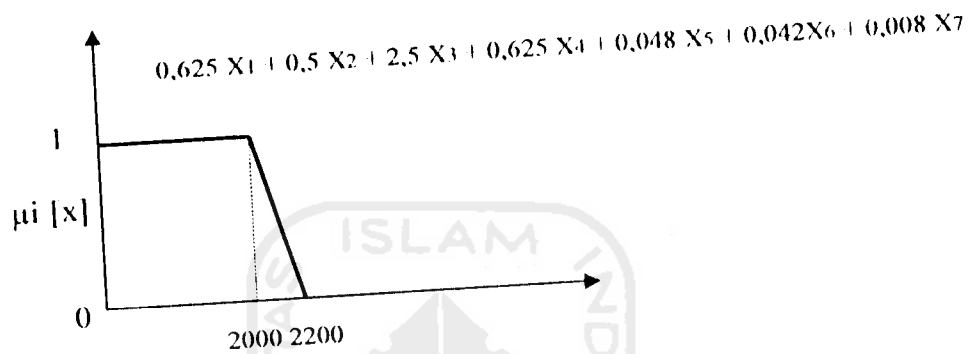
Untuk mempresentasikan batasan bahan baku krasok digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.2. Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Krasok

4.5.2.3. Variabel Batasan Bahan Baku Tembaga

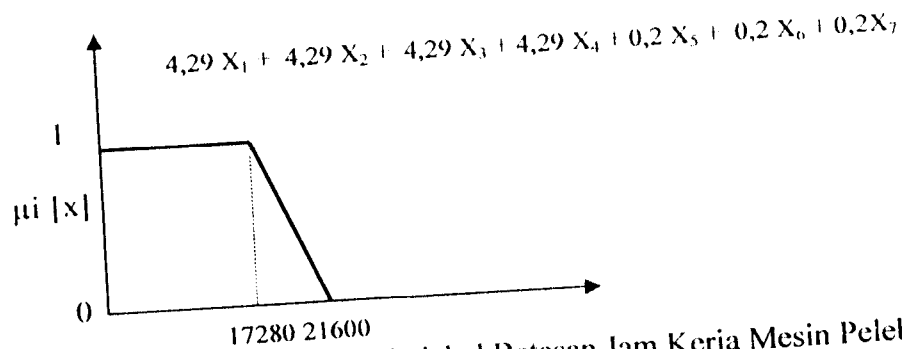
Untuk mempresentasikan batasan bahan baku krasok digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.3. Representasi Variabel Batasan Bahan Baku Tembaga

4.5.2.4. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Peleburan

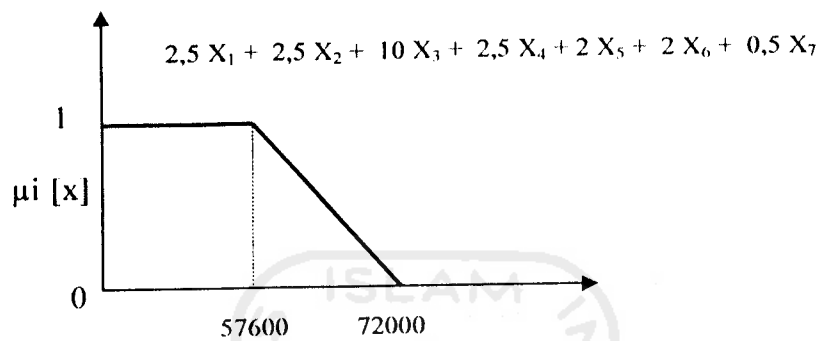
Untuk mempresentasikan batasan jam kerja mesin peleburan digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.4. Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Peleburan

4.5.2.5. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Kikir

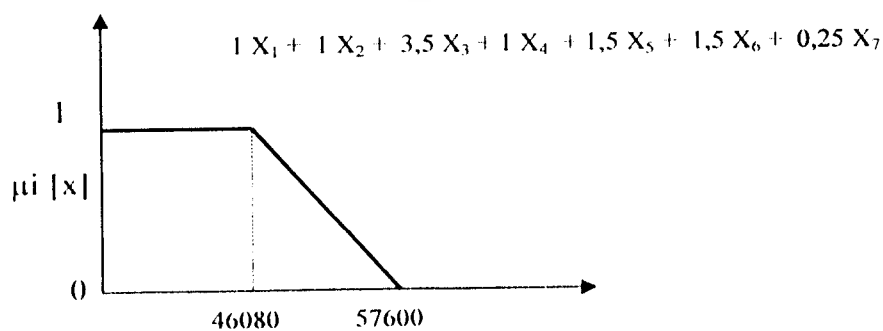
Untuk mempresentasikan batasan jam kerja mesin kikir digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.5. Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Kikir

4.5.2.6. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Bubut

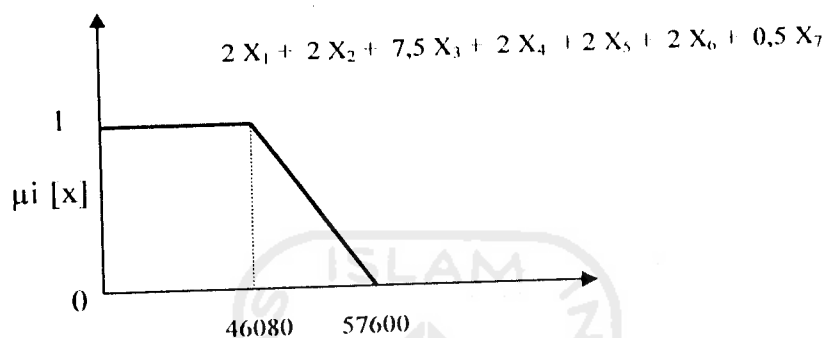
Untuk mempresentasikan batasan jam kerja mesin bubut digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.6. Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Bubut

4.5.2.7. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Selep

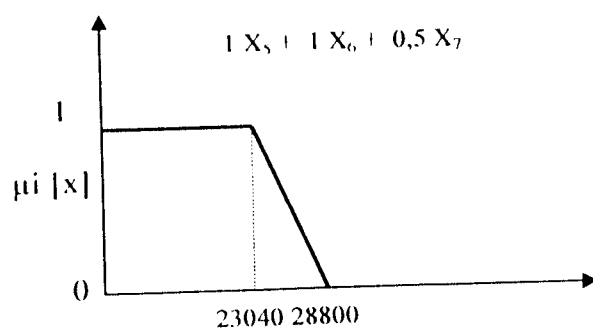
Untuk mempresentasikan batasan jam kerja mesin selep digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.7. Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Selep

4.5.2.8. Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Finishing

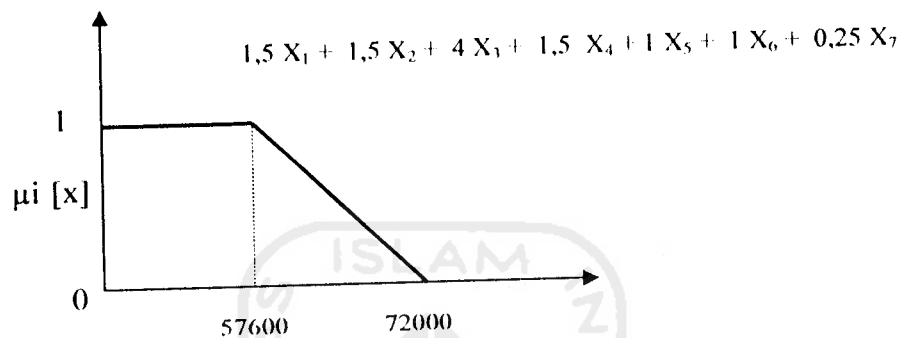
Untuk mempresentasikan batasan jam kerja mesin finishing digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.8. Representasi Variabel Batasan Jam Kerja Mesin Finishing

4.5.2.9. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Percetakan

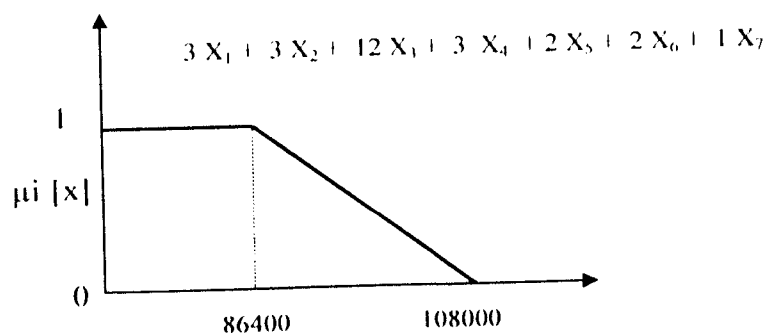
Untuk mempresentasikan batasan jam tenaga kerja percetakan digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.9. Representasi Variabel Batasan Jam Tenaga Kerja Percetakan

4.5.2.10. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Pengikiran

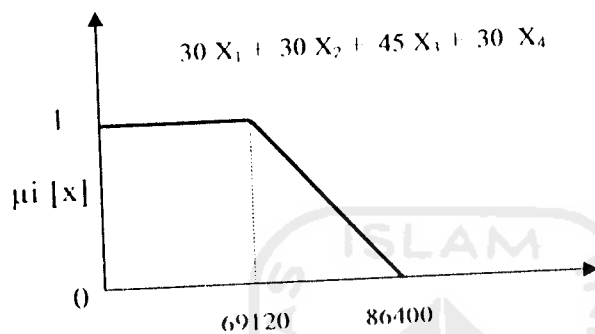
Untuk mempresentasikan batasan jam tenaga kerja pengikiran manual digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.10. Representasi Batasan Jam Tenaga Kerja Pengikiran

4.5.2.11. Variabel Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja Finishing (Perakitan)

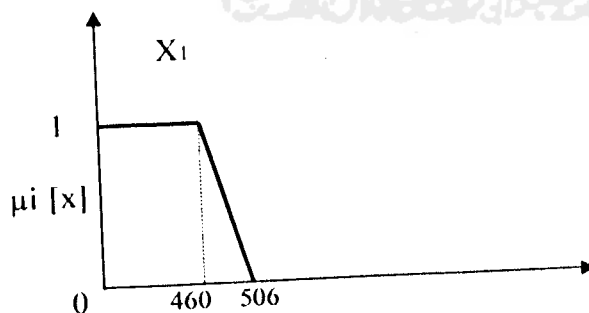
Untuk mempresentasikan batasan jam tenaga kerja pengikiran manual digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.11. Representasi Variabel Batasan Jam Tenaga Kerja Pengikiran

4.5.2.12. Variabel Batasan Pasar Table Lamp

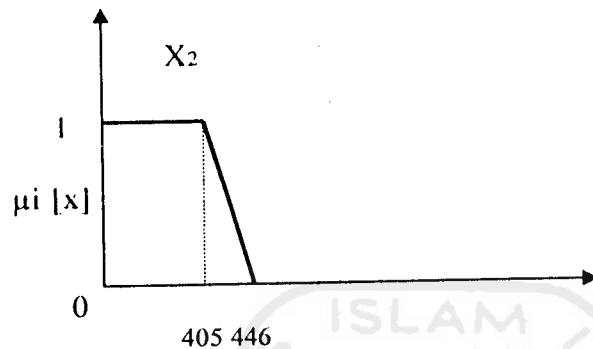
Untuk mempresentasikan batasan pasar table lamp digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.12. Representasi Variabel Batasan Pasar Table Lamp

4.5.2.13. Variabel Batasan Pasar Wall Lamp

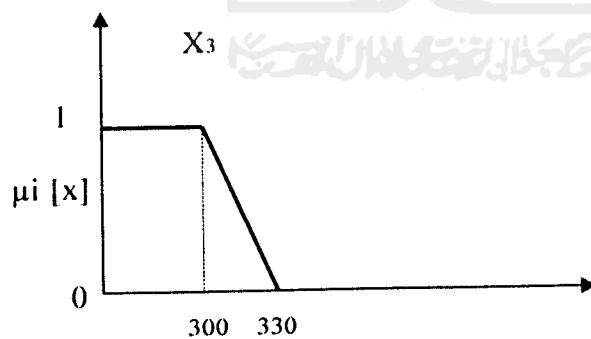
Untuk mempresentasikan batasan pasar wall lamp digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.13. Representasi Variabel Batasan Pasar Wall Lamp

4.5.2.14. Variabel Batasan Pasar Park Lamp

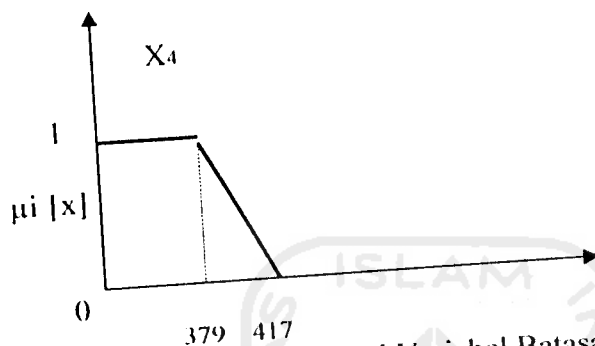
Untuk mempresentasikan batasan pasar park lamp digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.14. Representasi Variabel Batasan Pasar Park Lamp

4.5.2.15. Variabel Batasan Pasar Standing Lamp

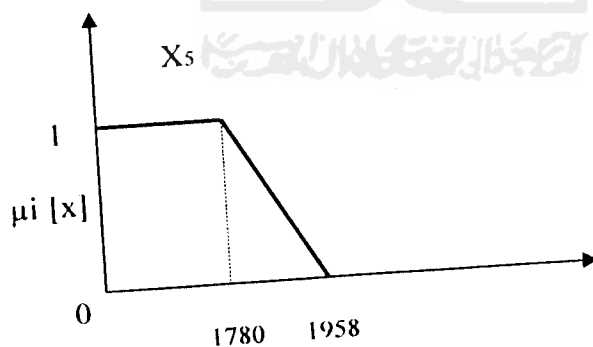
Untuk mempresentasikan batasan pasar standing lamp digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.15. Representasi Variabel Batasan Pasar Standing Lamp

4.5.2.16. Variabel Batasan Pasar Reclining Brass

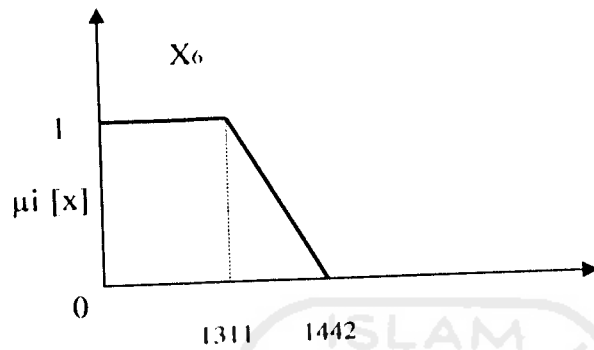
Untuk mempresentasikan batasan pasar reclining brass digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.16. Representasi Variabel Batasan Pasar Reclining Brass

4.5.2.17. Variabel Batasan Pasar Stimer Brass

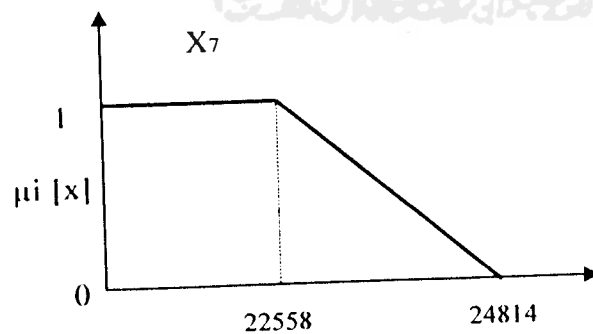
Untuk mempresentasikan batasan pasar stimer brass digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.17. Representasi Variabel Batasan Pasar Stimer Brass

4.5.2.18. Variabel Batasan Pasar Acecories Brass

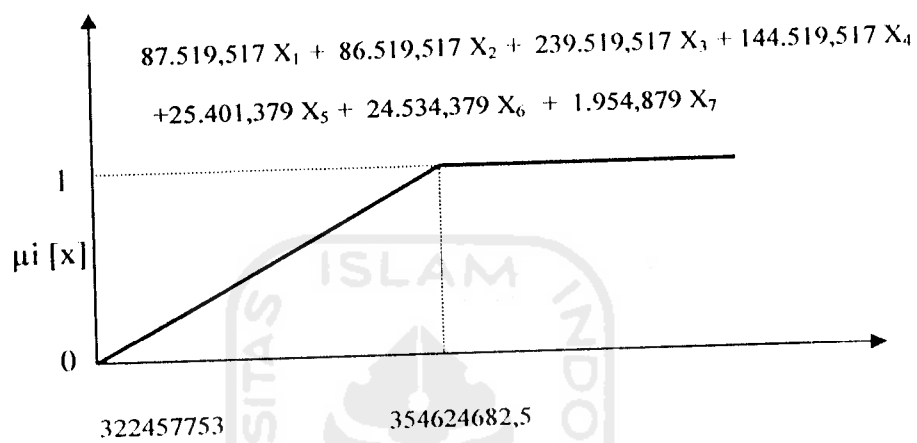
Untuk mempresentasikan batasan pasar acecories brass digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.18. Representasi Variabel Batasan Pasar Acecories Brass

4.5.2.19. Variabel Maksimal Z

Untuk mempresentasikan variabel maksimasi fungsi tujuan digunakan kurva bentuk trapesium.



Gambar 4.19. Representasi Variabel Maksimasi Fungsi Tujuan

Fungsi keanggotaannya adalah

$$\mu_g(x) = \begin{cases} 0 & cx < 323405344 \\ 1 - \frac{\{355801504 - cx\}}{32396160} & 323405344 \leq cx \leq 355801504 \\ 1 & cx > 355801504 \end{cases}$$

4.6. Formulasi Model Fuzzy Linear Programming

4.6.1. Formulasi Awal Model Fuzzy Linear Programming

Dari persamaan kendala batasan diatas yang mempunyai perluasan dapat dibentuk suatu persamaan baru, maka formulasi model *Fuzzy Linear Programming* dapat disusun secara lengkap sebagai berikut:

Fungsi Tujuan

$$\text{Maks } Z = 87.519,517 X_1 + 86.519,517 X_2 + 239.519,517 X_3 + 144.519,517 X_4$$

$$+ 25.401,379 X_5 + 24.534,379 X_6 + 1.954,879 X_7 \geq 355801504 - 32396160 t$$

Fungsi batasan:

$$1. \quad 6,25 X_1 + 5 X_2 + 25 X_3 + 6,25 X_4 + 1,047 X_5 + 0,916 X_6 + 0,184 X_7 \\ \leq 30000 + 3000 t$$

$$2. \quad 1,25 X_1 + 1 X_2 + 5 X_3 + 1,25 X_4 + 0,143 X_5 + 0,128 X_6 + 0,025 X_7 \\ \leq 5000 + 500 t$$

$$3. \quad 0,625 X_1 + 0,5 X_2 + 2,5 X_3 + 0,625 X_4 + 0,048 X_5 + 0,042 X_6 + 0,008 X_7 \leq \\ 2000 + 200 t$$

$$4. \quad 4,29 X_1 + 4,29 X_2 + 4,29 X_3 + 4,29 X_4 + 0,2 X_5 + 0,2 X_6 + 0,2 X_7 \\ \leq 17240 + 4320 t$$

$$5. \quad 2,5 X_1 + 2,5 X_2 + 10 X_3 + 2,5 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 0,5 X_7 \leq 57600 \\ + 14400 t$$

$$6. \quad 1 X_1 + 1 X_2 + 3,5 X_3 + 1 X_4 + 1,5 X_5 + 1,5 X_6 + 0,25 X_7 \leq 46080 \\ + 11520 t$$

$$7. \quad 2 X_1 + 2 X_2 + 7,5 X_3 + 2 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 0,5 X_7 \leq 46080 + 11520 t$$

$$8. \quad 1 X_5 + 1 X_6 + 0,5 X_7 \leq 23040 + 5760 t$$

$$9. \quad 1,5 X_1 + 1,5 X_2 + 4 X_3 + 1,5 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 0,25 X_7 \leq 57600 \\ + 14400 t$$

$$10. \quad 3 X_1 + 3 X_2 + 12 X_3 + 3 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 1 X_7 \leq 86400 + 21600 t$$

$$11. \quad 30 X_1 + 30 X_2 + 45 X_3 + 30 X_4 \leq 69120 + 17280 t$$

$$12. \quad X_1 \leq 460 + 46 t$$

13. $X_2 \leq 405 + 41 t$
14. $X_3 \leq 300 + 30 t$
15. $X_4 \leq 379 + 38 t$
16. $X_5 \leq 1780 + 178 t$
17. $X_6 \leq 1311 + 131 t$
18. $X_7 \leq 22558 + 2256 t$
19. $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 \geq 0$

4.6.2. Batasan *Non Fuzzy* dan Batasan *Fuzzy*

Persamaan *Linear Programming* klasik dan persamaan *Fuzzy Linear Programming* dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25. Batasan *non fuzzy* serta batasan *fuzzy*

Fungsi Tujuan	Batasan – Batasan Non Fuzzy	Batasan – batasan fuzzy		Satuan
		t = 0 323405344	t = 1 355801504	
Batasan - 1	30000	30000	33000	Kg
Batasan – 2	5000	5000	5500	Kg
Batasan – 3	2000	2000	2200	Kg
Batasan – 4	17280	17280	21600	Menit
Batasan – 5	57600	57600	72000	Menit
Batasan – 6	46080	46080	57600	Menit
Batasan – 7	46080	46080	57600	Menit
Batasan – 8	23040	23040	28800	Menit

Lanjutan Tabel 4.25. Batasan *non fuzzy* serta batasan *fuzzy*

Batasan – 9	57600	57600	72000	Menit
Batasan – 10	86400	86400	108000	Menit
Batasan – 11	69120	69120	86400	Menit
Batasan – 12	460	460	506	Unit
Batasan – 13	405	405	446	Unit
Batasan – 14	300	300	330	Unit
Batasan – 15	379	379	417	Unit
Batasan – 16	1780	1780	1958	Unit
Batasan – 17	1311	1311	1441	Unit
Batasan – 18	21558	21558	24814	Unit

4.6.3. Formulasi Akhir Model *Fuzzy Linear Programming*

Dari persamaan formulasi awal diubah dengan memindahkan besarnya interval jarak baik dari fungsi tujuan maupun fungsi masing-masing batasan sumber daya. Lalu membentuk persamaan akhir dengan tujuan memaksimumkan besarnya $\lambda = 1 - t$, sehingga persamaan formulasi akhirnya menjadi sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

Maksimumkan λ

Fungsi batasan:

$$1. \quad 0,0027 X_1 + 0,00267 X_2 + 0,0074 X_3 + 0,0045 X_4 + 0,00078 X_5 + 0,00076 X_6 + 0,00006 X_7 \cdot \lambda \geq 10,98$$

2. $6,25 X_1 + 5 X_2 + 25 X_3 + 6,25 X_4 + 1,047 X_5 + 0,916 X_6 + 0,184 X_7 + 3000 \lambda \leq 33000$
3. $1,25 X_1 + 1 X_2 + 5 X_3 + 1,25 X_4 + 0,143 X_5 + 0,128 X_6 + 0,025 X_7 + 500 \lambda \leq 5500$
4. $0,625 X_1 + 0,5 X_2 + 2,5 X_3 + 0,625 X_4 + 0,048 X_5 + 0,042 X_6 + 0,008 X_7 + 200 \lambda \leq 2200$
5. $3,75 X_1 + 3 X_2 + 15 X_3 + 3,75 X_4 + 0,571 X_5 + 0,499 X_6 + 0,1 X_7 + 4320 \lambda \leq 21600$
6. $2,5 X_1 + 2,5 X_2 + 10 X_3 + 2,5 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 0,5 X_7 + 14400 \lambda \leq 72000$
7. $1 X_1 + 1 X_2 + 3,5 X_3 + 1 X_4 + 1,5 X_5 + 1,5 X_6 + 0,25 X_7 + 11520 \lambda \leq 46080$
8. $2 X_1 + 2 X_2 + 7,5 X_3 + 2 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 0,5 X_7 + 11520 \lambda \leq 46080$
9. $1 X_5 + 1 X_6 + 0,5 X_7 + 5760 \lambda \leq 23040$
10. $1,5 X_1 + 1,5 X_2 + 4 X_3 + 1,5 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 0,25 X_7 + 14400 \lambda \leq 57600$
11. $3 X_1 + 3 X_2 + 12 X_3 + 3 X_4 + 2 X_5 + 2 X_6 + 1 X_7 + 21600 \lambda \leq 86400$
12. $30 X_1 + 30 X_2 + 45 X_3 + 30 X_4 + 17280 \lambda \leq 69120$

$$13. X_1 + 46 \lambda \leq 506$$

$$14. X_2 + 41 \lambda \leq 446$$

$$15. X_3 + 30 \lambda \leq 330$$

$$16. X_4 + 38 \lambda \leq 417$$

$$17. X_5 + 178 \lambda \leq 1958$$

$$18. X_6 + 131 \lambda \leq 1442$$

$$19. X_7 + 2256 \lambda \leq 24814$$

$$20. X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 \geq 0$$

4.7. Hasil Dengan Persamaan Lengkap

4.7.1. Jumlah Produk

Pada pengolahan ini akan didapatkan kombinasi produk yang optimal untuk diproduksi dan juga menghasilkan kontribusi margin yang optimal pula dengan solusi optimal dari jumlah produk sebagai berikut :

Table 4.26. Solusi Optimal dari Jumlah Produk

Solution Summary for LPSample						
10-27-2004 15:11:01				Page: 1 of 1		
Variable Number	Variable Name	Solution	Opportunity Cost	Minimum Obj. Coef.	Current Obj. Coef.	Maximum Obj. Coef.
1	X1	505.6852	0	-0.00027	0	0.00217391
2	X2	445.7228	0	-0.00026	0	0.00246913
3	X3	329.7946	0	-0.00084	0	0.00333333
4	X4	416.7406	0	-0.00048	0	0.00263852
5	X5	1956.782	0	-0.00008	0	0.00056179
6	X6	1441.103	0	-0.00007	0	0.00076277
7	X7	24798.56	0	-0.00000	0	0.00004433
8	lambda	0.000684	0	0	1	M
Maximized OBJ = 0.00068448 Iteration = 8 Elapsed CPU seconds = 0						

Dengan komposisi produk tersebut maka akan diperoleh total kontribusi margin sebesar Rp. 355.136.808,-

4.7.2. Sensitivitas Fungsi Batasan

Pada pengolahan data sensitivitas fungsi batasan akan dapat mengetahui hal-hal apa saja yang dapat memberi keuntungan bagi perusahaan agar perusahaan tidak mengalami kerugian, berikut ini adalah sensitivitas fungsi batasan PT.Sinar Logam :

Table 4.27. Sensitivitas fungsi batasan

10-27-2004 15:13:40

Constraint Summary for LP Sample

Page: 1 of 2

Constraint Number	Constraint Status	Shadow Price	Surplus	Minimum R. H. S.	Current R. H. S.	Maximum R. H. S.
1	Tight ()	-0.09101	0	-1.08143	10.98	10.98752
2	Loose ()	0	8809.089	24190.91	33000	M
3	Loose ()	0	1164.604	4335.496	5500	M
4	Loose ()	0	221.9266	1978.074	2200	M
5	Loose ()	0	8664.707	12935.29	21600	M
6	Loose ()	0	46047.21	25952.79	72000	M
7	Loose ()	0	43749.56	18850.44	57600	M
8	Loose ()	0	33163.65	24436.35	57600	M
9	Loose ()	0	12987.07	15812.93	28800	M
10	Loose ()	0	58991.65	13008.35	72000	M
11	Loose ()	0	68284.55	39715.45	108000	M
12	Loose ()	0	30467.47	55932.52	86400	M
13	Loose ()	0	0	503.2147	506	834.9365
14	Tight ()	0.000245	0	443.1833	446	850.1443
15	Tight ()	0.000245	0	328.9837	330	414.1856
16	Tight ()	0.000243	0	415.1288	417	740.5449
17	Tight ()	0.000673	0	1948.358	1958	5517.268
18	Tight ()	0.000409	0	1432.105	1442	5406.125
19	Tight ()	0.000070	0	24688.66	24814	48541.32
20	Tight ()	0.000069	0	0	0	0

Maximized OBJ = 0.00068448 Iteration = 8 Elapsed CPU seconds = 0

Dari analisis sensitivitas ini akan diketahui sumberdaya-sumberdaya apa saja yang dapat dioptimalkan dan yang dapat dikurangi dikarenakan kelebihan sumberdaya. Selain ini dapat pula menaikkan atau menurunkan kapasitas sumber daya sejauh mana tidak akan mempengaruhi solusi optimalnya.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisis Kombinasi Produk dengan Linear Programming

Berdasarkan Perhitungan *Linear Programming* Dengan Bantuan software QS

3.0. didapat kombinasi solusi optimum untuk masing-masing produk bulan januari.

Jumlah produk optimal menurut hasil pengolahan pada lampiran dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Untuk Table lamp diproduksi sebesar 460 unit.
2. Untuk Wall lamp diproduksi sebesar 405 unit.
3. Untuk Park lamp diproduksi sebesar 300 unit.
4. Untuk Standing lamp diproduksi sebesar 379 unit.
5. Untuk reclining brass diproduksi sebesar 1780 unit.
6. Untuk Stimer brass diproduksi sebesar 1311 unit.
7. Untuk Aceccories brass diproduksi sebesar 22558 unit.

Hasil diatas diperoleh dari hasil peramalan dan apabila perusahaan memproduksi dengan jumlah tersebut maka perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Adapun kontribusi margin yang didapat dari kombinasi produk diatas adalah sebesar Rp 323.405.344,-

5.2. Analisis Sensitivitas Kontribusi Margin

Dari pengolahan data pada lampiran dapat dilihat analisis sensitivitasnya. Pada analisis sensitivitas ini dapat diketahui sejauh mana perubahan kontribusi marginnya yang diizinkan tetapi tidak akan merubah solusi optimalnya. Analisis ini akan berguna dalam penetapan harga jual produk yang diinginkan sehingga dapat bersaing dengan produk lain yang sejenis yang berada di pasar. Adapun perubahan kontribusi margin yang diizinkan adalah sebagai berikut :

1. Produk table lamp (X1)

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 0 dan maksimal adalah M Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin yang diberikan minimal adalah Rp 0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 460 unit.

2. Produk wall lamp (X2)

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 0 dan maksimal adalah M Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin yang diberikan minimal adalah Rp 0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 405 unit.

3. Produk park lamp (X3)

Kontribusi margin minimal adalah di atas Rp. 0 dan maksimal adalah M . Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin

yang diberikan minimal adalah Rp .0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 300 unit.

4. Produk standing lamp (X4)

Kontribusi margin minimal adalah Rp. 0 dan maksimal adalah M. Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin yang diberikan minimal adalah Rp 0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 379 unit.

5. Produk reclining brass (X5)

Kontribusi margin minimal adalah di atas Rp. 0 dan maksimal adalah M. Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin yang diberikan minimal adalah Rp .0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 1780 unit.

6. Produk stimer brass (X6)

Kontribusi margin minimal adalah di atas Rp. 0 dan maksimal adalah (M). Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin yang diberikan minimal adalah Rp. 0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 1311 unit.

7. Produk accesories brass (X7)

Kontribusi margin minimal adalah di atas Rp. 0 dan maksimal adalah (M). Artinya selama keuntungan dari produk lain tetap dan kontribusi margin

yang diberikan minimal adalah Rp .0 maka hal ini tidak akan merubah solusi optimalnya yaitu tetap 22558 unit.

5.3. Analisis Sensivitas dengan Linear Programming pada Pemanfaatan Sumber Daya

Kolom *Constant Status* memberikan informasi tentang kemungkinan perubahan nilai ruas kanan yang mencerminkan penggunaan sumber daya atau fungsi batasan. Perubahan nilai tersebut dapat dipengaruhi nilai fungsi tujuan dan besarnya nilai perubahan tersebut ditunjukkan oleh kolom *Shadow Price*.

Kolom surplus menunjukkan keadaan kapasitas apabila keputusan optimal diambil, jika bernilai positif menunjukkan adanya sisa kapasitas atau kapasitas yang ada belum seluruhnya digunakan, apabila bernilai nol menunjukkan bahwa kapasitas yang ada telah digunakan seluruhnya.

Kolom minimum R.H.S. menunjukkan tentang penggunaan sumber daya sesuai dengan hasil produk optimal. Sedangkan Current R.H.S. menunjukkan besarnya sumber daya awal yang tersedia. Analisis Sensitivitas perubahan ruas dapat dilihat berikut ini :

Dari lampiran dapat disimpulkan, dari seluruh sumber daya yang ada dapat terlihat belum ada sumber daya yang telah digunakan secara optimum. Sehingga dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber daya untuk bahan baku kuningan dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 30000 kg mengalami surplus 8016,042 kg. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 21983,96 kg sampai dengan 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.
2. Sumber daya untuk bahan baku krasok dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 5000 kg mengalami surplus 1059,952 kg. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 3940,048 kg sampai dengan 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.
3. Sumber daya untuk bahan baku tembaga dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 2000 kg mengalami surplus 202,159 kg. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara

1797,841 kg sampai dengan 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.

4. Sumber daya untuk mesin peleburan dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 57600 menit mengalami surplus 34029 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 23571 menit sampai dengan 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.
5. Sumber daya untuk mesin kikir dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 46080 menit mengalami surplus 33510 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 12570 menit sampai dengan 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.
6. Sumber daya untuk mesin bubut dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 46080 menit mengalami

surplus 23881 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 22199 menit sampai dengan 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.

7. Sumber daya untuk mesin selep dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 23040 menit mengalami surplus 8670 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 14370 menit sampai dengan 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.
8. Sumber daya untuk mesin finishing dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 57600 menit mengalami surplus 45803,5 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 11796,5 menit sampai dengan 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.

9. Sumber daya untuk bagian percetakan dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 86400 menit mengalami surplus 45803,5 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 36072 menit sampai dengan 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.
10. Sumber daya untuk bagian finishing dinyatakan longgar (loose) artinya kapasitas sumber daya yang disediakan sebesar 69120 menit mengalami surplus 18300 menit. Range perubahan kapasitas yang diperkenankan adalah antara 50820 menit sampai dengan 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.

5.4. Analisis Kombinasi Produk dengan *Fuzzy Linear Programming*

Pada analisis produk optimal ini mencoba diterapkannya dari persamaan baru dari *fuzzy linear programming* dengan memperhitungkan besarnya peningkatan pemanfaatan sumber daya-sumber daya sebesar t . Sehingga didapat kombinasi produk sebagai berikut :

1. Untuk tabke lamp diproduksi sebesar 505 unit
2. Untuk wall lamp diproduksi sebesar 445 unit.
3. Untuk park lamp diproduksi sebesar 329 unit.
4. Untuk standing lamp diproduksi sebesar 416 unit.
5. Untuk reclining brass diproduksi sebesar 1956 unit.
6. Untuk stimer brass diproduksi sebesar 1441 unit.
7. Untuk accecories brass diproduksi sebesar 24798 unit.

Hasil diatas diperoleh dari hasil peramalan dan apabila perusahaan memproduksi dengan jumlah tersebut maka perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Setelah mendapat kombinasi untuk setiap jenis produk dapat dihitung besarnya kontribusi margin dari kombinasi produk tersebut. Besarnya $\lambda = 0,00068448$ dengan kontribusi marginnya adalah sebesar Rp 355.136.808,-

5.5. Hasil Fuzzy Linear Programming pada Peningkatan dan Pemanfaatan

Sumber Daya

Untuk menganalisis penggunaan dengan adanya peningkatan sumber daya dapat diketahui dengan memperhatikan λ yaitu sebesar 0,00068448 serta dapat diketahui t-nya sebesar $1-\lambda = 0.999$ dan kemudian menghitung besarnya masing-masing penggunaan sumber daya adalah sebagai berikut :

Sumber daya bahan baku

a. Batasan Bahan Baku

1. kuningan

$$6,25 (505) X_1 + 5 (445) X_2 + 25 (329) X_3 + 6,25 (416) X_4 + 1,047 (1956) X_5 + 0,916 (1441) X_6 + 0,184 (24798) X_7 = 24136,97 \text{ Kg} .$$

2. Krasok

$$1,25 (505) X_1 + 1 (445) X_2 + 5 (329) X_3 + 1,25 (416) X_4 + 0,143 (1956) X_5 + 0,128 (1441) X_6 + 0,025 (24798) X_7 = 4325,356 \text{ Kg} .$$

3. Tembaga

$$0,625 (505) X_1 + 0,5 (445) X_2 + 2,5 (329) X_3 + 0,625 (416) X_4 + 0,048 (1956) X_5 + 0,042 (1441) X_6 + 0,008 (24798) X_7 = 1973,419 \text{ Kg} .$$

b. Batasan Jam Kerja Mesin

1. Mesin peleburan

$$4,29 (505) X_1 + 4,29 (445) X_2 + 4,29 (329) X_3 + 4,29 (416) X_4 + 0,2 (1956) X_5 + 0,2 (1441) X_6 + 0,2 (24798) X_7 = 12910,55 \text{ menit} .$$

2. Mesin kikir

$$2,5 (505) X_1 + 2,5 (445) X_2 + 10 (329) X_3 + 2,5 (416) X_4 + 2 (1956) X_5 + 2 (1441) X_6 + 0,5 (24798) X_7 = 25898 \text{ menit} .$$

3. Mesin bubut

$$1 (505) X_1 + 1 (445) X_2 + 3,5 (329) X_3 + 1 (416) X_4 + 1,5 (1956) X_5 + 1,5 (1441) X_6 + 0,25 (24798) X_7 = 13812,5 \text{ menit}$$

4. Mesin selep

$$2 (505) X_1 + 2 (445) X_2 + 7,5 (329) X_3 + 2 (416) X_4 + 2 (1956) X_5 + 2 (1441) X_6 + 0,5 (24798) X_7 = 24392,5 \text{ menit.}$$

5. Finishing untuk hardware solid brass.

$$1 (1956) X_5 + 1 (1441) X_6 + 0,5 (24798) X_7 = 15796 \text{ menit.}$$

c. Batasan Jam Kerja Tenaga Kerja

1. Bagian pencetakan

$$1,5 (505) X_1 + 1,5 (445) X_2 + 4 (329) X_3 + 1,5 (416) X_4 + 1 (1956) X_5 + 1 (1441) X_6 + 0,25 (24798) X_7 = 12961,5 \text{ menit.}$$

2. Bagian kikir manual

$$3 (505) X_1 + 3 (445) X_2 + 12 (329) X_3 + 3 (416) X_4 + 2 (1956) X_5 + 2 (1441) X_6 + 1 (24798) X_7 = 39638 \text{ menit.}$$

3. Bagian finishing (perakitan) untuk produk dekoratif lamps

$$30 (505) X_1 + 30 (445) X_2 + 45 (329) X_3 + 30 (416) X_4 = 55785 \text{ menit.}$$

Persamaan diatas adalah persamaan dari tiap-tiap kendala batasan sumber daya-sumber daya. Dari persamaan ini dapat dicari untuk fungsi keanggotaan ($\mu_i [x]$) masing-masing sumber daya adalah sebagai berikut :

1. Sumber Daya Kuningan

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 24983,96 kg maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.1) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan bahan baku kuningan karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 5863,03 kg.

2. Sumber Daya Krasok

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 4325,356 kg maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.2) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan bahan baku krasok karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 674,644 kg.

3. Sumber Daya Tembaga

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 1973,419 kg maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.3) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan bahan baku tembaga karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 26,581 kg.

4. Sumber Daya Waktu Kerja Mesin Peleburan

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 12910,55 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.4)

sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 4369,45 menit.

5. Sumber Daya Waktu Kerja Mesin Kikir

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 25898 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.5) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 31702 menit.

6. Sumber Daya Waktu Kerja Mesin Bubut

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 13812,5 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.6) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 32267,5 menit.

7. Sumber Daya Waktu Kerja Mesin Selep

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 24392,5 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.7) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 21687,5 menit.

8. Sumber Daya Waktu Kerja Mesin Finishing

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 15796 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar $1 (\mu_i [x] = 1)$ (lihat gambar 4.8)

sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 7244 menit.

9. Sumber Daya Waktu Tenaga Kerja Pencetakan

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 12961,5 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar 1 ($\mu_i [x] = 1$) (lihat gambar 4.9) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 44638.5 menit.

10. Sumber Daya Waktu Tenaga Kerja Kikir Manual

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 39638 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar 1 ($\mu_i [x] = 1$) (lihat gambar 4.10) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 46762 menit.

11. Sumber Daya Waktu Tenaga Kerja Perakitan

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 55785 menit maka fungsi keanggotaan dari sumber daya ini adalah sebesar 1 ($\mu_i [x] = 1$) (lihat gambar 4.11) sehingga pada sumber daya ini tidak perlu adanya penambahan waktu kerja karena sumber daya ini cenderung berlebih sebesar 13335 menit.

12. Batasan Permintaan Table Lamp

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 505 unit yakni terletak antara interval 460 – 506 (lihat gambar 4.12) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{12} [x] = 1 - \left(\frac{505 - 460}{46} \right)$$

$$\mu_{12} [x] = 0,978$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 45 unit.

13. Batasan Permintaan Wall Lamp

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 445 unit yakni terletak antara interval 405 – 446 (lihat gambar 4.13) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{13} [x] = 1 - \left(\frac{445 - 405}{41} \right)$$

$$\mu_{13} [x] = 0,976$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 40 unit.

14. Batasan Permintaan Park Lamp

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 329 unit yakni terletak antara interval 300 – 330 (lihat gambar 4.14) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{14} [x] = 1 - \left(\frac{329 - 300}{30} \right)$$

$$\mu_{14} [x] = 0,967$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 29 unit.

15. Batasan Permintaan Standing Lamp

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 416 unit yakni terletak antara interval 379 – 417 (lihat gambar 4.15) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{15} [x] = 1 - \left(\frac{416 - 379}{38} \right)$$

$$\mu_{15} [x] = 0,973$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 37 unit.

16. Batasan Permintaan Reclining Brass

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 1956 unit yakni terletak antara interval 1780 – 1958 (lihat gambar 4.16) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{16}[x] = 1 - \left(\frac{1956 - 1780}{178} \right)$$

$$\mu_{16}[x] = 0,988$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 176 unit.

17. Batasan Permintaan Stimer Brass

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 1441 unit yakni terletak antara interval 1311 – 1442 (lihat gambar 4.17) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{17}[x] = 1 - \left(\frac{1441 - 1311}{131} \right)$$

$$\mu_{17}[x] = 0,992$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 130 unit.

18. Batasan Permintaan Aceccories Brass

Dengan dinyatakan nilai sebesar : 24798 unit yakni terletak antara interval 22558 – 24814 (lihat gambar 4.18) maka fungsi keanggotaan untuk sumber daya ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\mu_{18} [x] = 1 - \left(\frac{24798 - 22558}{2256} \right)$$

$$\mu_{18} [x] = 0,992$$

Sehingga batasan permintaan ini perlu adanya penambahan kapasitas sebesar : 2240 unit.

5.6. Perbandingan Solusi

Hasil dari dua solusi yang berbeda antara Linear Programming dengan Fuzzy Linear Programming terlihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Solusi *non fuzzy* dan solusi *fuzzy*

Solusi non fuzzy	Solusi fuzzy
Table lamp = 460	Table lamp = 505
Wall lamp = 405	Wall lamp = 445
Park lamp = 300	Park lamp = 329
Standing lamp = 379	Standing lamp = 416
Reclining brass = 1780	Reclining brass = 1956

Lanjutan Tabel 5.1. Solusi *non fuzzy* dan solusi *fuzzy*

Stimer brass = 1311	Stimer brass = 1441
Accecories brass = 22558	Accecories brass = 24798
Z = Rp 323.405.344,-	Z = Rp 355.136.808,-

Tabel 5.2. Nilai batasan solusi *non fuzzy* dan *fuzzy*

Nama Variabel	Nilai non fuzzy	Nilai fuzzy	Satuan
Batasan Bahan Baku Kuningan	21983,96	24136,97	Kg
Batasan Bahan Baku Krasok	3940,048	4325,356	Kg
Batasan Bahan Baku Tembaga	1797,841	1973,419	Kg
Batasan Jam Kerja M.Peleburan	11753,56	12910,55	Menit
Batasan Jam Kerja M.Kikir	23571	25898	Menit
Batasan Jam Kerja M.Bubut	12570	13812,5	Menit
Batasan Jam Kerja M.Selep	22199	24392,5	Menit
Batasan Jam Kerja M.Finishing	14370	15796	Menit
Batasan Jam TK Pencetakan	11796,5	12961,5	Menit
Batasan Jam TK Kikir Manual	36072	39638	Menit
Batasan Jam TK Finishing(Perakitan)	50820	55785	Menit

Dari nilai bayasan fuzzy dapat diketahui fungsi keanggotaan dari masing-masing batasan seperti yang tertera pada tabel 5.3. dibawah ini :

Tabel 5.3. Fungsi keanggotaan tiap batasan

Nama Variabel	$\mu_i [x]$
Batasan Bahan Baku Kuningan	1
Batasan Bahan Baku Krasok	1
Batasan Bahan Baku Tembaga	1
Batasan Jam Kerja M.Peleburan	1
Batasan Jam Kerja M.Kikir	1
Batasan Jam Kerja M.Bubut	1
Batasan Jam Kerja M.Selep	1
Batasan Jam Kerja M.Finishing	1
Batasan Jam TK Pencetakan	1
Batasan Jam TK Kikir Manual	1
Batasan Jam TK Finishing(Perakitan)	1
Batasan Permintaan Table Lamp	0,978
Batasan Permintaan Wall Lamp	0,976
Batasan Permintaan Park Lamp	0,967
Batasan Permintaan Standing Lamp	0,973
Batasan Permintaan Reclining Brass	0,988
Batasan Permintaan Stimer Brass	0,992
Batasan Permintaan Aceccories Brass	0,992

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. Solusi yang didapat dari perhitungan linear programming untuk kombinasi masing-masing jenis produk pada bulan januari 2004 adalah :

a. Table Lamp (X1)	=	460 unit .
b. Wall Lamp (X2)	=	405 unit .
c. Park Lamp (X3)	=	300 unit .
d. Standing Lamp (X4)	=	379 unit .
e. Reclining Brass (X5)	=	1780 unit .
f. Stimer Brass (X6)	=	1311 unit .
g. Accersories Brass (X7)	=	22558 unit.

2. Solusi yang didapat dari perhitungan fuzzy linear programming untuk kombinasi masing-masing jenis produk pada bulan januari 2004 adalah :

a. Table Lamp (X1)	=	505 unit .
b. Wall Lamp (X2)	=	445 unit .
c. Park Lamp (X3)	=	329 unit .
d. Standing Lamp (X4)	=	416 unit .

- e. Reclining Brass (X5) = 1956 unit .
- f. Stimer Brass (X6) = 1441 unit .
- g. Accersories Brass (X7) = 24798 unit.

3. Kontribusi yang diperoleh dengan linear programming adalah sebesar Rp 323.405.344,- sedangkan dengan fuzzy linear programming adalah sebesar Rp 355.136.808,-. Sehingga Selisih laba atau keuntungan antara solusi linear programming dengan solusi fuzzy linear programming adalah sebesar Rp 32.396.160,-
4. Dari analisis sensitivitas dapat ditunjukkan kelebihan sumber daya-sumber daya seperti :
 - a. Bahan baku yaitu kuningan (5863,03 Kg), krasok (674,644 Kg), dan tembaga (26,581 Kg).
 - b. Waktu kerja mesin peleburan (4369,45 menit), mesin kikir (31702 menit), mesin bubut (32267,5 menit), mesin selep (21687,5 menit), mesin finishing (7244 menit).
 - c. Jam kerja tenaga kerja yaitu bagian pencetakan (44638,5 menit), bagian kikir manual (46762 menit), bagian perakitan (13335 menit).
5. Belum optimalnya penggunaan sumber daya sehingga banyak terjadi kelebihan kapasitas, yaitu pada bahan baku, jam tenaga kerja, dan jam kerja mesin.
6. Secara keseluruhan penggunaan dari seluruh sumber daya baik yang bersifat sumber daya bahan baku atau pun sumber daya waktu kerja lebih efektif dengan pendekatan *fuzzy linear programming*.

6.2. Saran

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

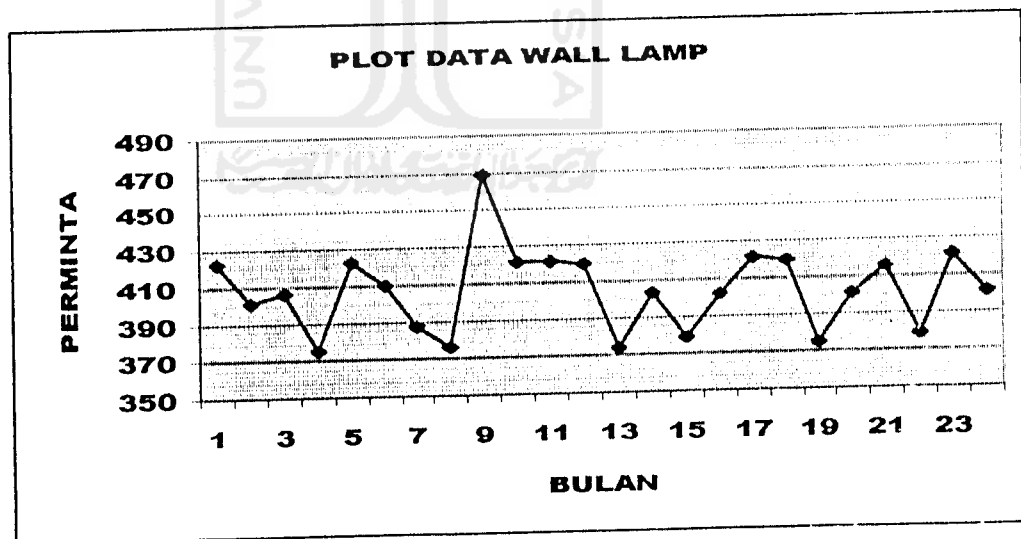
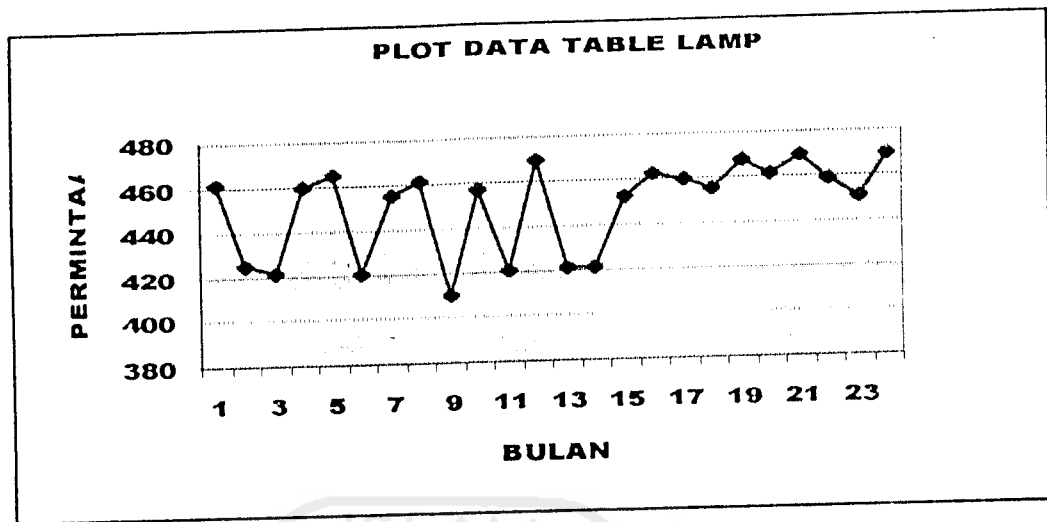
1. Perusahaan dapat menggunakan analisis linear programming atau pun fuzzy linear programming dalam perencanaan produksi sebagai alat penunjang pengambilan keputusan.
2. Pemanfaatan mesin secara optimal juga dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah produk tertentu sehingga surplus tenaga kerja dan jam kerja mesin dapat dikurangi.
3. Berdasarkan perhitungan, pihak perusahaan dalam berproduksi cenderung berdasarkan pada permintaan pasar. Untuk lebih mengoptimalkan jumlah produksi sebaiknya perusahaan mengambil langkah dengan mencari peluang pasar lain dengan gencar melakukan promosi produk.

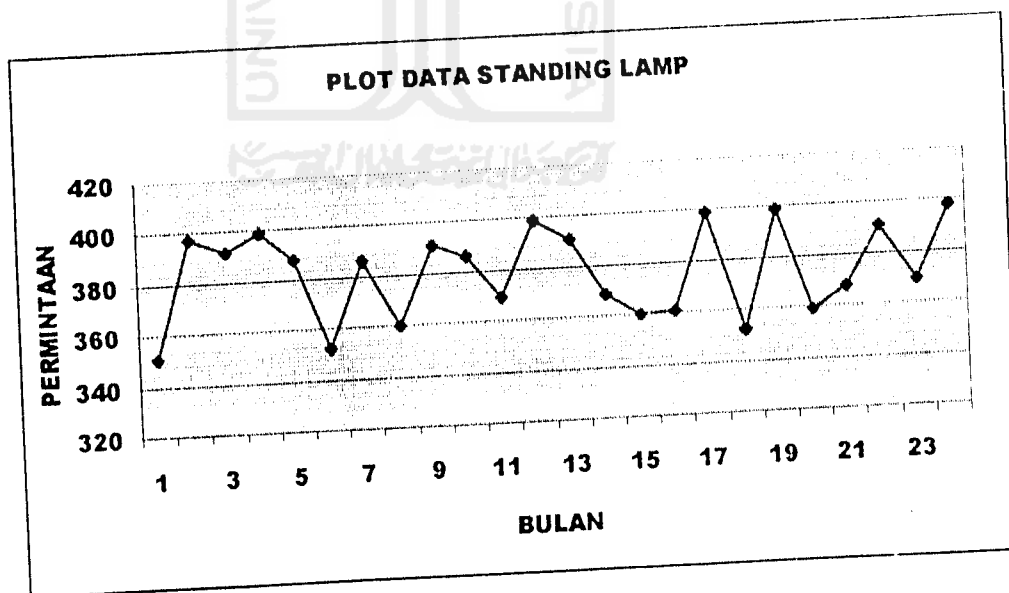
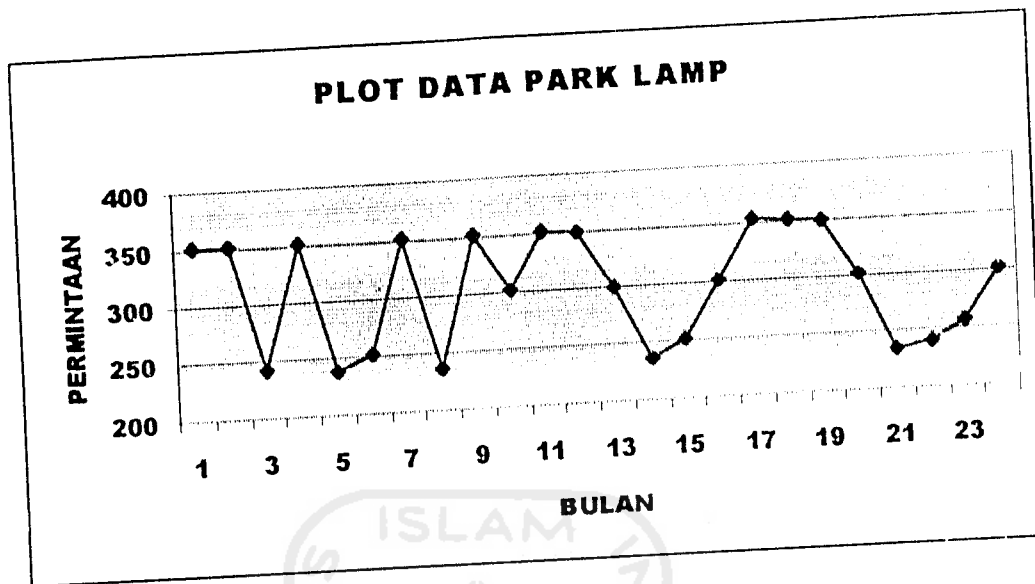
DAFTAR PUSTAKA

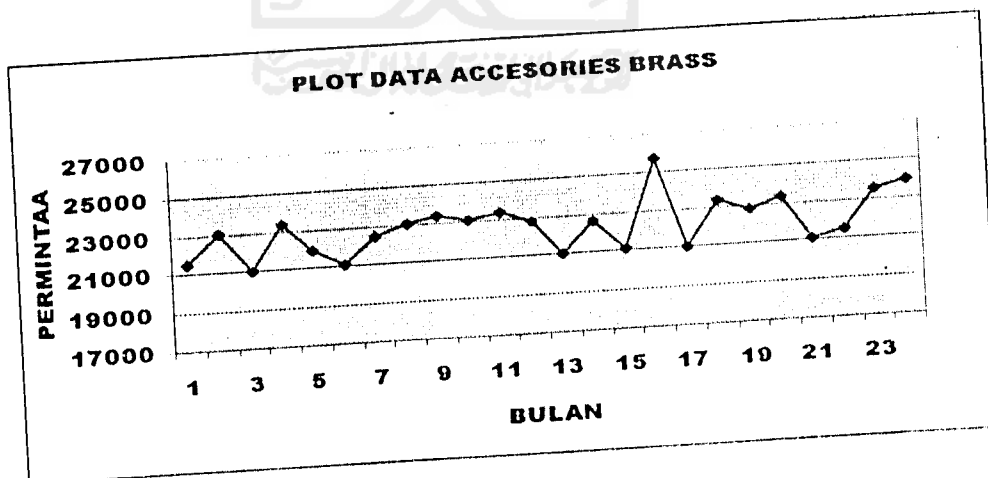
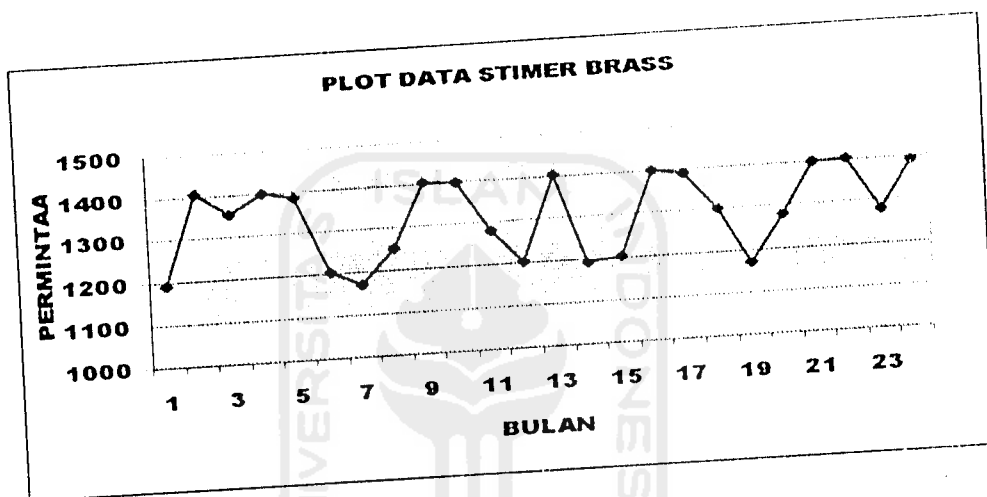
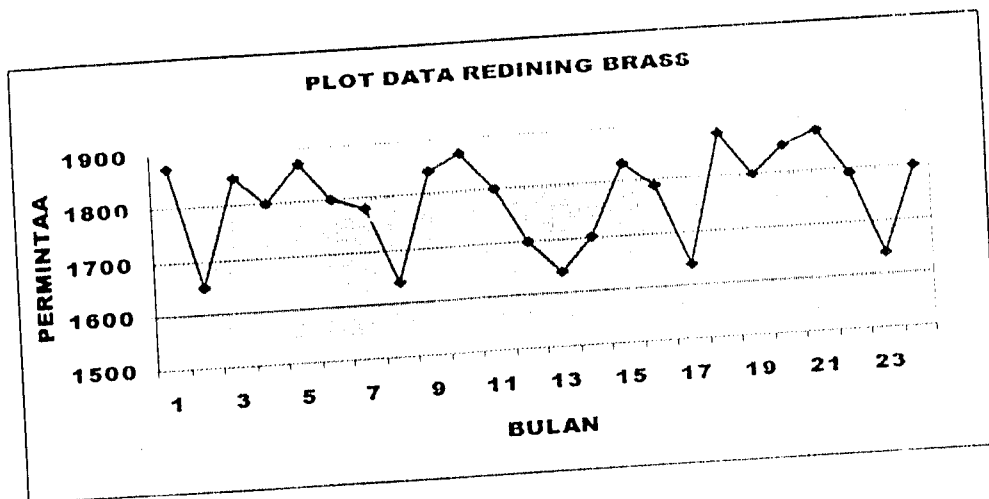
- Ahyari, Agus**, 1984. *Manajemen Produksi*, Fakultas Ekonomi UGM, Yogyakarta.
- Assauri, Sofyan**, 1990. *Teknik Dan Metode Peramalan Penerapan Dalam ekonomi Dan dunia usaha*, LPFE, UI, Jakarta.
- Milton, Adolph**, 1993. *Akutansi Biaya Perencanaan dan Pengendalian*, Jilid 2, Erlangga.
- Gaspersz, Vincent**, 1998. *Production Planning and Inventory Control*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Handoko, T. Hani**, 1987. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, BPFE, UGM, Yogyakarta.
- Mulyono, Sri**, 1999. *Operations Research*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Suryabrata, Sumadi**, 1992. *Metodologi Penelitian*, Rajawali Pers, Jakarta.
- Supriyono**, 1987. *Akutansi Manajemen*, BPFE, Yogyakarta.
- Taha, A**, 1996. *Riset Operasi*, Jilid 1 Edisi Kelima, Bina Rupa Aksara, Bandung.
- Yamit, Zulian**, 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, Ekonomi FE, UII, Yogyakarta.
- Mustafa, Zainal**, dan **Parkhan, Ali**, 2000. *Linear Programming Dengan QS*, Edisi Pertama, Ekonisia, UII, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri**, 2002. *Analisis & Desain System Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*, Graha Ilmu, Joagjakarta.

GRAFIK PLOT DATA TAHUN 2002-2003

PT SINAR LOGAM

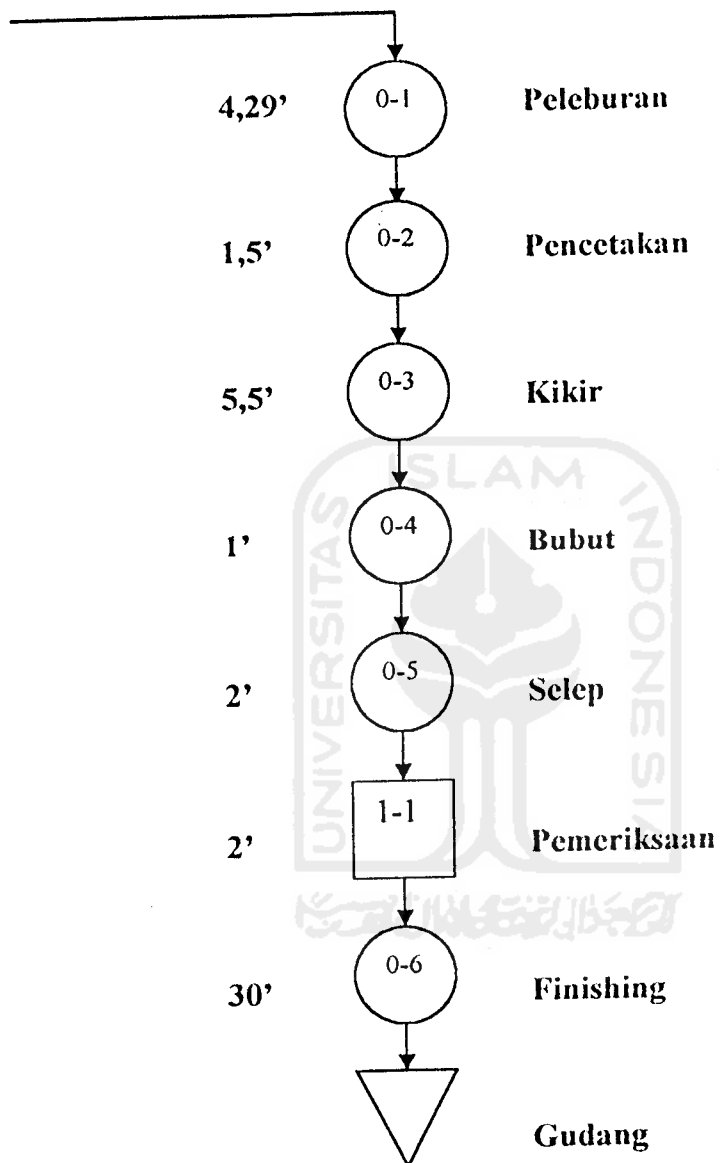






PETA PROSES OPERASI

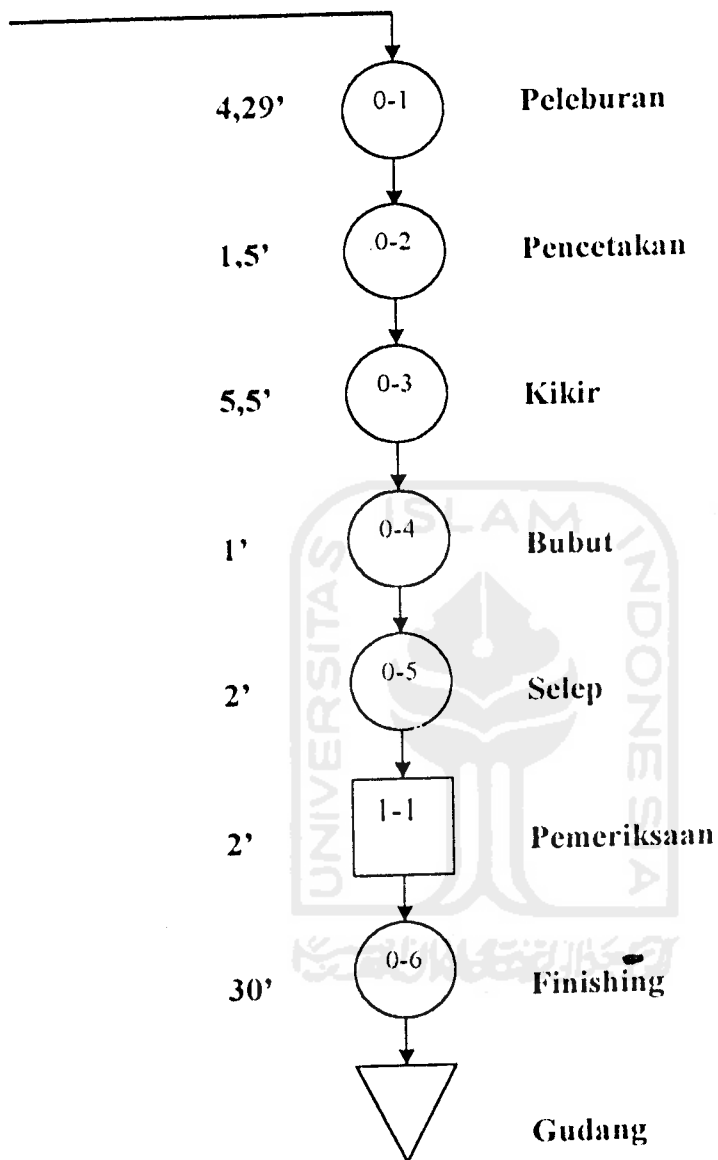
a. Table lamp (X1)



Total Waktu 46,29 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

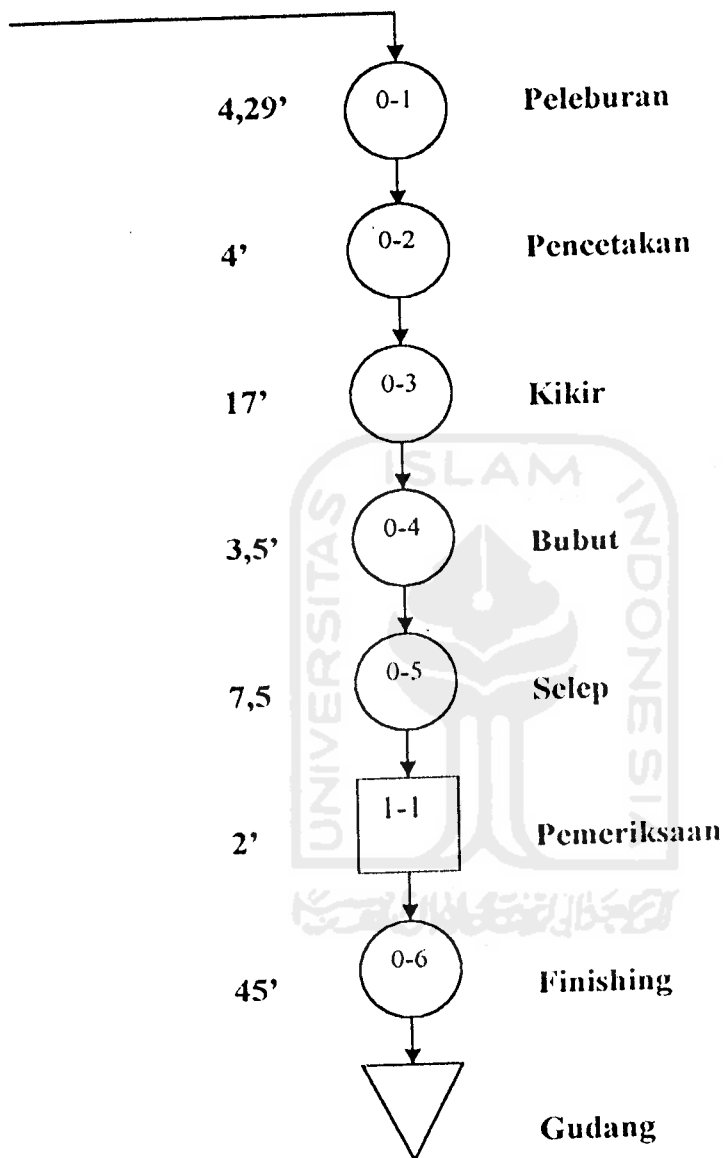
b. Wall lamp (X2)



Total Waktu 46,29 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

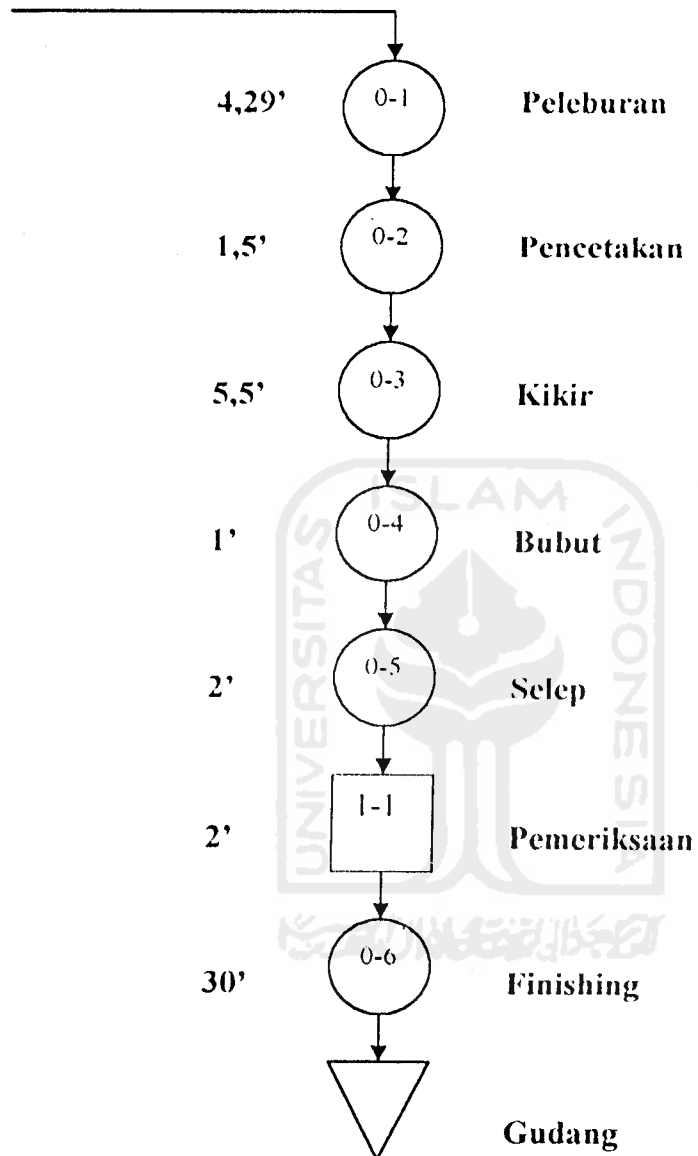
c. Park lamp (X2)



Total Waktu 83,29 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

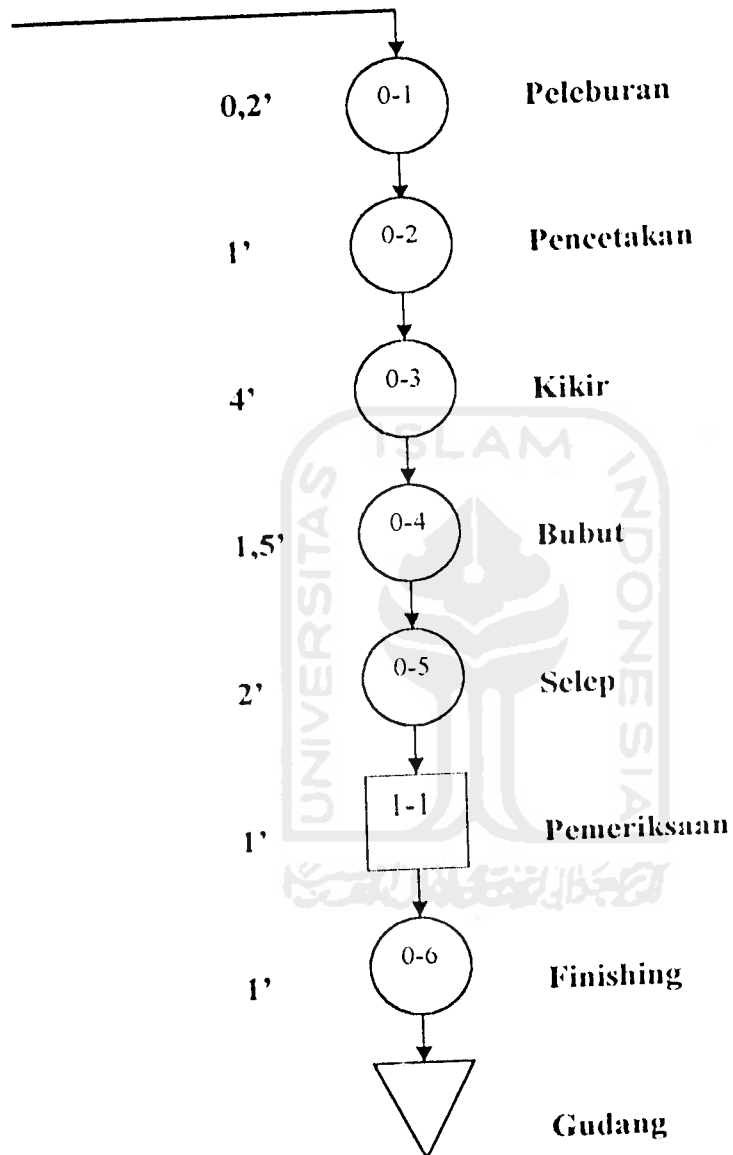
d. Standing lamp (X4)



Total Waktu 46,29 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

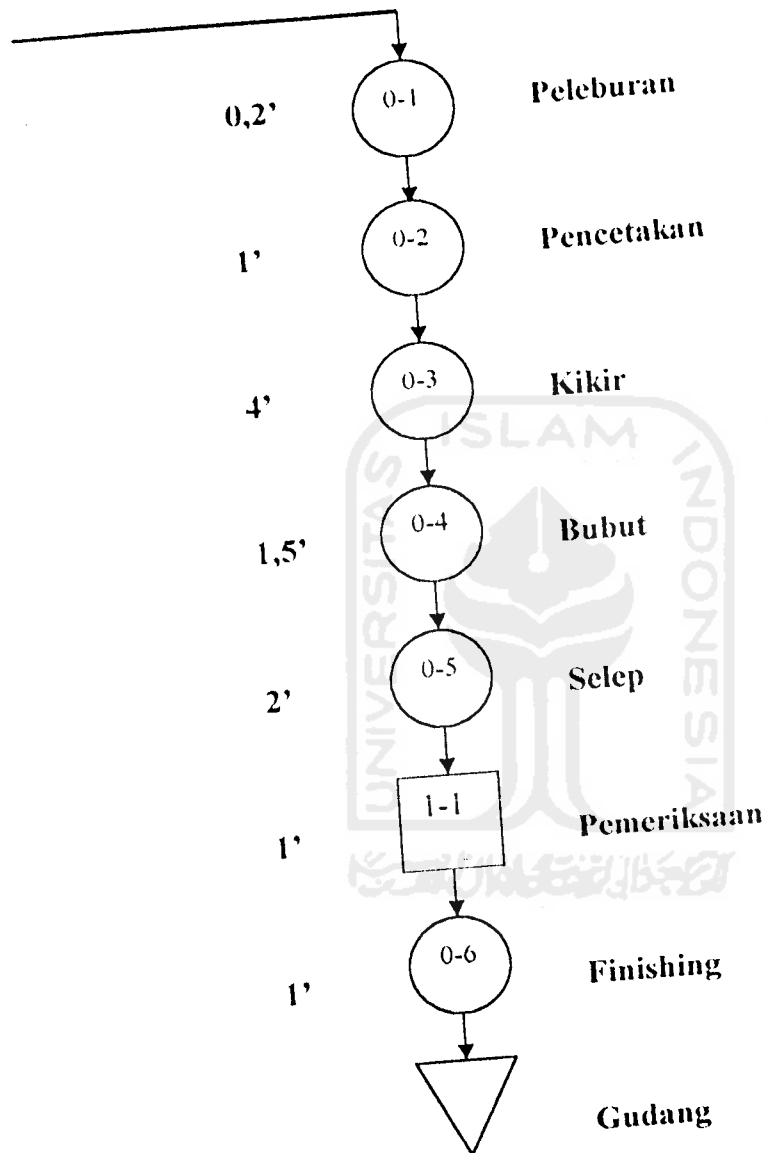
e. Reclining brass (X5)



Total Waktu 10,2 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

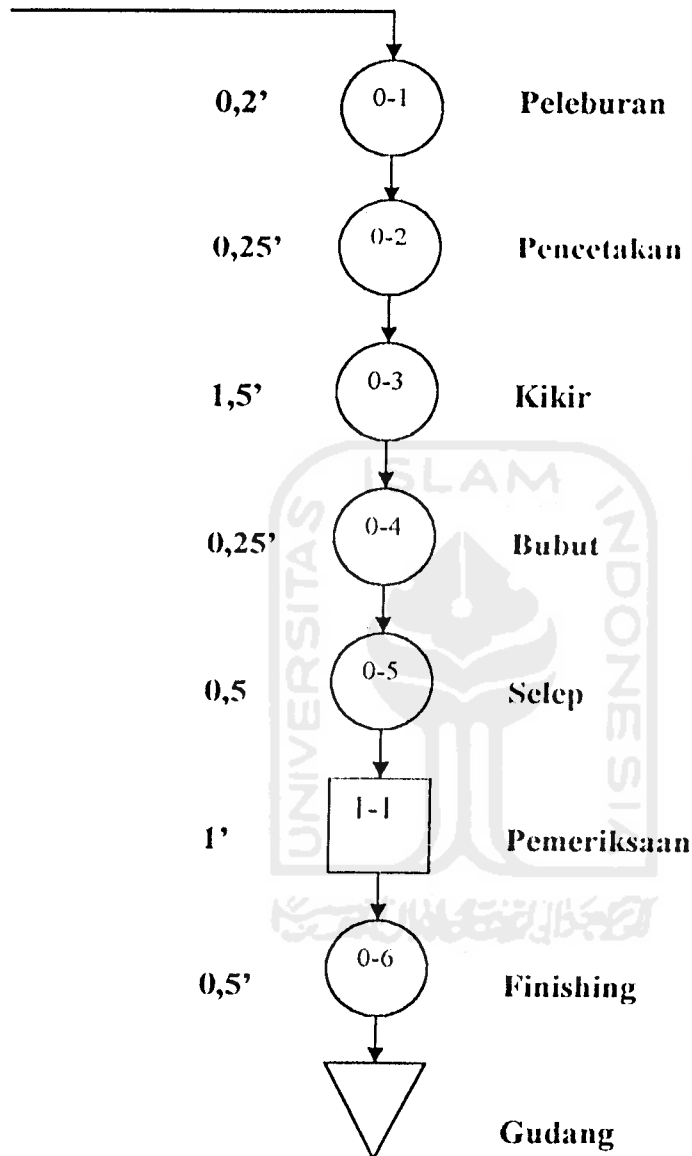
f. Stimer brass (X6)



Total Waktu 10,7 menit per unit.

PETA PROSES OPERASI

g. Accessories brass (X7)



Total Waktu 4,2 menit per unit.

Perhitungan Waktu Proses Produksi

1. Produk Lampu

Dalam pembuatan lampu, setelah peleburan 130 kg bahan, kemudian dibagi menjadi 4 bagian. Dan mampu menghasilkan produk lampu dengan perbandingan, 4 Table lamp : 5 Wall lamp : 1 Park lamp : 4 Standing lamp.

Untuk Table lamp dibutuhkan : $\frac{130/4}{4} = 8,125$ kg bahan.

Dengan perbandingan kuningan, krasok dan tembaga, 100 : 20 : 10.

$$\text{Kuningan} = \frac{100}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 6,25 \text{ kg.}$$

$$\text{Krasok} = \frac{20}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 1,25 \text{ kg.}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{10}{130} \times 8,125 \text{ kg} = 0,625 \text{ kg.}$$

Dengan cara yang sama akan diketahui komposisi kuningan, krasok dan tembaga dari masing-masing jenis produk.

Tabel Kebutuhan Bahan Baku

NO.	JENIS PRODUK	Kebutuhan Bahan Baku (kg)	Komposisi Bahan Baku		
			Kuningan (kg)	Krasok (kg)	Tembaga (kg)
1.	Table lamp	8,125	6,25	1,25	0,625
2.	Wall lamp	6,5	5	1	0,5
3.	Park lamp	32,5	25	5	2,5
4.	Standing lamp	8,125	6,25	1,25	0,625

2. Produk Komponen Solid Brass

Dalam pembuatan Komponen Solid Brass, setelah peleburan 130 kg bahan, kemudian dibagi menjadi 3 bagian. Dan mampu menghasilkan komponen solid brass dengan perbandingan, 35 Reclining brass : 40 stimer brass : 200 Aceccories brass.

Untuk Reclining brass dibutuhkan : $\frac{130}{35} = 1,238$ kg bahan.

Dengan perbandingan kuningan, krasok dan tembaga, 110 : 15 : 5.

$$\text{Kuningan} = \frac{110}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 1,047 \text{ kg.}$$

$$\text{Krasok} = \frac{15}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 0,143 \text{ kg.}$$

$$\text{Tembaga} = \frac{5}{130} \times 1,238 \text{ kg} = 0,048.$$

Dengan cara yang sama akan diketahui komposisi kuningan, krasok dan tembaga dari masing-masing jenis produk.

Tabel Kebutuhan Bahan Baku

NO.	JENIS PRODUK	Kebutuhan Bahan Baku (kg)	Komposisi Bahan Baku		
			Kuningan (kg)	Krasok (kg)	Tembaga (kg)
1.	Reclining brass	1,238	1,047	0,143	0,048
2.	Stimer brass	1,083	0,916	0,125	0,042
3.	Aceccories brass	0,217	0,184	0,025	0,008

Dari data di atas dapat diketahui waktu proses mesin yaitu :

1. Mesin peleburan

Mesin peleburan ada 3 unit tungku. 2 unit untuk lampu dan 1 unit untuk komponen solid brass, dengan kapasitas setiap tungku untuk satu kali peleburan adalah 130 kg bahan. Dan waktu yang diperlukan untuk sekali peleburan adalah 60 menit.

Untuk lampu meja dibutuhkan : $\frac{60}{14} = 4.29$ menit.

Dengan cara yang sama dapat dicari waktu peleburan dari masing-masing jenis produk.

Tabel Waktu kerja mesin peleburan

NO.	JENIS PRODUK	Waktu kerja mesin peleburan (dalam menit)
1.	Table lamp	4.29
2.	Wall lamp	4.29
3.	Park lamp	4.29
4.	Standing lamp	4.29
1.	Reclining brass	0.2
2.	Stimer brass	0.2
3.	Accecories brass	0.2

2. Mesin kikir

Jumlah mesin kikir ada 6 unit untuk lampu dan 4 unit untuk komponen solid brass. waktu yang diperlukan untuk pengikiran (sesuai kartu petunjuk kerja) adalah

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 2,5 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 2,5 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 10 menit.
- d. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 2,5 menit.
- e. Untuk Reclining brass, membutuhkan waktu = 2 menit.
- f. Untuk Stimer brass, membutuhkan waktu = 2 menit.
- g. Untuk Accesories brass, membutuhkan waktu = 0,5 menit.

3. Mesin scrap

Jumlah mesin scrap ada 4 unit untuk lampu dan 4 unit untuk komponen solid brass. waktu yang diperlukan untuk pengikiran (sesuai kartu petunjuk kerja) adalah:

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 1 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 1 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 3,5 menit.
- d. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 1 menit.
- e. Untuk Reclining brass, membutuhkan waktu = 1,5 menit.
- f. Untuk Stimer brass, membutuhkan waktu = 1,5 menit.
- g. Untuk Accesories brass, membutuhkan waktu = 0,25 menit.

4. Mesin bubut

Jumlah mesin bubut ada 4 unit untuk lampu dan 4 unit untuk komponen solid brass. waktu yang diperlukan untuk pengikiran (sesuai kartu petunjuk kerja) adalah:

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 2 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 2 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 7,5 menit.
- d. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 2 menit.
- e. Untuk Reclining brass, membutuhkan waktu = 2 menit.
- f. Untuk Stimer brass, membutuhkan waktu = 2 menit.
- g. Untuk Accesories brass, membutuhkan waktu = 0,5 menit.

5. Finishing

Finishing adalah proses pembubutan ulang untuk komponen Solid Brass. Jumlah mesin ada 4 unit, dan waktu yang diperlukan untuk finishing (sesuai kartu petunjuk kerja) adalah sebagai berikut :

- a. Untuk Reclining brass, membutuhkan waktu = 1 menit.
- b. Untuk Stimer brass, membutuhkan waktu = 1 menit.
- c. Untuk Accesories brass, membutuhkan waktu = 0,5 menit.

Dan waktu proses yang tidak menggunakan mesin (manual) yaitu :

1. Bagian pencetakan (Tapel)

Jumlah tenaga kerja pada bagian ini ada 6 orang untuk lampu dan 4 orang unit untuk komponen solid brass. waktu yang diperlukan untuk pencetakan adalah :

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 1,5 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 1,5 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 4 menit.
- d. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 1,5 menit.
- e. Untuk Reclining brass, membutuhkan waktu = 1 menit.
- f. Untuk Stimer brass, membutuhkan waktu = 1 menit.
- g. Untuk Acecories brass membutuhkan waktu = 0,25 menit.

2. Bagian kikir

Jumlah tenaga kerja pada bagian ini ada 10 orang untuk lampu dan 5 orang untuk komponen solid brass. waktu yang diperlukan untuk pengikiran adalah :

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 3 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 3 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 12 menit.
- d. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 3 menit.
- e. Untuk Reclining brass membutuhkan waktu = 2 menit.
- f. Untuk Stimer brass membutuhkan waktu = 2 menit.
- g. Untuk Acecories brass membutuhkan waktu = 1 menit.

4. Bagian finishing (perakitan) untuk produk lampu

Jumlah tenaga kerja pada bagian ini ada 16 orang. Waktu yang dibutuhkan untuk perakitan setiap jenis lampu adalah :

- a. Untuk Table lamp, membutuhkan waktu = 30 menit.
- b. Untuk Wall lamp, membutuhkan waktu = 30 menit.
- c. Untuk Park lamp, membutuhkan waktu = 45 menit.
- b. Untuk Standing lamp, membutuhkan waktu = 30 menit.



Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	461	461	461	36
2	425	443	443	21
3	422	436	436	-24
4	460	442	442	-23
5	465	446.6	446.6	25.60001
6	421	442.3333	442.3333	-12.66666
7	455	444.1429	444.1429	-16.85715
8	461	446.25	446.25	36.25
9	410	442.2222	442.2222	-14.77777
10	457	443.7	443.7	22.70001
11	421	441.6364	441.6364	-27.36365
12	469	443.9167	443.9167	21.91666
13	422	442.2308	442.2308	-20.23077
14	422	440.7857	440.7857	-12.21429
15	453	441.6	441.6	-20.39999
16	462	442.875	442.875	-17.125
17	460	443.8824	443.8824	-11.11765
18	455	444.5	444.5	-23.5
19	468	445.7368	445.7368	-15.26315
20	461	446.5	446.5	-22.5
21	469	447.5714	447.5714	-11.42856
22	459	448.0909	448.0909	-2.909088
23	451	448.2174	448.2174	-20.78262
24	469	449.0833	449.0833	
25				

Simple average: CPU Seconds = 0
MAD = 19.98 MSD = 455.34 Bias = -4.01 R-square = 0
MAD = 19.98 MSD = 455.34 Bias = -4.01

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	461		.3333333		
2	425		.3333333		
3	422	436	.3333333	436	-24
4	460	435.6667		435.6667	-29.33331
5	465	449		449	28
6	421	448.6667		448.6667	-6.333313
7	455	447		447	-14
8	461	445.6667		445.6667	35.66666
9	410	442		442	-15
10	457	442.6667		442.6667	21.66669
11	421	429.3333		429.3333	-39.66666
12	469	449		449	27.00003
13	422	437.3333		437.3333	15.33334
14	422	437.6667		437.6667	-15.33334
15	453	432.3333		432.3333	-29.66666
16	462	445.6667		445.6667	-14.33331
17	460	458.3333		458.3333	3.333344
18	455	459		459	-9
19	468	461		461	0
20	461	461.3333		461.3333	-7.666656
21	469	466		466	7
22	459	463		463	12
23	451	459.6667		459.6667	-9.333313
24	469	459.6667		459.6667	
25					

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 17.32 MSD = 414.87 Bias = -3.03 R-square = 0
M = 3

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	461	461		
2	425	454.1237	461	36
3	422	447.9878	454.1237	32.12369
4	460	450.2822	447.9878	-12.01224
5	465	453.0934	450.2822	-14.7178
6	421	446.9633	453.0934	32.09341
7	455	448.4984	446.9633	-8.036713
8	461	450.8863	448.4984	-12.50162
9	410	443.0766	450.8863	40.88629
10	457	445.7361	443.0766	-13.92337
11	421	441.0113	445.7361	24.73611
12	469	446.3574	441.0113	-27.98871
13	422	441.7049	446.3574	24.35739
14	422	437.9411	441.7049	19.70493
15	453	440.8175	437.9411	-15.0589
16	462	444.8635	440.8175	-21.18253
17	460	447.7547	444.8635	-15.13647
18	455	449.1386	447.7547	-7.24527
19	468	452.7413	449.1386	-18.86136
20	461	454.3188	452.7413	-8.258667
21	469	457.123	454.3188	-14.68118
22	459	457.4816	457.123	-1.876953
23	451	456.2435	457.4816	6.481567
24	469	458.6801	456.2435	-12.75647
25			458.6801	

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 18.29 MSD = 434.21 Bias = .53 R-square = 0
Alpha = .19101 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	461	461	461		
2	425	446.8655	455.4504	461	36
3	422	437.1027	448.2467	455.4504	33.45044
4	460	446.0927	447.401	448.2467	-11.75333
5	465	453.5162	449.802	447.401	-17.599
6	421	440.7495	446.2478	449.802	28.80197
7	455	446.3446	446.2858	446.2478	-8.752228
8	461	452.0987	448.5681	446.2858	-14.7142
9	410	435.5697	443.4646	448.5681	38.56808
10	457	443.9838	443.6684	443.4646	-13.5354
11	421	434.9598	440.2492	443.6684	22.66843
12	469	448.3248	443.4199	440.2492	-28.75079
13	422	437.989	441.2876	443.4199	21.41989
14	422	431.7114	437.5277	441.2876	19.2876
15	453	440.0698	438.5258	437.5277	-15.47226
16	462	448.6801	442.5127	438.5258	-23.47418
17	460	453.1246	446.6792	442.5127	-17.48734
18	455	453.8609	449.4989	446.6792	-8.320831
19	468	459.4123	453.3911	449.4989	-18.5011
20	461	460.0357	455.9999	453.3911	-7.608856
21	469	463.5553	458.9664	455.9999	-13.00006
22	459	461.7668	460.0659	458.9664	-0.0336303
23	451	457.5395	459.074	460.0659	9.065887
24	469	462.0392	460.2382	459.074	-9.926025
25				460.2382	

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 18.18 MSD = 423.60 Bias = 0.01 R-square = 0
Alpha = .39262 Search criterion: MSD

10-26-2004 15:03:29

Forecast Results for wall lamp

Page: 1 of 3

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	422	422	422	21
2	401	411.5	411.5	5.5
3	406	409.6667	409.6667	34.66666
4	375	401	401	-21
5	422	405.2	405.2	-4.799988
6	410	406	406	18
7	388	403.4286	403.4286	27.42856
8	376	400	400	-69
9	469	407.6667	407.6667	-13.33334
10	421	409	409	-12
11	421	410.0909	410.0909	9.909088
12	420	410.9167	410.9167	36.91666
13	374	408.0769	408.0769	5.076935
14	403	407.7143	407.7143	28.71429
15	379	405.8	405.8	3.799988
16	402	405.5625	405.5625	-15.4375
17	421	406.4706	406.4706	-13.52942
18	420	407.2222	407.2222	32.22223
19	375	405.5263	405.5263	4.526306
20	401	405.3	405.3	-10.70001
21	416	405.8095	405.8095	26.80951
22	379	404.5909	404.5909	-16.40909
23	421	405.3044	405.3044	4.304352
24	401	405.125	405.125	
25				

Simple average: CPU Seconds = 0

MAD = 18.92 MSD = 574.92 Bias = 2.73 R-square = 0

MAD = 18.92 MSD = 574.92 Bias = 2.73

10-26-2004 15:06:26

Forecast Results for wall lamp

Page: 1 of 3

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	422		.3333333		
2	401		.3333333		
3	406	409.6667	.3333333	409.6667	34.66669
4	375	394		394	-28
5	422	401		401	-9
6	410	402.3333		402.3333	14.33331
7	388	406.6667		406.6667	30.66669
8	376	391.3333		391.3333	-77.66666
9	469	411		411	-9.999969
10	421	422		422	1.000031
11	421	437		437	17.00003
12	420	420.6667		420.6667	46.66669
13	374	405		405	2
14	403	399		399	20
15	379	385.3333		385.3333	-16.66666
16	402	394.6667		394.6667	-26.33331
17	421	400.6667		400.6667	-19.33331
18	420	414.3333		414.3333	39.33334
19	375	405.3333		405.3333	4.333344
20	401	398.6667		398.6667	-17.33334
21	416	397.3333		397.3333	18.33331
22	379	398.6667		398.6667	-22.33331
23	421	405.3333		405.3333	4.333344
24	401	400.3333		400.3333	
25					

Weighted moving average: CPU Seconds = 0

MAD = 21.87 MSD = 775.31 Bias = .29 R-square = 0

M = 3

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	422	422	422	21
2	401	419.6063	419.6063	13.60629
3	406	418.0554	418.0554	43.05539
4	375	413.1477	413.1477	-8.852295
5	422	414.1567	414.1567	4.156738
6	410	413.6829	413.6829	25.68292
7	388	410.7554	410.7554	34.75543
8	376	406.7938	406.7938	-62.20618
9	469	413.8844	413.8844	-7.11557
10	421	414.6955	414.6955	-6.304504
11	421	415.4141	415.4141	-4.585876
12	420	415.9369	415.9369	41.93686
13	374	411.1567	411.1567	8.156677
14	403	410.2269	410.2269	31.22693
15	379	406.6675	406.6675	4.667511
16	402	406.1355	406.1355	14.8645
17	421	407.8298	407.8298	-12.17017
18	420	409.217	409.217	34.21704
19	375	405.3168	405.3168	4.316803
20	401	404.8247	404.8247	-11.17526
21	416	406.0985	406.0985	27.09854
22	379	403.0097	403.0097	-17.9903
23	421	405.0603	405.0603	4.060333
24	401	404.5975	404.5975	
25				

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06
MAD = 19.27 MSD = 608.87 Bias = 6.64 R-square = 0
Alpha = .11399 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	422	422	422	422	21
2	401	417.5419	421.0536	421.0536	15.05359
3	406	415.0916	419.7879	419.7879	44.7879
4	375	406.5805	416.9841	416.9841	-5.01593
5	422	409.8539	415.4704	415.4704	5.470398
6	410	409.8849	414.2847	414.2847	26.28467
7	388	405.239	412.3643	412.3643	36.36435
8	376	399.0318	409.534	409.534	-59.46603
9	469	413.8854	410.4577	410.4577	-10.54227
10	421	415.3958	411.506	411.506	-9.493958
11	421	416.5855	412.5844	412.5844	-7.415619
12	420	417.3104	413.5877	413.5877	39.58768
13	374	408.116	412.4261	412.4261	9.426086
14	403	407.0299	411.2805	411.2805	32.28052
15	379	401.0794	409.1149	409.1149	7.114899
16	402	401.2748	407.4505	407.4505	-13.5495
17	421	405.4623	407.0284	407.0284	-12.97159
18	420	408.5486	407.3511	407.3511	32.35114
19	375	401.4265	406.0934	406.0934	5.093384
20	401	401.3359	405.0834	405.0834	-10.9166
21	416	404.449	404.9487	404.9487	25.94873
22	379	399.0464	403.6957	403.6957	-17.30429
23	421	403.707	403.6981	403.6981	2.69809
24	401	403.1323	403.578	403.578	
25					

Double exponential smoothing: CPU Seconds = .05
MAD = 19.57 MSD = 600.29 Bias = 6.82 R-square = 0
Alpha = .21229 Search criterion: MSD

10-26-2004 15:16:32 Forecast Results for park lamp				Page: 1 of 3	
Period	Actual	F(t)		Forecast	Error
1	352	352		352	1
2	351	351.5		351.5	109.5
3	242	315		315	-37
4	352	324.25		324.25	85.25
5	239	307.2		307.2	56.20001
6	251	297.8333		297.8333	-54.16666
7	352	305.5714		305.5714	69.57144
8	236	296.875		296.875	-55.125
9	352	303		303	2
10	301	302.8		302.8	-48.20001
11	351	307.1818		307.1818	-42.81818
12	350	310.75		310.75	10.75
13	300	309.9231		309.9231	73.92307
14	236	304.6429		304.6429	53.64285
15	251	301.0667		301.0667	0.06669090
16	301	301.0625		301.0625	51.9375
17	353	304.1176		304.1176	-47.88235
18	352	306.7778		306.7778	-43.22223
19	350	309.0526		309.0526	8.052643
20	301	308.65		308.65	73.64999
21	235	305.1429		305.1429	64.14285
22	241	302.2273		302.2273	44.22726
23	258	300.3044		300.3044	-.6956482
24	301	300.3333		300.3333	
25					
Simple average: CPU Seconds = 0					
MAD = 44.91 MSD = 2853.74 Bias = 11.78 R-square = 0					
MAD = 44.91 MSD = 2853.74 Bias = 11.78					
10-26-2004 15:18:05 Forecast Results for park lamp				Page: 1 of 3	
Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	352		.3333333		
2	351		.3333333		
3	242	315	.3333333		
4	352	315		315	-37
5	239	277.6667		315	76
6	251	280.6667		277.6667	26.66669
7	352	280.6667		280.6667	-71.33334
8	236	279.6667		280.6667	44.66669
9	352	313.3333		279.6667	-72.33331
10	301	296.3333		313.3333	12.33334
11	351	334.6667		296.3333	-54.66666
12	350	334		334.6667	-15.33331
13	300	333.6667		334	34
14	236	295.3333		333.6667	97.66669
15	251	262.3333		295.3333	44.33334
16	301	262.6667		262.3333	-38.66666
17	353	301.6667		262.6667	-90.33331
18	352	335.3333		301.6667	-50.33331
19	350	351.6667		335.3333	-14.66666
20	301	334.3333		351.6667	50.66669
21	235	295.3333		334.3333	99.33334
22	241	259		295.3333	54.33334
23	258	244.6667		259	1
24	301	266.6667		244.6667	-56.33333
25				266.6667	
Weighted moving average: CPU Seconds = 0					
MAD = 49.62 MSD = 3198.68 Bias = 1.90 R-square = 0					
M = 3					

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	352	352	352	1
2	351	351.8024	351.8024	109.8024
3	242	330.1079	330.1079	-21.89209
4	352	334.4333	334.4333	95.43329
5	239	315.5778	315.5778	64.57779
6	251	302.8187	302.8187	-49.18134
7	352	312.5358	312.5358	76.5358
8	236	297.414	297.414	-54.58597
9	352	308.199	308.199	7.199005
10	301	306.7766	306.7766	-44.22336
11	351	315.5142	315.5142	-34.48581
12	350	322.3278	322.3278	22.32782
13	300	317.9164	317.9164	81.91635
14	236	301.7315	301.7315	50.73151
15	251	291.7081	291.7081	-9.291901
16	301	293.544	293.544	-59.45602
17	353	305.2912	305.2912	-46.70883
18	352	314.5198	314.5198	-35.48022
19	350	321.5299	321.5299	20.52988
20	301	317.4736	317.4736	82.47363
21	235	301.1787	301.1787	60.17868
22	241	289.2887	289.2887	31.28873
23	258	283.1068	283.1068	-17.89322
24	301	286.6421	286.6421	
25				

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 46.83 MSD = 3011.13 Bias = 14.38 R-square = 0
Alpha = .19758 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	352	352	352	352	1
2	351	351.7122	351.9172	351.9172	109.9172
3	242	320.1429	342.7743	342.7743	-9.225708
4	352	329.3097	338.8999	338.8999	99.8999
5	239	303.3234	328.6629	328.6629	77.6629
6	251	288.2675	317.0393	317.0393	-34.96072
7	352	306.6063	314.0372	314.0372	78.03723
8	236	286.2896	306.0529	306.0529	-45.94705
9	352	305.1975	305.8068	305.8068	4.806793
10	301	303.9897	305.2839	305.2839	-45.71606
11	351	317.5168	308.8039	308.8039	-41.19611
12	350	326.8637	314.0005	314.0005	14.00052
13	300	319.1338	315.4776	315.4776	79.4776
14	236	295.2123	309.6464	309.6464	58.64636
15	251	282.4904	301.8323	301.8323	.8323364
16	301	287.8165	297.7993	297.7993	-55.20068
17	353	306.5728	300.3239	300.3239	-51.67615
18	352	319.6443	305.8832	305.8832	-44.11676
19	350	328.379	312.3563	312.3563	11.35632
20	301	320.5008	314.6999	314.6999	79.69986
21	235	295.8983	309.2898	309.2898	68.28976
22	241	280.1015	300.891	300.891	42.89096
23	258	273.7419	293.0789	293.0789	-7.921082
24	301	281.5853	289.7717	289.7717	
25					

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 46.19 MSD = 3133.75 Bias = 16.98 R-square = 0
Alpha = .28775 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	351	351	351	-46
2	397	374	374	-18
3	392	380	380	-19
4	399	384.75	384.75	-3.25
5	388	385.4	385.4	33.39999
6	352	379.8333	379.8333	-6.166656
7	386	380.7143	380.7143	20.71429
8	360	378.125	378.125	12.875
9	391	379.5555	379.5555	-6.444458
10	386	380.2	380.2	10.20001
11	370	379.2727	379.2727	-19.72726
12	399	380.9167	380.9167	-10.08334
13	391	381.6923	381.6923	12.69232
14	369	380.7857	380.7857	20.78571
15	360	379.4	379.4	18.39999
16	361	378.25	378.25	-20.75
17	399	379.4706	379.4706	27.47058
18	352	377.9445	377.9445	-21.05554
19	399	379.0526	379.0526	20.05264
20	359	378.05	378.05	10.04999
21	368	377.5714	377.5714	-13.42856
22	391	378.1818	378.1818	8.181824
23	370	377.8261	377.8261	-20.17392
24	398	378.6667	378.6667	
25				

Simple average: CPU Seconds = 0
MAD = 17.34 MSD = 387.57 Bias = -1.52 R-square = 0
MAD = 17.34 MSD = 387.57 Bias = -1.52

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	351		.3333333		
2	397		.3333333		
3	392	380	.3333333	380	-19
4	399	396		396	8
5	388	393		393	41.00003
6	352	379.6667		379.6667	-6.333313
7	386	375.3333		375.3333	15.33334
8	360	366		366	-25
9	391	379		379	-7
10	386	379		379	9
11	370	382.3333		382.3333	-16.66666
12	399	385		385	-5.999969
13	391	386.6667		386.6667	17.66669
14	369	386.3333		386.3333	26.33334
15	360	373.3333		373.3333	12.33334
16	361	363.3333		363.3333	-35.66666
17	399	373.3333		373.3333	21.33334
18	352	370.6667		370.6667	-28.33331
19	399	383.3333		383.3333	24.33334
20	359	370		370	2
21	368	375.3333		375.3333	-15.66666
22	391	372.6667		372.6667	2.666687
23	370	376.3333		376.3333	-21.66666
24	398	386.3333		386.3333	
25					

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 17.21 MSD = 402.66 Bias = -0.06 R-square = 0
M = 3

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	351	351		
2	397	362.9545		
3	392	370.5028	351	-46
4	399	377.9087	362.9545	-29.0455
5	388	380.5312	370.5028	-28.49716
6	352	373.1165	377.9087	-10.09131
7	386	376.4647	380.5312	28.53122
8	360	372.1859	373.1165	-12.88348
9	391	377.0753	376.4647	16.46469
10	386	379.3947	372.1859	-18.81415
11	370	376.9532	377.0753	-8.924713
12	399	382.6827	379.3947	9.394653
13	391	384.8442	376.9532	-22.04684
14	369	380.7266	382.6827	-8.317291
15	360	375.3402	384.8442	15.84421
16	361	371.6134	380.7266	20.72662
17	399	378.7307	375.3402	14.34018
18	352	371.7839	371.6134	-27.38657
19	399	378.8568	378.7307	26.73065
20	359	373.6964	371.7839	-27.21613
21	368	372.216	378.8568	19.85681
22	391	377.0976	373.6964	5.696411
23	370	375.2531	372.216	-18.78397
24	398	381.1646	377.0976	7.097626
25			375.2531	-22.74692
			381.1646	

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 19.37 MSD = 462.64 Bias = -5.05 R-square = 0
Alpha = .25988 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	351	351	351		
2	397	372.416	360.9706		
3	392	381.5336	370.544	351	-46
4	399	389.6654	379.4463	360.9706	-31.02945
5	388	388.89	383.843	370.544	-28.45599
6	352	371.7153	378.1967	379.4463	-8.553741
7	386	378.3658	378.2755	383.843	31.84296
8	360	369.8153	374.3367	378.1967	-7.803253
9	391	379.6782	376.8235	378.2755	18.27545
10	386	382.6214	379.5228	374.3367	-16.6633
11	370	376.7453	378.2297	376.8235	-9.176514
12	399	387.1063	382.3624	379.5228	9.522797
13	391	388.9191	385.4149	378.2297	-20.77029
14	369	379.6454	382.7289	382.3624	-8.637634
15	360	370.4992	377.0352	385.4149	16.41495
16	361	366.0767	371.9333	382.7289	22.72888
17	399	381.4046	376.3428	377.0352	16.03516
18	352	367.7148	372.3259	371.9333	-27.06671
19	399	382.2801	376.9603	376.3428	24.3428
20	359	371.4417	374.391	372.3259	-26.67407
21	368	369.8394	372.2719	376.9603	17.96027
22	391	379.691	375.726	374.391	6.391022
23	370	375.1792	375.4714	372.2719	-18.72809
24	398	385.8038	380.2818	375.726	5.725983
25				375.4714	-22.52859
				380.2818	

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06
MAD = 19.19 MSD = 463.63 Bias = -4.47 R-square = 0
Alpha = .46557 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	1875	1875	1875	224
2	1651	1763	1763	-88
3	1851	1792.333	1792.333	-7.666626
4	1800	1794.25	1794.25	-77.75
5	1872	1809.8	1809.8	8.800049
6	1801	1808.333	1808.333	27.33337
7	1781	1804.429	1804.429	165.4286
8	1639	1783.75	1783.75	59.25
9	1843	1790.333	1790.333	-81.66663
10	1872	1798.5	1798.5	-2.5
11	1801	1798.727	1798.727	98.72729
12	1700	1790.5	1790.5	151.5
13	1639	1778.846	1778.846	77.84619
14	1701	1773.286	1773.286	-62.71423
15	1836	1777.467	1777.467	-12.53333
16	1790	1778.25	1778.25	138.25
17	1640	1770.118	1770.118	-109.8823
18	1880	1776.222	1776.222	-24.77783
19	1801	1777.526	1777.526	-73.47363
20	1851	1781.2	1781.2	-93.80005
21	1875	1785.667	1785.667	-5.333374
22	1791	1785.909	1785.909	146.9091
23	1639	1779.522	1779.522	-21.47827
24	1801	1780.417	1780.417	
25				

Simple average: CPU Seconds = 0
MAD = 76.51 MSD = 9274.82 Bias = 13.82 R-square = 0
MAD = 76.51 MSD = 9274.82 Bias = 13.82

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	1875		.3333333		
2	1651		.3333333		
3	1851	1792.333	.3333333	1792.333	-7.666626
4	1800	1767.333		1767.333	-104.6666
5	1872	1841		1841	40
6	1801	1824.333		1824.333	43.33337
7	1781	1818		1818	179
8	1639	1740.333		1740.333	-102.6666
9	1843	1754.333		1754.333	-117.6666
10	1872	1784.667		1784.667	-16.33325
11	1801	1838.667		1838.667	138.6667
12	1700	1791		1791	152
13	1639	1713.333		1713.333	12.33337
14	1701	1680		1680	-156
15	1836	1725.333		1725.333	-64.66663
16	1790	1775.667		1775.667	135.6666
17	1640	1755.333		1755.333	-124.6667
18	1880	1770		1770	-31
19	1801	1773.667		1773.667	-77.33325
20	1851	1844		1844	-31
21	1875	1842.333		1842.333	51.33337
22	1791	1839		1839	200
23	1639	1768.333		1768.333	-32.66663
24	1801	1743.667		1743.667	
25					

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 86.60 MSD = 10844.74 Bias = 4.10 R-square = 0
M = 3

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	1875	1875	1875	224
2	1651	1835.162	1835.162	-15.83752
3	1851	1837.979	1837.979	37.97913
4	1800	1831.225	1831.225	40.77527
5	1872	1838.476	1838.476	37.47644
6	1801	1831.811	1831.811	50.8114
7	1781	1822.775	1822.775	183.7748
8	1639	1790.091	1790.091	-52.90881
9	1843	1799.501	1799.501	-72.49915
10	1872	1812.395	1812.395	11.39453
11	1801	1810.368	1810.368	110.368
12	1700	1790.74	1790.74	151.7395
13	1639	1763.753	1763.753	62.7533
14	1701	1752.593	1752.593	-83.4071
15	1836	1767.427	1767.427	-22.57349
16	1790	1771.441	1771.441	131.4412
17	1640	1748.065	1748.065	-131.9351
18	1880	1771.529	1771.529	-29.47095
19	1801	1776.77	1776.77	-74.22961
20	1851	1789.972	1789.972	-85.0282
21	1875	1805.094	1805.094	14.09375
22	1791	1802.587	1802.587	163.5873
23	1639	1773.494	1773.494	-27.5061
24	1801	1778.386	1778.386	
25				

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 78.94 MSD = 9656.30 Bias = 23.62 R-square = 0
Alpha = .17785 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	1875	1875	1875	1875	224
2	1651	1805.777	1853.608	1853.608	2.608276
3	1851	1819.753	1843.146	1843.146	43.14587
4	1800	1813.648	1834.03	1834.03	-37.96973
5	1872	1831.681	1833.304	1833.304	32.3042
6	1801	1822.2	1829.873	1829.873	48.87256
7	1781	1809.468	1823.567	1823.567	184.5669
8	1639	1756.788	1802.93	1802.93	-40.06958
9	1843	1783.43	1796.904	1796.904	-75.0957
10	1872	1810.801	1801.199	1801.199	.1987305
11	1801	1807.772	1803.23	1803.23	103.2301
12	1700	1774.467	1794.342	1794.342	155.3416
13	1639	1732.604	1775.263	1775.263	74.26282
14	1701	1722.837	1759.062	1759.062	-76.93811
15	1836	1757.808	1758.674	1758.674	-31.32556
16	1790	1767.756	1761.481	1761.481	121.481
17	1640	1728.276	1751.22	1751.22	-128.7804
18	1880	1775.163	1758.619	1758.619	-42.38123
19	1801	1783.147	1766.199	1766.199	-84.80115
20	1851	1804.116	1777.916	1777.916	-97.08374
21	1875	1826.021	1792.782	1792.782	1.782104
22	1791	1815.199	1799.709	1799.709	160.7095
23	1639	1760.748	1787.669	1787.669	-13.33069
24	1801	1773.187	1783.194	1783.194	
25					

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 77.40 MSD = 9617.15 Bias = 22.81 R-square = 0
Alpha = .30903 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	1190	1190	1190	-218
2	1408	1234.506	1234.506	-120.4944
3	1355	1259.105	1259.105	-141.895
4	1401	1288.073	1288.073	-97.92664
5	1386	1308.065	1308.065	107.0654
6	1201	1286.208	1286.208	116.2076
7	1170	1262.483	1262.483	11.4834
8	1251	1260.139	1260.139	-144.861
9	1405	1289.713	1289.713	110.287
10	1400	1312.229	1312.229	31.22852
11	1281	1305.853	1305.853	103.8531
12	1202	1284.651	1284.651	-121.3489
13	1406	1309.425	1309.425	118.4249
14	1191	1285.248	1285.248	84.24805
15	1201	1268.048	1268.048	-132.9515
16	1401	1295.191	1295.191	-94.80896
17	1390	1314.547	1314.547	11.54663
18	1401	1311.781	1311.781	140.781
19	1171	1283.04	1283.04	2.040039
20	1281	1282.624	1282.624	-118.3765
21	1401	1306.791	1306.791	-99.20947
22	1406	1327.045	1327.045	46.04456
23	1281	1317.644	1317.644	-77.35559
24	1395	1333.437	1333.437	
25				

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 97.93 MSD = 12011.03 Bias = -30.55 R-square = 0
Alpha = .20415 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	1190	1190	1190	1190	-218
2	1408	1258.802	1211.714	1211.714	-143.286
3	1355	1289.162	1236.157	1236.157	-164.8431
4	1401	1324.458	1264.025	1264.025	-121.9749
5	1386	1343.881	1289.228	1289.228	88.22803
6	1201	1298.787	1292.245	1292.245	122.245
7	1170	1258.142	1281.482	1281.482	30.48193
8	1251	1255.888	1273.404	1273.404	-131.5957
9	1405	1302.948	1282.728	1282.728	-117.2716
10	1400	1333.578	1298.777	1298.777	17.77673
11	1281	1316.984	1304.523	1304.523	102.5231
12	1202	1280.695	1297.003	1297.003	-108.9972
13	1406	1320.242	1304.337	1304.337	113.337
14	1191	1279.453	1296.483	1296.483	95.4834
15	1201	1254.693	1283.294	1283.294	-117.7059
16	1401	1300.868	1288.84	1288.84	-101.1597
17	1390	1328.998	1301.514	1301.514	.5142822
18	1301	1320.162	1307.4	1307.4	136.3995
19	1171	1273.086	1296.57	1296.57	15.57007
20	1281	1275.584	1289.947	1289.947	-111.0533
21	1401	1315.165	1297.906	1297.906	-108.0942
22	1406	1343.833	1312.401	1312.401	31.40063
23	1281	1324.003	1316.062	1316.062	-78.93762
24	1395	1346.41	1325.64	1325.64	
25					

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 98.99 MSD = 12333.61 Bias = -33.43 R-square = 0
Alpha = .31560 Search criterion: MSD

Forecast Results for accessories brass					
10-26-2004 15:48:25				Page: 1 of 3	
Period	Actual	F(t)		Forecast	Error
1	21510	21510		21510	-1500
2	23010	22260		22260	1200
3	21060	21860		21860	-1540
4	23400	22245		22245	335
5	21910	22178		22178	1068
6	21110	22000		22000	-510
7	22510	22072.86		22072.86	-937.1426
8	23010	22190		22190	-1220
9	23410	22325.55		22325.55	684.4451
10	23010	22394		22394	-1016
11	23410	22486.36		22486.36	-333.6367
12	22820	22514.17		22514.17	1444.166
13	21070	22403.08		22403.08	-206.9238
14	22610	22417.86		22417.86	1337.857
15	21080	22328.67		22328.67	-3381.334
16	25710	22540		22540	1470
17	21070	22453.53		22453.53	956.4707
18	23410	22506.67		22506.67	-303.334
19	22810	22522.63		22522.63	-887.3691
20	23410	22567		22567	1487
21	21080	22496.19		22496.19	986.1914
22	21510	22451.36		22451.36	-1048.637
23	23500	22496.96		22496.96	-1453.043
24	23950	22557.5		22557.5	
25					
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 1100.29 MSD = 1619775. Bias = -289.14 R-square = 0 MAD = 1100.29 MSD = 1619775. Bias = -289.14					

Forecast Results for accessories brass					
10-26-2004 15:49:46				Page: 1 of 3	
Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
1	21510		.3333333		
2	23010		.3333333		
3	21060	21860	.3333333		
4	23400	22490		21860	-1540
5	21910	22123.33		22490	580
6	21110	22140		22123.33	1013.334
7	22510	21843.33		22140	-370
8	23010	22210		21843.33	-1166.666
9	23410	22976.67		22210	-1199.998
10	23010	23143.33		22976.67	-33.33203
11	23410	23276.67		23143.33	-266.666
12	22820	23080		23276.67	456.668
13	21070	22433.33		23080	2010
14	22610	22166.67		22433.33	-176.666
15	21080	21586.67		22166.67	1086.668
16	25710	23133.33		21586.67	-4123.334
17	21070	22620		23133.33	2063.334
18	23410	23396.67		22620	-790
19	22810	22430		23396.67	586.668
20	23410	23210		22430	-980
21	21080	22433.33		23210	2130
22	21510	22000		22433.33	923.334
23	23500	22030		22000	-1500
24	23950	22986.67		22030	-1920
25				22986.67	
Weighted moving average: CPU Seconds = 0 MAD = 1186.51 MSD = 2224740. Bias = -153.17 R-square = 0 M = 3					

Period	Actual	F(t)	Forecast	Error
1	21510	21510		
2	23010	21719.01	21510	-1500
3	21060	21627.19	21719.01	659.0137
4	23400	21874.21	21627.19	-1772.814
5	21910	21879.2	21874.21	-35.78711
6	21110	21772.02	21879.2	769.1992
7	22510	21874.85	21772.02	-737.9824
8	23010	22033.02	21874.85	-1135.15
9	23410	22224.89	22033.02	-1376.977
10	23010	22334.29	22224.89	-785.1055
11	23410	22484.18	22334.29	-1075.707
12	22820	22530.98	22484.18	-335.8164
13	21070	22327.4	22530.98	1460.977
14	22610	22366.78	22327.4	-282.5996
15	21080	22187.48	22366.78	1286.779
16	25710	22678.31	22187.48	-3522.523
17	21070	22454.21	22678.31	1608.313
18	23410	22587.39	22454.21	-955.793
19	22810	22618.41	22587.39	-222.6113
20	23410	22728.71	22618.41	-791.5918
21	21080	22498.98	22728.71	1648.711
22	21510	22361.17	22498.98	988.9766
23	23500	22519.86	22361.17	-1138.83
24	23950	22719.14	22519.86	-1430.143
25			22719.14	

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 1109.63 MSD = 1718648. Bias = -377.28 R-square = 0
Alpha = .13934 Search criterion: MSD

Period	Actual	F(t)	F'(t)	Forecast	Error
1	21510	21510	21510		
2	23010	21912.02	21617.75	21510	-1500
3	21060	21683.67	21635.42	21617.75	557.748
4	23400	22143.67	21771.63	21635.42	-1764.584
5	21910	22081.04	21854.56	21771.63	-138.3652
6	21110	21820.79	21845.51	21854.56	744.5605
7	22510	22005.51	21888.39	21845.51	-664.4902
8	23010	22274.73	21991.93	21888.39	-1121.609
9	23410	22579	22149.28	21991.93	-1418.066
10	23010	22694.51	22295.41	22149.28	-860.7246
11	23410	22886.27	22453.77	22295.41	-1114.594
12	22820	22868.51	22564.93	22453.77	-366.2324
13	21070	22386.48	22517.1	22564.93	1494.926
14	22610	22446.39	22498.15	22517.1	-92.89844
15	21080	22080.18	22386.13	22498.15	1418.15
16	25710	23053.02	22564.87	22386.13	-3323.873
17	21070	22521.54	22553.25	22564.87	1494.865
18	23410	22759.66	22608.57	22553.25	-856.7461
19	22810	22773.15	22652.68	22608.57	-201.4258
20	23410	22943.84	22730.72	22652.68	-757.3164
21	21080	22444.3	22653.95	22730.72	1650.717
22	21510	22193.9	22530.65	22653.95	1143.953
23	23500	22543.95	22534.21	22530.65	-969.3496
24	23950	22920.79	22637.82	22534.21	-1415.785
25				22637.82	

Double exponential smoothing: CPU Seconds = 0
MAD = 1090.04 MSD = 1649528. Bias = -350.48 R-square = 0
Alpha = .26801 Search criterion: MSD

10-27-2004 12:53:50

Solution Summary for Sinar Logam

Page: 1 of 1

Variable Number	Variable Name	Solution	Opportunity Cost	Minimum Obj. Coef.	Current Obj. Coef.	Maximum Obj. Coef.
1	X1	460	0	0	87519.52	M
2	X2	405	0	0	86519.52	M
3	X3	300	0	0	239519.5	M
4	X4	379	0	0	144519.5	M
5	X5	1780	0	0	25401.38	M
6	X6	1311	0	0	24534.38	M
7	X7	22558	0	0	1954.879	M

Maximized OBJ = 323405344 Iteration = 7 Elapsed CPU seconds = .046875

10-27-2004 12:55:35

Constraint Summary for Sinar Logam

Page: 1 of 2

Constraint Number	Constraint Status	Shadow Price	Surplus	Minimum R. H. S.	Current R. H. S.	Maximum R. H. S.
1	Loose (-)	0	8016.042	21983.96	30000	M
2	Loose (-)	0	1059.952	3940.048	5000	M
3	Loose (-)	0	202.159	1797.841	2000	M
4	Loose (-)	0	5526.44	11753.56	17280	M
5	Loose (-)	0	34029	23571	57600	M
6	Loose (-)	0	33510	12570	46080	M
7	Loose (-)	0	23881	22199	46080	M
8	Loose (-)	0	8670	14370	23040	M
9	Loose (-)	0	45803.5	11796.5	57600	M
10	Loose (-)	0	50328	36072	86400	M
11	Loose (-)	0	18300	50820	69120	M
12	Tight (-)	87519.52	0	0	460	783.4544
13	Tight (-)	86519.52	0	0	405	809.318
14	Tight (-)	239519.5	0	0	300	380.8636
15	Tight (-)	144519.5	0	0	379	702.4544
16	Tight (-)	25401.38	0	0	1780	5991.646
17	Tight (-)	24534.38	0	0	1311	6124.31
18	Tight (-)	1954.879	0	0	22558	39898

Maximized OBJ = 323405344 Iteration = 7 Elapsed CPU seconds = .046875

10-27-2004 13:17:03

Solution Summary for Sinar Logam

Page: 1 of 1

Variable Number	Variable Name	Solution	Opportunity Cost	Minimum Obj. Coef.	Current Obj. Coef.	Maximum Obj. Coef.
1	X1	506	0	0	87519.52	M
2	X2	446	0	0	86519.52	M
3	X3	330	0	0	239519.5	M
4	X4	417	0	0	144519.5	M
5	X5	1958	0	0	25401.38	M
6	X6	1442	0	0	24534.38	M
7	X7	24814	0	0	1954.879	M

Maximized OBJ = 355801504 Iteration = 7 Elapsed CPU seconds = 0.058593

Constraint Number	Constraint Status	Shadow Price	Surplus	Minimum R. H. S.	Current R. H. S.	Maximum R. H. S.
1	Loose (-)	0	8814.576	24185.42	33000	M
2	Loose (-)	0	1165.33	4334.67	5500	M
3	Loose (-)	0	222.065	1977.935	2200	M
4	Loose (-)	0	8668.49	12931.51	21600	M
5	Loose (-)	0	46070.5	25929.5	72000	M
6	Loose (-)	0	43772.5	13827.5	57600	M
7	Loose (-)	0	33180	24420	57600	M
8	Loose (-)	0	12993	15807	28800	M
9	Loose (-)	0	59023	12977	72000	M
10	Loose (-)	0	68319	39681	108000	M
11	Loose (-)	0	30480	55920	86400	M
12	Tight (-)	87519.52	0	0	506	861.304
13	Tight (-)	86519.52	0	0	446	890.13
14	Tight (-)	239519.5	0	0	330	418.826
15	Tight (-)	144519.5	0	0	417	772.304
16	Tight (-)	25401.38	0	0	1958	6584.354
17	Tight (-)	24534.38	0	0	1442	6729.262
18	Tight (-)	1954.879	0	0	24814	50800

Maximized OBJ = 355801504 Iteration = 7 Elapsed CPU seconds = 0.058593

Solution Summary for LP Sample

10-27-2004 15:11:01

Page: 1 of 1

Variable Number	Variable Name	Solution	Opportunity Cost	Minimum Obj. Coef.	Current Obj. Coef.	Maximum Obj. Coef.
1	X1	505.6852	0	-0.00027	0	0.00217391
2	X2	445.7228	0	-0.00026	0	0.00246913
3	X3	329.7946	0	-0.00084	0	0.00333333
4	X4	416.7406	0	-0.00048	0	0.00263852
5	X5	1956.782	0	-0.00008	0	0.00056179
6	X6	1441.103	0	-0.00007	0	0.00076277
7	X7	24798.56	0	-0.00000	0	0.00004433
8	lambda	0.000684	0	0	1	M

Maximized OBJ = 0.00068448 Iteration = 8 Elapsed CPU seconds = 0

Constraint Summary for LP Sample

10-27-2004 15:13:40

Page: 1 of 2

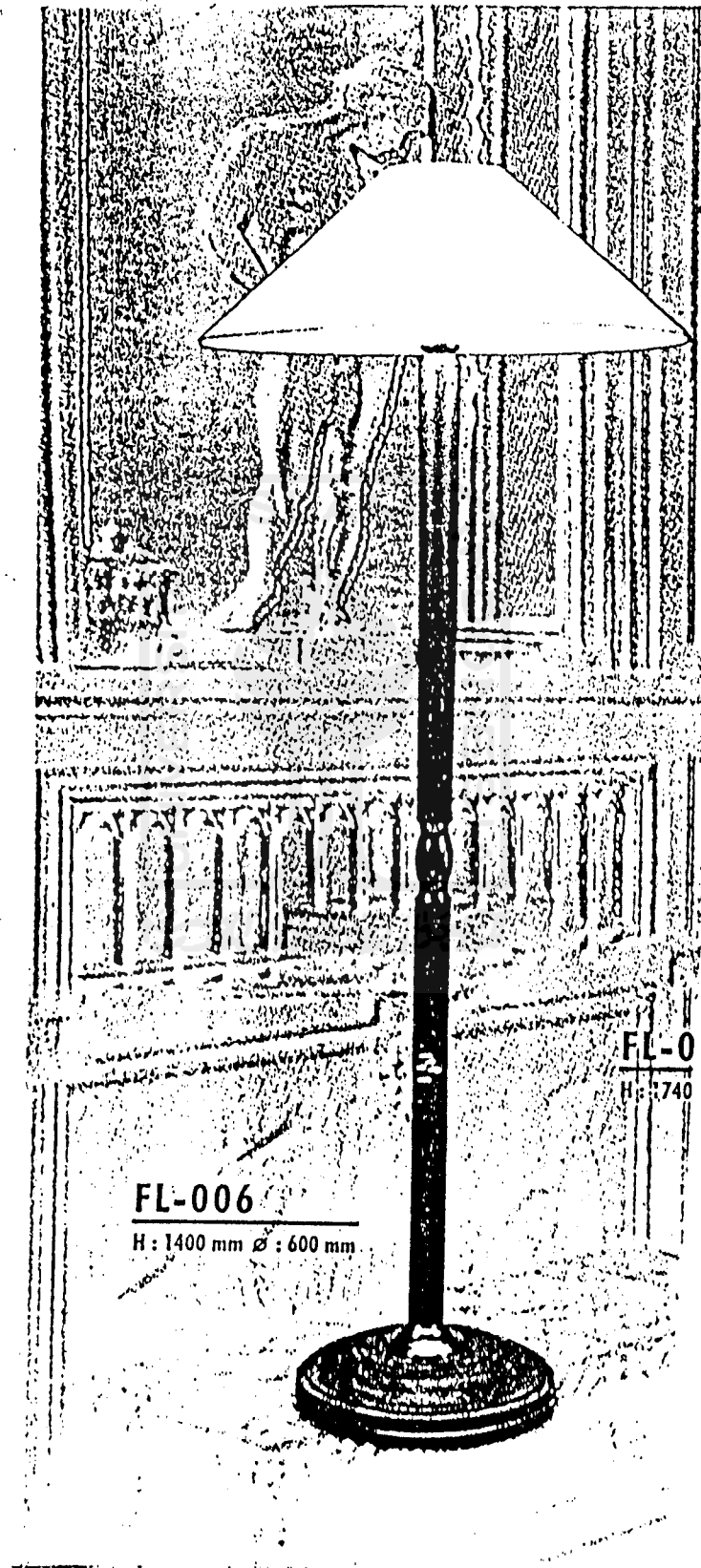
Constraint Number	Constraint Status	Shadow Price	Surplus	Minimum R. H. S.	Current R. H. S.	Maximum R. H. S.
1	Tight (-)	-0.09101	0	-1.08143	10.98	10.98752
2	Loose (-)	0	8809.089	24190.91	33000	M
3	Loose (-)	0	1164.604	4335.396	5500	M
4	Loose (-)	0	221.9266	1978.073	2200	M
5	Loose (-)	0	8664.707	12935.29	21600	M
6	Loose (-)	0	46047.21	25952.79	72000	M
7	Loose (-)	0	43749.56	13850.44	57600	M
8	Loose (-)	0	33163.65	24436.35	57600	M
9	Loose (-)	0	12987.07	15812.93	28800	M
10	Loose (-)	0	58991.65	13008.35	72000	M
11	Loose (-)	0	68284.55	39715.45	108000	M
12	Loose (-)	0	30467.47	55932.52	86400	M
13	Tight (-)	0.000245	0	503.2147	506	834.9365
14	Tight (-)	0.000245	0	443.1833	446	850.1443
15	Tight (-)	0.000243	0	328.9837	330	414.1856
16	Tight (-)	0.000673	0	415.3288	417	730.5449
17	Tight (-)	0.000409	0	1948.358	1958	5517.268
18	Tight (-)	0.000070	0	1432.105	1442	5406.125
19	Tight (-)	0.000069	0	24688.66	24814	48541.32

Maximized OBJ = 0.00068448 Iteration = 8 Elapsed CPU seconds = 0



SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616





SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616

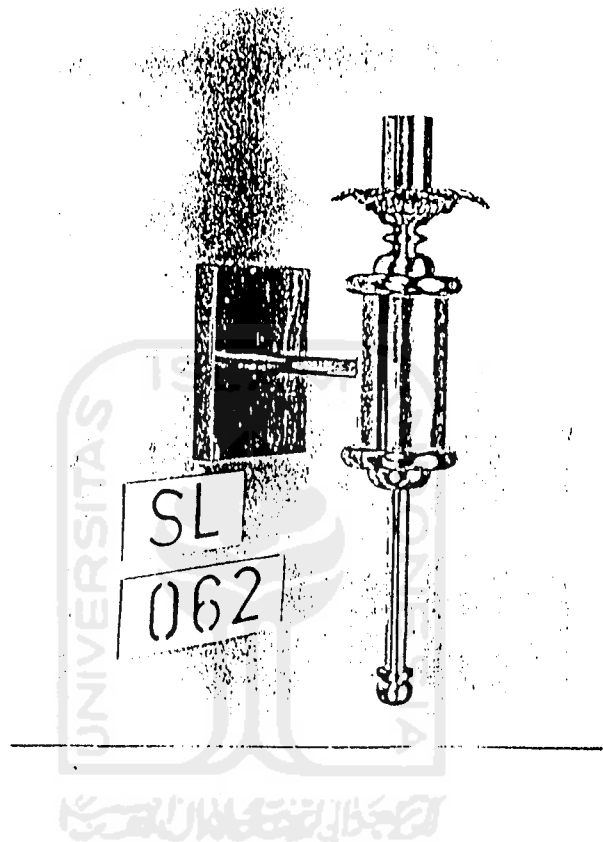


SL 084



SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

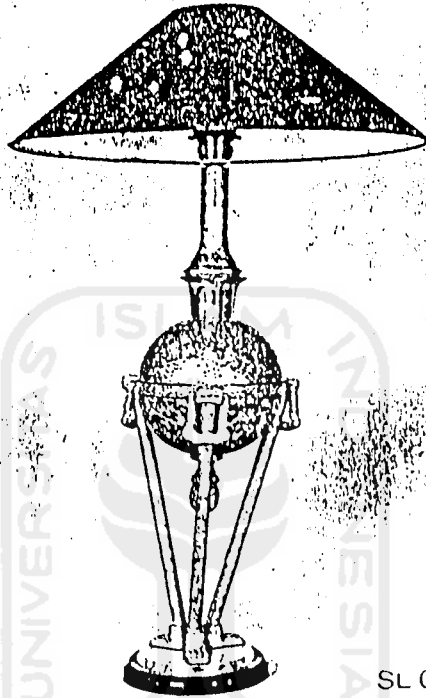
Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616





SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Jember 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616

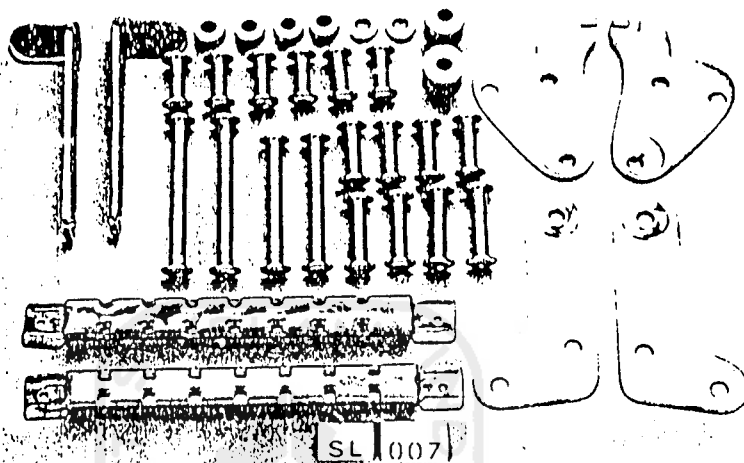


SL 086



SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

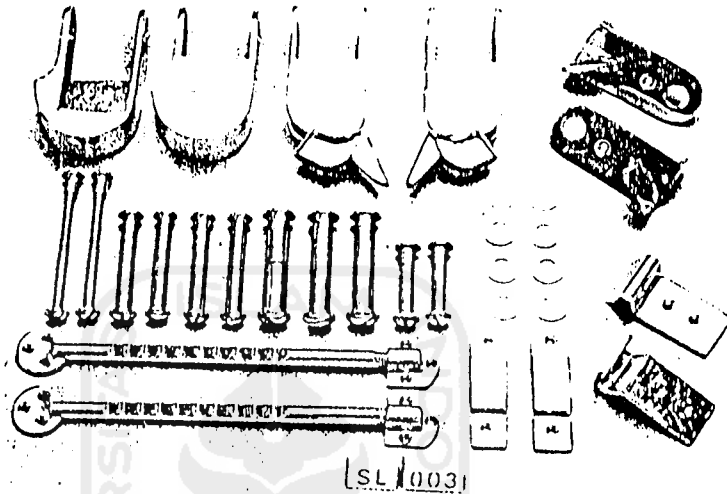
Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana-59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616





SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616





SINLOG[®]
SINAR LOGAM BRASS

Jl. Komodo No. 4A Pajeksan Juwana 59185 - Jateng Telp. / Fax. (0295) 471308 - 473616

