



**OPTIMALISASI BIAYA PRODUKSI PADA
CV JATIKARYA EMBROIDERY SEMARANG DAN
SIMULASINYA DALAM PROGRAM SOLVER**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Matematika

oleh

Andri Winarsih
4150406019

PERPUSTAKAAN
UNNES

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Optimalisasi Biaya Produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang dan
Simulasinya dalam Program Solver

disusun oleh

Nama : Andri Winarsih

NIM : 4150406019

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada
tanggal 11 Februari 2011

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam S., M.S.
195111151979031001

Drs. Edy Soedjoko, M.Pd
195604191987031001

Ketua Penguji

Alamsyah, S.Si, M.kom
198208182006042001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Dwijanto, M.S.
195804301984031006

Drs. Arief Agoestanto, M.Si
196807221993031005

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian ataupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip dan dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang,
Yang membuat pernyataan,

Andri Winarsih
NIM 4150406019



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya akan diminta pertanggung jawabannya” (Q. S. Al Israa’ :36).

“Ikhlas itu sederhana, hanya tinggal menerima yang terjadi sebagai perintah untuk memperbaiki diri, dan segera melakukan yang diketahui benar”.

“Menikmati rasa tersiksa bukanlah jalan keluar dari penderitaan”.

PERSEMBAHAN :

- Bapak & Ibuku, serta adik-adikku (Liez, Rozh, dcsi) tersayang slalu mendoakan & mendukungku.
- Teman-teman se-Cozt Al-Mubarakah seperjuangan yang slama ini sudah menjadi keluarga kecil bagiku.
- Teman2 seperjuangan Math’06 dan Almamatør tercinta.

PERPUSTAKAAN
UNNES

KATA PENGANTAR

Bismillah hirahman.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **OPTIMALISASI BIAYA PRODUKSI PADA CV. JATIKARYA EMBROIDERY SEMARANG DAN SIMULASINYA DALAM PROGRAM SOLVER**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa terselesainya penulisan skripsi ini berkat bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis akan menyampaikan rasa hormat, serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmojo, M.Si. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Kasmadi Imam S., M.S. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Edy Soedjoko, M.Pd. Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Dwijanto, MS. Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Arief Agoestanto, M.Si. Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
6. Alamsyah, S.Si, M.Kom. Yang telah menguji dan memberikan masukan terhadap penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Irma, sebagai staf pada CV Jatikarya Embroidery Semarang yang telah memberikan ijin penelitian.
8. Semua staf dan karyawan CV Jatikarya Embroidery Semarang yang telah berkenan memberikan informasinya tentang data yang dibutuhkan penulis.
9. Ayah dan Ibu serta adik-adikku yang selalu memberi dukungan dan doanya.

10. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca demi kebaikan di masa yang akan datang.

Semarang,

Penulis,



ABSTRAK

Andri Winarsih. 2010. *Optimalisasi Biaya Produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang dan Simulasinya dalam Program Solver*. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I : Dr. Dwijanto, MS. Pembimbing II : Drs. Arief. Agoestanto, M.Si.

Kata kunci : Optimalisasi, Biaya Produksi, Program *Solver*.

Dalam proses produksi, CV Jatikarya Embroidery Semarang menggunakan sumber daya yang dimiliki untuk menghasilkan produk. Sumber daya ini sifatnya terbatas, untuk itu perusahaan harus mengalokasikan penggunaannya secara efisien agar tidak terjadi pemborosan. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas adalah dengan menggunakan program linear. Teknik ini dapat melakukan optimalisasi dalam industri bordir dengan memperhatikan sumber daya yang terbatas.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana formulasi matematika dalam mengoptimalkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang dan apakah biaya produksi yang dilakukan di CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah optimal.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi mengambil data tentang biaya produksi untuk tiap-tiap jenis *style* (meliputi biaya tenaga kerja langsung, biaya bahan baku dan biaya program (*punching*)) pada tiap-tiap mesin, data kapasitas produksi, data jumlah pesanan bordir, data kapasitas jam kerja mesin selama produksi 4 Agustus 2010 serta data tentang mesin bordir komputer yang digunakan dalam proses produksi. Fungsi tujuan adalah meminimumkan biaya produksi, dengan kendala : waktu penggunaan mesin, kapasitas produksi, dan pesanan untuk tiap-tiap produk.

Hasil perhitungan dengan program *Solver* menunjukkan biaya produksi sebesar Rp5.380.948,- dengan memproduksi *style* so-10-592 sebanyak 5184 pcs pada mesin 1; 696 pcs pada mesin 2; 3360 pcs pada mesin 7, dan 5760 pcs pada mesin 8, *style* 152406 sebanyak 2000 pcs pada mesin 7, *style* ZURY sebanyak 2805 pcs pada mesin 2 dan 195 pcs pada mesin 4, *style* 256867 sebanyak 2304 pcs pada mesin 3 dan 696 pcs pada mesin 4, *style* Injection sebanyak 1000 pcs pada mesin 4, *style* 6424 sebanyak 500 pcs pada mesin 5, *style* Pure sebanyak 126 pcs pada mesin 4; 310 pcs pada mesin 5 dan 864 pcs pada mesin 6.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis biaya produksi bordir yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery Semarang pada waktu 4 Agustus 2010 adalah sebesar Rp5.385.125,-. Selisih antara analisis yang dilakukan oleh perusahaan dengan analisis program *Solver* terpaut sebesar Rp 4.177,- hanya 0,08% dari biaya produksi yang dilakukan oleh perusahaan sehingga dapat dikatakan biaya produksi yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery Semarang pada 4 Agustus 2010 sudah optimal.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Penegasan Istilah	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	6
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi.....	7
BAB 2 LANDASAN TEORI	8
2.1 Riset Operasi.....	8
2.2 Program Linear.....	10
2.2.1 Prinsip-prinsip Program Linear.....	12
2.2.2 Asumsi Dasar Program Linear	14
2.2.3 Bentuk Standar Model Program Linear	16
2.2.4 Teknik Pemecahan Model Program Linear.....	19
2.2.4.1 Metode Grafik.....	20
2.2.4.2 Metode Simpleks.....	20
2.2.5 Primal dan Dual.....	32
2.3 Program <i>Solver</i>	38

2.4 <i>Integer Programming</i> (IP).....	46
2.4.1 Metode <i>Branch and Bound</i>	47
2.4.2 IP dengan Program <i>Solver</i>	50
2.5 Industri Manufaktur	54
2.5.1 Fungsi produksi.....	55
2.5.2 Fungsi pemasaran.....	55
2.5.3 Fungsi administrasi dan umum.....	55
2.6 Biaya Produksi	56
2.6.1 Standar Biaya Bahan Baku.....	57
2.6.2 Standar Biaya Tenaga Kerja Langsung.....	58
2.6.3 Standar Biaya Overhead Pabrik.....	58
2.7 Gambaran Umum Perusahaan.....	59
2.7.1 Sejarah CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	59
2.7.2 Struktur Organisasi CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	60
2.7.3 Tahapan Proses Produksi.....	61
BAB 3 METODE PENELITIAN	63
3.1 Identifikasi Masalah	63
3.2 Perumusan Masalah	63
3.3 Pengumpulan Data	64
3.4 Pengolahan dan Analisis Data.....	64
3.5 Penarikan Simpulan.....	65
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1 Hasil Penelitian.....	67
4.1.1 Perumusan Model Program Linear	69
4.1.2 Solusi Model pada <i>Solver</i>	76
4.2 Pembahasan.....	81
4.2.1 Analisis Biaya Produksi oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	82
4.2.2 Analisis Biaya Produksi dengan Program <i>Solver</i>	83
4.2.3 Perbandingan Analisis Biaya Produksi oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang dengan Program <i>Solver</i>	84

BAB 5 PENUTUP	86
5.1 Simpulan	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Tabel Simpleks Awal dalam Bentuk Simbol.....	21
2.2 Data dari Perusahaan Tekun Belajar.....	24
2.3 Data dari Perusahaan Tekun Belajar dalam Tabel Simpleks.....	25
2.4 Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.3.....	25
2.5 Tabel Nilai Baru untuk Perbaikan Tabel 2.4.....	26
2.6 Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.5.....	26
2.7 Tabel Nilai Baru untuk Perbaikan Tabel 2.6.....	26
2.8 Data Pemindahan Barang Tuan Jaka.....	29
2.9 Data Pemindahan Barang Tuan Jaka dalam Tabel Simpleks.....	30
2.10 Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci pada Tabel 2.9.....	30
2.11 Tabel Nilai Baru untuk Perbaikan Tabel 2.10.....	31
2.12 Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.11.....	31
2.13 Tabel Nilai Baru untuk Perbaikan Tabel 2.12.....	31
2.14 Koefisien Z pada Kondisi Optimal untuk Masalah Primal.....	33
2.15 Tabel Simpleks Awal untuk Masalah Dual.....	35
2.16 Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.15.....	36
2.17 Tabel Nilai Baru Pertama untuk Perbaikan Tabel 2.16.....	36
2.18 Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.17.....	37
2.19 Tabel Nilai Baru Kedua untuk Perbaikan Tabel 2.18.....	37
2.20 Tabel Sub Persoalan.....	49
4.1 Tabel Koefisien Kebutuhan Waktu Produksi tiap <i>Style</i> pada tiap-tiap Mesin, Kapasitas Mesin, dan Permintaan.....	68
4.2 Data Biaya Produksi Tiap-tiap <i>Style</i>	68
4.3 Tabel Jenis <i>Style</i> Bordir.....	69
4.4 Tabel Peubah Keputusan.....	70
4.5 Data hasil Produksi Untuk Masing-masing <i>Style</i> pada Tiap-tiap Mesin oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar	
2.1 Bagan Alur Pemecahan Dunia Nyata dengan Model Matematika.....	11
2.2 Tampilan <i>Windows</i>	40
2.3 Tampilan <i>Worksheet</i> Excel	40
2.4 Input Data pada <i>Solver</i>	41
2.5 <i>Solver Parameters</i>	42
2.6 Menu <i>Add Constraint</i>	43
2.7 Menu <i>Solver Options</i>	43
2.8 Hasil Perhitungan pada <i>Solver Results</i>	44
2.9 Lembar Kerja <i>Answer</i>	44
2.10 Lembar Kerja <i>Sensitivity</i>	45
2.11 Lembar Kerja <i>Limits</i>	45
2.12 Grafik Penyelesaian IP Awal	49
2.13 Grafik Penyelesaian IP bagian 2.....	49
2.14 Grafik Penyelesaian IP Bagian 3.....	50
2.15 Input Data Masalah IP	51
2.16 Formula Masalah IP pada Program <i>Solver</i>	52
2.17 Menu <i>Add Constraint</i> untuk kendala <i>Integer</i>	52
2.18 Menu <i>Sensitivity</i> dan <i>Limits</i> tidak diperlukan pada Masalah IP	53
2.19 <i>Output</i> untul Masalah IP.....	53
2.20 <i>Output</i> Analisis <i>Answer</i> untuk Masalah IP	53
4.1 Input Data pada Lembar Kerja Excel.....	77
4.2 Formula pada <i>Solver Parameters</i>	79
4.3 Formulasi pada Menu <i>Solver Options</i>	80
4.4 Formulasi pada Menu <i>Solver Results</i>	80
4.5 <i>Sensitivity Report</i> dan <i>Limits</i> tidak Berguna dalam Kendala <i>Integer</i> ...	81

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran	
1. Jenis Produksi Bordir pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	91
2. Data Biaya Produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	92
3. Olah Data Menggunakan Program <i>Solver</i>	93
4. Output Lembar Sisipan <i>Answer</i>	94
5. Struktur Organisasi CV Jatikarya Embroidery Semarang.....	97
6. Surat Ijin Penelitian.....	98
7. Surat Pernyataan Ijin Penelitian dari CV Jatikarya Embroidery.....	99
8. Surat Penetapan Dosen Pembimbing.....	100



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan optimalisasi merupakan bagian dari permasalahan kehidupan manusia sehari-hari. Dalam usaha untuk memenuhi kebutuhannya, manusia membutuhkan optimalisasi dalam pekerjaannya. Optimalisasi tersebut adalah meminimumkan biaya pengerjaan serta memaksimumkan pendapatan pengerjaan. Akan tetapi dalam pengerjaan tersebut, manusia selalu menghadapi batasan-batasan dalam usaha pengoptimalisasian. Untuk memproduksi suatu barang, banyak sekali kendala yang dihadapi dalam meminimumkan biaya atau memaksimumkan keuntungan sumber daya dan modal yang terbatas.

Aplikasi matematika yang digunakan untuk mengkaji masalah optimalisasi adalah penelitian operasional atau riset operasi, yang merupakan teknik untuk menyelesaikan masalah optimalisasi. Riset operasi (*Operations Research*), dalam arti luas, dapat diartikan sebagai penerapan metode-metode, teknik-teknik, dan alat-alat terhadap masalah-masalah yang menyangkut operasi dari sistem-sistem, sedemikian rupa sehingga memberikan penyelesaian optimal (Mulyono 2004 :4).

Program linear (PL) merupakan salah satu model dalam riset operasi. Program linear adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas

yang bersaing, dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan (Dimiyati dan Dimiyati 1987:7). Program linear lebih banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, dan sebagainya.

Sifat “linear” disini berarti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi linear, sedangkan kata “program” merupakan sinonim untuk perencanaan. Menurut Dimiyati dan Dimiyati (2006:23) menyatakan bahwa suatu fungsi $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ dari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ adalah fungsi linear jika dan hanya jika untuk sejumlah set konstanta $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ berlaku $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$.

Dengan berkembangnya teknologi komputer, maka bermunculan pula perangkat lunak (*software*) seperti *software Lindo, Lingo, QM for Windows, SPSS (Statistical Package for Social Sciences), Solver* dan lain sebagainya, yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah PL. Perangkat lunak ini dibuat dengan tujuan untuk membantu manusia dalam mempermudah menyelesaikan masalah atau pekerjaannya. *Software-software* itu dirancang sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Program *Solver* merupakan program *add-in* di bawah program Excel. Program *Solver* ini berisi perintah-perintah yang berfungsi untuk melakukan analisis terhadap masalah optimalisasi (Dwijanto 2008:49).

Optimalisasi bertujuan untuk mencapai suatu kondisi terbaik dari berbagai alternatif-alternatif yang mengandung kendala-kendala. Kendala-kendala tersebut merupakan sumber daya yang terbatas yang menjadi masalah dalam perusahaan baik perusahaan kecil maupun yang sudah

memiliki nama di mata masyarakat sekalipun. Kondisi yang diharapkan perusahaan adalah mengeluarkan biaya seminimal mungkin sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal. Perusahaan yang bergerak di bidang pabrikan melakukan kegiatan rutin produksi untuk menghasilkan suatu barang. Proses produksi dimulai dengan adanya permintaan barang atau jasa, penyediaan input yang mendukung, proses transformasi dan terciptanya hasil produksi berupa barang dan jasa (Yuliawan 2009:1).

Kemunculan perusahaan jasa bordir tidak lepas dari tumbuh kembangnya perusahaan konveksi. Perusahaan konveksi berpotensi bagi perusahaan jasa bordir karena perusahaan konveksi umumnya tidak punya mesin untuk bordir. Perusahaan konveksi tidak ingin tumpang tindih dalam pekerjaannya sehingga pekerjaan yang khusus membordir diserahkan kepada perusahaan bordir. Sementara jumlah bordiran yang diinginkan perusahaan konveksi tidak hanya sepuluh atau dua puluh pieces bordiran bahkan mencapai ratusan lusin pieces bordiran. Hal tersebut tidak mungkin dapat dikerjakan secara manual sehingga perusahaan konveksi menyerahkan pekerjaan membordir pada perusahaan khusus bordir yang sudah menggunakan mesin bordir.

CV Jati Karya Embroidery adalah salah satu perusahaan jasa dalam pembuatan bordir yang sudah menggunakan mesin bordir komputer. Usaha ini dipilih karena memiliki peluang besar dalam persaingan industri yang cukup maju khususnya di daerah Ungaran kabupaten Semarang yang dikenal

masyarakat sebagai kawasan industri. Dalam upaya meminimumkan biaya produksi, pemilik telah berusaha memilih lokasi strategis dikawasan industri dimana banyak perusahaan konveksi yang berpotensi sebagai daerah pemasaran tidak hanya di daerah Semarang saja tetapi di luar daerah Semarang seperti Jakarta dan Surabaya, memilih kebutuhan bahan baku utamanya yaitu benang dengan baik.

Dari deskripsi diatas penulis ingin menulis skripsi tentang optimalisasi biaya produksi dengan program *Solver* dengan judul **“Optimalisasi Biaya Produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang dan Simulasinya dalam Program *Solver*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas muncul permasalahan antara lain sebagai berikut.

- 1.2.1 Bagaimana formulasi matematika dalam mengoptimalkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang?
- 1.2.2 Apakah biaya produksi yang dilakukan di CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah optimal?

1.3 Penegasan Istilah

Penegasan istilah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.3.1 Optimalisasi

Optimalisasi adalah persoalan mencari nilai numerik terbesar (maksimasi) atau nilai numerik terkecil (minimasi) yang mungkin dari sebuah fungsi dari sejumlah variabel. Variabel-variabel tersebut terikat pada

sekelompok kendala yang berbentuk persamaan atau pertidaksamaan linear. Fungsi yang akan dioptimalkan merupakan suatu penyelesaian atau solusi layak yang mempunyai nilai terbesar untuk fungsi tujuan berupa nilai maksimum atau nilai terkecil untuk fungsi tujuan berupa nilai minimum.

1.3.2 Biaya Produksi

Biaya produksi adalah semua biaya yang berhubungan dengan fungsi produksi atau kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk selesai. Menurut objek pengeluarannya, secara garis besar biaya produksi dibagi menjadi: biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik (*factory overhead cost*). Dalam penelitian ini biaya produksi yang diteliti meliputi : biaya pembelian bahan baku berupa benang dan kain keras, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya program atau *punching* (biaya overhead pabrik). Dalam hal ini kain yang digunakan untuk membordir berasal dari pemesan.

1.3.3 Solver

Solver merupakan program *add-in* yang berada di bawah program Excel. Program *Solver* ini berfungsi untuk melakukan analisis terhadap permasalahan optimalisasi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah dapat mengetahui:

- 1.4.1 formulasi matematika dalam mengoptimalkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.

1.4.2 apakah biaya produksi yang dilakukan di CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah optimal.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang hendak dicapai dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1.5.1 Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan akan masalah-masalah yang terjadi dalam dunia industri.
2. Dapat mengaplikasikan teori yang telah didapat di perkuliahan dengan permasalahan nyata yang terjadi pada dunia nyata.

1.5.2 Bagi Perusahaan

1. Mengefektifkan sumber daya alam yang ada dengan menerapkan sistem komputer khususnya program *Solver* dengan menentukan biaya produksi dan jumlah produksi.
2. Meminimumkan biaya untuk memaksimalkan laba.

1.5.3 Bagi Pembaca

Bagi pembaca dapat bermanfaat untuk memberikan informasi dan sebagai bahan acuan.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini dibagi dalam 3 bagian yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

Bagian awal skripsi berisi halaman judul, lembar pengesahan, lembar pernyataan, motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

Bagian isi terdiri dari 5 bab, meliputi hal-hal sebagai berikut.

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab 1 berisi latar belakang, rumusan masalah, penegasan istilah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Pada bab 2 berisi tentang materi dan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibuat dalam penelitian ini yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Pada bab 3 memaparkan tentang prosedur dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi identifikasi masalah, merumuskan masalah, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, dan penarikan simpulan.

BAB 4 : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 berisikan pembahasan dan analisis dari penelitian.

BAB 5 : PENUTUP

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Riset Operasi

Riset operasi sejak dulu telah berhasil memecahkan berbagai permasalahan. Bermula dari permasalahan kemiliteran di Inggris karena keberhasilannya kemudian ilmu ini terus berkembang ke permasalahan-permasalahan lain seperti logistik, suplai barang-barang, masalah pola dasar penerbangan, dan sebagainya.

Riset operasi diartikan sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam rangka memecahkan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal (Subagyo dkk 1993:4).

Sebagai alat suatu pemecahan masalah riset operasi harus dipandang sebagai ilmu dan seni, aspek ilmu terletak pada penggunaan teknik-teknik dan algoritma-algoritma matematika untuk memecahkan persoalan yang dihadapi, sedangkan sebagai seni ialah karena keberhasilannya dari solusi matematis ini sangat bergantung pada kreativitas dan kemampuan seseorang sebagai penganalisa dalam pengambilan keputusan (Dimiyati dan Dimiyati 1999:3).

Menurut Dimiyati dan Dimiyati (1999:4), jika riset operasi akan digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Memformulasikan persoalan, definisikan persoalan lengkap dengan spesifikasi tujuan dan bagian-bagian atau sistem yang bersangkutan.
2. Mengobservasi sistem, kumpulan data untuk mengestimasi besaran parameter yang berpengaruh terhadap persoalan yang dihadapi, estimasi ini digunakan untuk membangun dan mengevaluasi model matematis dari persoalan.
3. Memformulasikan model matematis dari persoalan yang dihadapi, dalam hal ini model matematis dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear.
4. Mengevaluasi model dan penggunaannya untuk prediksi, untuk mengevaluasi apakah langkah pada nomor 3 telah menggambarkan keadaan nyata secara akurat atau belum.
5. Mengimplementasikan hasil studi, menerjemahkan hasil perhitungan dalam bahasa sehari-hari.

Untuk membangun model dalam riset operasi, perlu diperhatikan hal-hal berikut.

1. Jangan membangun model yang rumit jika dapat dibuat model yang sederhana.
2. Jangan mengubah permasalahan agar cocok dengan teknik atau metode yang digunakan.
3. Proses deduksi harus dilakukan dengan baik.
4. Proses validasi terhadap model harus dilakukan sebelum model tersebut diimplementasikan.

5. Jangan memaksakan untuk menjawab suatu pertanyaan (permasalahan) tertentu dari suatu model yang tidak dirancang untuk menjawab pertanyaan itu.
6. Suatu model mempunyai karakteristik tertentu, sehingga jangan terlalu menjual model yang dikembangkan. Suatu model seringkali menghasilkan suatu kesimpulan yang sederhana dan menarik.
7. Suatu model yang dikembangkan memerlukan data yang baik.

2.2 Program Linear

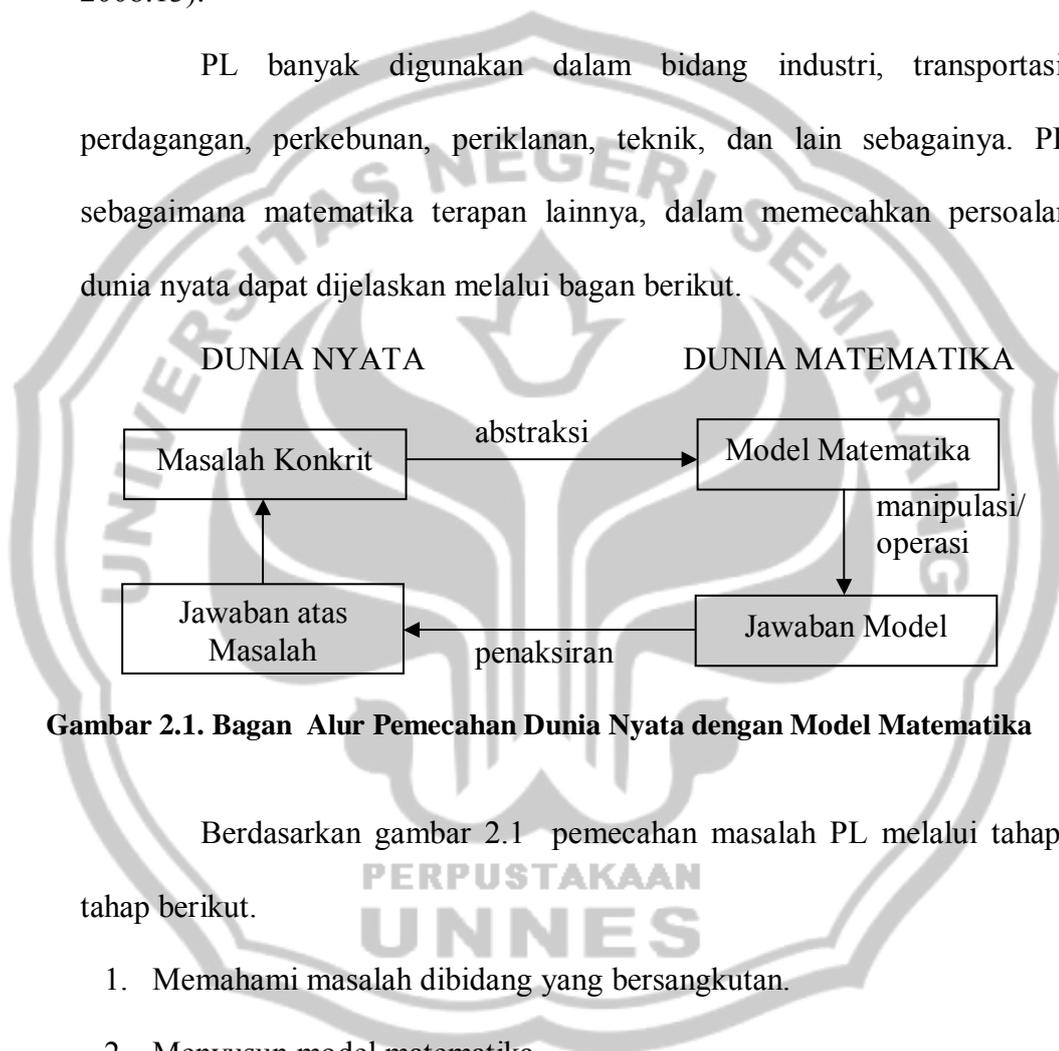
Program linear (PL) atau *Linear Programming* adalah suatu model dari penelitian operasional atau *Research Operational*. Menurut Mulyono (2004:13) PL merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang langka untuk mencapai tujuan tunggal seperti memaksimumkan keuntungan atau meminimumkan biaya. PL berkaitan dengan penjelasan dunia nyata sebagai suatu model matematika yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linear dan fungsi kendala linear.

Dimiyati dan Dimiyati (2006:23) menyatakan bahwa suatu fungsi $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ dari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ adalah fungsi linear jika dan hanya jika untuk sejumlah set konstanta $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ berlaku $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$.

Fungsi tujuan dalam PL dimaksudkan untuk menentukan nilai optimum yaitu nilai maksimal untuk masalah keuntungan dan nilai minimum untuk masalah biaya. Fungsi pembatas atau fungsi kendala diperlukan berkenaan dengan adanya keterbatasan sumber daya yang

tersedia. Kendala-kendala ini diekspresikan dalam bentuk sejumlah persamaan atau pertidaksamaan linear dalam variabel atau peubahnya. Dengan demikian, tujuan utama PL adalah menentukan nilai optimum (maksimal/minimal) dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan (Dwijanto 2008:13).

PL banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, perkebunan, periklanan, teknik, dan lain sebagainya. PL sebagaimana matematika terapan lainnya, dalam memecahkan persoalan dunia nyata dapat dijelaskan melalui bagan berikut.



Gambar 2.1. Bagan Alur Pemecahan Dunia Nyata dengan Model Matematika

Berdasarkan gambar 2.1 pemecahan masalah PL melalui tahap-tahap berikut.

1. Memahami masalah dibidang yang bersangkutan.
2. Menyusun model matematika.
3. Menyelesaikan model matematika (mencari jawaban model).
4. Menaksirkan jawaban model menjadi jawaban atas masalah yang nyata.

Menurut Suyitno (1997:4) model matematika merupakan ungkapan suatu masalah dalam bahasa matematika, sedangkan menurut Dimiyati dan Dimiyati (1993:3) model matematika adalah penggambaran dunia nyata melalui simbol-simbol matematis.

Petunjuk untuk menyusun model matematika adalah sebagai berikut.

1. Menentukan tipe dari masalah (maksimasi atau minimasi).
2. Mendefinisikan variabel keputusan. Koefisien kontribusi digunakan untuk menentukan tipe masalah dan untuk membantu mengidentifikasi variabel keputusan.
3. Merumuskan fungsi tujuan. Sesudah menentukan tipe masalah dan variabel keputusan dilanjutkan dengan mengkombinasikan informasi ke rumusan fungsi tujuan.
4. Merumuskan kendala. Dalam tahap ini ada 2 pendekatan dasar, yaitu:
 - pendekatan ruas kanan merupakan besar maksimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah maksimum maupun minimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah yang minimum;
 - pendekatan ruas kiri, merupakan koefisien teknis dari daftar dalam tabel atau baris-baris. Meletakkan semua nilai sebagai koefisien teknis dan daftarnya dalam baris dan kolom.
5. Persyaratan nonnegatif.

2.2.1 Prinsip-Prinsip Program Linear

Tidak semua masalah optimasi dapat diselesaikan dengan PL.

Adapun prinsip-prinsip utama PL antara lain sebagai berikut.

1. Adanya sasaran

Sasaran dalam model matematika adalah masalah PL berupa fungsi tujuan (fungsi objektif) yang akan dicari nilai optimalnya (maksimal/minimal).

2. Adanya tindakan alternatif

Artinya nilai fungsi tujuan dapat diperoleh dengan berbagai cara dan diantaranya alternatif itu memberikan nilai optimal.

3. Adanya keterbatasan sumber daya

Sumber daya atau input dapat berupa waktu, tenaga, biaya, bahan, dan sebagainya. Pembatas sumber daya disebut sebagai kendala (*constraints*) pembatas.

4. Masalah harus dapat dituangkan dalam bahasa matematika yang disebut model matematika.

5. Antara variabel yang membentuk fungsi tujuan dan kendala ada keterkaitan.

Beberapa istilah yang banyak digunakan dalam PL antara lain sebagai berikut.

1. Variabel keputusan (*decision variable*) adalah kumpulan variabel yang akan dicari untuk ditentukan nilainya. Variabel keputusan biasanya diberi simbol u, v, w, x, y, \dots , dan jika cukup banyak menggunakan $x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots$, dan sebagainya.

2. Nilai ruas kanan (*right hand side value*) adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan jumlah (kuantitas, kapasitas) ketersediaan sumber daya

untuk dimanfaatkan sepenuhnya. Simbol yang digunakan biasanya b_i (i banyaknya kendala).

3. Variabel tambahan (*slack variable/surplus variable*) adalah variabel yang menyatakan penyimpanan positif atau negatif dari nilai ruas kanan. Variabel tambahan dalam PL sering diberi simbol S_1, S_2, \dots
4. Koefisien teknis yang biasa diberi simbol a_{ij} , menyatakan setiap unit penggunaan b_j dari setiap variabel x_j .
5. Z adalah nilai fungsi tujuan yang belum diketahui dan yang akan dicari nilai optimalnya. Fungsi tujuan merupakan pernyataan matematika yang menyatakan hubungan Z dengan jumlah dari perkalian semua koefisien fungsi tujuan.
6. Koefisien fungsi tujuan (*koefisien kontribusi*) ialah nilai yang menyatakan kontribusi per unit kepada Z untuk setiap x_j dan biasa diberi simbol c_j .

2.2.2 Asumsi Dasar Program Linear

Dalam mengatasi masalah optimasi sebagai program linear diperlukan beberapa asumsi yang terkandung dalam formula program linear. Asumsi-asumsi itu antara lain sebagai berikut.

1. Asumsi Kesebandingan (*Proporsionalitas*)

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara proporsional atau sebanding dengan perubahan tingkat kegiatan.

Misal:

- $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

Setiap pertambahan 1 unit x_1 akan menaikkan Z dengan c_1 . Setiap pertambahan 1 unit x_2 akan menaikkan nilai Z dengan c_2 , dan seterusnya.

- $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$

Setiap pertambahan 1 unit x_1 akan menaikkan penggunaan sumber atau fasilitas 1 dengan a_{11} . Setiap pertambahan 1 unit x_2 akan menaikkan penggunaan sumber atau fasilitas 1 dengan a_{12} , dan seterusnya. Dengan kata lain, setiap ada kenaikan kapasitas riil tidak perlu ada biaya persiapan (*set up cost*).

2. Asumsi Penambahan (*Aditivitas*)

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan setiap kegiatan tidak saling mempengaruhi atau dalam PL dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan yang diakibatkan oleh kenaikan kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai tujuan yang diperoleh dari kegiatan lain.

Misal : $Z = 3x_1 + 5x_2$

Dimana : $x_1 = 10; x_2 = 2;$

Sehingga $Z = 30 + 10 = 40$.

Andaikan x_1 bertambah 1 unit, maka sesuai dengan asumsi pertama, nilai Z menjadi $40 + 3 = 43$. Jadi nilai 3 karena kenaikan x_1 dapat langsung ditambahkan pada nilai Z mula-mula tanpa mengurangi bagian nilai Z

yang diperoleh dari kegiatan 2 (x_2). Sehingga tidak ada korelasi antara x_1 dan x_2 .

3. Asumsi pembagian (*Divisibilitas*)

Asumsi ini menyatakan bahwa output yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan dan juga dengan nilai tujuan yang dihasilkan.

4. Asumsi Kepastian (*Deterministik*)

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam PL (yaitu harga-harga a_j , b_j dan c_j) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun terkadang kurang tepat.

2.2.3 Bentuk Standar Model Program Linear

Di dalam menentukan masalah program linear diperlukan bentuk dasar agar lebih mudah dalam menyelesaikannya. Bentuk dasar yang digunakan haruslah bentuk standar, yaitu bentuk formulasi yang memiliki sifat sebagai berikut.

1. Seluruh pembatas harus berbentuk persamaan (bertanda =) dengan ruas kanan yang nonnegatif.
2. Seluruh variabel harus merupakan variabel nonnegatif.
3. Fungsi tujuannya dapat berupa maksimasi atau minimasi.

(Dimiyanti dan Dimiyanti 1987:48).

Bentuk standar model program linear adalah sebagai berikut.

$$\text{Maks atau Min: } Z = \sum c_j x_j$$

Berdasarkan

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j \geq 0. \quad \text{untuk } j = 1, 2, \dots, n.$$

Jika didefinisikan:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}; \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}; \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix}$$

Maka pembatas model tersebut dapat dituliskan ke dalam bentuk sistem persamaan $AX = b$.

Definisi 2.1

1. Solusi basis

Solusi basis untuk $AX = b$ adalah solusi dimana terdapat sebanyak-banyaknya m variabel berharga bukan nol.

2. Solusi basis fisibel

Jika seluruh variabel pada suatu solusi basis berharga nonnegatif, maka solusi itu disebut solusi basis fisibel.

3. Solusi basis titik ekstrim

Yang dimaksud dengan solusi fisibel titik ekstrim ialah solusi fisibel yang tidak terletak pada suatu segmen garis yang berhubungan pada dua solusi fisibel lainnya. Ada tiga sifat pokok titik ekstrim ini, yaitu:

- a. Jika hanya ada satu solusi optimum, maka pasti ada satu titik ekstrim dan jika solusi optimumnya banyak, maka paling sedikit ada dua titik ekstrim yang berdekatan.
- b. Hanya ada sejumlah terbatas titik ekstrim pada setiap persoalan.
- c. Jika suatu titik ekstrim memberikan harga Z yang lebih baik dari yang lainnya, maka pasti solusi itu merupakan solusi optimum.

Menurut Suyitno (1997:9) model matematika dirumuskan sebagai berikut.

Fungsi tujuan :

Maksimumkan/minimalkan $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n, c_1, c_2, \dots, c_n$ konstanta

Harus memenuhi fungsi kendala:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \geq b_i$$

atau

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i$$

atau

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i, i = 1, 2, 3, \dots, m.$$

Untuk mengubah suatu bentuk formulasi yang belum standar ke dalam bentuk standar ini dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut.

1. Pembatas (*constraint*)

- Pembatas yang bertanda \leq dan \geq dapat dijadikan suatu persamaan (bertanda $=$) dengan menambahkan atau mengurangi dengan suatu variabel *slack* pada ruas kiri pembatas itu.

- Ruas kanan dari suatu persamaan dapat dijadikan bilangan nonnegatif dengan cara mengalikan kedua ruas dengan -1.
- Arah pertidaksamaan dapat berubah apabila kedua ruas dikalikan dengan -1.
- Pembatas dengan ketidaksamaan yang ruas kirinya berada dalam tanda mutlak dapat diubah menjadi dua ketidaksamaan.

2. Variabel

Suatu variabel y_i yang tidak terbatas dalam tanda dapat dinyatakan sebagai dua variabel nonnegatif dengan menggunakan substitusi.

3. Fungsi tujuan

Walaupun model standar program linear ini dapat berupa maksimasi atau minimasi, tetapi kadang-kadang diperlukan perubahan dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Dalam hal ini, maksimasi dari suatu fungsi adalah sama dengan minimasi dari negatif fungsi yang sama.

2.2.4 Teknik Pemecahan Model Program Linear

Pada dasarnya, metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan model PL adalah ditunjukkan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum. Ada dua cara yang bisa digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan PL yaitu metode grafis dan metode simpleks.

2.2.4.1 Metode Grafis

Menyelesaikan masalah PL dengan metode grafik berarti menggambarkan pembatas sebagai grafik dalam berdimensi 2, jika model matematikanya memuat 2 dimensi dan dalam ruang berdimensi 3 jika model matematikanya memuat 3 variabel. Langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah PL dengan metode grafik sebagai berikut.

1. Menggambar pembatas.
2. Menentukan daerah fisibel.
3. Menentukan penyelesaian optimal.

2.2.4.2 Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan prosedur yang bersifat iteratif, yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah fisibel (ruang solusi) menuju ke titik ekstrim yang optimum. Model matematika untuk masalah PL memuat fungsi tujuan dan fungsi pembatas. Dalam metode simpleks diperlukan langkah-langkah dalam pemecahan PL agar dapat ditemukan penyelesaian daerah fisibel antara lain sebagai berikut.

1. Formulasikan dan standarisasikan modelnya.

Pertidaksamaan linear pada pembatas diubah menjadi suatu persamaan linear. Untuk mengubah pertidaksamaan linear yang bertanda " \leq " dengan menambah suatu variabel baru yang tidak negatif dan disebut variabel *slack*, dan jika pertidaksamaan bertanda " \geq " dengan menambah variabel baru yang nonnegatif dan disebut variabel *surplus*. Kedua macam variabel tersebut biasanya disimbulkan dengan *S*. Masuknya variabel *slack*

dan variabel *surplus* karena perubahan pertidaksamaan menjadi persamaan pada pembatas menyebabkan perubahan model matematika. Model matematika yang baru dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\text{Maks/Min } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{Harus memenuhi } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

2. Bentuk tabel awal simpleks berdasarkan informasi model di atas.

Tabel 2.1. Tabel Simpleks Awal dalam Bentuk Simbol

			c_1	c_2	\dots	c_n	0	0	\dots	0	Kolom Penilaian
c_b	VdB	Q	x_1	x_2	\dots	x_n	s_1	s_2	\dots	s_m	
0	s_1	b_1	a_{11}	a_{12}	\dots	a_{1n}	1	0	\dots	0	
0	s_2	b_2	a_{21}	a_{22}	\dots	a_{2n}	0	1	\dots	0	
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	
0	s_m	b_m	a_{m1}	a_{m2}	\dots	a_{mn}	0	0	\dots	1	
	Z_j	0	0	0	\dots	0	0	0	\dots	0	
		$Z_j - c_j$	c_1	c_2	\dots	c_n	0	0	\dots	0	

Keterangan :

x_i = variabel keputusan ke-i.

s_j = variabel buatan ke-j (termasuk variabel *slack* dan *surplus*).

c_i = koefisien fungsi tujuan untuk variabel ke-i

c_{bj} = koefisien fungsi tujuan untuk variabel yang masuk program (masuk basis)

a_{ij} = koefisien variabel ke-i pada persamaan ke-j.

b_i = kuantitas (nilai ruas kanan, batasan sumber daya).

Z = nilai fungsi tujuan, dengan rumus: $Z = \sum c_{bj}c_{in}$

$Z_j - c_j$ = baris penilaian, dengan rumus: $Z_j - c_j = \sum c_{bj}.a_{ij} - c_j$.

3. Tentukan kolom kunci di antara kolom-kolom variabel yang ada, yaitu kolom yang mengandung nilai $(Z_j - c_j)$ paling negatif untuk kasus maksimasi dan atau mengandung nilai $(Z_j - c_j)$ paling positif untuk kasus minimasi.
4. Tentukan baris kunci di antara baris-baris variabel yang ada, yaitu baris yang memiliki rasio kuantitas dengan nilai positif terkecil.

$$\text{Rasio kuantitas ke-}i = \frac{b_i}{\text{unsur kolom kunci yang positif}}$$

5. Bentuk tabel berikutnya dengan memasukkan variabel pendatang ke kolom variabel dasar dan mengeluarkan variabel perantau dari kolom tersebut, serta lakukan transformasi baris-baris variabel dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Baris baru} = \text{baris lama} - (\text{rasio kunci} \times \text{baris kunci lama}).$$

6. Uji optimalitas. Dengan kriteria jika semua koefisien pada baris $(Z_j - c_j)$ tidak ada lagi yang bertanda negatif, berarti tabel sudah optimal. Jika kriteria di atas belum terpenuhi maka diulangi langkah ke-3 sampai ke-6, hingga terpenuhi kriteria tersebut.

Contoh 2.1 Masalah Maksimasi

Perusahaan Meubel Tekun Belajar memproduksi dua jenis alat rumah tangga yaitu rak buku dan meja. Setiap hasil produksi harus melalui dua tahap pekerjaan, yaitu pemotongan dan perampungan. Untuk pemotongan tiap rak buku memerlukan waktu 4 jam dan untuk meja juga sama. Untuk proses perampungan memerlukan tiap rak memerlukan waktu 3 jam dan tiap meja 2 jam. Rak buku per buah memberi laba Rp8.000,00 dan meja per buah Rp6.000,00. Waktu yang tersedia untuk pemotongan setiap periode waktu 100 jam dan untuk perampungan tersedia 60 jam. Perusahaan ingin menentukan

jumlah produksi untuk masing-masing jenis barang supaya diperoleh laba maksimum.

(Suyitno 1997:5).

Menyusun model matematika:

1. jenis tipe masalah adalah masalah masimumkan besarnya laba.
2. laba dalam masalah ini ditentukan oleh banyaknya rak buku dan banyaknya meja. Jadi banyaknya rak buku dan meja merupakan variabel keputusan.

Misal : x_1 = banyaknya rak buku yang diproduksi

x_2 = banyaknya meja yang diproduksi.

3. dari informasi setiap rak buku memberikan laba Rp8.000,00 dan meja sebesar Rp6.000,00; sehingga diperoleh hubungan $Z = 8000x_1 + 6000x_2$ dan tujuannya adalah menentukan nilai x_1 dan x_2 sehingga diperoleh Z_{maks} .
4. kendala waktu pemotongan:

Setiap rak untuk pemotongan diperlukan 4 jam, jadi untuk seluruh rak diperlukan waktu $4x_1$ jam. Setiap meja untuk pemotongan diperlukan 4 jam, jadi untuk seluruh meja diperlukan waktu $4x_2$ jam, sedangkan kapasitas waktu (waktu yang tersedia) adaah 100 jam, yang berarti waktu yang dapat digunakan untuk pemotongan maksimum 100 jam. Dari informasi tersebut diperoleh hubungan $4x_1 + 4x_2 \leq 100$.

Setiap rak untuk perampungan diperlukan 3 jam, jadi untuk seluruh rak diperlukan waktu $3x_1$ jam. Setiap meja untuk perampungan diperlukan waktu 2 jam, jadi untuk seluruh meja diperlukan waktu $2x_2$ jam. Sedangkan kapasitas waktu (waktu yang tersedia) adalah 60 jam, yang

berarti waktu yang dapat digunakan untuk pemotongan maksimum 60 jam.

Dari informasi ini diperoleh hubungan $3x_1 + 2x_2 \leq 60$.

5. Persyaratan nonnegatif.

Banyaknya rak dan meja tidak mungkin diperoleh negatif, jadi $x_1, x_2 \geq 0$.

Model matematika dari masalah perusahaan Tekun Belajar dapat ditulis sebagai berikut.

Maks : $Z = 8000x_1 + 6000x_2$

harus memenuhi

$$4x_1 + 4x_2 \leq 100$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 60$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

Penyelesaian:

Tabel 2.2. Data dari Perusahaan Tekun Belajar

Jenis Pengerjaan	Waktu Produksi		Kapasitas
	Rak Buku	Meja	Waktu
Pemotongan	4	4	100
Perampungan	3	2	60
Sumbangan Laba	8000	6000	

Langkah 1: Konversi pada bentuk standar.

Maksimumkan : $Z = 8000x_1 + 6000x_2$

Berdasarkan

$$4x_1 + 4x_2 + S_1 = 100$$

$$3x_1 + 2x_2 + S_2 = 60$$

$$x_1, x_2, S_1, S_2 \geq 0$$

Langkah 2: Menyusun persamaan-persamaan di dalam tabel.

Setelah formasi diubah kemudian disusun ke dalam tabel, dalam bentuk simbol seperti tampak berikut:

Tabel 2.3. Data dari Perusahaan Tekun Belajar dalam Tabel Simpleks

Langkah 3: Memilih kolom kunci.

Kolom kunci adalah kolom yang merupakan dasar untuk mengubah tabel di atas. Pilih kolom pada garis fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka terbesar. Dalam hal ini kolom x_1 dengan nilai -8000. Nilai baris kunci diubah dengan cara membaginya dengan angka kunci.

Tabel 2.4. Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.3

			8000	6000	0	0	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	
0	S_1	100	4	4	1	0	$100/4 = 25$
0	S_2	60	3	2	0	1	$60/3 = 20$
	Z_j	0	0	0	0	0	
		$Z_j - c_j$	-8000	-6000	0	0	

↑
Kolom kunci

←
Baris kunci

Langkah 4: Mengubah nilai-nilai baris yang lain.

Gantilah variabel dasar pada baris itu dengan variabel yang terdapat di bagian atas kolom kunci. Nilai-nilai baris yang lain, selain pada baris kunci dapat diubah dengan rumus sebagai berikut.

Tabel 2.5. Tabel Nilai Baru Pertama untuk Perbaikan dari Tabel 2.4

			8000	6000	0	0	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	
0	S_1	20	0	4/3	1	-4/3	
8000	x_1	20	1	2/3	0	1/3	
	Z_j	16000	8000	16000/3	0	8000/3	
		Z_j-c_j	0	-2000/3	0	8000/3	

Langkah 5: Melanjutkan perbaikan atau perubahan

Ulangi langkah-langkah perbaikan mulai langkah 3 sampai langkah 4 untuk memperbaiki tabel-tabel yang telah di ubah nilainya. Perubahan berhenti setelah pada baris pertama (fungsi tujuan) tidak ada yang bernilai negatif.

Tabel 2.6. Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.5

			8000	6000	0	0	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	
0	S_1	20	0	4/3	1	-4/3	$5/(4/3) = 15$
8000	x_1	20	1	2/3	0	1/3	$20/(2/3) = 30$
	Z_j	16000	8000	16000/3	0	8000/3	
		Z_j-c_j	0	-2000/3	0	8000/3	

←
Baris kunci

↑

Kolom kunci

Tabel 2.7. Tabel Nilai Baru Kedua untuk Perbaikan dari Tabel 2.6

			8000	6000	0	0	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	
6000	x_2	15	0	1	3/4	-1	
8000	x_1	10	1	0	-1/2	1	
	Z_j	170	8000	6000	500	2000	
		Z_j-c_j	0	0	500	2000	

Dari tabel 2.7 nilai $Z_j - c_j \geq 0$ untuk semua j sehingga tidak mungkin lagi meningkatkan nilai Z . Ini berarti telah dicapai nilai maksimum dari Z sebesar 170.000 bila $x_1 = 10$ dan $x_2 = 15$.

Contoh 2.2 Masalah Minimasi

Tuan Jaka akan memindahkan 120 kotak besar dan 180 kotak kecil, dengan dua jenis mobil angkut yaitu mobil A dan mobil B. Mobil A dapat mengangkut 8 kotak besar dan 4 kotak kecil, sedangkan mobil B dapat mengangkut 10 kotak besar dan 20 kotak kecil. Bilamana sewa mobil A Rp 96.000,00 sebuah dan sewa mobil B Rp 150.000,00 sebuah. Tentukan banyaknya masing-masing mobil agar sewa mobil minimum.

(Dwijanto 2008:28).

Menyusun model matematika:

1. jenis tipe masalah adalah masalah minimasi biaya sewa mobil.
2. biaya sewa dalam masalah ini ditentukan oleh banyaknya mobil A dan banyaknya mobil B yang harus disewa. Jadi banyaknya mobil A dan mobil B merupakan variabel keputusan.

Misal : x_1 = banyaknya mobil A yang harus disewa

x_2 = banyaknya mobil B yang harus disewa.

3. dari informasi setiap sewa mobil A memerlukan biaya sewa Rp 96.000,00 dan mobil B sebesar Rp 150.000,00, sehingga diperoleh hubungan $Z = 96000x_1 + 150000x_2$ dan tujuannya adalah menentukan nilai x_1 dan x_2 sehingga diperoleh Z_{\min} .

4. kendala jenis kotak yang dapat diangkut:

Setiap mobil A dapat mengangkut 8 kotak besar, jadi jumlah kotak besar yang dapat diangkut oleh mobil A adalah $8x_1$. Setiap mobil B dapat mengangkut 10 kotak besar, jadi jumlah kotak besar yang dapat diangkut oleh mobil B adalah $10x_2$, sedangkan jumlah kotak besar yang harus diangkut adalah 120 buah. Dari informasi tersebut diperoleh hubungan $8x_1 + 10x_2 \geq 120$.

Setiap mobil A dapat mengangkut kotak kecil 4 buah, jadi jumlah kotak kecil yang dapat diangkut oleh mobil A adalah $4x_1$. Setiap mobil B dapat mengangkut kotak kecil 20 buah, jadi jumlah kotak besar yang dapat diangkut oleh mobil B adalah $20x_2$. Sedangkan jumlah keseluruhan kotak kecil yang harus diangkut adalah 180 buah. Dari informasi ini diperoleh hubungan $4x_1 + 20x_2 \geq 180$.

5. Persyaratan nonnegatif.

Banyaknya mobil A dan mobil B tidak mungkin diperoleh negatif, jadi $x_1, x_2 \geq 0$.

Model matematika dari masalah di atas dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Min} \quad : Z = 96000x_1 + 150000x_2$$

harus memenuhi

$$8x_1 + 10x_2 \geq 120$$

$$4x_1 + 20x_2 \geq 180$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

Penyelesaian:

Tabel 2.8. Data Pemindahan Barang Tuan Jaka

Bahan	Jenis Mobil		Jumlah Kotak
	Mobil A	Mobil B	
Kotak Besar	8	10	120
Kotak Kecil	4	20	180
Harga Sewa	96000	150000	

Langkah 1: Konversi pada bentuk standar.

Minimumkan : $Z = 96x_1 + 150x_2$ (dalam ribuan)

Berdasarkan

$$\begin{aligned} 8x_1 + 10x_2 - S_1 &= 120 \\ 4x_1 + 20x_2 - S_2 &= 180 \\ x_1, x_2, S_1, S_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Untuk menyelesaikan masalah minimasi berbeda pada masalah maksimasi, tambahkan variabel x_a dan x_b dengan koefisien M yaitu bilangan yang cukup besar. Sehingga diperoleh persamaan baru sebagai berikut.

Minimumkan : $Z = 96x_1 + 150x_2$ (dalam ribuan)

Berdasarkan

$$\begin{aligned} 8x_1 + 10x_2 - S_1 + x_a &= 120 \\ 4x_1 + 20x_2 - S_2 + x_b &= 180 \\ x_1, x_2, S_1, S_2, x_a, x_b &\geq 0 \end{aligned}$$

Langkah 2: Menyusunan persamaan-persamaan di dalam tabel.

Setelah formasi diubah kemudian disusun ke dalam tabel, dalam bentuk simbol seperti tampak berikut.

Tabel 2.9. Tabel Simpleks Awal untuk Masalah Data Pemindahan Barang Tuan Jaka

			96	150	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	x_a	x_b	
M	x_a	120	8	10	-1	0	1	0	
M	x_b	180	4	20	0	-1	0	1	
	Z_j	300M	12M	30M	-M	-M	M	M	
		Z_j-c_j	12M-96	30M-150	-M	-M	M	M	

Langkah 3: Memilih kolom kunci.

Kolom kunci adalah kolom dengan baris evaluasi terbesar yaitu 30M-150, sehingga kolom kunci adalah memuat y . Nilai baris kunci diubah dengan cara membaginya dengan angka kunci.

Tabel 2.10. Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.9

			96	150	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	x_a	x_b	
M	x_a	120	8	10	-1	0	1	0	12
M	x_b	180	4	20	0	-1	0	1	9
	Z_j	300M	12M	30M	-M	-M	M	M	
		Z_j-c_j	12M-96	30M-150	-M	-M	M	M	

Langkah 4: Mengubah nilai-nilai baris yang lain.

Gantilah variabel dasar pada baris itu dengan variabel yang terdapat di bagian atas kolom kunci. Nilai-nilai baris yang lain, selain pada baris kunci dapat diubah dengan rumus sebagai berikut.

Tabel 2.11. Tabel Nilai Baru Pertama untuk Perbaikan Tabel 2.10

			96	150	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	x_a	x_b	
M	x_a	30	6	0	-1	-1/2	-1/2	0	
150	x_2	9	4/20	1	0	-1/20	0	1/20	
	Z_j	300M-135	6M-30	150	-M	(M-15)/2	M	(M-15)/2	
		Z_j-c_j	12M-126	0	-M	(M-15)/2	0	(M-15)/2	

Langkah 5: Melanjutkan perbaikan atau perubahan

Ulangi langkah-langkah perbaikan mulai langkah 3 sampai langkah 4 untuk memperbaiki tabel-tabel yang telah di ubah nilainya. Perubahan berhenti setelah pada baris pertama (fungsi tujuan) tidak ada yang bernilai negatif.

Tabel 2.12. Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.11

			96	150	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	x_a	x_b	
M	x_a	30	6	0	-1	-1/2	-1/2	0	5
150	x_2	9	1/5	1	0	-1/20	0	1/20	45
	Z_j	300M-135	6M-30	150	-M	(M-15)/2	M	(M-15)/2	
		Z_j-c_j	12M-126	0	-M	(M-15)/2	0	(M-15)/2	

Tabel 2.13. Tabel Nilai Baru Kedua untuk Perbaikan Tabel 2.12

			96	150	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	x_1	x_2	S_1	S_2	x_a	x_b	
96	x_1	5	1	0	-1/6	1/12	1/6	-1/12	
150	x_2	8	0	1	1/30	-1/15	-1/30	1/15	
	Z_j	1680	96	150	-11	-2	11	2	
		Z_j-c_j	0	0	-11	-2	11-M	2-M	

Dari tabel 2.13 baris evaluasi sudah tidak ada yang negatif, jadi program sudah optimal. Dengan demikian $x_1 = 5$ dan $x_2 = 8$ dengan $Z_{\min} = 1680$. Jadi

agar biaya pemindahan barang minimum, maka digunakan 5 buah mobil A dan 8 buah mobil B, dengan besarnya sewa Rp 1.680.000,00.

2.2.5 Primal dan Dual

Konsep dual merupakan perkembangan dari teori PL. Hubungan antara masalah asli (disebut "primal") dengan dual dapat dipetik manfaatnya dalam berbagai hal yaitu sebagai dasar interpretasi suatu masalah PL (Subagyo dkk 1984:57).

Interpretasi-interpretasi tersebut sangat berguna untuk menganalisa masalah asli (primal). Asumsi-asumsi yang digunakan pada masalah primal dinyatakan dalam bentuk standar, yaitu sebagai berikut.

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan : } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Harus memenuhi fungsi kendala:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m.$$

$$x_j \geq 0, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n.$$

Pemecahan masalah primal dengan metode simpleks terlihat pada kondisi optimal apabila semua koefisien pada baris $(Z_j - c_j)$ tidak ada yang bertanda negatif untuk masalah maksimasi. Secara simbolis, kondisi optimal dinyatakan sebagai berikut.

$$(Z_j - c_j) \geq 0, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n.$$

$$y_i \geq 0, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m.$$

Tabel 2.14. Koefisien Z pada Kondisi Optimal untuk Masalah Primal

VdB	Q	x_1	x_2	\dots	x_n	S_1	S_2	\dots	S_m
Z	Z'	Z_1-c_1	Z_2-c_2	\dots	Z_n-c_n	y_1	y_2	\dots	y_n

Dengan mengganti Z_j , metode simpleks dapat diinterpretasikan mencari nilai y_1, y_2, \dots, y_m .

Dimana :

Fungsi tujuan :

$$\text{Meminimalkan : } Z' = \sum_{i=1}^m b_i y_i$$

Harus memenuhi fungsi kendala:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i \leq c_j, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n.$$

$$y_i \geq 0, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m.$$

Bentuk di atas yang kemudian dikenal sebagai bentuk dual dari masalah primal pada PL di atas. Sebagai konsekuensi nilai Z optimal (maksimasi) pada masalah primal adalah nilai Z' minimal pada masalah dual. Begitu juga jika masalah primalnya berupa fungsi tujuan minimasi maka dualnya menjadi fungsi tujuan maksimasi.

Dari hubungan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Variabel-variabel pada semua model nilainya nonnegatif
2. Koefisien fungsi tujuan pada masalah primal adalah sisi kanan dari masalah dual
3. Matriks koefisien pada masalah primal merupakan transpos matriks koefisien pada masalah dual

Contoh 2.3. Masalah Primal – Dual

Untuk menjelaskan masalah primal dual ke dalam contoh permasalahan lihat contoh 2.1. Model matematika pada contoh 2.1 masalah primalnya (asli) adalah sebagai berikut.

Fungsi tujuan:

$$\text{Maks} \quad : Z = 8000x_1 + 6000x_2$$

harus memenuhi

$$4x_1 + 4x_2 \leq 100$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 60$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

Dengan metode simpleks yang telah dijelaskan pada penyelesaian contoh 2.1 di atas diperoleh penyelesaian optimal dengan nilai $Z_{\text{maks}} = 170.000$ dengan $x_1 = 10$ dan $x_2 = 15$. Model matematika dari contoh 2.1 dapat disusun sebagai masalah dualnya sebagai berikut.

Fungsi tujuan:

$$\text{Min} \quad : Z' = 100y_1 + 60y_2$$

harus memenuhi

$$4y_1 + 3y_2 \leq 8000$$

$$4y_1 + 2y_2 \leq 6000$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

Untuk menyelesaikan masalah dual di atas digunakan metode simpleks seperti halnya pada penyelesaian masalah PL.

Penyelesaian:

Langkah 1: Konversi pada bentuk standar.

Minimumkan : $Z' = 100y_1 + 60y_2$

Berdasarkan

$$4y_1 + 3y_2 - S_1 = 8000$$

$$4y_1 + 2y_2 - S_2 = 6000$$

$$y_1, y_2, S_1, S_2 \geq 0$$

Untuk menyelesaikan masalah minimasi berbeda pada masalah maksimasi, tambahkan variabel y_a dan y_b dengan koefisien M yaitu bilangan yang cukup besar. Sehingga diperoleh persamaan baru sebagai berikut.

Minimumkan : $Z' = 100y_1 + 60y_2$

Berdasarkan

$$4x_1 + 3x_2 - S_1 + y_a = 120$$

$$4x_1 + 2x_2 - S_2 + y_b = 180$$

$$x_1, x_2, S_1, S_2, y_a, y_b \geq 0$$

Langkah 2: Menyusunan persamaan-persamaan di dalam tabel.

Setelah formasi diubah kemudian disusun ke dalam tabel, dalam bentuk simbol seperti tampak berikut.

Tabel 2.15. Tabel Simpleks Awal untuk Masalah Dual

			100	60	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	y_1	y_2	S_1	S_2	y_a	y_b	
M	y_a	8000	4	3	-1	0	1	0	
M	y_b	6000	4	2	0	-1	0	1	
	Z'_j	300M	8M	5M	-M	-M	M	M	
		$Z_j - c_j$	8M-100	5M-60	-M	-M	0	0	

Langkah 3: Memilih kolom kunci.

Kolom kunci adalah kolom dengan baris evaluasi terbesar yaitu 8M-100, sehingga kolom kunci adalah memuat y_1 . Nilai baris kunci diubah dengan cara membaginya dengan angka kunci.

Tabel 2.16. Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.15

			100	60	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	y_1	y_2	S_1	S_2	y_a	y_b	
M	y_a	8000	4	3	-1	0	1	0	2000
M	y_b	6000	4	2	0	-1	0	1	1500
	Z'_j	300M	8M	5M	-M	-M	M	M	
		Z_j-c_j	8M-100	5M-60	-M	-M	0	0	

← Baris Kunci

↑
Kolom Kunci

Langkah 4: Mengubah nilai-nilai baris yang lain.

Gantilah variabel dasar pada baris itu dengan variabel yang terdapat di bagian atas kolom kunci. Nilai-nilai baris yang lain, selain pada baris kunci dapat diubah dengan rumus sebagai berikut.

Tabel 2.17. Tabel Nilai Baru Pertama untuk Perbaikan Tabel 2.16

			100	60	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	y_1	y_2	S_1	S_2	y_a	y_b	
M	y_a	2000	0	1	-1	1	1	-1	
M	y_b	1500	1	1/2	0	-1/4	0	1/4	
	Z'_j	300M	100	M+50	-M	M-25	M	25-M	
		Z_j-c_j	0	M-10	-M	M-25	0	25-2M	

Langkah 5: Melanjutkan perbaikan atau perubahan

Ulangi langkah-langkah perbaikan mulai langkah 3 sampai langkah 4 untuk memperbaiki tabel-tabel yang telah di ubah nilainya. Perubahan berhenti setelah pada baris pertama (fungsi tujuan) tidak ada yang bernilai negatif.

Tabel 2.18. Tabel Pemilihan Kolom Kunci dan Baris Kunci untuk Tabel 2.17

			100	60	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	y_1	y_2	S_1	S_2	y_a	y_b	
M	y_a	2000	0	1	-1	1	1	-1	2000
100	y_1	1500	1	1/2	0	-1/4	0	1/4	3000
	Z'_j	300M	100	M+50	-M	M-25	M	25-M	
		Z_j-c_j	0	M-10	-M	M-25	0	25-2M	

Tabel 2.19. Tabel Nilai Baru Kedua untuk Perbaikan Tabel 2.18

			100	60	0	0	M	M	Kolom Penilaian
c_B	VdB	Q	y_1	y_2	S_1	S_2	y_a	y_b	
60	y_2	2000	0	1	-1	1	1	-1	
100	y_1	500	1	0	1/2	-3/4	1/2	1/4	
	Z'_j	170000	100	60	10	15	M	25-M	
		Z_j-c_j	0	0	10	15	10-M	-35-M	

Dari tabel 2.13 baris evaluasi sudah tidak ada yang negatif, jadi program sudah optimal. Dengan demikian $y_1 = 500$ dan $y_2 = 2000$ dengan $Z'_{\min} = 170000$. Dari penyelesaian dual dan primal diperoleh nilai Z_{\max} pada penyelesaian optimal primal sama dengan Z'_{\min} pada penyelesaian optimal dualnya.

Dari penyelesaian optimal masalah primal dual di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Apabila primal adalah masalah maksimum dengan nilai Z adalah nilai fungsi tujuan dan Z' adalah nilai fungsi tujuan dari dual, maka pada tabel dari primal dan tabel dari dual berlaku $Z \leq Z'$.
2. Pada tabel optimal $Z_{\max} = Z'_{\min}$

3. Apabila X optimal $= (a_1, a_2, \dots, a_n)$ adalah penyelesaian optimal dari primal, maka pada tabel optimal dari dual nilai-nilai a_1, a_2, \dots, a_n terdapat pada baris penilaian ($Z_j - c_j$)
4. Apabila Y optimal $= (b_1, b_2, \dots, b_m)$ adalah penyelesaian optimal dari dual, maka pada tabel optimal dari primal nilai-nilai b_1, b_2, \dots, b_m terdapat pada baris penilaian ($Z_j - c_j$)
5. Jika variable *slack* ke- i yaitu variable *slack* yang ditambahkan pada kendala ke- i dari primal tidak sama dengan nol ($S_i \neq 0$) dalam tabel primal, maka variable ke- i dalam dual akan sama dengan nol ($y_i = 0$). Sebaliknya jika variable ke- i pada dual tidak sama dengan nol ($y_i \neq 0$), maka variabel ke- i pada primal akan sama dengan nol ($S_i = 0$)
6. Jika variabel x_j muncul pada baris dalam tabel optimal primal, maka variabel *slack* atau *surplus* pada kendala ke- j pada tabel optimal dual akan sama dengan nol ($S_j = 0$)

(Suyitno 1997:88).

2.3 Program Solver

Penyelesaian masalah linear dengan banyak variabel akan lebih mudah dengan menggunakan program komputer. Dalam hal ini program komputer yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang akan dikaji adalah program Excel. Prinsip kerja utama dari program Excel adalah memasukan data sebagai rumusan permasalahan yang terdiri dari optimasi dari fungsi maksimal atau minimal dan fungsi kendala. Rumusan yang dimaksud dalam hal ini adalah bentuk matematika yang berupa fungsi linear.

Untuk menyelesaikan masalah-masalah yang meliputi jawaban fungsi tujuan dan jawaban fungsi kendala serta jawaban analisis sensitivitas kita menggunakan *Solver* yang ada pada salah satu menu Excel dengan cara klik menu *Tools* lalu pilih *solver*. Jika pada menu *Tools* belum ada *solver*nya, kita bisa menginstal *solver* yang ada dalam Microsoft Excel lewat CD Microsoft Office XP.

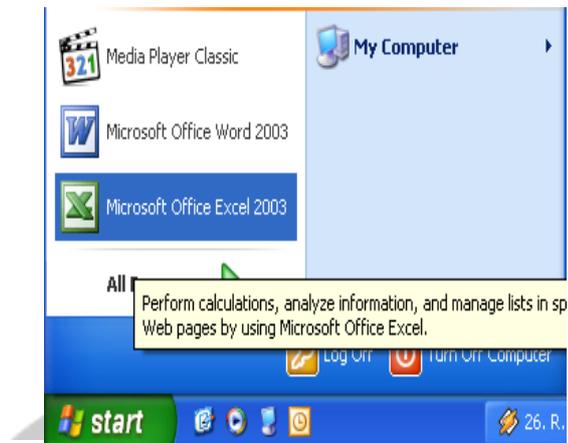
Solver merupakan program *add-in* yang berada di bawah program Microsoft Excel. Program *solver* ini berisi perintah-perintah yang berfungsi untuk melakukan analisis terhadap masalah optimalisasi. *Solver* ini tidak secara otomatis ada dalam Microsoft Excel ketika pertama di instal tetapi harus di instal secara khusus (Dwijanto 2008:49).

Sebelum memasuki *Solver*, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefinisikan dan memilih variabel keputusan, kendala dan fungsi tujuan dari suatu masalah. Setelah langkah pertama dilakukan, masukkan data fungsi tujuan, kendala dan variabel keputusan dalam Excel.

Untuk menentukan nilai optimal suatu PL dengan Excel dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

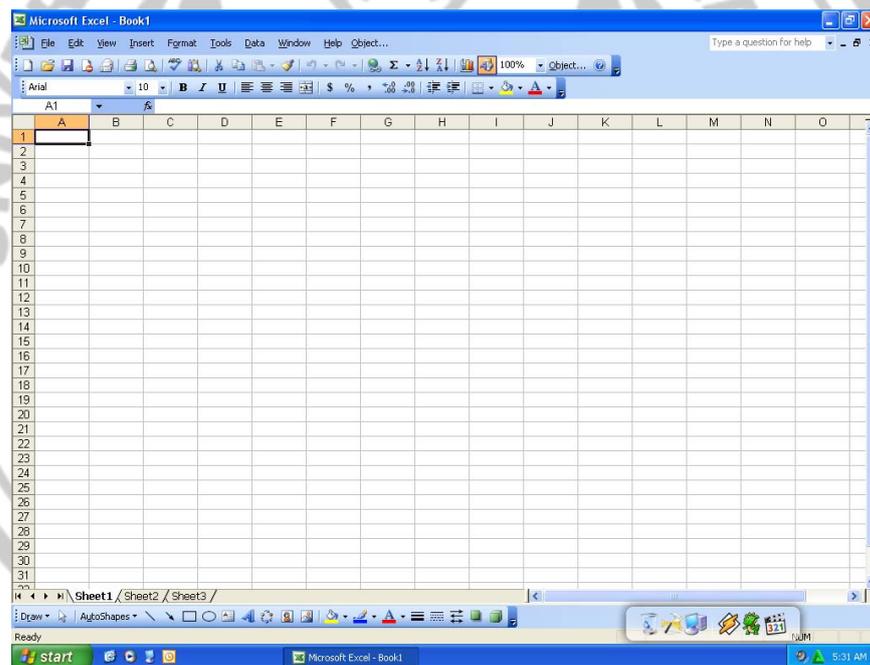
1. menentukan model PL berdasarkan data
2. menentukan formulasi program untuk Excel

Cara untuk mengoperasikan program Excel melalui *Windows* pertama kalinya pilih klik  kemudian pilih program dan arahkan pada Microsoft Excel dan diklik seperti gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.2. Tampilan Windows

Pada layar akan muncul tampilan Excel yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi seperti gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3. Tampilan Worksheet Excel

Selanjutnya Excel siap mengerjakan kasus program linear. Sebagai contoh permasalahan lihat contoh 2.1. Langkah-langkah pengerjaan masalah PL pada lembar kerja (*worksheet*) Excel adalah sebagai berikut.

	A	B	C	D
1	Jenis	Waktu Produksi		Kapasitas
2	Pengerjaan	Rak Buku	Meja	Waktu
3	Pemotongan	4	4	100
4	Perampungan	3	2	60
5	Sumbangan Laba	8000	6000	
6	Banyaknya	0	0	
7				
8	Kebutuhan waktu			
9	Jenis	Waktu Produksi		Pemakaian
10	Pengerjaan	Rak Buku	Meja	Waktu
11	Pemotongan	0	0	0
12	Perampungan	0	0	0
13				
14				
15	Keuntungan	0		

Gambar 2.4. Input Data pada Solver

Pertama masukkan 0 pada banyaknya rak buku dan meja, dengan demikian maka sel B6 dan C6 diisikan dengan 0. ada tabel “Kebutuhan waktu” merupakan perkalian antara waktu jenis pengerjaan untuk tiap rak buku dengan banyaknya rak buku begitu juga dengan meja. Sehingga pada sel B11 diisikan dengan formula “=B3*B6”, begitu juga dengan sel yang lain. Sel B12 diisikan dengan formula “=B4*B6”, sel C11 diisikan dengan formula “=C3*C6”, dan sel C12 diisikan dengan formula “=C4*C6”.

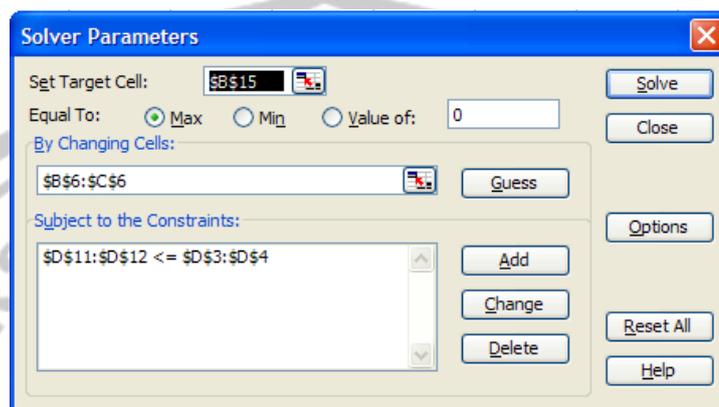
Pemakaian waktu merupakan jumlah dari waktu pemotongan rak buku dan meja, sehingga sel D10 diisikan dengan formula “=B10+C10” atau “=SUM(B10:C10)” begitu juga untuk sel D11 diisikan dengan formula “= B11+C11” atau “=SUM(B11:C11)”.

Keuntungan merupakan perkalian antara sumbangn laba untuk tiap jenis produk dengan banyaknya, sehingga sel B15 diisikan dengan formula

“=B5*B6+C5*C6” atau “=SUMPRODUCT(B5:C5,B6:C6). Dengan demikian program *Solver* siap untuk dijalankan.

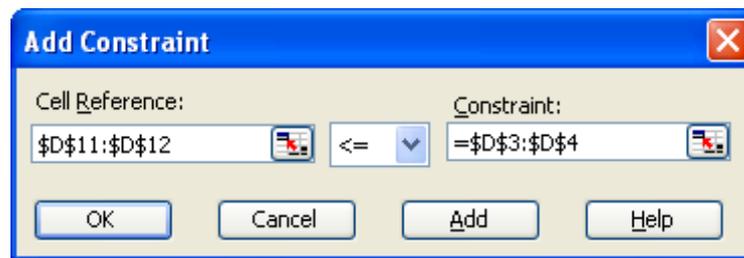
3. Jalankan program *Solver*

Program *Solver* berada pada *Tools*, sehingga klik pada *Tools* kemudian klik *Solver* maka akan muncul tampilan seperti gambar berikut.



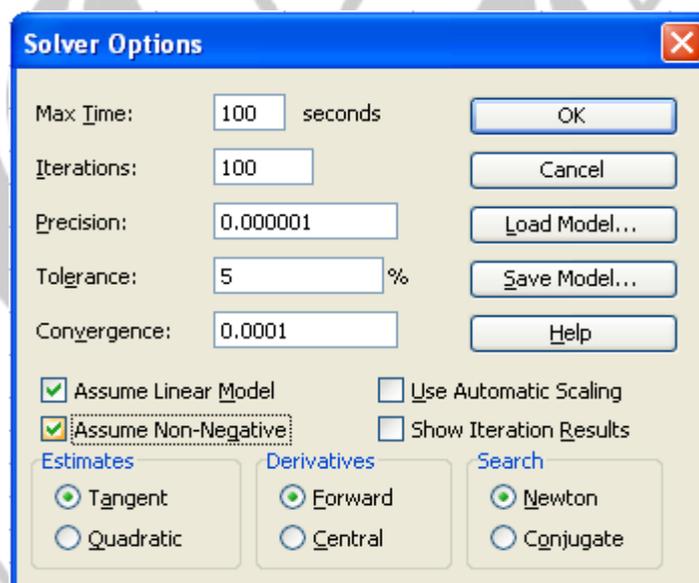
Gambar 2.5. Solver Parameters

Pada *Set Target Cell* isikan keuntungan, yaitu cukup klik sel B15 sehingga pada *Set Target Cell* akan terisi “\$B\$15”. *Equal To* merupakan fungsi tujuan yang hendak dipecahkan, karena dalam masalah memaksimalkan laba maka isikan *Equal To* dengan *Max*. *By Changing Cells* merupakan variabel yang akan diganti nilainya, dalam hal ini adalah banyaknya rak buku dan meja sehingga isikan dengan mengdrag pada sel B6 sampai C6 sehingga *By Changing Cells* akan terisi \$B\$6:\$C\$6. *Subject to the Constraints* merupakan ketentuan bahwa pemakaian waktu tidak boleh melebihi kapasitas waktu yang ditentukan. Oleh karena itu, sel D11 <= D3 dan D12 <= D4 yaitu dengan cara mengklik Add dan kemudian muncul menu seperti berikut.



Gambar 2.6. Menu Add Constraint

Isikan *Cell Reference* dengan meng-drag sel D11 sampai D12 dan pada *Constraint* dengan meng-drag sel D3 sampai D4 kemudian pilih Ok, maka akan kembali ke menu *Solver Parameter*. Kemudian pilih *Options* dengan mengklik *Options* pada menu *Solver Parameter*, sehingga muncul menu seperti berikut.



Gambar 2.7. Menu Solver Options

Pilih *Assume Linear Model* dan *Assume Non-Negative*, kemudian pilih OK, maka akan kembali ke menu *Solver Parameter*. Selanjutnya pilih *Solver*, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

	A	B	C	D	E	F
1	Jenis	Waktu Produksi		Kapasitas		
2	Pengerjaan	Rak Buku	Meja	Waktu		
3	Pemotongan	4	4	100		
4	Perampungan	3	2	60		
5	Sumbangan Laba	8000	6000			
6	Banyaknya	10	15			
7						
8	Kebutuhan waktu					
9	Jenis	Waktu Produksi		Pemakaian		
10	Pengerjaan	Rak Buku	Meja	Waktu		
11	Pemotongan	40	60	100		
12	Perampungan	30	30	60		
13						
14						
15	Keuntungan	170000				
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

Solver Results

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution
 Restore Original Values

Reports
 Answer
 Sensitivity
 Limits

Gambar 2.8. Hasil Perhitungan pada Solver Results

Dalam penyelesaian program linear biasa Solver Excel, bisa mengeluarkan tiga macam output, yaitu *Answer*, *Sensitivity*, dan *Limits*. Kemudian pilih Ok, maka akan diperoleh uraian tentang *Answer* sebagai berikut.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 11.0 Answer Report						
2	Worksheet: [Book1.xls]Sheet6						
3	Report Created: 11/26/2010 11:49:52 PM						
4							
5							
6	Target Cell (Max)						
7		Cell	Name	Original Value	Final Value		
8		\$B\$15	Keuntungan Rak Buku	0	170000		
9							
10							
11	Adjustable Cells						
12		Cell	Name	Original Value	Final Value		
13		\$B\$6	Banyaknya Rak Buku	0	10		
14		\$C\$6	Banyaknya Meja	0	15		
15							
16							
17	Constraints						
18		Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
19		\$D\$11	Pemotongan Waktu	100	\$D\$11<=\$D\$3	Binding	0
20		\$D\$12	Perampungan Waktu	60	\$D\$12<=\$D\$4	Binding	0

Gambar 2.9. Lembar Kerja Answer

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 11.0 Sensitivity Report							
2	Worksheet: [Book1.xls]Sheet6							
3	Report Created: 11/26/2010 11:49:54 PM							
4								
5								
6	Adjustable Cells							
7				Final	Reduced	Objective	Allowable	Allowable
8	Cell	Name	Value	Cost	Coefficient	Increase	Decrease	
9	\$B\$6	Banyaknya Rak Buku	10	0	8000	1000	2000	
10	\$C\$6	Banyaknya Meja	15	0	6000	2000	666.666667	
11								
12	Constraints							
13			Final	Shadow	Constraint	Allowable	Allowable	
14	Cell	Name	Value	Price	R.H. Side	Increase	Decrease	
15	\$D\$11	Pemotongan Waktu	100	500	100	20	20	
16	\$D\$12	Perampungan Waktu	60	2000	60	15	10	

Gambar 2.10. Lembar Kerja *Sensitivity*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Microsoft Excel 11.0 Limits Report									
2	Worksheet: [Book1.xls]Limits Report 1									
3	Report Created: 11/26/2010 11:49:54 PM									
4										
5										
6			Target							
7	Cell	Name	Value							
8	\$B\$15	Keuntungan Rak Buku	170000							
9										
10										
11		Adjustable		Lower Target	Upper Target					
12	Cell	Name	Value	Limit	Result	Limit	Result			
13	\$B\$6	Banyaknya Rak Buku	10	0	90000	10	170000			
14	\$C\$6	Banyaknya Meja	15	0	80000	15	170000			

Gambar 2.11. Lembar Kerja *Limits*

Dari hasil di atas terlihat bahwa keuntungan sebesar Rp 170.000,00; dengan banyaknya rak buku 10 buah dan meja 15 buah. Pemakaian waktu pemotongan 100 jam dipakai habis dan untuk perampungan diperlukan waktu 60 jam dipakai habis, yaitu terlihat pada sel *Slack* terisi 0.

Pada gambar 2.10 yaitu menjelaskan analisis tentang sensitivitas pada permasalahan di atas. Terlihat pada *Shadow Price* nilai dari Pemotongan Waktu dan Perampungan Waktu, masing-masing adalah 500 dan 2000. Ini berarti bahwa analisis primal pada baris penilaian ($Z_j - c_j$) variabel *slack* (S_1) untuk kendala waktu pemotongan adalah sebesar 500 dan variabel *slack* (S_2) untuk kendala waktu perampungan adalah sebesar 2000.

2.4 Integer Programming (IP)

Integer Programming (IP) adalah sebuah analisis pasca optimal program linear untuk memperoleh variabel keputusan yang bernilai bulat (Siswanto 2006:232). Permasalahan pada IP muncul ketika barang yang diperlukan harus berbentuk bilangan bulat. Sebagai contoh seperti menentukan banyaknya produksi meja dan kursi pada suatu perusahaan mebel, banyaknya orang yang mengerjakan suatu proyek, banyaknya komputer yang digunakan dalam suatu kantor, dan lain-lain.

IP dikatakan IP murni jika semua variabel keputusannya adalah bilangan bulat. Tetapi jika nilai variabelnya berupa bilangan bulat dan bilangan biner, maka persoalan PL ini termasuk IP campuran. IP campuran biasanya digunakan untuk pengambilan keputusan. Bernilai 1 apabila menerima keputusan, dan bernilai 0 apabila menolak keputusan. Ada beberapa solusi pemecahan pada IP antara lain metode grafik, metode *cutting plan algorithm*, metode *branch and bound*, dan penyelesaian dengan program komputer. Pada skripsi ini hanya akan menyajikan penyelesaian menggunakan

metode *branch and bound* serta penyelesaian menggunakan program komputer, dalam hal ini adalah program *Solver*.

2.4.1 Metode *Branch and Bound*

Metode *branch and bound* adalah suatu teknik untuk mencari solusi dari persoalan IP dengan mengenumerasi titik-titik dalam daerah fisibel dari suatu sub persoalan (Dimiyanti dan Dimiyati 1997:215). Kebanyakan dari persoalan IP diselesaikan menggunakan metode ini. Perlu diketahui bahwa solusi optimal dari IP merupakan bagian dari solusi pada PL biasa. Karena pada solusi PL biasa tersebut mencakup titik-titik yang berbentuk *integer* atau *non integer* sehingga nilai Z optimal untuk IP tidak akan melebihi nilai Z optimal untuk PL biasa.

Menurut Dwijato (2008:151) metode *branch and bound* mempunyai beberapa langkah antara lain sebagai berikut.

1. Selesaikan masalah program linear dengan metode biasa (simpleks) yaitu dengan bilangan real(biasa).
2. Teliti solusi optimumnya. Apabila variabel basis yang diharapkan berbentuk bilangan bulat, maka pekerjaan telah selesai. Solusi itu adalah solusi optimum. Tetapi bila solusinya bilangan bulat, maka lakukan langkah selanjutnya.
3. Nilai solusi yang tidak bulat yang layak dicabangkan ke dalam sub-sub masalah, dengan tujuan untuk menghilangkan solusi yang tidak memenuhi persyaratan bilangan bulat. Pencabangan ini dilakukan dengan

kendal-kendala *mutually exclusive* yang perlu untuk memenuhi persyaratan bulat.

4. Untuk setiap sub masalah, nilai solusi optimum kontinu (tak bulat) fungsi tujuan dijadikan sebagai batas atas. Solusi bulat terbaik menjadi batas bawah (pada awalnya ini adalah solusi kontinu yang dibulatkan ke bawah). Sub-sub masalah yang mempunyai batas atas kurang dari batas bawah yang ada tidak diikutsertakan dalam analisis selanjutnya. Suatu solusi bulat, layak adalah sama baik atau lebih baik dari batas atas untuk semua sub masalah yang dicari. Jika solusi demikian ada, suatu sub masalah dengan batas atas terbaik dipilih untuk dicabangkan, kemudian kembali kelangkah 3.

Untuk lebih jelas lihat contoh berikut.

Contoh 2.3. Masalah IP

$$\text{Max : } Z = 150x_1 + 175x_2$$

Dengan pembatas:

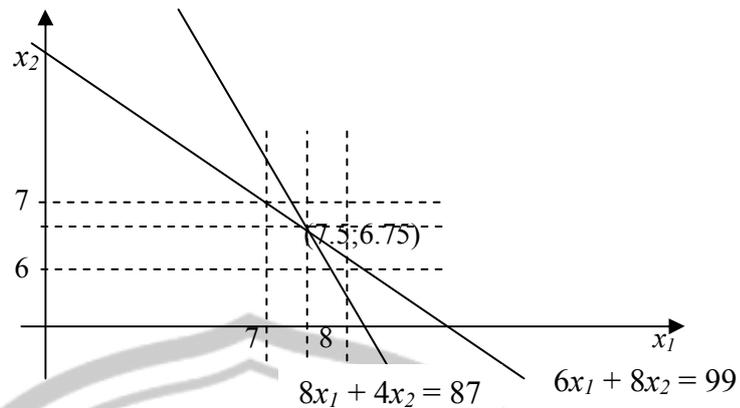
$$6x_1 + 8x_2 \leq 99$$

$$8x_1 + 4x_2 \leq 87$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

dengan metode simpleks biasa atau metode grafik, maka diperoleh $x_1 = 7,5$; $x_2 = 6,75$; dengan $Z = 2205$.

Nampak bahwa semua solusi bilangan pecah (tidak bulat) maka harus dilakukan pencabangan. Untuk membantu dalam penyelesaiannya maka dibuat grafik seperti di bawah ini.



Gambar 2.12. Grafik Penyelesaian IP Awal

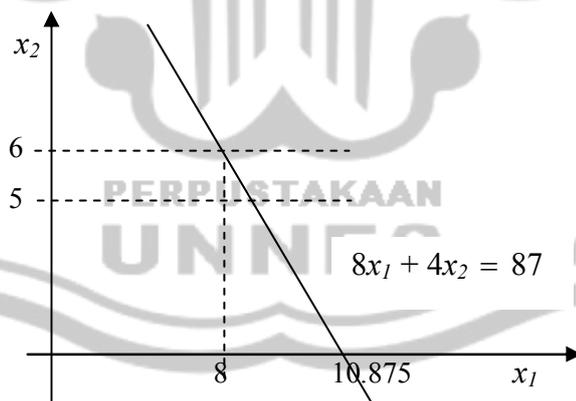
Berdasarkan grafik, maka permasalahan dicabangkan menjadi 3 cabang, yaitu:

Tabel 2.20. Tabel Sub Persoalan IP

Bagian 1	Bagian 2	Bagian 3
$x_1 \leq 7$	$x_1 \geq 8, x_2 \geq 0$	$x_1 \geq 0, x_2 \geq 7$
$x_2 \leq 6$	$8x_1 + 4x_2 \leq 87$	$6x_1 + 8x_2 \leq 99$
$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$		

Bagian 1

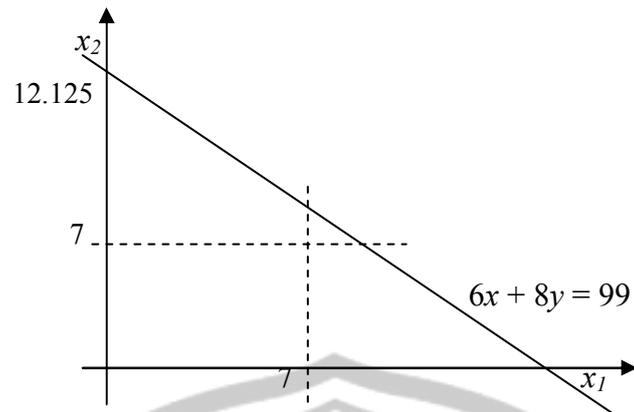
Pada bagian 1 memberikan batas bawah (7,6) dengan $Z = 150 \cdot 7 + 175 \cdot 6 = 2100$



Gambar 2.13. Grafik Penyelesaian IP bagian 2

Bagian 2

Pada bagian 2 memberikan batas atas (8,5) dengan $Z = 150 \cdot 8 + 175 \cdot 5 = 2075$.



Gambar 2.14. Grafik Penyelesaian IP Bagian 3

Bagian 3

Pada bagian 3 memberikan batas atas $(7,7)$ dan $(0,12)$ yang memberikan nilai $Z_1 = 150 \cdot 7 + 175 \cdot 7 = 2170$ dan $Z_2 = 150 \cdot 0 + 175 \cdot 12 = 2100$.

Dari perhitungan di atas, terlihat bahwa nilai maksimum tercapai pada titik $(7,7)$ dengan nilai $Z = 2170$. Jadi solusi program linear bilangan bulat di atas adalah $x_1 = 7$ dan $x_2 = 7$ dengan $Z = 2170$.

2.4.2 IP dengan Program Solver

Pada dasarnya penyelesaian IP dengan LP menggunakan program *Solver* adalah sama. Hal tersebut hanya dibedakan pada penambahan formula pada program *Solver* yaitu *cell* untuk variabel keputusannya sama dengan *integer* dengan tujuan agar solusi optimalnya diperoleh hasil titik-titik yang bilangan bulat dalam output program *Solver*. Contoh berikut merupakan contoh yang sama yang diberikan pada perhitungan menggunakan metode *Branch and Bound*.

Apabila permasalahan pada contoh 2.3 ditulis pada program *Solver*, maka penulisan tersebut nantinya akan ditambah dengan formula

bahwa *cell* variabel x_1 dan x_2 harus sama dengan *integer* agar nilai x_1 dan x_2 dihasilkan bilangan bulat. Penyelesaiannya adalah sebagai berikut.

1. Masukkan data ke dalam lembar kerja Excel seperti berikut.

	A	B	C	D
1		x_1	x_2	Pembatas
2	Kendala 1	6	8	99
3	Kendala 2	8	4	87
4	Biaya	150	175	
5	Banyaknya	0	0	
6				
7		x_1	x_2	Pembatas
8	Kendala 1	0	0	0
9	Kendala 2	0	0	0
10				
11	Z =	0		

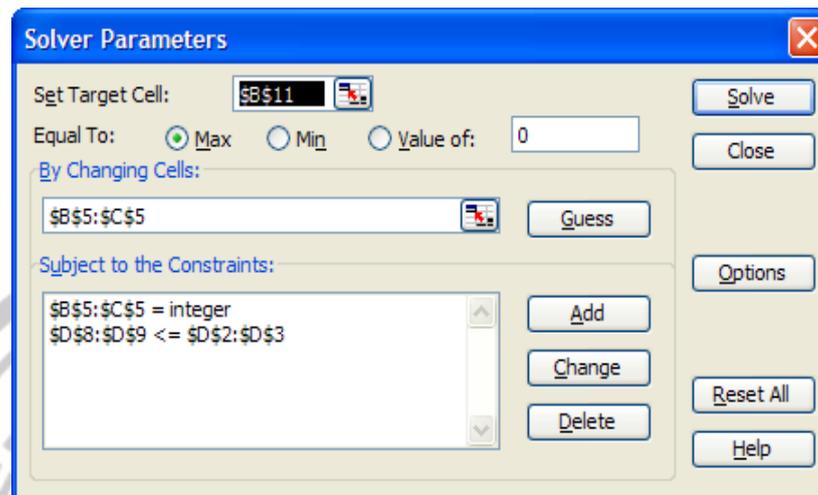
Gambar 2.15. Input Data Masalah IP

Pertama masukkan 0 pada *cell* banyaknya variabel x_1 dan x_2 . Pada tabel kedua merupakan perkalian antara koefisien masing-masing variabel pada tiap-tiap kendala sehingga pada sel B8 diisikan dengan formula `=B2*B5`, begitu juga dengan sel yang lain. Sel B9 diisikan dengan formula `=B3*B5`, sel C8 diisikan dengan formula `=C2*C5`, dan sel C9 diisikan dengan formula `=C3*C5`. Isikan sel D8 diisikan dengan formula `=B8+C8` atau `=SUM(B8:C8)` begitu juga untuk sel D9 diisikan dengan formula `=B9+C9` atau `=SUM(B9:C9)`.

Nilai untuk Z merupakan perkalian antara sumbangn nilai dari tiap variabel yaitu x_1 dan x_2 dengan banyaknya, sehingga sel B11 diisikan dengan formula `=B4*B5+C4*C5` atau `=SUMPRODUCT(B4:C4,B5:C5)`. Dengan demikian program *Solver* siap untuk dijalankan.

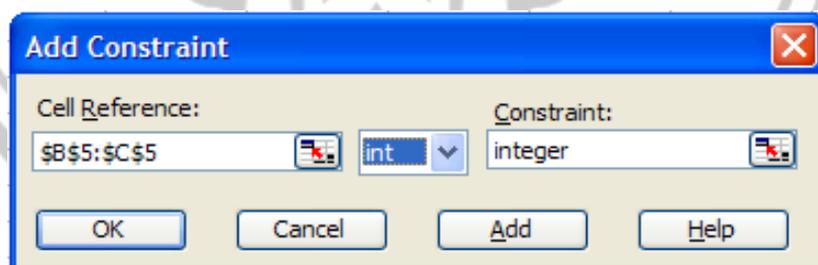
2. Jalankan program *Solver*

Program *Solver* berada pada *Tools*, sehingga klik pada *Tools* kemudian klik *Solver* maka akan muncul tampilan seperti gambar berikut.



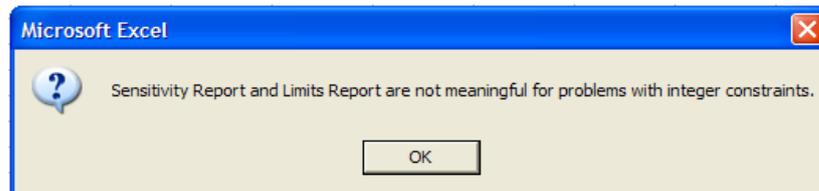
Gambar 2.16. Formulasi Masalah IP pada Program *Solver*

Terlihat bahwa pada masalah IP di dalam program *Solver* ditambah formula untuk *cell* banyaknya nilai x dan y harus bilangan bulat sehingga pada *Subject to the Constraints* klik *Add* kemudian tinggal meng-drag *cell* B5 sampai C5 pada *Cell reference* dan kemudian isikan *int*.



Gambar 2.17. Menu *Add Constraint* untuk kendala *Integer*

Kemudian pilih *Options* dengan mengklik *Options* pada menu *Solver Parameter*, dan kemudian klik *Solver* seperti halnya pada masalah LP hanya saja pada masalah IP untuk analisis *Sensitivity* dan *Limits* tidak dimunculkan.



Gambar 2.18. Menu *Sensitivity* dan *Limits* tidak diperlukan pada Masalah IP

	A	B	C	D	E	F	G
1		x	y	Pembatas			
2	Kendala 1	6	8	99			
3	Kendala 2	8	4	87			
4	Biaya	150	175				
5	Banyaknya	7	7				
6							
7		x	y	Pembatas			
8	Kendala 1	42	56	98			
9	Kendala 2	56	28	84			
10							
11	Z =	2,275					
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

Solver Results	
Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.	
<input checked="" type="radio"/> Keep Solver Solution <input type="radio"/> Restore Original Values	Reports Answer Sensitivity Limits
OK	Cancel Save Scenario... Help

Gambar 2.19. *Output* untuk Masalah IP

Dari hasil di atas terlihat bahwa Z sebesar 2.275 dengan banyaknya untuk variabel $x_1 = 7$ dan $x_2 = 7$. Hasil tersebut sama dengan perhitungan menggunakan metode branch and bound. Untuk analisis *Answer* dapat dilihat pada gambar 2.18 berikut.

A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 11.0 Answer Report					
2	Worksheet: [contoh solver.xls]Sheet5					
3	Report Created: 1/6/2011 7:31:25 AM					
4						
5						
6	Target Cell (Max)					
7	Cell	Name	Original Value	Final Value		
8	\$B\$11	Z = x	2,275	2,275		
9						
10						
11	Adjustable Cells					
12	Cell	Name	Original Value	Final Value		
13	\$B\$5	Banyaknya x	7	7		
14	\$C\$5	Banyaknya y	7	7		
15						
16						
17	Constraints					
18	Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
19	\$D\$8	Kendala 1 Pembatas	98	\$D\$8<=\$D\$2	Not Binding	1
20	\$D\$9	Kendala 2 Pembatas	84	\$D\$9<=\$D\$3	Not Binding	3
21	\$B\$5	Banyaknya x	7	\$B\$5=integer	Binding	0
22	\$C\$5	Banyaknya y	7	\$C\$5=integer	Binding	0

Gambar 2.20. *Output Analisis Answer* untuk Masalah IP

Pemakaian untuk kendala 1 dan kendala 2 tidak habis terpakai terlihat pada *cell Status Not Binding* dan sisanya untuk kendala 1 sama dengan 1 dan kendala 2 sama dengan 3. Sedangkan untuk variabel x_1 dan x_2 terpakain semua dengan *Status Binding* dan *Cell Slack* sama dengan 0.

2.5 Industri Manufaktur

Manufaktur berasal dari kata *manufacture* yang berarti membuat dengan tangan (manual) atau dengan mesin, sehingga menghasilkan sesuatu barang. Manufaktur merujuk kepada kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan barang berwujud seperti mobil, radio, bahan-bahan makanan, dan lain sebagainya. Dengan demikian, manufaktur berarti mengubah bahan baku menjadi barang jadi melalui proses kimia atau mekanik (Bangun 1989:87).

Menurut definisi lain manufaktur adalah suatu cabang industri yang mengaplikasikan peralatan dan suatu medium proses untuk transformasi bahan mentah menjadi barang jadi untuk dijual (Anonim 2011). Secara umum, manufaktur merupakan kegiatan memproses suatu barang atau beberapa bahan menjadi barang lain yang mempunyai nilai tambah yang lebih besar atau kegiatan-kegiatan memproses pengolahan input menjadi output. Contoh industri manufaktur adalah industri tekstil, industri obat, industri semen, industri alat-alat rumah tangga, industri perkayuan dan industri makanan.

Perusahaan adalah suatu lembaga yang diorganisir untuk menghasilkan barang atau jasa dengan tujuan memperoleh keuntungan

(Bangun 1989:1). Perusahaan merupakan tempat terjadinya kegiatan produksi dan berkumpulnya semua faktor produksi. Produksi merupakan proses pengubahan bahan baku menjadi produk jadi. Menurut Heizer dan Render dalam Yuliawan (2009) Produksi adalah proses penciptaan barang dan jasa.

Menurut Mulyadi (2000:12) perusahaan manufaktur mempunyai kegiatan pokok mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual. Oleh karena itu, fungsi pokok yang terdapat pada perusahaan manufaktur antara lain sebagai berikut.

1. Fungsi produksi

Dalam arti luas produksi atau proses produksi adalah menambah nilai guna dari barang, baik barang tersebut berupa benda maupun jasa, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia dengan cara yang paling efektif (Nugroho dan Suramihardja 1980:61). Dengan demikian, fungsi produksi adalah kombinasi terbaik dari penggunaan input untuk menghasilkan output guna memaksimalkan keuntungan perusahaan.

2. Fungsi pemasaran

Hasil produksi diperoleh barang dan jasa yang siap untuk dijual kemudian dipasarkan kepada konsumen. Sehingga fungsi pemasaran disini bertugas memasarkan produk tersebut.

3. Fungsi administrasi dan umum

Dalam mengkoordinasi fungsi produksi dan pemasaran maka dibentuk fungsi administrasi dan umum.

Menurut fungsi pokok dalam perusahaan, maka biaya dalam perusahaan manufaktur diklasifikasikan menjadi biaya produksi, biaya pemasaran serta biaya administrasi dan umum.

2.6 Biaya Produksi

Menurut Mulyadi (2000:8) biaya merupakan pengorbanan sumber ekonomi, yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Adapun pengertian lain dari biaya (*cost*) menyatakan bahwa biaya merupakan harga pokok atau bagiannya yang telah dimanfaatkan atau dikonsumsi untuk memperoleh pendapatan. Namun inti dari definisi biaya (*cost*) itu sendiri dapat disimpulkan bahwa terdapat empat unsur dalam biaya yaitu :

1. Pengorbanan sumber ekonomis.
2. Diukur dalam satuan uang.
3. Telah terjadi atau kemungkinan akan terjadi.
4. Untuk mencapai tujuan tertentu.

Menurut Mulyadi (2000:14) biaya produksi adalah biaya-biaya yang terjadi untuk pengolahan bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual. Menurut objek pengeluarannya, secara garis besar biaya produksi dibagi menjadi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik (*factory overhead cost*). Menurut definisi lain biaya produksi adalah semua pengeluaran yang dilakukan oleh perusahaan untuk memperoleh faktor-faktor produksi dan bahan-bahan mentah yang akan

digunakan untuk menciptakan barang-barang yang diproduksi perusahaan tersebut (Sukirno 1994:205).

Dari beberapa hal di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya produksi merupakan biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dengan indikator tarif upah tenaga kerja dan jam kerja langsung, serta biaya overhead pabrik dengan indikator tingkat kapasitas produksi dan tarif biaya overhead pabrik.

Biaya Overhead pabrik adalah biaya-biaya bahan tak langsung, buruh tak langsung dan biaya-biaya pabrik lainnya yang tidak secara mudah diidentifikasi atau dibebankan langsung pada suatu pekerjaan, hasil produksi atau tujuan biaya akhir.

Penentuan biaya standar dibagi menjadi tiga bagian yaitu standar biaya bahan baku, standar biaya tenaga kerja langsung dan standar biaya overhead pabrik.

2.6.1 Standar Biaya Bahan Baku

Standar biaya bahan baku adalah biaya bahan baku yang seharusnya terjadi dalam pengolahan satu satuan produk. Standar biaya bahan baku juga dibedakan menjadi dua yaitu standar harga bahan baku dan standar kuantitas bahan baku.

1. Standar Harga Bahan Baku

Standar harga bahan baku adalah harga bahan baku per satuan yang seharusnya terjadi dalam pembelian bahan baku. Harga standar pada

umumnya ditentukan dari daftar harga pemasok, katalog ataupun informasi yang sejenis. Penentuan harga standar bahan baku umumnya dilakukan akhir periode akuntansi dan biasanya digunakan selama tahun berikutnya. Harga standar ini dapat diubah bila terjadi penurunan atau kenaikan harga yang bersifat luar biasa.

2. Standar Kuantitas Bahan Baku

Standar kuantitas bahan baku adalah jumlah kuantitas bahan baku yang seharusnya dipakai dalam pengolahan satu satuan produk. Penetapan standar kuantitas bahan baku didasarkan atas spesifikasi kuantitas bahan baku, spesifikasi produk yang dihasilkan, dan ukuran bahan baku setiap satuan.

2.6.2 **Standar Biaya Tenaga Kerja Langsung**

Biaya tenaga kerja langsung adalah harga yang dibebankan untuk penggunaan tenaga kerja manusia yang terlibat dalam produksi. Standar biaya tenaga kerja langsung adalah biaya tenaga kerja langsung yang seharusnya terjadi dalam pengolahan satu satuan produk.

2.6.3 **Standar Biaya Overhead Pabrik**

Biaya overhead pabrik adalah biaya yang tidak langsung terhadap produk. Standar biaya overhead pabrik adalah biaya overhead pabrik adalah biaya overhead yang seharusnya terjadi dalam mengolah satu satuan produk. Untuk keperluan analisis dan pengendalian biaya, standar biaya overhead pabrik variabel sebagai dasar untuk menghitung tarif.

2.7 Gambaran Umum Perusahaan

2.7.1 Sejarah CV Jati Karya Embroidery

CV Jatikarya Embroidery adalah Salah satu kantor cabang dari kantor pusat yang berada di Jakarta. CV Jatikarya Embroidery diresmikan pada tanggal 23 maret 2006. Awal mula berdirinya CV Jatikarya Embroidery yaitu dengan cara kantor pusat Jakarta menyuruh orang untuk mensurvei ke beberapa tempat yang dianggap kawasan industri maju. Setelah disurve ternyata Semarang dan sekitarnya dikenal dengan kawasan industri, dan kawasan tersebut sangat mendukung kemajuan industri bordir. Hal tersebut dikarenakan banyaknya perusahaan konveksi yang berpotensi sebagai tempat pemasaran.

Awal berdirinya CV ini mempunyai kapasitas 4 mesin bodir yang mana 2 mesinnya dapat menghasilkan 18 bordiran sekali jalan dan 2 mesin lainnya dapat menghasilkan 16 bordiran sekali jalan. Dan hanya mempunyai satu suplaiyer yaitu PT Semarang Garment. Dalam jangka waktu 2-3 bulan CV ini dapat menambah 2 mesin bordir keluaran baru yang lebih canggih dilihat dari cara pengoperasiannya dan kecepatan hasil jadinya. Selain dapat menambah kapasitas mesin CV ini juga dapat menambah suplaiyer. Beberapa contoh suplaiyer yang sampai sekarang masih bekerja sama dengan CV Jatikarya Embroidery yaitu PT Ungaran Sari Garment, PT Star Light, PT Ungaran Indah Busana, PT Sainath, PT Rismark Dewo, PT Boyang, PT Famous, dan PT Golden Flower.

Setelah berjalan cukup lama CV Jatikarya Embroidery berkembang pesat sampai sekarang. Sekarang CV Jati Karya Embroidery mempunyai kapasitas mesin sebanyak 8 mesin bordir yang terdiri dari :

1. Mesin 1 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 18 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 18 pcs bordir sekali jalan).
2. Mesin 2 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 18 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 18 pcs bordir sekali jalan).
3. Mesin 3 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 16 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 16 pcs bordir sekali jalan).
4. Mesin 4 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 16 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 16 pcs bordir sekali jalan).
5. Mesin 5 : jenis mesin song, terdiri dari 12 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 12 pcs bordir sekali jalan).
6. Mesin 6 : jenis mesin song, terdiri dari 12 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 12 pcs bordir sekali jalan).
7. Mesin 7 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 20 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 20 pcs bordir sekali jalan).
8. Mesin 8 : jenis mesin Barudan, terdiri dari 20 kepala mesin (mesin ini dapat menghasilkan 20 pcs bordir sekali jalan).

2.7.2 Stuktur Organisasi CV Jati Karya Embroidery

CV Jati Karya Embroidery mempunyai 60 karyawan keseluruhan yang masing-masing karyawannya mempunyai bagian serta tugas sendiri-sendiri, rinciannya sebagai berikut.

1. Bagian personalia bertugas mengatur dan bertanggung jawab dengan karyawan.
2. Marketing bertugas :
 - mencari *order* ke industri-industri besar
 - menentukan harga bordir untuk tiap *style* yang mau di produksi
 - membuat planning skedul untuk industri-indusri besar.
3. Kepala bagian produksi bertugas mengatur dan mengawasi jalannya produksi.
4. Akunting bertugas :
 - membuat *invoice* (faktur penjualan)
 - membuat faktur pajak standar
 - menggabungkan antara arsip faktur penjualan dan arsip pajak
 - mengingatkan PT jika sudah jatuh tempo pembayaran (bertujuan agar PT membayar secepatnya)
 - membuat arsip tanda terima dari PT.
5. Desain programmer (*punching*) bertugas menerima disket program dari berbagai PT atau *buyer*, yang berisikan *artwork* setiap *style* yang akan diproduksi.

2.7.3 Tahapan dalam proses produksi

Pada CV Jatikarya Embroidery sebelum proses produksi perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mencari *order* dengan cara datang langsung ke PT atau perusahaan untuk menawarkan kerja sama.

2. Mendapatkan *order* dari PT atau perusahaan.
3. Mengurus PO (perjanjian *order*) atau perjanjian kerja sama.
4. Proses PO :
 - penentuan harga dari kedua belah pihak (PT dengan Jaticarya)
 - quantiti yang di minta *buyer*
 - desain dan matching warna sesuai permintaan *buyer*.
5. Terima material atau potongan kain yang akan di bordir.
6. Menyamakan surat jalan masuk dan jumlah barang masuk.
7. Membuat kontrak kerja (perjanjian tertulis diatas materai, menandakan bahwa kedua belah pihak mempunyai kesepakatan kerja sama).

Setelah hal-hal di atas maka masuk dalam proses produksi meliputi:

1. Pembuatan sampel (hingga di setuju oleh *buyer*).
2. Terima material dan menyamakan dengan surat jalan masuk.
3. Cek pattern atau pola.
4. Menyiapkan desain produksi pada mesin.
5. Menyiapkan material dan benang yang sudah dicocokkan.
6. Masuk proses pembordiran.
7. *Finishing* (proses pembersihan interlening dan sisa-sisa benang).

BAB 3

METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang akan dilaksanakan oleh penulis ini merupakan penelitian studi kasus pada perusahaan bordir CV Jatikarya Embroidery Semarang yang diawali dengan mempelajari konsep dan teori yang berhubungan dengan biaya produksi.

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dimulai dari studi pustaka. Studi Pustaka merupakan penelaahan sumber pustaka yang relevan dan digunakan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Setelah sumber pustaka terkumpul dilanjutkan dengan penelaahan isi sumber pustaka tersebut. Dari penelaahan yang dilakukan muncul ide dan dilanjutkan untuk melakukan penelitian.

3.2 Perumusan Masalah

Dari hasil penelaahan sumber pustaka serta hasil penelitian di lapangan dalam hal ini di CV Jatikarya Embroidery Semarang, maka permasalahan yang dapat adalah bagaimana formulasi matematika dalam mengoptimalkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang dan apakah biaya produksi yang dilakukan di CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah optimal.

3.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode dokumentasi. Metode dokumentasi adalah metode pengumpulan data yang diperlukan dengan cara mempelajari dan mengutip arsip-arsip serta catatan-catatan yang ada di dalam laporan persediaan dalam perusahaan tersebut.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi:

1. Data primer

Data primer yaitu data diperoleh secara langsung melalui observasi dan wawancara, meliputi proses pengadaan bahan baku, pengolahan bahan baku dan penanganan produk jadi yang siap dipasarkan.

2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung dari sumber-sumber yang telah ada di perusahaan yang meliputi data produksi, data realisasi pemakaian bahan baku, data kapasitas mesin, jam kerja mesin, tenaga kerja, dan data persediaan bahan baku.

3.4 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Pengolahan secara kualitatif dilakukan secara deskriptif, meliputi gambaran dan kondisi perusahaan. Pengolahan data secara kuantitatif dilakukan untuk mencari tingkat biaya produksi optimal. Data kuantitatif berupa biaya produksi, jumlah permintaan dan ketersediaan sumber daya perusahaan.

Data diolah dengan *software* Microsoft Excel khususnya pada program *Solver* yang merupakan salah satu program komputer untuk aplikasi

program linear (*Linear Programming*), yaitu suatu pemodelan matematik yang digunakan untuk mengoptimalkan suatu tujuan dengan berbagai kendala yang ada. Disamping itu juga program *Solver* mempunyai kelebihan-kelebihan, antara lain sebagai berikut.

1. Tingkat ketelitian yang tinggi
2. Kecepatan di dalam eksekusi
3. Kemudahan dalam pembacaan data
4. Terintegrasi dengan Office Program.

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut.

1. Menentukan tipe masalah pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.
2. Mendefinisikan variabel keputusan berdasarkan data yang diperoleh dari CV Jatikarya Embroidery Semarang.
3. Menentukan fungsi tujuan untuk meminimumkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.
4. Merumuskan kendala dari masalah pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.
5. Menyelesaikan pemodelan yang telah ada dengan menggunakan program *Solver* dengan langkah-langkah seperti pada Subbab 2.3.
6. Menganalisis output yang dihasilkan.
7. Menafsirkan jawaban model menjadi jawaban atas masalah nyata dari masalah pada CV Jatikarya Embroidery Semarang.

3.5 Penarikan Simpulan

Sebagai akhir penelitian ini, dilakukan penarikan simpulan dari hasil pengolahan data yang telah dianalisis.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan pengolahan data yang telah diperoleh dari perusahaan dan analisis terhadap pengolahan data dengan penerapan program *Solver* dalam mencari optimalisasi biaya produksi.

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian di CV Jatikarya Embroidery Semarang produk bordir yang dihasilkan pada produksi 4 Agustus 2010 terdiri dari tujuh *style* yaitu *style* so-10-592, 152406, ZURY, 256867, Injection, 6424, dan Pure. Dari ketujuh *style* itu mempunyai bentuk, ukuran, serta motif yang berbeda-beda untuk tiap-tiap jenis *stylenya*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 1. Pada pengumpulan data yang telah dilakukan peneliti, telah diperoleh data biaya produksi untuk tiap-tiap jenis *style* (meliputi biaya tenaga kerja langsung, biaya bahan baku dan biaya program (*punching*)) pada tiap-tiap mesin, data kapasitas produksi, data jumlah pesanan bordir, data kapasitas jam kerja mesin selama produksi 4 Agustus 2010 serta data tentang mesin bordir komputer yang digunakan dalam proses produksi. Selanjutnya data-data tersebut akan dijadikan alat bantu untuk membuat model matematika dalam bentuk program linear yang akan diselesaikan menggunakan bantuan program *Solver* sehingga menghasilkan output yang memberikan keterangan nilai optimal dari suatu masalah yang diselesaikan dan juga hasil *report* dari permasalahan itu. Data-data hasil penelitian adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1. Tabel Koefisien Kebutuhan Waktu Produksi tiap-tiap Style pada tiap-tiap Mesin, Kapasitas Mesin, dan Permintaan

Style	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	Jumlah
	(jam/pcs)	Permintaan							
so-10-592	0.0046	0.0046	0.0052	0.0052	0.0069	0.0069	0.0042	0.0042	15000
152406	0.0056	0.0056	0.0063	0.0063	0.0083	0.0083	0.005	0.005	2000
ZURY	0.0076	0.0076	0.0085	0.0085	0.0114	0.0114	0.0068	0.0068	3000
256867	0.0093	0.0093	0.0104	0.0104	0.0139	0.0139	0.0083	0.0083	3000
Injection	0.0111	0.0111	0.0125	0.0125	0.0167	0.0167	0.01	0.01	1000
6424	0.0167	0.0167	0.0188	0.0188	0.025	0.025	0.015	0.015	500
Pure	0.0187	0.0187	0.0208	0.0208	0.028	0.028	0.0168	0.0168	1300
Kapasitas Waktu	24	24	24	24	24	24	24	24	
Kapasitas Produksi	7000	7000	6000	6000	5500	5500	8000	8000	

Tabel 4.2. Data Biaya Produksi Tiap-tiap Style pada Masing-masing Mesin

Style	Biaya Produksi Mesin							
	1 (Rp/ pcs)	2 (Rp/ pcs)	3 (Rp/ pcs)	4 (Rp/ pcs)	5 (Rp/ pcs)	6 (Rp/ pcs)	7 (Rp/ pcs)	8 (Rp/ pcs)
so-10-592	125.62	125.62	126.31	126.31	128.4	128.4	125.06	125.06
152406	170.28	170.28	171.15	171.15	173.75	173.75	169.59	169.59
ZURY	245.7	245.7	246.74	246.74	249.87	249.87	244.87	244.87
256867	288.73	288.73	289.95	289.95	293.59	293.59	287.76	287.76
Injection	293.62	293.62	294.87	294.87	298.62	298.62	292.62	292.62
6424	453.51	453.51	454.82	454.82	458.78	458.78	452.45	452.45
Pure	786.77	786.77	788.5	788.5	793.71	793.71	785.38	785.38

Tabel 4.3. Jenis Style Bordir

No	Faktery Pemesan	Style	Color Way	Artwork
1	PT.Golden Flower	so-10-592	Corsican blue	logo W
2	PT.PAN'8	152406	Blue	Machester Airport
3	PT.Boyang	ZURY	DB	Zury
4	PT.Ungaran sari Garment	256867	Black	Nike
5	PT.UIB	Injection	Black	Quik Silver
6	PT.Bobbin	6424	Navy	Aero
7	PT.Boyang	Pure	MDB	Pure Stretch Cap TM

Berdasarkan semua data yang diperoleh, maka selanjutnya akan dibentuk suatu model matematika dalam PL agar didapat suatu solusi pemecahannya dengan bantuan program *Solver* di bawah Program Microsoft Excel. Dalam penggunaan Excel terlebih dahulu dibuat model PL yang meliputi fungsi tujuan dan fungsi kendala.

4.1.1 Perumusan Model Program Linear

Perumusan model PL dalam penelitian ini mengasumsikan beberapa hal, diantaranya adalah biaya produksi meliputi biaya tenaga kerja langsung, biaya bahan baku dan biaya program (*punching*).

4.1.1.1 Peubah Keputusan

Peubah keputusan yang diteliti adalah banyaknya produk untuk tiap-tiap *style* yang dihasilkan pada masing-masing mesin sesuai dengan permintaan pelanggan. Produk yang dioptimalkan meliputi 7 jenis *style* yang dihasilkan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang. Untuk peubah keputusan atau variabel keputusan yang akan dicari dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Tabel Peubah Keputusan

Style	Mesin							
	1	2	3	4	5	6	7	8
so-10-592	X11	X21	X31	X41	X51	X61	X71	X81
152406	X12	X22	X32	X42	X52	X62	X72	X82
ZURY	X13	X23	X33	X43	X53	X63	X73	X83
256867	X14	X24	X34	X44	X54	X64	X74	X84
Injection	X15	X25	X35	X45	X55	X65	X75	X85
6424	X16	X26	X36	X46	X56	X66	X76	X86
Pure	X17	X27	X37	X47	X57	X67	X77	X87

Keterangan :

X_{ij} = Banyaknya produk untuk *style* ke-j yang dihasilkan pada mesin ke-i.

4.1.1.2 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah hubungan matematik linear yang menggambarkan tujuan perusahaan. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah meminimumkan biaya produksi. Penetapan koefisien fungsi tujuan dimulai dengan menentukan kontribusi dari biaya produksi perusahaan untuk masing-masing produk yang dihasilkan. Formulasi model yang dapat dibentuk adalah :

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^7 C_{ij} X_{ij}$$

Keterangan :

Z = Nilai fungsi tujuan / minimumkan biaya produksi (Rp).

C_{ij} = Kontribusi biaya produksi produk ke-j pada mesin ke-i.

X_{ij} = Banyaknya produk *style* ke-j yang dihasilkan pada mesin ke-i.

i = Kelompok mesin ke-i.

j = Kelompok produk untuk *style* ke-j.

1. Perhitungan Kontribusi Biaya Produksi

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah pada 4 Agustus 2010 pada CV Jatikarya Embroidery Ungaran yaitu tentang biaya produksi. Perhitungannya lihat tabel 4.2. Biaya-biaya inilah yang akan menjadi perhitungan kontribusi biaya produksi dari suatu fungsi tujuan minimasi biaya yang ada dalam permasalahan.

2. Formulasi Model Fungsi Tujuan

Setelah kontribusi biaya produksi diketahui, maka fungsi tujuan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{MIN : } Z = & 125.62X_{11} + 170.28X_{12} + 245.70X_{13} + 288.73X_{14} + \\ & 293.63X_{15} + 453.51X_{16} + 786.77X_{17} + 125.62X_{21} + \\ & 170.28X_{22} + 245.70X_{23} + 288.73X_{24} + 293.63X_{25} + \\ & 453.51X_{26} + 786.77X_{27} + 126.31X_{31} + 171.15X_{32} + \\ & 246.74X_{33} + 289.95X_{34} + 294.87X_{35} + 454.82X_{36} + \\ & 788.50X_{37} + 126.31X_{41} + 171.15X_{42} + 246.74X_{43} + \\ & 289.95X_{44} + 294.87X_{45} + 454.82X_{46} + 788.50X_{47} + \\ & 128.40X_{51} + 173.75X_{52} + 249.87X_{53} + 293.59X_{54} + \\ & 298.62X_{55} + 458.78X_{56} + 793.71X_{57} + 128.40X_{61} + \\ & 173.75X_{62} + 249.87X_{63} + 293.59X_{64} + 298.62X_{65} + \\ & 458.78X_{66} + 793.71X_{67} + 125.06X_{71} + 169.59X_{72} + \\ & 244.87X_{73} + 287.76X_{74} + 292.62X_{75} + 452.45X_{76} + \\ & 785.38X_{77} + 125.06X_{81} + 169.59X_{82} + 244.87X_{83} + \\ & 287.76X_{84} + 292.62X_{85} + 452.45X_{86} + 785.38X_{87} \end{aligned}$$

4.1.1.3 Fungsi Kendala

Dalam proses produksi, perusahaan dihadapi dengan segala macam keterbatasan. Keterbatasan inilah yang kemudian dijadikan kendala-

kendala yang dihadapi perusahaan. Kendala-kendala yang dihadapi oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang adalah pesanan *style* yang mana yang sebaiknya diproduksi pada mesin yang ada agar biaya produksinya minimum untuk memenuhi semua pesanan dengan keefektifan waktu produksi. Keefektifan waktu produksi disini berarti waktu produksi tidak terbuang sia-sia dikarenakan waktu untuk memproduksi satu jenis *style* pada mesin yang berbeda sama tetapi hasil outputnya berbeda karena tiap-tiap mesin mempunyai kepala mesin yang berbeda sehingga diperlukan alokasi produk mana yang sebaiknya diproduksi pada mesin yang sesuai agar waktu yang ada tidak terbuang sia-sia dan menghasilkan produk yang jumlahnya sesuai pesanan dan selesai dalam jangka waktu pesanan yang sudah ditentukan. Formulasi model yang dapat dibentuk adalah :

1. Kendala Jam Kerja Mesin

$$\sum_{j=1}^7 M_{nj} X_{nj} \leq m_n$$

Keterangan :

M_{nj} = Koefisien kebutuhan jam kerja untuk menghasilkan produk ke-j pada mesin n.

m_n = Ketersediaan jam kerja untuk memproduksi pada mesin n.

n = Kelompok mesin n (1,2,...,8).

1) Ketersediaan jam mesin

Jam kerja pada CV Jatikarya selama periode 4 Agustus 2010 dibagi dua shift yaitu shift pagi dan malam dengan masing-masing jam

kerjanya adalah 12 jam sehingga untuk perhitungan ketersediaan jam kerja dalam waktu produksi adalah 24 jam.

2) Koefisien kebutuhan jam mesin

Koefisien kebutuhan jam mesin diartikan sebagai berapa jam waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk memproduksi per pcs bordiran.

Nilai koefisien kebutuhan mesin ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

3) Formulasi Kendala jam Kerja

▪ Mesin 1

$$0.0046X_{11} + 0.0056X_{12} + 0.0074X_{13} + 0.0093X_{14} + 0.0111X_{15} \\ + 0.0167X_{16} + 0.0185X_{17} \leq 24$$

▪ Mesin 2

$$0.0046X_{21} + 0.0056X_{22} + 0.0074X_{23} + 0.0093X_{24} + 0.0111X_{25} \\ + 0.0167X_{26} + 0.0185X_{27} \leq 24$$

▪ Mesin 3

$$0.0052X_{31} + 0.0063X_{32} + 0.0083X_{33} + 0.0104X_{34} + 0.0125X_{35} \\ + 0.0188X_{36} + 0.0208X_{37} \leq 24$$

▪ Mesin 4

$$0.0052X_{41} + 0.0063X_{42} + 0.0083X_{43} + 0.0104X_{44} + 0.0125X_{45} \\ + 0.0188X_{46} + 0.0208X_{47} \leq 24$$

▪ Mesin 5

$$0.0069X_{51} + 0.0083X_{52} + 0.0111X_{53} + 0.0139X_{54} + 0.0167X_{55} \\ + 0.025X_{56} + 0.0278X_{57} \leq 24$$

- Mesin 6

$$0.0069X_{61} + 0.0069X_{62} + 0.0111X_{63} + 0.0139X_{64} + 0.0167X_{65} + 0.025X_{66} + 0.0278X_{67} \leq 24$$

- Mesin 7

$$0.0042X_{71} + 0.005X_{72} + 0.0067X_{73} + 0.0083X_{74} + 0.01X_{75} + 0.015X_{76} + 0.0167X_{77} \leq 24$$

- Mesin 8

$$0.0042X_{81} + 0.005X_{82} + 0.0067X_{83} + 0.0083X_{84} + 0.01X_{85} + 0.015X_{86} + 0.0167X_{87} \leq 24$$

2. Kendala Permintaan

$$\sum_{I=1}^8 X_{im} \geq p_m$$

Keterangan :

p_m = Jumlah permintaan untuk *style* ke- m .

1) Jumlah permintaan produk

Kendala permintaan pasar digunakan untuk mengetahui batas produksi yang harus dihasilkan perusahaan untuk memenuhi permintaan pasar. Produksi pada perusahaan ini hanya memproduksi bordiran sesuai pesanan hal inilah yang akan menjadi kendala bahwa hasil dari produksi untuk masing-masing *style* setidaknya harus sama dengan pesannya. Hal tersebut dikarenakan setiap pemesan pastinya mempunyai bentuk pesanan bordir yang berbeda-beda. Jumlah permintaan masing-masing produk dapat dilihat pada tabel 4.4.

2) Formulasi Kendala Permintaan

- *Style so-10-592*

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} + X_{61} + X_{71} + X_{81} \geq 15000$$

- *Style 152406*

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} + X_{62} + X_{72} + X_{82} \geq 2000$$

- *Style ZURY*

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} + X_{63} + X_{73} + X_{83} \geq 3000$$

- *Style 256867*

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} + X_{64} + X_{74} + X_{84} \geq 3000$$

- *Style Injection*

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} + X_{65} + X_{75} + X_{85} \geq 1000$$

- *Style 6424*

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} + X_{56} + X_{66} + X_{76} + X_{86} \geq 500$$

- *Style Pure*

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47} + X_{57} + X_{67} + X_{77} + X_{87} \geq 1300$$

3. Kendala Kapasitas Produksi

$$\sum_{j=1}^7 X_{nj} \leq k_n$$

Keterangan :

k_n = Jumlah kapasitas produk pada mesin n. (n=1,2,...,8).

1) Jumlah Kapasitas Produk

Kendala kapasitas produksi digunakan untuk membatasi produksi untuk tiap mesin. Jumlah kapasitas produksi masing-masing mesin dapat dilihat pada tabel 4.1.

2) Formulasi Kendala kapasitas

- Mesin 1

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} \leq 7000$$

- Mesin 2

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} \leq 7000$$

- Mesin 3

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} \leq 6000$$

- Mesin 4

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} \leq 6000$$

- Mesin 5

$$X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{55} + X_{56} + X_{57} \leq 5500$$

- Mesin 6

$$X_{61} + X_{62} + X_{63} + X_{64} + X_{65} + X_{66} + X_{67} \leq 5500$$

- Mesin 7

$$X_{71} + X_{72} + X_{73} + X_{74} + X_{75} + X_{76} + X_{77} \leq 8000$$

- Mesin 8

$$X_{81} + X_{82} + X_{83} + X_{84} + X_{85} + X_{86} + X_{87} \leq 800$$

4.1.2 Solusi Model pada *Solver*

Model matematika berupa program linear yang telah dibuat kemudian dirumuskan pada program *Solver* agar bisa dicari penyelesaian yang optimal. Langkah-langkah pembuatan model matematika dalam *solver* adalah sebagai berikut.

1. Masukkan data pada lembar kerja excel *solver* seperti gambar berikut.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Olah Data Menggunakan Program Solver									
2	Tabel Biaya Produksi pada Tiap-tiap Mesin									
3	BP									
4	Style	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	
5		(Rp/ pcs)								
6	so-10-592	75.62	75.62	76.31	76.31	78.40	78.40	75.06	75.06	
7	152406	95.28	95.28	96.15	96.15	98.75	98.75	94.59	94.59	
8	ZURY	120.70	120.70	121.74	121.74	124.87	124.87	119.87	119.87	
9	256867	138.73	138.73	139.95	139.95	143.59	143.59	137.76	137.76	
10	Injection	143.33	143.33	144.22	144.22	146.90	146.90	142.62	142.62	
11	6424	228.51	228.51	229.82	229.82	233.78	233.78	227.45	227.45	
12	Pure	286.77	286.77	288.50	288.50	293.71	293.71	285.38	285.38	
13										
14	Tabel Koefisien Kebutuhan Waktu Produksi tiap-tiap Mesin dan Style, Kapasitas Mesin, dan Permintaan									
15	Style	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	Jumlah
16		(jam/pcs)								
17	so-10-592	0.0046	0.0046	0.0052	0.0052	0.0069	0.0069	0.0042	0.0042	15000
18	152406	0.0056	0.0056	0.0063	0.0063	0.0083	0.0083	0.0050	0.0050	2000
19	ZURY	0.0074	0.0074	0.0083	0.0083	0.0111	0.0111	0.0067	0.0067	3000
20	256867	0.0093	0.0093	0.0104	0.0104	0.0139	0.0139	0.0083	0.0083	3000
21	Injection	0.0111	0.0111	0.0125	0.0125	0.0167	0.0167	0.0100	0.0100	1000
22	6424	0.0167	0.0167	0.0188	0.0188	0.0250	0.0250	0.0150	0.0150	500
23	Pure	0.0185	0.0185	0.0208	0.0208	0.0278	0.0278	0.0167	0.0167	1300
24	Kapasitas Waktu	24	24	24	24	24	24	24	24	
25	Kapasitas	7000	7000	6000	6000	5500	5500	8000	8000	
26										
27	Output pada Solver									
28	Tabel Banyaknya Produksi pada Tiap-tiap Mesin									
29	Style	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	Jumlah
30		(pcs)								
31	so-10-592	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	152406	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	ZURY	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	256867	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Injection	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	6424	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Pure	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Jumlah Output	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39										
40	Kebutuhan Waktu Produksi									
41	Style	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8	
42		(jam)								
43	so-10-592	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
44	152406	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
45	ZURY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
46	256867	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
47	Injection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
48	6424	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
49	Pure	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
50	Pemakaian Waktu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
51										
52	Biaya Produksi = 0									

Gambar 4.1. Input Data pada Lembar Kerja Excel

Semua data penelitian diinputkan dalam lembar kerja excel. Mula-mula *cell* banyak output untuk tiap-tiap *style* pada tiap-tiap mesin diisikan nol karena *cell* ini yang nantinya akan dicari berapa nilainya. *Cell* banyak output untuk tiap-tiap *style* pada tiap-tiap mesin menunjukkan

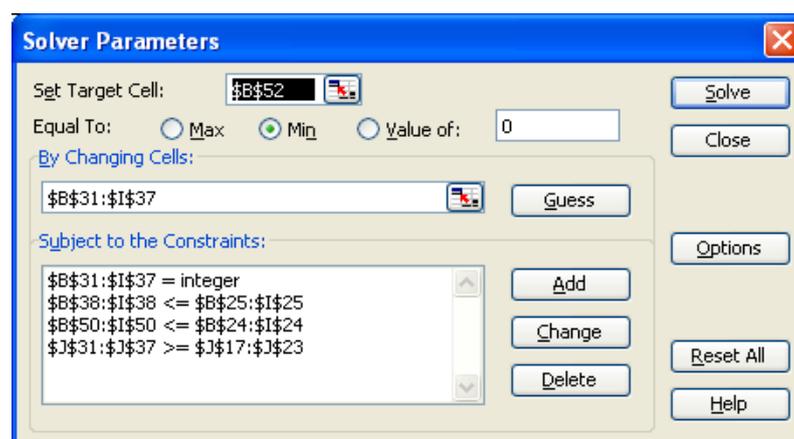
banyaknya *style* ke-*j* yang diproduksi pada mesin ke-*i* dibuat agar mendapatkan biaya produksi yang optimal sehingga semua pesanan terpenuhi. Pada tabel banyaknya produksi pada tiap-tiap mesin ditambahkan kolom jumlah output yang mana untuk tiap-tiap *cell* merupakan penjumlahan output masing-masing *style* pada kedelapan mesin sehingga diisi dengan formula “=sum(*cell* masing-masing *style* untuk kedelapan mesin)”. Disamping itu juga ditambahkan *cell* baris yang terakhir yaitu jumlah *output* yang merupakan *output* masing-masing mesin untuk ketujuh *style*. Sehingga diisi dengan formula “=sum(*cell* masing-masing mesin untuk ketujuh *style*)”.

2. Buat tabel kebutuhan waktu produksi yang diperlukan dengan cara, copykan *cell* inputan data sebelumnya (dari tabel koefisien kebutuhan waktu produksi tiap-tiap mesin dan *style*, kapasitas mesin, dan permintaan) hanya saja *cell* kapasitas waktu dan kapasitas produksi tidak diikutkan dan kemudian ditambah dengan *cell* jumlah *output* untuk tiap-tiap mesin. Di bawahnya ditambah *cell* Biaya Produksi yang berisi fungsi tujuan (minimum biaya) dengan ketentuan:

Masing-masing kebutuhan waktu untuk tiap-tiap *style* yang diproduksi pada tiap-tiap mesin dikalikan dengan banyaknya *output* untuk tiap-tiap *style* pada tiap-tiap mesin sehingga hasilnya sama dengan nol (0) dan pada *cell* Biaya Produksi diisi dengan formula “=sumproduct(tabel biaya produksi pada tiap-tiap mesin dengan tabel banyaknya produksi pada tiap-tiap mesin)”.

3. Menjalankan program *Solver* sebagai berikut

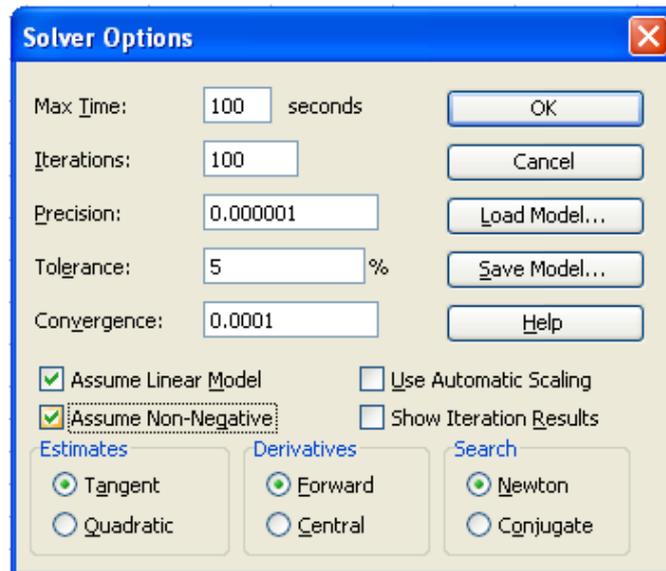
- Klik menu *Tools Solver* kemudian isikan *Set Target Cell* dengan *cell* fungsi tujuan, yaitu *cell* Biaya Produksi.
- Pada *Equal to* pilih *Min* karena fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya produksi.
- *By Changing Cells* diisikan dengan *cell* banyaknya produksi untuk tiap-tiap *style* pada tiap-tiap mesin yang merupakan variabel keputusan yang akan dicari nilainya.
- *Subject to the Constraint* diisikan *cell-cell* tempat fungsi kendala, yang meliputi kendala waktu jam kerja mesin kurang dari ketersediaan jam kerja, jumlah output pesanan sekurang-kurangnya sama dengan jumlah pesanan masing-masing *style*, dan jumlah output masing-masing mesin kurang dari kapasitas produksi masing-masing mesin. Karena hasil untuk variabel keputusan harus bilangan bulat maka pada *Subject to the Constraints* harus diisi kendala *cell* variabel keputusan *integer*.



Gambar 4.2. Formula pada Solver Parameters

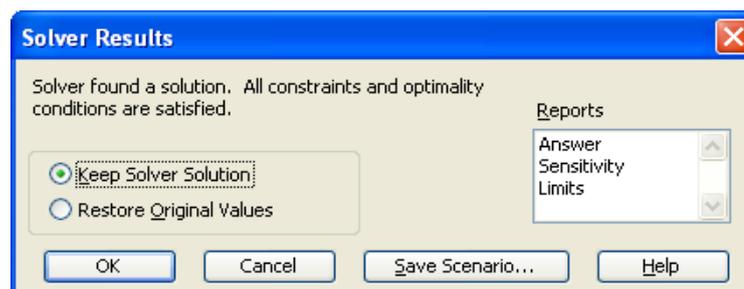
4. Klik *Options*, sehingga muncul tampilan seperti Gambar 4.4. Pilih *Assume Linear Model* dan *Assume Non-Negative*, karena variabel keputusan yang

akan dicari adalah masalah model linear dan batas bawah nilai sel yang boleh diubah adalah nol (0) (selain sel yang belum ditentukan batas bawah dalam *Constraints*). Kemudian Klik OK pada menu *Solver Options* sehingga akan kembali ke menu *Solver Parameter*.



Gambar 4.3. Formulasi pada Menu *Solver Options*

5. Klik *solver* pada menu *Solver Parameter* sehingga akan muncul menu seperti gambar berikut.



Gambar 4.4. Formulasi pada Menu *Solver Results*

Ketika mengklik *Solver* pada menu *Solver Parameter* maka sudah kelihatan hasil dari optimasi. Kemudian apabila pilih OK pada menu *Solver Results* maka pekerjaan selesai, tetapi jika diklik *Answer*, *Sensitivity*, dan *Limits* kemudian pilih OK, maka akan diperoleh

kesimpulan atau uraian tentang jawaban (*Answer*), analisis Sensitivitas dan hasil Limitnya yang dituliskan dalam lembar kerja sisipan. Akan tetapi dalam kasus *integer* ini hanya *Answer Report* yang bisa diturunkan. Program dalam hal ini menjelaskan bahwa kedua informasi, yaitu *Sensitivity* dan *Limits* tidak berguna bila kendala *integer* digunakan.



Gambar 4.5. *Sensitivity Report* dan *Limits* tidak Berguna dalam Kendala *Integer*

6. Output hasil akhir yang dihasilkan dapat dilihat pada lampiran.

4.2 Pembahasan

Dalam bagian ini nantinya akan dibahas secara rinci hasil penelitian yang telah diperoleh untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dalam skripsi ini. Mula-mula dihitung perkiraan biaya produksi pembuatan bordir pada tiap-tiap mesin yang dilakukan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang pada waktu 4 Agustus 2010, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan program *Solver*. Dari perbandingan tersebut dapat diketahui apakah biaya produksi yang meliputi biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, dan biaya program (*punching*) yang dikeluarkan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah mencapai keoptimalan atau belum.

4.2.1 Analisis Biaya Produksi Bordir oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang

Pada proses produksi bordir di CV Jatikarya Embroidery Semarang banyaknya *output* masing-masing *style* untuk tiap-tiap mesin dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5. Data hasil Produksi Untuk Masing-masing Style pada Tiap-tiap Mesin oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang

Style	Mesin								Jumlah Pesanan
	1 (pcs)	2 (pcs)	3 (pcs)	4 (pcs)	5 (pcs)	6 (pcs)	7 (pcs)	8 (pcs)	
so-10-592		4688	2750				4300	3262	15000
152406	915						1085		2000
ZURY	800			2200					3000
256867				544	1686			770	3000
Injection	188	188				240		384	1000
6424			500						500
Pure	580					720			1300

Total biaya produksi bordir berdasarkan pemakaian mesin yang digunakan dalam proses produksi yang dilakukan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang diperoleh dari perhitungan antara banyaknya *output* produksi pada tiap-tiap mesin dan masing-masing *style* dikalikan dengan biaya produksi per pcs tiap-tiap *style* pada masing-masing mesin. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya produksi} &= 4688 \times \text{Rp}125,62 + 2750 \times \text{Rp}126,31 + 4300 \times \\
 &\text{Rp}125,06 + 3262 \times \text{Rp}125,06 + 915 \times \text{Rp}170,28 + 1085 \times \text{Rp}169,59 + \\
 &800 \times \text{Rp}245,70 + 2200 \times \text{Rp}246,74 + 544 \times \text{Rp}289,95 + 1686 \times \\
 &\text{Rp}293,59 + 770 \times \text{Rp}287,76 + 188 \times \text{Rp}293,62 + 188 \times \text{Rp}293,62 + 240 \\
 &\times \text{Rp}298,62 + 384 \times \text{Rp}292,62 + 500 \times \text{Rp}454,82 + 580 \times \text{Rp}786,77 + \\
 &720 \times \text{Rp}793,71 \\
 &= \text{Rp}5.385.125,-
 \end{aligned}$$

Perusahaan hanya memproduksi jenis bordir sesuai dengan pesanan sehingga jumlah output produksi sama dengan jumlah bordir masing-masing *style* yang dipesan. Hal ini dikarenakan setiap perusahaan yang membeli atau memesan bordir ini disesuaikan dengan bentuk bordir yang diinginkan oleh pemesan jadi perusahaan tidak ingin menambah jenis *style* yang dipesan melebihi pesanan dikarenakan nantinya kelebihan itu tidak ada gunanya justru perusahaan akan mengalami kerugian.

4.2.2 Analisis Biaya Produksi dengan Program Solver

Analisis total biaya produksi berdasarkan pemakaian mesin yang digunakan dalam proses produksi hasil perhitungan program *Solver* dapat dilihat outputnya pada lampiran. Dihasilkan pada Program *Solver* bahwa dalam menyelesaikan model linear di atas memberikan keterangan bahwa $Z_{min} =$ Rp 5.380.948,- dimana

X11 = 5184	X21 = 696	X31 = 0	X41 = 0
X12 = 0	X22 = 0	X32 = 0	X42 = 0
X13 = 0	X23 = 2805	X33 = 0	X43 = 195
X14 = 0	X24 = 0	X34 = 2304	X44 = 696
X15 = 0	X25 = 0	X35 = 0	X45 = 1000
X16 = 0	X26 = 0	X36 = 0	X46 = 0
X17 = 0	X27 = 0	X37 = 0	X47 = 126
X51 = 0	X61 = 0	X71 = 3360	X81 = 5760
X52 = 0	X62 = 0	X72 = 2000	X82 = 0
X53 = 0	X63 = 0	X73 = 0	X83 = 0
X54 = 0	X64 = 0	X74 = 0	X84 = 0
X55 = 0	X65 = 0	X75 = 0	X85 = 0
X56 = 500	X66 = 0	X76 = 0	X86 = 0
X57 = 310	X67 = 864	X77 = 0	X87 = 0

Hasil perhitungan di atas mengartikan bahwa biaya produksi optimal sebesar Rp 5.380.948,- dengan memproduksi masing-masing *style* pada tiap-tiap mesin sebagai berikut.

- *Style* so-10-592 sebanyak 5184 pcs diproduksi pada mesin 1, 696 pcs diproduksi pada mesin 2, 3360 pcs diproduksi pada mesin 7, dan 5760 pcs diproduksi pada mesin 8.
- *Style* 152406 sebanyak 2000 pcs diproduksi pada mesin 7.
- *Style* ZURY sebanyak 2805 pcs diproduksi pada mesin 2 dan 195 pcs diproduksi pada mesin 4.
- *Style* 256867 sebanyak 2304 pcs diproduksi pada mesin 3 dan 696 pcs diproduksi pada mesin 4.
- *Style* Injection sebanyak 1000 pcs diproduksi pada mesin 4.
- *Style* 6424 sebanyak 500 pcs diproduksi pada mesin 5.
- *Style* Pure sebanyak 126 pcs diproduksi pada mesin 4, 310 pcs diproduksi pada mesin 5, dan 864 pcs diproduksi pada mesin 6.

4.2.3 Perbandingan Analisis Biaya Produksi oleh CV Embroidery Semarang dengan Program *Solver*

Pada analisis biaya produksi bordir oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang diperoleh biaya yang dikeluarkan sebesar Rp5.385.125,- dan analisis dengan menggunakan *Solver* biaya optimumnya adalah sebesar Rp 5.380.948,-. Selisih antara analisis yang dilakukan oleh perusahaan dengan analisis program *Solver* terpaut sebesar Rp 4.177,-.

Karena hasil perhitungan yang dilakukan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang dibandingkan dengan menggunakan program *Solver* terpaut sebesar Rp 4.177,- dan ini dikarenakan pengalokasian penggunaan mesin bordir komputer dalam proses produksi yang kurang sesuai pada tiap-tiap jenis *style*. Karena Rp 4.177,- hanya 0,08 % dari biaya produksi yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery maka tidak signifikan berarti biaya produksi yang dilakukan oleh perusahaan sudah optimal.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV dapat disimpulkan bahwa :

1. formulasi matematika dalam mengoptimalkan biaya produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang terdiri dari :
 - fungsi tujuan, yaitu meminimumkan jumlahan dari perkalian antara kontribusi biaya produksi dengan variabel keputusan dari tiap-tiap *style* pada tiap-tiap mesin. Variabel keputusannya adalah banyaknya *style* ke- j yang diproduksi pada mesin ke- i dimana $i = 1, 2, \dots, 8$ dan $j = 1, 2, \dots, 7$.
 - fungsi kendala, yaitu kendala jam kerja mesin, permintaan serta kapasitas mesin. Kendala jam kerja mesin untuk masing-masing mesin harus kurang dari 24 jam, kendala permintaan untuk masing-masing *style* yang diproduksi pada kedelapan mesin paling tidak sama atau lebih dari pesanan, dan kendala kapasitas produksi menunjukkan bahwa ketujuh *style* yang dihasilkan pada masing-masing mesin harus kurang dari atau sama dengan kapasitas produksi untuk masing-masing mesin serta variabel keputusannya harus nonnegatif.
2. Biaya produksi bordir yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery Semarang, sudah optimal. Hal itu dapat ditunjukkan dengan perhitungan

program *Solver* yang memenuhi fungsi tujuan dan fungsi kendala atau dengan kata lain hasil yang diperoleh merupakan nilai optimal. Selain itu karena hasil perhitungan yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery dibandingkan dengan menggunakan program *Solver* terpaut sebesar Rp 4.177,- hanya 0,08% dari biaya produksi yang dilakukan oleh CV Jatikarya Embroidery Semarang, maka dapat disimpulkan bahwa biaya produksi yang dilakukan CV Jatikarya Embroidery Semarang sudah optimal.

5.2 Saran

Dalam menentukan perencanaan produksi dari berbagai macam jenis *style* bordir dalam proses produksi dibutuhkan pemodelan matematika untuk meminimumkan biaya produksi, dengan banyaknya produksi memenuhi standart optimal. Penulis mempunyai saran yang mungkin berguna sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam perencanaan produksi bordir serta kepada para pembaca. Adapun saran-sarannya adalah sebagai berikut.

1. Program linear dengan menggunakan program *Solver* dapat dijadikan alternatif bagi perusahaan dalam memodelkan masalah untuk mengoptimalkan biaya produksi dengan keefektifan waktu produksi sehingga pesanan bordir terpenuhi semua dengan waktu yang lebih efektif.
2. Perusahaan perlu memastikan pesanan *style* yang mana yang diproduksi pada mesin yang sesuai agar jumlah output produksi sesuai dengan jumlah pesannya dan selesai dalam waktu sesuai pesanan serta keefektifan waktu produksi.

Demikian beberapa saran yang diajukan penulis, dengan harapan agar CV Jatikarya Embroidery Semarang terus mengalami peningkatan dalam berproduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta : PT Gelora Aksara Pratama.
- Anonim. 2011. Manufaktur. On line at <http://id.wikipedia.org/wiki/Manufaktur>. [diakses tanggal 22 januari 2011].
- Bangun D. 1989. *Manajemen Perusahaan*. Jakarta : Depdikbud Direktorat Jenderal pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kerja Kependidikan.
- Dimiyati T T & A Dimiyati. 1987. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung : Sinar Baru.
- Dwijanto. 2007. *Program Linear Berbantuan Komputer Lindo, Lingo dan Solver*. Semarang : UPT UNNES Psess.
- Hill M G. 2005. *Cost Management Manajemen Biaya Penekanan Strategis*. Jakarta : Salemba Empat.
- Mulyono S. 2004. *Riset Operasi*. Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Mulyadi. 2000. *Akuntansi Biaya. Edisi 5*. Yogyakarta : Aditya Media
- Nugroho P R & D Suramihardja. 1979. *Managemen Industri Perusahaan 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Siswanto. 2007. *Operations Research Jilid 1*.Bogor : PT Gelora Aksara Pratama.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Jakarta : Tarsito.
- Sukirno S. 1994. *Pengantar Ekonomi Mikro*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Sumayang, Lalu. 2003. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- Suyitno H. 1997. *Program Linear*. Semarang : Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA IKIP Semarang.
- Taha H A. 1993. *Riset Operasi Jilid 2*. Edisi Kelima. Jakarta : Binapura Aksara.
- Yuliawan A H. 2009. Kajian Optimasi untuk Meningkatkan Profitabilitas pada PT. Pismatex, Pekalongan (*Skripsi*). Bogor : Institut Pertanian Bogor (IPB).

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1.

Jenis Produksi Bordir pada CV Jatikarya Embroidery Semarang



Gambar 1. *Style so-10-592*



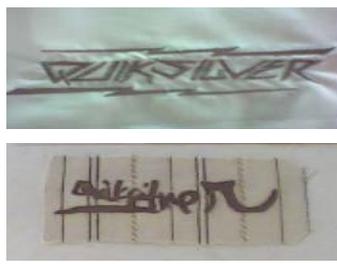
Gambar 2. *Style 152406*



Gambar 3. *Style ZURY*



Gambar 4. *Style 256867*



Gambar 5. *Style Injection*



Gambar 6. *Style 6424*



Gambar 7. *Style PURE*



Gambar 8. *Mesin Bordir Komputer*

Lampiran 2.

Data Biaya Produksi pada CV Jatikarya Embroidery Semarang

Style	BBB (Rp/pcs)		Total BBB (Rp/ pcs)	BTK (Rp/ pcs)
	Benang Bordir	Kain Keras		
so-10-592	46.73	23.33	70.06	50
152406	59.17	29.17	88.34	75
ZURY	81.26	31.11	112.37	125
256867	95.67	33.33	129.01	150
Injection	99.47	34.15	133.62	150
6424	182.95	35.00	217.95	225
Pure	232.88	40.00	272.88	500

Style	Biaya Punching	Biaya Punching (Rp /pcs)							
		Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8
so-10-592	100	5.56	5.56	6.25	6.25	8.33	8.33	5.00	5.00
152406	125	6.94	6.94	7.81	7.81	10.42	10.42	6.25	6.25
ZURY	150	8.33	8.33	9.38	9.38	12.50	12.50	7.50	7.50
256867	175	9.72	9.72	10.94	10.94	14.58	14.58	8.75	8.75
Injection	180	10.00	10.00	11.25	11.25	15.00	15.00	9.00	9.00
6424	190	10.56	10.56	11.88	11.88	15.83	15.83	9.50	9.50
Pure	250	13.89	13.89	15.63	15.63	20.83	20.83	12.50	12.50

Style	Biaya Produksi (Rp /pcs)							
	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5	Mesin 6	Mesin 7	Mesin 8
so-10-592	125.62	125.62	126.31	126.31	128.40	128.40	125.06	125.06
152406	170.28	170.28	171.15	171.15	173.75	173.75	169.59	169.59
ZURY	245.70	245.70	246.74	246.74	249.87	249.87	244.87	244.87
256867	288.73	288.73	289.95	289.95	293.59	293.59	287.76	287.76
Injection	293.62	293.62	294.87	294.87	298.62	298.62	292.62	292.62
6424	453.51	453.51	454.82	454.82	458.78	458.78	452.45	452.45
Pure	786.77	786.77	788.50	788.50	793.71	793.71	785.38	785.38

Keterangan :

BBB = Biaya Bahan Baku

Lampiran 4.

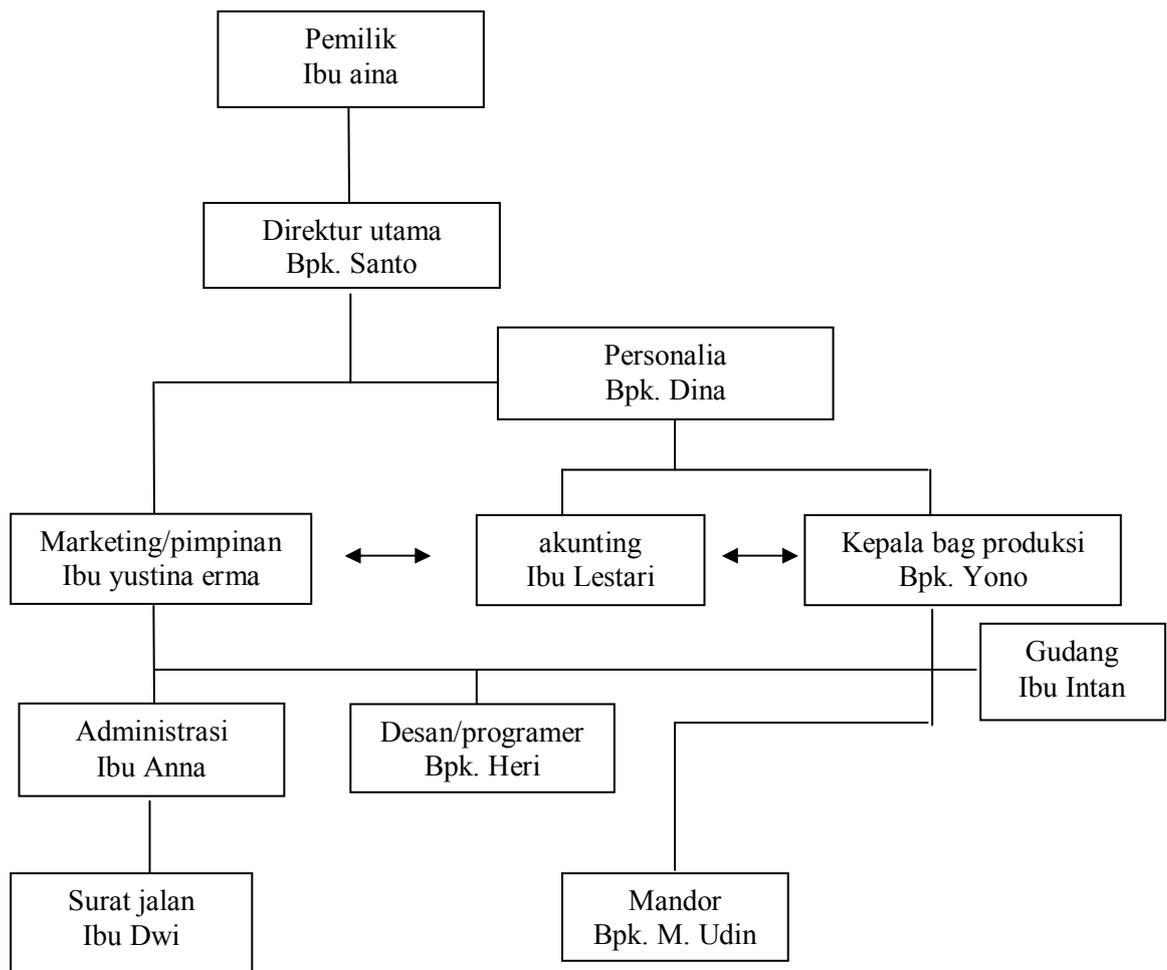
	A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 11.0 Answer Report						
2	Worksheet: [MODEL SOLVER'.xls]Sheet2						
3	Report Created: 1/11/2011 10:13:50 PM						
4							
5							
6	Target Cell (Min)						
7		Cell	Name	Original Value	Final Value		
8		\$B\$52	Biaya Produksi = (jam)	0	5,380,948		
9							
10							
11	Adjustable Cells						
12		Cell	Name	Original Value	Final Value		
13		\$B\$31	so-10-592 (pcs)	0	5184		
14		\$C\$31	so-10-592 (pcs)	0	696		
15		\$D\$31	so-10-592 (pcs)	0	0		
16		\$E\$31	so-10-592 (pcs)	0	0		
17		\$F\$31	so-10-592 (pcs)	0	0		
18		\$G\$31	so-10-592 (pcs)	0	0		
19		\$H\$31	so-10-592 (pcs)	0	3360		
20		\$I\$31	so-10-592 (pcs)	0	5760		
21		\$B\$32	152406 (pcs)	0	0		
22		\$C\$32	152406 (pcs)	0	0		
23		\$D\$32	152406 (pcs)	0	0		
24		\$E\$32	152406 (pcs)	0	0		
25		\$F\$32	152406 (pcs)	0	0		
26		\$G\$32	152406 (pcs)	0	0		
27		\$H\$32	152406 (pcs)	0	2000		
28		\$I\$32	152406 (pcs)	0	0		
29		\$B\$33	ZURY (pcs)	0	0		
30		\$C\$33	ZURY (pcs)	0	2805		
31		\$D\$33	ZURY (pcs)	0	0		
32		\$E\$33	ZURY (pcs)	0	195		
33		\$F\$33	ZURY (pcs)	0	0		
34		\$G\$33	ZURY (pcs)	0	0		
35		\$H\$33	ZURY (pcs)	0	0		
36		\$I\$33	ZURY (pcs)	0	0		
37		\$B\$34	256867 (pcs)	0	0		
38		\$C\$34	256867 (pcs)	0	0		
39		\$D\$34	256867 (pcs)	0	2304		
40		\$E\$34	256867 (pcs)	0	696		
41		\$F\$34	256867 (pcs)	0	0		
42		\$G\$34	256867 (pcs)	0	0		
43		\$H\$34	256867 (pcs)	0	0		
44		\$I\$34	256867 (pcs)	0	0		
45		\$B\$35	Injection (pcs)	0	0		
46		\$C\$35	Injection (pcs)	0	0		
47		\$D\$35	Injection (pcs)	0	0		
48		\$E\$35	Injection (pcs)	0	1000		
49		\$F\$35	Injection (pcs)	0	0		
50		\$G\$35	Injection (pcs)	0	0		
51		\$H\$35	Injection (pcs)	0	0		
52		\$I\$35	Injection (pcs)	0	0		

53	\$B\$36 6424 (pcs)	0	0			
54	\$C\$36 6424 (pcs)	0	0			
55	\$D\$36 6424 (pcs)	0	0			
56	\$E\$36 6424 (pcs)	0	0			
57	\$F\$36 6424 (pcs)	0	500			
58	\$G\$36 6424 (pcs)	0	0			
59	\$H\$36 6424 (pcs)	0	0			
60	\$I\$36 6424 (pcs)	0	0			
61	\$B\$37 Pure (pcs)	0	0			
62	\$C\$37 Pure (pcs)	0	0			
63	\$D\$37 Pure (pcs)	0	0			
64	\$E\$37 Pure (pcs)	0	126			
65	\$F\$37 Pure (pcs)	0	310			
66	\$G\$37 Pure (pcs)	0	864			
67	\$H\$37 Pure (pcs)	0	0			
68	\$I\$37 Pure (pcs)	0	0			
69						
70						
71	Constraints					
72	Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
73	\$B\$38	Jumlah Output (pcs)	5184	\$B\$38<=\$B\$25	Not Binding	1816
74	\$C\$38	Jumlah Output (pcs)	3501	\$C\$38<=\$C\$25	Not Binding	3499
75	\$D\$38	Jumlah Output (pcs)	2304	\$D\$38<=\$D\$25	Not Binding	3696
76	\$E\$38	Jumlah Output (pcs)	2017	\$E\$38<=\$E\$25	Not Binding	3983
77	\$F\$38	Jumlah Output (pcs)	810	\$F\$38<=\$F\$25	Not Binding	4690
78	\$G\$38	Jumlah Output (pcs)	864	\$G\$38<=\$G\$25	Not Binding	4636
79	\$H\$38	Jumlah Output (pcs)	5360	\$H\$38<=\$H\$25	Not Binding	2640
80	\$I\$38	Jumlah Output (pcs)	5760	\$I\$38<=\$I\$25	Not Binding	2240
81	\$J\$31	so-10-592 Output	15000	\$J\$31>=\$J\$17	Binding	0
82	\$J\$32	152406 Output	2000	\$J\$32>=\$J\$18	Binding	0
83	\$J\$33	ZURY Output	3000	\$J\$33>=\$J\$19	Binding	0
84	\$J\$34	256867 Output	3000	\$J\$34>=\$J\$20	Binding	0
85	\$J\$35	Injection Output	1000	\$J\$35>=\$J\$21	Binding	0
86	\$J\$36	6424 Output	500	\$J\$36>=\$J\$22	Binding	0
87	\$J\$37	Pure Output	1300	\$J\$37>=\$J\$23	Binding	0
88	\$B\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$B\$50<=\$B\$24	Binding	0
89	\$C\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$C\$50<=\$C\$24	Binding	0
90	\$D\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$D\$50<=\$D\$24	Binding	0
91	\$E\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$E\$50<=\$E\$24	Binding	0
92	\$F\$50	Pemakaian Waktu (jam)	21.11	\$F\$50<=\$F\$24	Not Binding	2.888888889
93	\$G\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$G\$50<=\$G\$24	Binding	0
94	\$H\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$H\$50<=\$H\$24	Binding	0
95	\$I\$50	Pemakaian Waktu (jam)	24.00	\$I\$50<=\$I\$24	Binding	0
96	\$B\$31	so-10-592 (pcs)	5184	\$B\$31=integer	Binding	0
97	\$C\$31	so-10-592 (pcs)	696	\$C\$31=integer	Binding	0
98	\$D\$31	so-10-592 (pcs)	0	\$D\$31=integer	Binding	0
99	\$E\$31	so-10-592 (pcs)	0	\$E\$31=integer	Binding	0
100	\$F\$31	so-10-592 (pcs)	0	\$F\$31=integer	Binding	0
101	\$G\$31	so-10-592 (pcs)	0	\$G\$31=integer	Binding	0
102	\$H\$31	so-10-592 (pcs)	3360	\$H\$31=integer	Binding	0
103	\$I\$31	so-10-592 (pcs)	5760	\$I\$31=integer	Binding	0
104	\$B\$32	152406 (pcs)	0	\$B\$32=integer	Binding	0
105	\$C\$32	152406 (pcs)	0	\$C\$32=integer	Binding	0
106	\$D\$32	152406 (pcs)	0	\$D\$32=integer	Binding	0
107	\$E\$32	152406 (pcs)	0	\$E\$32=integer	Binding	0
108	\$F\$32	152406 (pcs)	0	\$F\$32=integer	Binding	0
109	\$G\$32	152406 (pcs)	0	\$G\$32=integer	Binding	0

110	\$H\$32 152406 (pcs)	2000	\$H\$32=integer	Binding	0
111	\$I\$32 152406 (pcs)	0	\$I\$32=integer	Binding	0
112	\$B\$33 ZURY (pcs)	0	\$B\$33=integer	Binding	0
113	\$C\$33 ZURY (pcs)	2805	\$C\$33=integer	Binding	0
114	\$D\$33 ZURY (pcs)	0	\$D\$33=integer	Binding	0
115	\$E\$33 ZURY (pcs)	195	\$E\$33=integer	Binding	0
116	\$F\$33 ZURY (pcs)	0	\$F\$33=integer	Binding	0
117	\$G\$33 ZURY (pcs)	0	\$G\$33=integer	Binding	0
118	\$H\$33 ZURY (pcs)	0	\$H\$33=integer	Binding	0
119	\$I\$33 ZURY (pcs)	0	\$I\$33=integer	Binding	0
120	\$B\$34 256867 (pcs)	0	\$B\$34=integer	Binding	0
121	\$C\$34 256867 (pcs)	0	\$C\$34=integer	Binding	0
122	\$D\$34 256867 (pcs)	2304	\$D\$34=integer	Binding	0
123	\$E\$34 256867 (pcs)	696	\$E\$34=integer	Binding	0
124	\$F\$34 256867 (pcs)	0	\$F\$34=integer	Binding	0
125	\$G\$34 256867 (pcs)	0	\$G\$34=integer	Binding	0
126	\$H\$34 256867 (pcs)	0	\$H\$34=integer	Binding	0
127	\$I\$34 256867 (pcs)	0	\$I\$34=integer	Binding	0
128	\$B\$35 Injection (pcs)	0	\$B\$35=integer	Binding	0
129	\$C\$35 Injection (pcs)	0	\$C\$35=integer	Binding	0
130	\$D\$35 Injection (pcs)	0	\$D\$35=integer	Binding	0
131	\$E\$35 Injection (pcs)	1000	\$E\$35=integer	Binding	0
132	\$F\$35 Injection (pcs)	0	\$F\$35=integer	Binding	0
133	\$G\$35 Injection (pcs)	0	\$G\$35=integer	Binding	0
134	\$H\$35 Injection (pcs)	0	\$H\$35=integer	Binding	0
135	\$I\$35 Injection (pcs)	0	\$I\$35=integer	Binding	0
136	\$B\$36 6424 (pcs)	0	\$B\$36=integer	Binding	0
137	\$C\$36 6424 (pcs)	0	\$C\$36=integer	Binding	0
138	\$D\$36 6424 (pcs)	0	\$D\$36=integer	Binding	0
139	\$E\$36 6424 (pcs)	0	\$E\$36=integer	Binding	0
140	\$F\$36 6424 (pcs)	500	\$F\$36=integer	Binding	0
141	\$G\$36 6424 (pcs)	0	\$G\$36=integer	Binding	0
142	\$H\$36 6424 (pcs)	0	\$H\$36=integer	Binding	0
143	\$I\$36 6424 (pcs)	0	\$I\$36=integer	Binding	0
144	\$B\$37 Pure (pcs)	0	\$B\$37=integer	Binding	0
145	\$C\$37 Pure (pcs)	0	\$C\$37=integer	Binding	0
146	\$D\$37 Pure (pcs)	0	\$D\$37=integer	Binding	0
147	\$E\$37 Pure (pcs)	126	\$E\$37=integer	Binding	0
148	\$F\$37 Pure (pcs)	310	\$F\$37=integer	Binding	0
149	\$G\$37 Pure (pcs)	864	\$G\$37=integer	Binding	0
150	\$H\$37 Pure (pcs)	0	\$H\$37=integer	Binding	0
151	\$I\$37 Pure (pcs)	0	\$I\$37=integer	Binding	0

Lampiran 5.

STRUKTUR ORGANISASI CV JATIKARYA EMBROIDERY SEMARANG



Sumber : CV Jatikarya Embroidery Semarang