

**PENGUNAAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
DALAM PERENCANAAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI
BIAYA OPERASI PENGEPAKAN DAN PENYIMPANAN PRODUK
(Studi Kasus Pabrik Kecap Wie Sin Mataram, Lombok)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI SISTEM MANUFAKTUR**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :
M. FIRDIAS AULIA B.W.
NIM. 051 067 0036 – 62

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
MALANG
2009**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGUNAAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
DALAM PERENCANAAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI
BIAYA OPERASI PENGEPAKAN DAN PENYIMPANAN PRODUK
(Studi Kasus Pabrik Kecap Wie Sin Mataram, Lombok)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI SISTEM MANUFAKTUR**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**Disusun oleh :
M. Firdias Aulia B.W.
0510670036**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dra. Murti Astuti, MSIE.
NIP. 19610620 198603 2 001**

**Taufiq Basjry Tuhepaly, ST., M.MT.
NIP. 19700306 199512 1 001**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGUNAAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
DALAM PERENCANAAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI
BIAYA OPERASI PENGEPAKAN DAN PENYIMPANAN PRODUK
(Studi Kasus Pabrik Kecap Wie Sin Mataram, Lombok)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI SISTEM MANUFAKTUR**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :
M. Firdias Aulia B.W.
0510670036

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 14 Agustus 2009

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Skripsi I

Skripsi II

Ir. Marsoedi Wirohardjo, M.MT.
NIP. 19450307 197603 1 001

Ir. Mochamad Choiri, MT.
NIP. 19540104 198602 1 001

Komprehensif

Ir. Bambang Indrayadi, MT.
NIP. 19600905 198701 1 001

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Industri

Nasir Widha Setyanto, ST.,MT.
NIP. 19700914 200501 1 001

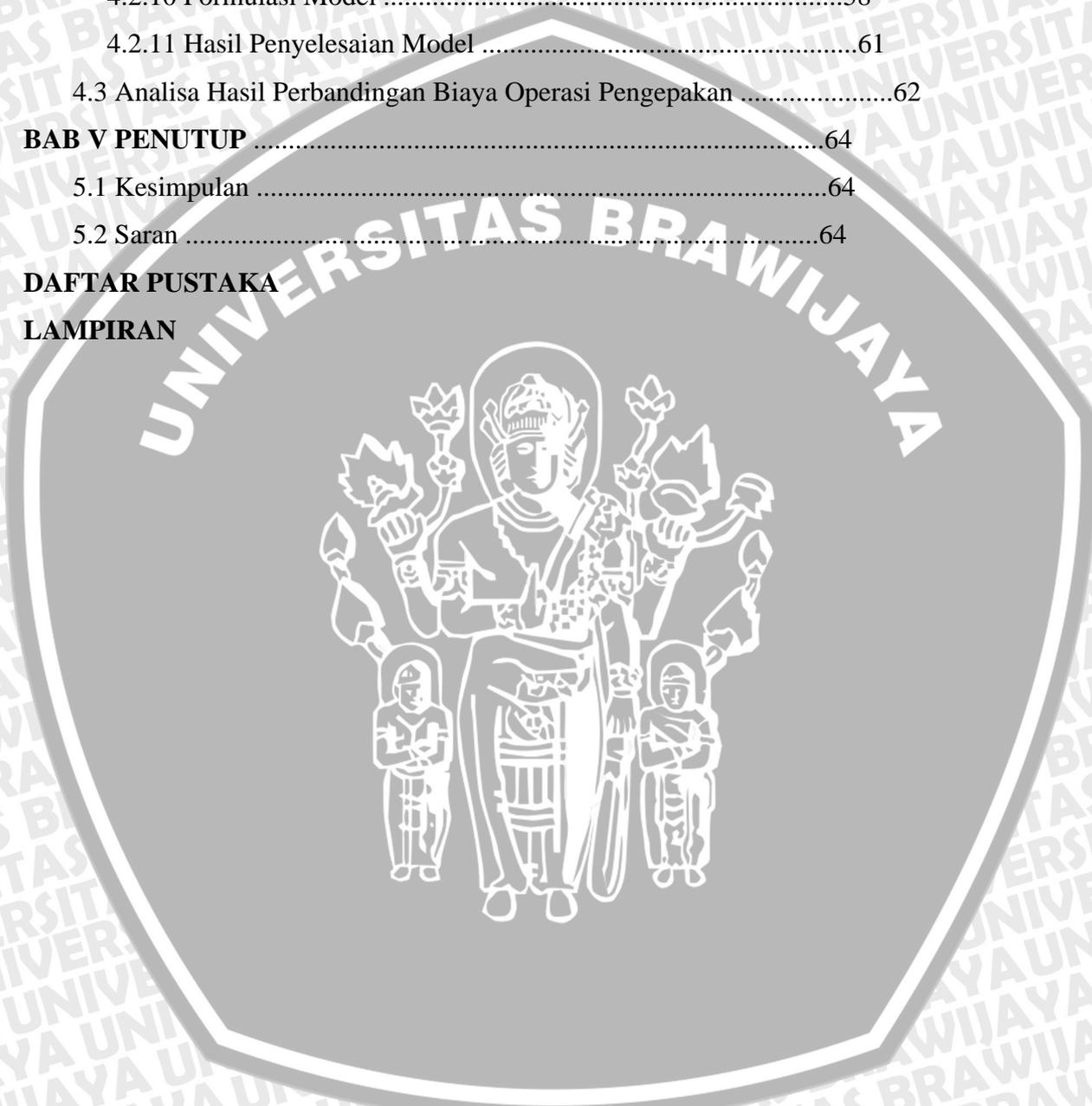


DAFTAR ISI

	halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKAS	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Asumsi – asumsi	3
1.6 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Penelitian Tentang Metode <i>Linear Programming</i>	5
2.1.2 Penelitian Tentang Perencanaan Agregat	5
2.2 Pengepakan	6
2.2.1 Kemasan (Packaging)	6
2.3 Peramalan (<i>Forecasting</i>)	7
2.3.1 Peramalan Permintaan	7
2.3.2 Pengertian dan Tujuan Peramalan	8
2.3.3 Karakteristik Peramalan Yang Baik	8
2.3.4 Sifat Hasil Peramalan	9
2.3.5 Metode - Metode Dalam Peramalan	10
2.3.6 Tahapan - Tahapan Peramalan	12
2.3.7 Ukuran Akurasi Hasil Peramalan	12
2.3.8 Metode Peramalan Yang Digunakan	16
2.4 Perencanaan Agregat (<i>Aggregate Planning</i>)	19
2.4.1 Langkah-langkah Perencanaan Agregat	20

2.4.2 Biaya-Biaya Yang Terlibat	21
2.4.3 Metode-Metode Perencanaan Agregat	23
2.5 Program Linier (Linear Programming)	23
2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan linear programming	24
2.5.2 Karakteristik Pemrograman Linear	24
2.5.3 Formulasi Model Linear Programming	25
2.5.4 Pemecahan Masalah dalam Pemrograman Linear	26
2.6 Software Yang Digunakan	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Metode Pengumpulan Data	31
3.3 Fasilitas Pengumpulan Data	32
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.5 Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Pengolahan Data	34
4.1.1 Proses Pembuatan Kecap di Pabrik Kecap “Wie Sin”	34
4.1.2 Peta Proses Operasi	35
4.1.3 Satuan Kardus	38
4.1.4 Data Permintaan Produk	38
4.1.5 Waktu Siklus Produk	39
4.1.6 Kalender Kerja	40
4.1.7 Kapasitas Jam Kerja Perlintasan	41
4.1.8 Data Biaya	41
4.1.9 <i>Safety Stock</i>	42
4.1.10 Status Persediaan	43
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Peramalan Permintaan	43
4.2.2 Hasil Peramalan Permintaan 6 Periode Yang Akan Datang	45
4.2.3 Perencanaan Agregat	46
4.2.4 Konversi Permintaan ke Satuan Jam Lintasan	47
4.2.5 Jam Lintasan Produksi Yang tersedia	48

4.2.6 Perhitungan Biaya Operasi Yang Diterapkan Di Perusahaan	49
4.2.7 Perencanaan Agregat Dengan <i>Linear Programming</i>	50
4.2.8 Perhitungan Safety Stock	54
4.2.9 Parameterisasi	57
4.2.10 Formulasi Model	58
4.2.11 Hasil Penyelesaian Model	61
4.3 Analisa Hasil Perbandingan Biaya Operasi Pengepakan	62
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Pemenuhan Permintaan dan Produksi Pada Operasi Pengepakan Produk Kecap Tahun 2008	2
Tabel 4.1	Satuan Kardus.....	38
Tabel 4.2	Data permintaan kecap untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008(Dalam Kardus).....	38
Tabel 4.3	Perhitungan Waktu Siklus Botol Kaca	39
Tabel 4.4	Perhitungan Waktu Siklus Botol Plastik	40
Tabel 4.5	Kalender Kerja Bulan Januari – Juni 2009	40
Tabel 4.6	Kapasitas jam kerja per lintasan yang tersedia pada bulan Januari – Juni 2009	41
Tabel 4.7	Biaya Simpan	42
Tabel 4.8	Data <i>Safety Stock</i>	43
Tabel 4.9	Data Persediaan Awal Produk Jadi.....	43
Tabel 4.10	Data permintaan kecap untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008(Dalam Kardus)	44
Tabel 4.11	Hasil peramalan yang dipilih untuk perencanaan 6 periode kedepan(Dalam Kardus)	46
Tabel 4.12	Perhitungan Jumlah Yang Diproduksi Dalam Satuan Kardus	47
Tabel 4.13	Jumlah Yang Diproduksi Dalam Jam Lintasan	48
Tabel 4.14	Jam Lintasan Produksi Yang Tersedia	48
Tabel 4.15	Perencanaan Agregat untuk kapasitas produksi Kecap Wie Sin Yang diterapkan Di Perusahaan	49
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Biaya Operasi Proses Pengepakan Kecap Wie Sin	50
Tabel 4.17	Perhitungan <i>Safety Stock</i> (Dalam Satuan Kardus)	56
Tabel 4.18	Tabel Kebutuhan Produksi Kecap Wie Sin Setelah Memperhitungkan <i>Safety Stock</i>	57
Tabel 4.19	Kebutuhan produksi setelah memperhitungkan <i>safety stock</i>	57
Tabel 4.20	Kapasitas jam kerja per lintasan yang tersedia pada bulan Januari – Juni 2009	57
Tabel 4.21	Biaya Simpan	58
Tabel 4.22	<i>Safety Stock</i>	58
Tabel 4.23	Hasil Perhitungan Rencana Produksi Pabrik Kecap Wie Sin Mataram	61

Tabel 4.24 Penambahan, Pengurangan dan Jumlah Tenaga Kerja61

Tabel 4.25 Inventory Kecap Wie Sin Tiap Periode62

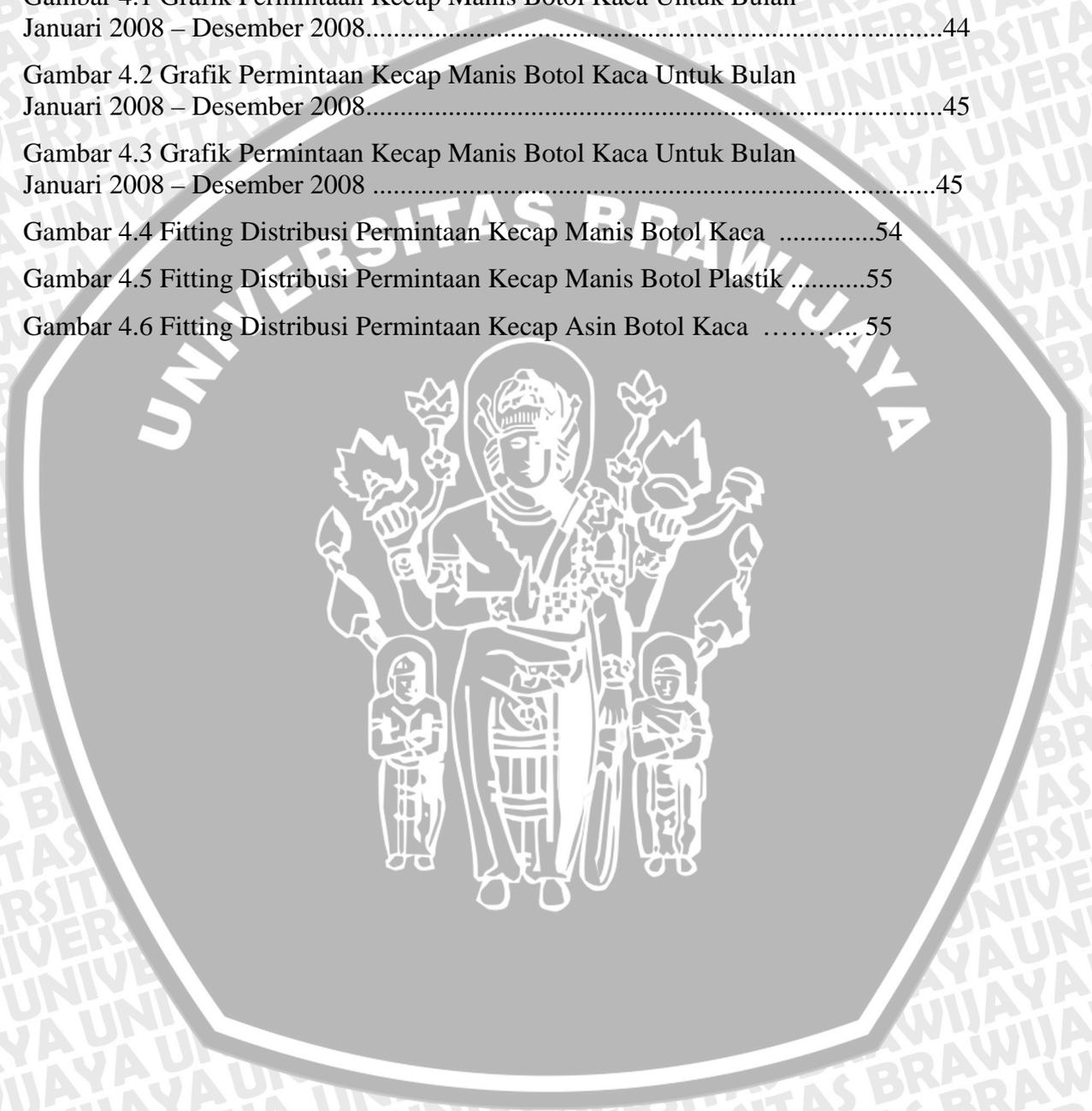
Tabel 4.26 Biaya Operasi Proses Pengepakan Pabrik Kecap Wie Sin62

Tabel 4.27 Perbandingan Biaya Operasi Pengepakan Metode Awal Dengan Metode Usulan63



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tampilan Awal Modul <i>Forecasting</i>	27
Gambar 2.2	Tampilan Awal Modul <i>Linear Programming</i>	28
Gambar 4.1	Grafik Permintaan Kecap Manis Botol Kaca Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008.....	44
Gambar 4.2	Grafik Permintaan Kecap Manis Botol Kaca Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008.....	45
Gambar 4.3	Grafik Permintaan Kecap Manis Botol Kaca Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008	45
Gambar 4.4	Fitting Distribusi Permintaan Kecap Manis Botol Kaca	54
Gambar 4.5	Fitting Distribusi Permintaan Kecap Manis Botol Plastik	55
Gambar 4.6	Fitting Distribusi Permintaan Kecap Asin Botol Kaca	55



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Gambar Proses Pembuatan Kecap	66
Lampiran 2.	Hasil Peramalan Produk Kecap	69
Lampiran 3.	Hasil <i>Linear Programming</i>	118



RINGKASAN

M. Firdias Aulia B.W., Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2009, *Penggunaan Metode Linear Programming Dalam Perencanaan Produksi Untuk Meminimasi Biaya Operasi Pengepakan Dan Penyimpanan Produk*. Dosen Pembimbing Dra. Murti Astuti, MSIE. Dan Taufiq Basjry Tuhepaly, ST.,M.MT.

Pabrik Kecap Wie Sin Mataram merupakan pabrik kecap lokal yang mampu bersaing dengan kecap-kecap yang berasal dari Jawa. Adapun hasil produksi perusahaan kecap dengan kemasan berupa produk kecap manis Wie Sin botol kaca, kecap manis Wie Sin botol plastik dan Kecap asin Wie Sin botol kaca.

Pada saat ini pabrik kecap lokal mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang meningkat. Untuk pemenuhan permintaan yang berfluktuasi sangat bergantung pada kemampuan perusahaan pada operasi pengepakan karena pada proses pengepakan dapat dihitung berapa produk yang dapat dihasilkan dalam sehari. Masalah yang timbul adalah sebagian besar permintaan produk dikerjakan dengan *overtime* sehingga menimbulkan biaya operasi pengepakan yang tinggi. Sehingga dibutuhkan perencanaan produksi yang optimal untuk meminimasi biaya operasi pengepakan dan penyimpanan produk dengan mempergunakan sumber daya yang tersedia secara maksimal.

Pada penelitian ini akan membandingkan metode yang digunakan perusahaan dengan metode usulan (*linear programming*). Untuk peramalan kedepan digunakan metode *time series*. Peramalan dibuat untuk perencanaan 6 bulan kedepan. Untuk metode usulan atau *linear programming* melakukan penambahan 1 lintasan atau penambahan 5 orang karena 1 lintasan terdapat 5 orang. Dengan metode usulan ini dapat mengurangi total biaya operasi pengepakan mengalami penurunan sebesar 11,11 %.

Kata Kunci : *Perencanaan produksi, Time Series, Overtime, Linear Programming.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu hal penting setelah produk olahan dibuat adalah memasarkannya. Untuk memudahkan pemasaran maka diperlukan penataan produk sedemikian rupa sehingga mudah didistribusikan. Penataan produk ini salah satunya yang paling penting adalah pengepakan/pengemasan menurut ukuran dan bentuk-bentuk tertentu sehingga memudahkan penyusunan dan pengangkutan produk (Suharyanto, 2007)

Dalam memasarkannya perusahaan harus mampu membuat perencanaan produksi yang tepat untuk memenuhi permintaan konsumen dimana dalam operasi pengepakan didapat produk akhir yang diterima atau dinikmati oleh konsumen. Maka dari itu operasi pengepakan harus optimal dalam pemenuhan permintaan konsumen.

Pabrik Kecap Wie Sin Mataram merupakan pabrik kecap lokal yang mampu bersaing dengan kecap-kecap yang berasal dari Jawa. Adapun hasil produksi perusahaan kecap dengan kemasan berupa produk kecap manis Wie Sin botol kaca, kecap manis Wie Sin botol plastik dan Kecap asin Wie Sin botol kaca. .

Pada saat ini Pabrik Kecap Lokal mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang meningkat. Untuk pemenuhan permintaan yang berfluktuasi sangat bergantung pada kemampuan perusahaan pada operasi pengepakan karena pada proses pengepakan dapat dihitung berapa produk yang dapat dihasilkan dalam sehari. Adapun langkah –langkah untuk pemenuhan tersebut diantaranya adalah apabila permintaan naik perusahaan meningkatkan kapasitas produksi dengan menambah jam lembur dan apabila permintaan turun perusahaan mengalokasikan pekerja yang ada ke pekerjaan non produksi. Hal ini dapat kita lihat pada tabel 1.1 Pemenuhan permintaan dan produksi pada operasi pengepakan yang menunjukkan bahwa sebagian besar penentuan kebutuhan tersebut dilakukan dengan *overtime*.

Dengan tindakan diatas akibatnya apabila menggunakan *overtime* berlebihan akan menambah biaya *overtime*. Dimana diketahui gaji lembur pekerja besarnya 150% dari gaji pekerja reguler .Hal ini menyebabkan tingginya gaji lembur pekerja pada operasi pengepakan. Untuk itu dibutuhkan perencanaan produksi pada operasi pengepakan yang tepat sehingga dapat meminimalkan biaya operasi pengepakan.

Tabel 1.1 Pemenuhan Permintaan dan Produksi Pada Operasi Pengepakan
Produk Kecap Tahun 2008

Bulan	Jumlah Permintaan Produk Kecap (kardus)	Produksi Reguler (kardus)	Produksi Overtime (kardus)
Januari	5055	4762	293
Februari	5300	4762	538
Maret	5179	4762	417
April	5677	4762	915
Mei	5470	4762	708
Juni	5437	4762	675
juli	5537	4762	775
Agustus	5313	4762	551
September	5682	4762	920
Oktober	5492	4762	730
November	5228	4762	466
Desember	5688	4762	926

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

Teknik perencanaan produksi bisa dilakukan dengan menggunakan model matematika pada komputer seperti *Linear Programming*, pada *software* WIN QSB dengan teknik komputasi ini perusahaan dapat menentukan perencanaan produksinya Dimana dalam kebijaksanaannya melibatkan banyak sasaran guna meminimalkan biaya operasi pengepakan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, ada beberapa masalah yang dapat diidentifikasi. Masalah-masalah tersebut antara lain :

1. Permintaan yang berfluktuasi menyebabkan ketidakseimbangan produksi
2. Tingginya jam lembur pada operasi pengepakan yang diakibatkan ketidakmampuan perusahaan mengantisipasi permintaan yang berfluktuasi

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

”Bagaimana perencanaan produksi yang optimal untuk meminimalkan biaya operasi pengepakan produk dengan menggunakan metode *Linear Programming*”

1.4 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan dan kompleksnya permasalahan yang dikaji, maka batasan masalah yang digunakan adalah :

1. Data yang digunakan dari bulan Januari 2008 sampai Desember 2008
2. Proses produksi / operasi yang diamati hanya pada proses pengepakan, mulai dari pembersihan botol kaca, pengisian kebotol kaca dan plastik sampai pengepakan.
3. Kebijakan perusahaan dalam kegiatan operasional seperti proses produksi, jam kerja reguler yang tersedia dan batas jam kerja *overtime* tidak mengalami perubahan
4. Fasilitas produksi baik mesin dan tenaga kerja selama proses pengkajian tidak mengalami perubahan
5. Hanya membahas biaya tenaga kerja proses pengepakan dan biaya penyimpanan produk

1.5 Tujuan Penelitian

Merencanakan produksi yang mampu memperkecil biaya operasi pengepakan produk dengan perencanaan jumlah tenaga kerja yang optimal dan pemanfaatan jam lembur seminimal mungkin.

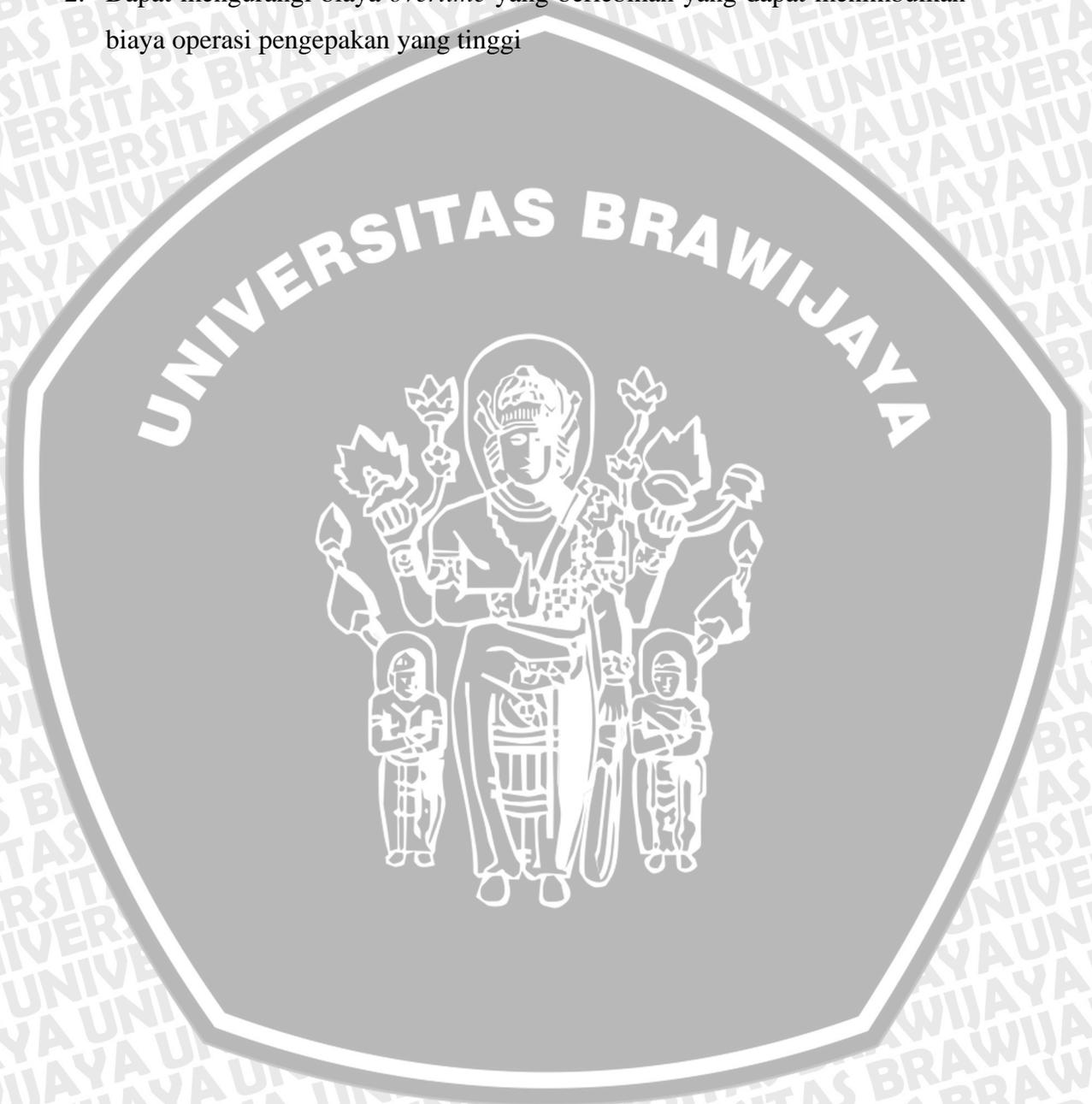
1.6 Asumsi-asumsi

1. Biaya-biaya produksi, tenaga kerja dan semua hal-hal yang berkaitan dianggap tetap dan telah diketahui dari data yang diperoleh dari perusahaan.
2. Pasokan bahan baku diasumsikan lancar.
3. Biaya-biaya dan parameter yang terkait dalam penelitian ini diasumsikan linear

1.7 Manfaat Penelitian

Dari penulisan skripsi ini diharapkan mendapat manfaat sebagai berikut:

1. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat meningkatkan produktivitas perusahaan baik keseimbangan produk dan tenaga kerja
2. Dapat mengurangi biaya *overtime* yang berlebihan yang dapat menimbulkan biaya operasi pengepakan yang tinggi



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Penelitian Tentang Metode *Linear Programming*

Holder (2001) dalam penelitiannya membuat sebuah model *linear programming* dari masalah maksimasi keuntungan yang ingin dicapai. Perusahaan yang ditelitinya adalah sebuah perusahaan minyak goreng yang ingin mengoptimalkan keuntungan dengan memperhitungkan bahan baku, pembelian yang harus dilakukannya, penggunaan perusahaan dan kapasitas gudang yang tersedia untuk menampung bahan baku dan barang jadi. Dalam model yang dibuatnya untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan model maksimasi keuntungan.

Nemheuser (2000) mengadakan penelitian mengenai cara perumusan *constraint* dalam sebuah kasus *linear programming*. Dalam tulisannya yang berjudul *Constraint Classification for Mixed Integer Programming Formulations* didapatkan cara-cara untuk merumuskan *constraint* dalam berbagai kondisi yang dihadapi peneliti. Mengapa Nemheuser tertarik untuk meneliti masalah perumusan *constraint*, karena menurutnya dalam formulasi masalah menggunakan *linear programming*, penentuan *constraint* sangat besar pengaruhnya pada keberhasilan perhitungan. Jika salah tanda atau salah menentukan fungsi *constraint* maka akan berakibat sangat fatal, yaitu didapatnya hasil perhitungan yang salah. Sehingga jika hasil perhitungan itu diterapkan ke dalam dunia nyata, maka akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dimana formulasi itu diterapkan.

2.1.2 Penelitian Tentang Perencanaan Agregat

Penelitian tentang perencanaan agregat sebelumnya telah dilakukan oleh Ahmad Muttaqin (2005). Masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah pengaturan lembur jika terjadi permintaan yang meningkat dan pengaturan inventori jika terjadi permintaan yang turun, dan disinilah pentingnya rencana agregat untuk memanfaatkan dan mengatur sumber daya tadi seoptimal mungkin dengan kisaran waktu perencanaan jangka menengah. *Linear Programming* adalah salah satu teknik perencanaan agregat yang digunakan untuk merencanakan dan membuat keputusan

tentang pengalokasian sumber-sumber daya yang optimum guna meminimumkan total biaya produksi.

Dari hasil analisis data dapat disimpulkan, dengan menggunakan metode Linear Programming dihasilkan penghematan sebesar 12.9% terhadap total biaya produksi.

Biaya yang ditekan terutama pada biaya produksi lembur dan biaya simpan digudang. Untuk analisa sensitivitas koefisien variable keputusan (biaya produk, biaya jam kerja reguler dan lembur, biaya inventori) dalam fungsi tujuan selama masih dalam range yang diijinkan tidak merubah keputusan optimal, tetapi masih akan mengubah nilai Z (total biaya produksi) fungsi tujuan. Untuk analisa sensitivitas nilai kanan fungsi tujuan jika slack-nya $\neq 0$, maka perubahan kenaikan atau penurunan nilainya selama masih dalam range tidak akan menhubahkan keputusan optimal.

2.2 Pengepakan

Salah satu hal penting setelah produk olahan dibuat adalah memasarkannya. Untuk memudahkan pemasaran maka diperlukan penataan produk sedemikian rupa sehingga mudah didistribusikan. Penataan produk ini salah satunya yang paling penting adalah pengepakan/pengemasan menurut ukuran dan bentuk-bentuk tertentu sehingga memudahkan penyusunan dan pengangkutan produk (Suharyanto, 2007)

2.2.1 Kemasan (Packaging)

Pengertian kemasan (packaging) menurut Natoradjo (1972) adalah cara-cara pembungkusan suatu produk agar menarik serta dilakukan untuk tujuan memudahkan penjualan dan bukan untuk memudahkan pengangkutan dan penyimpanan. Sedangkan pengertian packaging diartikan sebagai pengepakan kerangka yang diperlukan untuk pengangkutan atau penyimpanan barang atau produk.

Stanton et al. (1991) mengemukakan bahwa kemasan bisa berperan sebagai suatu alat pemasaran, dikarenakan:

- Sebagai Swalayan (*Self Services*)

Banyaknya jumlah produk yang dijual di pasaran membuat para konsumen bisa mengambil sendiri produk yang dibutuhkannya. Oleh karena itu kemasan bisa berperan dalam proses penjualan. Hal-hal yang

mempengaruhinya adalah kemasan harus menarik, bisa menimbulkan suatu ciri pada produk, bisa meyakinkan konsumen, dan dapat memberi kesan yang menyeluruh secara menguntungkan.

- **Kemakmuran Konsumen (*Consumer Offluence*)**

Bisa meningkatkan kepercayaan konsumen, hal ini berarti konsumen akan bersedia membayar lebih mahal bagi kemudahan, penampilan serta prestise kemasan.

- **Membangun citra perusahaan dan merek (*Company and brand image development*)**

Mengembangkan kemasan yang inovatif, yang mana bernamfaat bagi pembeli dan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

2.3 Peramalan (*Forecasting*)

Metode Peramalan adalah suatu teknik memperkirakan keadaan atau situasi yang akan datang. Metode peramalan merupakan suatu perangkat penting dalam bidang manajerial, dimana dengan peramalan akan mengurangi resiko kesalahan dalam aktivitas pengambilan keputusan (Awat, 1990 : 5).

2.3.1 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan adalah merupakan kegiatan penyusunan peramalan tentang perkembangan permintaan suatu produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan pada waktu tertentu di masa yang akan datang. Peramalan sangat penting karena merupakan landasan kerja pada suatu perusahaan dan sebagai pedoman dalam melakukan aktivitas pengendalian persediaan, sehingga persediaan bahan baku atau produk tidaklah terlalu besar atau terlalu kecil yang akan memperbesar biaya simpan. Selain itu perusahaan dapat mengetahui kemungkinan aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan dikemudian hari sehingga dapat membantu dalam hal perencanaan, penjadwalan produksi dan perencanaan tenaga kerja (Awat, 1990 : 6).

2.3.2 Pengertian dan Tujuan Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang atau jasa (Nasution, 1999 : 21).

Berdasarkan horison pelaksanaan waktunya, peramalan dapat dikelompokkan dapat dikelompokkan dalam tiga macam, yaitu:

1. Peramalan Jangka pendek (≤ 3 bulan)
2. Peramalan Jangka Menengah (4-24 bulan)
3. Peramalan Jangka panjang (≥ 24 bulan)

Tujuan dari peramalan adalah dapat menetapkan berbagai kebijakan sesuai dengan hasil ramalan. Apabila hasil ramalan itu menunjukkan bahwa permintaan pasar akan produk perusahaan meningkat, maka perlu ditetapkan berbagai kebijakan mengenai : Pengadaan bahan baku, Penarikan tenaga kerja, penambahan kapasitas pabrik dan penggudangan, armada angkutan, pembelanjaan dan sebagainya.

2.3.3 Karakteristik Peramalan Yang Baik

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, antara lain akurasi, biaya, dan kemudahan. Penjelasan dari kriteria-kriteria tersebut adalah sebagai berikut (Nasution, 1999 : 24) :

1. Akurasi

Akurasi dari suatu hasil peramalan diukur dengan kebiasaan dan kekonsistensian peramalan tersebut. Hasil peramalan dikatakan bias bila peramalan tersebut terlalu tinggi atau terlalu rendah dibandingkan dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relatif kecil. Peramalan yang terlalu rendah akan mengakibatkan kekurangan persediaan, sehingga permintaan konsumen tidak dapat dipenuhi segera, akibatnya adalah perusahaan dimungkinkan kehilangan pelanggan dan kehilangan keuntungan penjualan. Peramalan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penumpukan persediaan sehingga banyak modal yang terserap sia-sia. Keakuratan dari hasil

peramalan ini berperan penting dalam menyeimbangkan persediaan yang ideal (meminimasi penumpukan persediaan dan memaksimalkan tingkat pelayanan).

2. Biaya.

Biaya yang diperlukan dalam pembuatan suatu peramalan adalah tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan, dan metode peramalan yang dipakai. Ketiga faktor pemicu biaya tersebut akan mempengaruhi berapa banyak data yang dibutuhkan, bagaimana pengolahan datanya (manual atau komputerisasi), bagaimana penyimpanan datanya dan siapa tenaga ahli yang diperbantukan. Pemilihan metode peramalan, harus disesuaikan dengan dana yang tersedia dan tingkat akurasi yang didapat, misalnya item-item yang penting akan diramalkan dengan metode yang sederhana dan murah.

3. Kemudahan

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan. Percuma apabila memakai metode yang canggih, tetapi tidak dapat diaplikasikan pada sistem perusahaan karena keterbatasan dana, sumberdaya manusia, maupun peralatan teknologi.

2.3.4 Sifat Hasil Peramalan

Dalam membuat peramalan atau menerapkan hasil suatu peramalan, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu (Nasution, 1999 : 24) :

1. Peramalan pasti mengandung unsur kesalahan, artinya peramal hanya bisa mengurangi ketidakpastian yang akan terjadi, tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang beberapa ukuran kesalahan, artinya karena peramalan pasti mengandung kesalahan, maka ada penting bagi peramal untuk menginformasikan seberapa besar kesalahan yang mungkin terjadi.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang. Hal ini disebabkan karena ada peramalan jangka pendek, faktor-

faktor yang mempengaruhi permintaan relatif masih konstan, sedangkan senakin panjang periode peramalan, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan.

2.3.5 Metode - Metode Dalam Peramalan

Secara umum, peramalan diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu (Nasution, 1999 : 27) :

1. Peramalan yang bersifat subyektif
2. Peramalan yang bersifat obyektif

Perbedaan antara kedua macam peramalan ini didasarkan pada cara mendapatkan nilai-nilai ramalan. Peramalan subyektif lebih menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi , pendapat pribadi seseorang, dan intuisi yang meskipun kelihatannya kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang baik. Peramalan subyektif ini akan diwakili oleh metode delphi dan metode penelitian pasar.

1. Metode *Delphi*

Metode ini merupakan cara sistematis untuk mendapatkan keputusan bersama dari satu grup yang terdiri dari para ahli dan berasal dari disiplin yang berbeda. Grup ini tidak bertemu secara bersama dalam satu forum untuk berdiskusi, tetapi mereka diminta pendapatnya secara terpisah dan tidak boleh saling berunding. Hal ini dilakukan untuk menghindari pendapat yang bias karena pengaruh kelompok. Pendapat yang berbeda secara signifikan dari ahli yang lain dalam grup tersebut akan ditanyakan lagi kepada yang bersangkutan, sehingga akhirnya diperoleh angka estimasi pada interval tertentu yang dapat diterima. Metode *Delphi* ini dipakai dalam peramalan teknologi yang sudah digunakan dalam pengoperasian jangka panjang. Selain itu, metode ini juga bermanfaat dalam pengembangan produk baru, pengembangan kapasitas produksi, penerobosan ke segmen baru dan strategi keputusan bisnis lainnya.

2. Metode Penelitian Pasar

Metode ini mengumpulkan dan menganalisa fakta secara sistematis pada bidang yang berhubungan dengan pemasaran. Salah satu teknik utama dalam

penelitian pasar ini adalah survei konsumen. Survei konsumen akan memberikan informasi mengenai selera yang diharapkan konsumen, dimana informasi tersebut diperoleh dari sampel dengan cara kuesioner. Penelitian pasar sering digunakan dalam merencanakan produk baru, sistem periklanan dan promosi yang tepat. Hasil dari penelitian pasar ini kadang-kadang juga dipakai sebagai dasar peramalan permintaan produk baru.

Peramalan Obyektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik yang menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Selain itu, peramalan obyektif juga mengamsusikan bahwa tingkat keerratan dan macam dari hubungan antara variabel-variabel bebas dengan permintaan yang terjadi pada masa lalu akan berulang juga pada masa yang akan datang. Peramalan obyektif ini terdiri dari atas dua metode, yaitu metode intrinsik dan metode ekstrinsik (Nasution, 1999 : 27).

1. Metode Intrinsik.

Metode ini membuat peramalan hanya berdasarkan proyeksi permintaan historis tanpa mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi besarnya pemintaan. Metode ini hanya cocok untuk peramalan jangka pendek pada kegiatan produksi, dimana dalam rangka pengendalian produksi dan pengendalian persediaan bahan baku seringkali perusahaan harus melibatkan banyak item yang berbeda. Hal ini tentu membosankan, sehingga memerlukan metode-metode peramalan yang mudah dan murah. Metode intrinsik akan diwakili oleh analisis deret waktu (*Time Series*).

2. Metode Ektrinsik

Metode ini mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin dapat mempengaruhi besarnya permintaan dimasa datang dalam model peramalannya. Metode ini lebih cocok untuk peramalan jangka panjang karena dapat menunjukkan hubungan sebab akibat yang lebih jelas dalam hasil peramalannya sehingga disebut metode kausal dan dapat memprediksikan titik-titik perubahan. Kelemahan dari metode ini adalah dalam hal mahalnnya biaya aplikasinya dan frekwensi perbaikan hasil peramalan yang rendah karena sulitnya menyediakan informasi perubahan

faktor-faktor eksternal yang terukur. Metode ekstrinsik banyak dipakai untuk peramalan pada tingkat agregat. Metode ini akan diwakili oleh metode regresi.

2.3.6 Tahapan - Tahapan Peramalan

Pada dasarnya terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen permintaan, yaitu (Gaspersz, 2005 : 74) :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item Independent demand yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, atau panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasi hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

2.3.7 Ukuran Akurasi Hasil Peramalan

Ukuran hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ada beberapa ukuran yang biasa digunakan, yaitu (Awat, 1990 : 7) :

1. Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation – MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2.1)$$

Dimana : A_t : Permintaan aktual pada periode-t

F_t : Peramalan permintaan (Forecast) pada periode-t

n : Jumlah periode yang terlibat

2. Jumlah Kesalahan Kuadrat (*Sum Of Square error* – SSE)

SSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode. Secara sistematis, SSE dirumuskan sebagai berikut:

$$SSE = \sum (A_t - F_t)^2 \quad (2.2)$$

3. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error* – MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.3)$$

4. Rata-rata Keasalahan Peramalan (*Mean Forecast Error* – MFE)

MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis, MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \frac{\sum (A_t - F_t)}{n} \quad (2.4)$$

5. Rata-Rata Kesalahan Persentase (*Mean Percentage Error* – MPE)

Secara sistematis, MPE dirumuskan sebagai berikut:

$$MPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \frac{(A_t - F_t)}{A_t} \quad (2.5)$$

6. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error* – MAPE)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| \frac{(A_t - F_t)}{A_t} \right| \quad (2.6)$$

Contoh:

Suatu data permintaan aktual produk "X" dibandingkan hasil peramalannya diketahui seperti yang tercantum pada tabel dibawah ini. Hitunglah MAD, MSE, MAPE, dan MFE-nya

Jawab :

Permintaan Aktual	Ramalan	Deviasi	Deviasi Absolute	Kuadrat Kesalahan	Persentase Kesalahan	Persentase Kesalahan Absolute
A	F	A-F	IA-FI	(A-F) ²	(A-F/A)100	IA-F/A 100
120	125	-5	5	25	-4.17	4,17
130	125	5	5	25	3.85	3,85
110	125	-15	15	225	-13.64	13,64
140	125	15	15	225	10.71	10,71
110	125	-15	15	225	-13.64	13,64
130	125	5	5	25	3.85	3,85
	Total	-10	60	750	-13.04	49,86

$$MAD = \frac{60}{6} = 10$$

$$SSE = 750$$

$$MFE = -\frac{10}{6} = -1,67$$

$$MSE = \frac{750}{6} = 125$$

$$MPE = -\frac{13.04}{6} = 2,17 \%$$

$$MAPE = 49,86/6 = 8,31 \%$$

Model yang terbaik adalah model yang mempunyai ukuran akurasi yang terkecil

2.3.8 Metode Peramalan Yang Digunakan

Secara umum yang dimaksud dengan metode peramalan adalah suatu teknik analisa untuk meramalkan/memperkirakan keadaan masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lampau. Adapun metode peramalan yang digunakan adalah (Nasution, 1999 : 29) :

2.3.8.1 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisa Deret Waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut terdiri dari komponen-komponen Trend (T), Siklus / Cycle (C), Pola Musiman / Season (S), dan variasi acak / Random (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Komponen-komponen tersebut kemudian dipakai sebagai dasar dalam membuat persamaan matematis. Analisa Deret Waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan dimasa lalunya cukup konsisten dalam periode waktu yang lama, sehingga diharapkan pola tersebut masih akan berlanjut.

Permintaan dimasa lalu pada analisa deret waktu akan dipengaruhi keempat komponen utama T, C, S, R. Penjelasan tentang komponen tersebut adalah sebagai berikut (Nasution, 1999 : 29) :

1. *Trend* / Kecenderungan (T).

Trend merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.

2. Siklus / *Cycle* (C).

Permintaan suatu produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan dalam peramalan jangka pendek. Pola ini amat berguna untuk peramalan jangka menengah atau jangka panjang.

3. Pola Musiman / *Season* (S).

Fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik turun disekitar garis trend dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.

4. Variasi Acak / *Random* (R).

Permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu. Variasi acak ini diperlukan dalam rangka menentukan persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan persediaan bila terjadi lonjakan permintaan.

Beberapa model dalam permalan *Time Series* adalah sebagai berikut :

1. Rata – Rata Bergerak (*Moving Average – MA*)

Moving Average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru. Tujuan utama dari penggunaan teknik MA ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu.. Secara matematis, maka MA dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999 : 30) :

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N} \quad (2.7)$$

Dimana :

A_t = Permintaan aktual pada periode – t

N = Jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan MA

Karena data aktual yang dipakai untuk perhitungan MA berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang paling terdahulu, maka:

$$MA_t = MA_{t-1} + \frac{A_t + A_{t-N}}{N} \quad (2.8)$$

2. Rata – Rata Bergerak Dengan Bobot (*Weighted Moving Average – WMA*)

WMA hampir sama dengan MA, bedanya WMA memiliki bobot. Secara matematis, maka WMA dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999 : 32) :

$$WMA = \frac{\sum W_t \cdot A_t}{\sum W_t} \quad (2.9)$$

Dimana :

W_t = Bobot permintaan aktual pada periode – t

A_t = Permintaan aktual pada periode – t

3. Metode Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing Methods*)

Metode penghalusan exponential merupakan pengembangan dari persamaan pada rata-rata bergerak. Rumus yang digunakan dalam metode Exponential Smoothing ini adalah (Awat, 1990 : 25) :

a. Penghalusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing*)

$$F_t = F_{t-1} + k (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.10)$$

Dimana :

F_t = Nilai ramalan untuk periode waktu – t

F_{t-1} = Nilai ramalan untuk satu periode yang lalu, t – 1

A_{t-1} = Nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu, t – 1

k = Konstanta pemulusan ($0 < k < 1$)

b. Penghalusan Eksponensial Ganda (*Double Exponential Smoothing*)

$$S'_t = kA_t + (1 - k) S'_{t-1} \quad (2.11)$$

$$S''_t = kS'_t + (1 - k) S''_{t-1} \quad (2.12)$$

Dimana :

S'_t = Nilai penghalusan exponential tunggal pada periode – t

S''_t = Nilai penghalusan exponential ganda pada periode – t

$$a_t = 2 S'_t - S''_t \quad (2.13)$$

$$b_t = \frac{k}{1 - k} (S'_t - S''_t) \quad (2.14)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.15)$$

Dimana :

a_t = Perhitungan perbedaan antara nilai kedua exponential pada periode – t

b_t = Perhitungan faktor yang memiliki persamaan ukuran

k = Konstanta pemulusan

F_t = Nilai ramalan untuk periode waktu – t

m = Periode yang akan diramalkan

4. Pemulusan Eksponensial Dengan Unsur Stasioner, Trend dan Musiman
(Metode Winter)

Metode winter didasarkan atas tiga persamaan yaitu persamaan untuk unsur penyesuaian stasioner, satu persamaan untuk unsur penyesuaian trend dan satu persamaan untuk penyesuaian musiman. Salah satu masalah dalam penggunaan metode winter ini adalah penentuan nilai α , β , dan γ yang akan meminimumkan nilai MSE dan MAPE.

a. Metode Winter Dengan *Trend*

Metode winter menggunakan trend dari holt, dimana model ini dimulai dengan perkiraan trend sebagai berikut (Nasution, 1999:36):

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \tag{2.16}$$

Dimana :

β = Konstanta pecahan

T_t = Perkiraan trend pada periode t

F_t = Rata-rata eksponensial pada periode t

Langkah kedua adalah menghitung rata-rata eksponensial :

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \tag{2.17}$$

Dimana

α = Konstanta pemulusan

Maka peramalan baru akan melibatkan rata-rata eksponensial ditambah trend, sehingga:

$$F_{t+1} = F_t + T_t \tag{2.18}$$

b. Metode winter dengan Faktor Musiman

Model winter yang memasukkan trend dan faktor pemulusan trend secara lengkap adalah (Nasution, 1999:38):

$$F_t = \alpha \frac{D_t}{L_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \tag{2.19}$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \tag{2.20}$$

$$l_t = \gamma \frac{D_t}{F_t} + (1 - \gamma)l_{t-m} \tag{2.21}$$

$$f_{t+1} = (F_t + T_t)l_{t+1-m} \tag{2.22}$$



Dimana :

I = Indeks

m = Jumlah periode

γ = Konstanta pemulusan

2.3.8.2 Metode Peramalan Regresi Linear

Metode regresi linear ini memiliki bentuk trend garis lurus dan mempunyai persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999 : 44) :

$$Y = a + b.x \quad (2.23)$$

Dimana :

Y = Perkiraan permintaan

x = Variable bebas yang mempengaruhi y

a = Nilai tetap y apabila x = 0 (merupakan perpotongan dengan sumbu y)

b = Drajat kemiringan persamaan garis regresi

untuk menghitung nilai a dan b digunakan rumus:

$$a = \frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \quad (2.24)$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - [(\sum x_i)(\sum y_i)]}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.25)$$

2.4 Perencanaan Agregat (*Aggregate Planning*)

Perencanaan agregat adalah kemampuan produksi dalam menghadapi permintaan pasar yang tidak pasti dengan mengoptimumkan penggunaan tenaga kerja, pengaturan persediaan dan peralatan produksi yang tersedia sehingga ongkos total produksi dapat ditekan seminimal mungkin (Nasution, 1999 : 59).

Peramalan yang sering dihadapi pada perencanaan agregat adalah penentuan produksi alternatif (*reguler production time, overtime production, hiring, layoff, dan subcontracting*) yang layak yang harus diproduksi pada setiap periode untuk memenuhi permintaan/memberikan kepuasan kepada konsumen dengan biaya produksi yang minimal

2.4.1 Langkah-langkah Perencanaan Agregat

Pengembangan perencanaan agregat mengikuti prosedur yang terdiri atas empat fase, adalah sebagai berikut (Nasution, 1999 : 65) :

Fase 1 :

Persiapan peramalan Permintaan Agregat. Peramalan permintaan Agregat mencakup beberapa permintaan yang diperkirakan pada tiap-tiap periode selama horizon perencanaan dalam satuan unit yang sama untuk semua jenis item produk yang dihasilkan. Peramalan ini dapat menggunakan analisis deret waktu, rata-rata bergerak, dll.

Fase 2 :

Mengkhususkan kebijaksanaan organisasi untuk melancarkan penggunaan kapasitas. Pada fase ini, manajemen mencoba mengidentifikasi kebijaksanaan yang dapat melancarkan perkiraan permintaan agregat yang telah diramalkan pada fase sebelumnya. Kombinasi dari kebijaksanaan-kebijaksanaan yang paling diinginkan akan merupakan strategi terbaik untuk mengantisipasi permintaan dimasa mendatang yang bersifat musiman dan berfluktuasi secara acak. Penentuan kebijaksanaan ini akan melibatkan kerjasama divisi marketing dengan divisi produksi, dimana kebijaksanaan-kebijaksanaan umum yang biasa diambil adalah:

- a. Memperkenalkan produk pelengkap pada saat permintaan tahunan produk utama menurun.
- b. Memberikan diskon pada saat yang tidak sibuk.
- c. Meningkatkan kegiatan promosi untuk mempengaruhi konsumen.
- d. Menawarkan perjanjian khusus pada konsumen untuk mendapatkan batas waktu pengiriman barang yang fleksibel sehingga kegiatan produksi dapat dijadwalkan lebih merata.

Fase 3 :

Menentukan alternatif produksi yang layak. Ada 2 alternatif pada fase ini.

- a. Merubah tingkat produksi dengan tenaga kerja yang sama, hal ini dilakukan dengan meleburkan karyawan yang ada pada saat permintaan tinggi, dan mengalokasikan karyawan yang ada ke pekerjaan non produksi pada saat permintaan turun.

- b. Merubah tingkat produksi dengan merubah tenaga kerja, hal ini dilakukan dengan merekrut tenaga kerja baru pada saat permintaan tinggi dan memberhentikan tenaga kerja pada saat permintaan turun.

Fase 4 :

Menentukan strategi produksi yang optimal. Setelah alternatif produksi yang layak telah dipilih dan dihitung perkiraan ongkosnya, langkah berikutnya adalah menentukan strategi produksi yang optimal. Langkah ini melibatkan pengalokasian peramalan permintaan dengan menggunakan alternatif-alternatif pada setiap periode yang meminimasi ongkos total untuk keseluruhan horizon perencanaan. Metode perencanaan agregat untuk mengalokasikan permintaan selama periode produksi adalah bervariasi tergantung asumsi-asumsi yang dibuat pada alternatif-alternatif yang dianggap layak dan biayanya. Secara matematis. Maka ongkos produksi selama periode $-t$, adalah:

$$C_t = C_r + C_o + C_i + C_b + C_f$$

Dimana : C_t = Ongkos produksi pada periode $-t$

C_r = Ongkos produksi reguler

C_o = Ongkos produksi *overtime* (lembur)

C_i = Ongkos unit yang dipakai dari inventori

C_h = Ongkos penambahan tenaga kerja (*hiring*)

C_f = Ongkos pemberhentian tenaga kerja (*firing*)

2.4.2 Biaya-Biaya Yang Terlibat

Berdasarkan keterangan diatas, maka biaya-biaya yang terlibat dalam perencanaan agregat adalah (Nasution, 1999 : 64) :

1. *Hiring Cost* (Ongkos penambahan tenaga kerja).

Penambahan tenaga kerja menimbulkan biaya-biaya untuk iklan, proses seleksi dan training. Biaya training merupakan biaya yang besar, apabila tenaga kerja yang direkrut adalah tenaga kerja baru yang belum berpengalaman.

2. *Firing Cost* (Ongkos pemberhentian tenaga kerja).

Pemberhentian tenaga kerja biasanya terjadi karena semakin rendahnya permintaan akan produk yang dihasilkan, sehingga tingkat produksi menurun dengan drastis. Pemberhentian ini mengakibatkan perusahaan harus mengeluarkan uang pesangon bagi karyawan yang di PHK, menurunnya moral kerja dan produktivitas karyawan yang masih bekerja, dan tekanan yang bersifat sosial. Kesemua akibat ini dianggap sebagai ongkos pemberhentian tenaga kerja yang akan ditanggung perusahaan.

3. *Overtime Cost dan Undertime Cost* (Biaya lembur dan biaya menganggur).

Penggunaan waktu lembur bertujuan untuk meningkatkan output produksi, tetapi konsekwensinya perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan lembur yang biasanya 150% dari biaya kerja regular. Disamping biaya tersebut, adanya lembur akan memperbesar tingkat absent karyawan karena capek. Kebalikan dari kondisi diatas adalah bila perusahaan mempunyai kelebihan tenaga kerja dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi. Tenaga kerja berlebih ini kadang-kadang bisa dialokasikan untuk kegiatan lain yang produktif meskipun tidak selamanya efektif. Bila tidak dapat dilakukan alokasi yang efektif, maka perusahaan dianggap menanggung ongkos menganggur yang besarnya merupakan perkalian antara jumlah jam kerja yang tidak terpakai dengan tingkat upah dan tunjangan lainnya.

4. *Inventory Cost dan Backorder Cost* (Biaya persediaan dan biaya kehabisan persediaan).

Persediaan mempunyai fungsi mengantisipasi timbulnya kenaikan permintaan pada saat-saat tertentu. Konsekwensi dari kebijaksanaan persediaan bagi perusahaan adalah timbulnya biaya penyimpanan yang berupa ongkos tertahannya modal, pajak, asuransi, kerusakan bahan, dan ongkos sewa gudang. Kebalikan dari kondisi diatas, kebijaksanaan tidak mengadakan persediaan seolah-olah menguntungkan, tetapi sebenarnya dapat menimbulkan kerugian dalam bentuk ongkos kehabisan persediaan. Ongkos kehabisan persediaan ini dihitung berdasarkan berapa permintaan yang

datang tetapi tidak dapat dilayani karena barang yang diminta tidak tersedia. Kondisi ini pada sistem MTO (*Make to Order* = Memproduksi berdasarkan pesanan) akan mengakibatkan jadwal penyerahan order terlambat, sedangkan pada sistem MTS (*Make to Stock* = Memproduksi untuk memenuhi persediaan) akan mengakibatkan beralihnya pelanggan pada produk lain. Kekecewaan pelanggan karena tidak tersedianya barang yang diinginkan akan diperhitungkan sebagai kerugian bagi perusahaan, dimana kerugian tersebut akan dikelompokkan sebagai biaya kehabisan persediaan. Biaya kehabisan persediaan ini sama nilainya dengan ongkos pemesanan kembali bilakonsumen masih bersedia menunggu.

2.4.3 Metode-Metode Perencanaan Agregat

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada perencanaan produksi agregat. Beberapa diantaranya sebagai berikut (Nasution, 1999 : 67) :

1. Jumlah tenaga kerjanya tetap dan struktur biayanya linier
 - a. *Trial dan Error*.
 - b. Program Linier.
 - c. Transportasi.
 - d. Program Dinamis.
2. Jumlah tenaga kerjanya berubah-ubah dan biayanya linier
 - a. Program Linier.
3. Jumlah tenaga kerjanya berubah-ubah dan biayanya non linier
 - a. *Linier Decision Rule*.
 - b. *Heuristich Search*.

2.5 Program Linier (*Linear Programming*)

Program Linier (LP, *Linear Programming*) adalah teknik pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah mengalokasikan sumber daya yang terbatas diantara berbagai kepentingan seoptimal mungkin. Pemrograman linier merupakan salah satu metode dalam riset operasi yang memungkinkan para manajer mengambil keputusan dengan menggunakan pendekatan analisa kuantitatif. Teknik ini

diterapkan secara luas dalam berbagai bidang persoalan perusahaan untuk masalah penugasan karyawan, penggunaan mesin, distribusi, penentuan kapasitas produk, dan sebagainya.

2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan *Linear Programming*.

Akhir-akhir ini *Linear Programming* banyak dipakai kalangan mahasiswa dan peneliti karena aplikasinya luas, antara lain dalam bidang manajemen produksi, pertanian, transportasi, kesehatan, perencanaan pembangunan dan sebagainya.

Kelebihan-kelebihan dari cara LP dapat dituliskan sebagai berikut :

1. Mudah dilaksanakan, apalagi kalau dengan menggunakan alat bantu komputer.
2. Dapat menggunakan banyak variabel, sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumber daya yang optimum dapat dicapai.
3. Fungsi tujuan (*objective function*) dapat difleksibelkan sesuai dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang telah tersedia. Misalnya meminimumkan biaya atau memaksimumkan keuntungan dengan data yang terbatas.

Sedangkan kelemahan penggunaan *Linear Programming* adalah:

1. Bila alat bantu computer tidak tersedia, maka cara LP dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya dan bahkan tidak mungkin dikerjakan dengan cara manual saja.
2. Penggunaan asumsi linearitas, karena didalam kenyataan yang sebenarnya kadang-kadang asumsi ini tidak sesuai.

Linear Programming itu sendiri sebenarnya merupakan metode perhitungan untuk perencanaan terbaik diantara kemungkinan-kemungkinan tindakan yang dapat dilakukan. Penentuan rencana terbaik tersebut terdapat banyak alternatif dalam perencanaan untuk mencapai tujuan spesifik pada sumber daya yang terbatas.

2.5.2 Karakteristik Pemrograman Linear.

Berdasarkan rumusan pernyataan tersebut diatas, maka dapat disimpulkan 6 hal sebagai berikut :

www.cbe.uidaho.edu/Bus340/OldIBCStuff/Powerpoint/Alex/1113021p.ppt

1. Sekelompok alternatif yang bisa dipilih dalam menyusun suatu keputusan (*Decision Variables*)
2. Bahwa dalam LP harus ada fungsi tujuan (yang dinyatakan dalam persamaan linier fungsi Z atau $f(Z)$ yaitu sesuatu yang meminimumkan atau dimaksimumkan (*Objective Function*))
3. Adanya batasan dari setiap variabel keputusan (*Constraint*)
4. Bahwa dalam LP harus ada kendala yang dinyatakan dengan persamaan linier (*linearity*), tidak ada variabel x^2 , tidak ada variabel x_1x_2
5. Bahwa semua nilai x adalah positif atau sama dengan nol atau dengan kata lain, tidak boleh ada nilai x yang negatif (*Nonnegativity*), dengan demikian maka koefisien *input-output* tidak negatif
6. Semua kombinasi variabel keputusan yang dihasilkan oleh suatu luasan grafik dapat diterima (*Feasible Region*)
7. Pernyataan matematis lengkap dari problem LP meliputi suatu set persamaan linear yang simultan, dimana persamaan ini mewakili kondisi problem yang telah ditetapkan dan sekaligus dapat menggambarkan tujuan problem tersebut

2.5.3 Formulasi Model *Linear Programming*

Setelah masalah diidentifikasi, tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematik yang meliputi tiga tahap seperti berikut (Herjanto, 1999:184) :

1. Tentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dan nyatakan dalam simbol matematik.

$$\text{Misalnya } x_1, x_2, \dots, x_n \quad (2.26)$$

2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linier (bukan perkalian) variabel keputusan.

$$\text{Fungsi tujuan: } \begin{matrix} \text{Min} \\ \text{Max} \end{matrix} Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = \sum c_i x_i \quad (2.27)$$

3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan dan pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya masalah itu.

$$\text{Fungsi kendala: } \sum a_{ij}x_i \leq b_j \text{ atau,} \quad (2.28)$$

$$\sum a_{ij}x_i \geq b_j \text{ atau,} \quad (2.29)$$

$$\sum a_{ij}x_i = b_j \quad (2.30)$$

$$x_i \geq 0$$

Dimana :

$$a_{ij} = \text{Koefisien input-output} \quad : i = 1,2,3\dots n$$

$$b_j = \text{Jumlah sumber daya yang tersedia} \quad : j = 1,2,3\dots m$$

$$x_j = \text{Variabel keputusan}$$

2.5.4 Pemecahan Masalah dalam Pemrograman Linear

Pemecahan masalah dalam pemrograman linear dapat menggunakan beberapa teknik, antara lain cara aljabar, cara grafik, ataupun dengan metode simpleks. Seperti yang dijelaskan berikut (Nesendi dan Efendi, 1985 : 23) :

1. Pemecahan dengan cara Aljabar

Cara Aljabar merupakan teknik yang paling sederhana tetapi kurang efisien, terutama bila jumlah batasan cukup banyak. Cara Aljabar mencari penyelesaian dengan pendekatan trial and error untuk mendapatkan hasil yang optimal.

2. Pemecahan dengan cara Grafik

Cara ini juga cukup sederhana tetapi hanya digunakan untuk permasalahan yang memiliki dua variabel, yaitu dalam bentuk grafik dua dimensi. Apabila grafiknya lebih dari dua dimensi (variabel), dapat dibayangkan kesulitan yang dialami analis dalam mencari titik penyelesaian yang optimal.

3. Pemecahan dengan Metode Simpleks

Metode Simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang feasible ke penyelesaian dasar feasible lainnya, yang dilakukan berulang-ulang sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum. Cara ini dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang memiliki banyak batasan dan variabel.

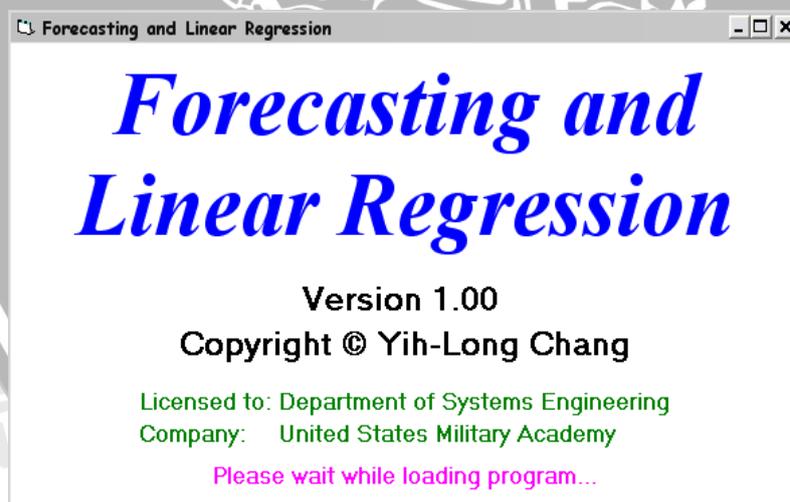
4. Pemecahan dengan Perangkat Lunak

Pemecahan masalah pemrograman linier dengan dua sampai tiga variabel masih dapat dikerjakan dengan metode simpleks, tetapi dengan bertambahnya jumlah variabel dan jumlah batasan, akan menyulitkan perhitungan. Untuk membantu memecahkan persoalan pemrograman linier baik yang memiliki jumlah batasan dan variabel yang banyak telah dikembangkan perangkat lunak komputer, antara lain LINDO, LINGO, POM *for Windows*, *Quantitative system*, dan Win QSB, dan lain-lain. Pada umumnya program komputer untuk pemrograman linier menggunakan pendekatan simpleks.

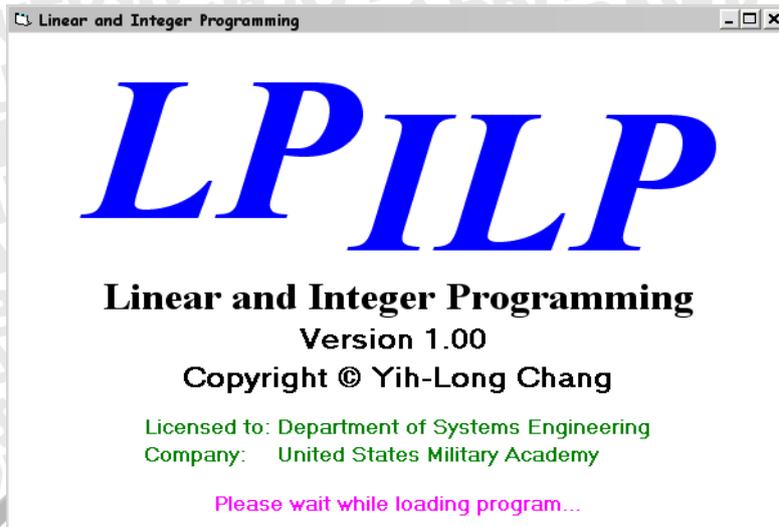
2.6 Software Yang Digunakan

1. WINQSB

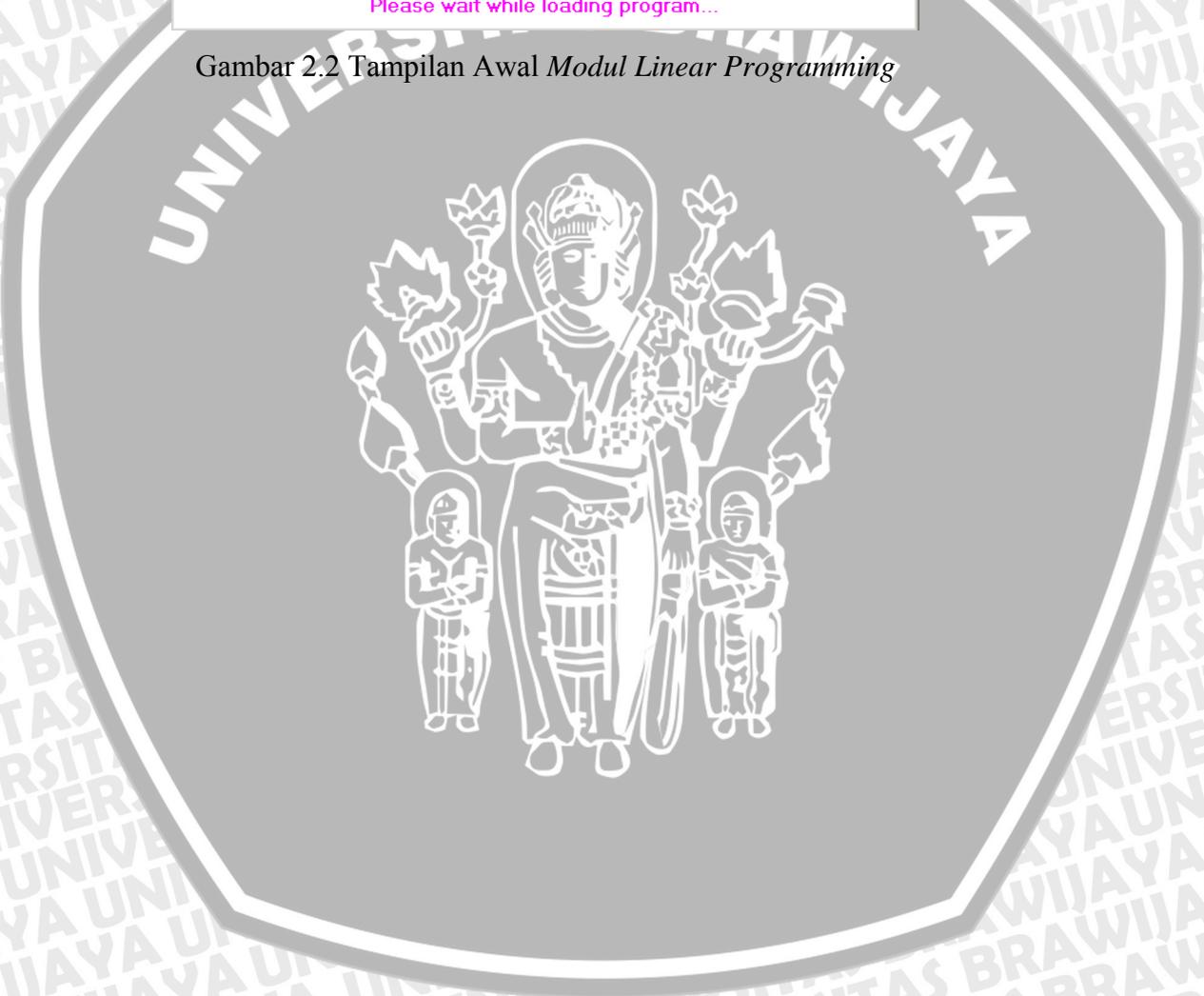
WinQSB merupakan suatu sistem interaktif dan mudah digunakan. WinQSB merupakan program berbasis windows yang menyediakan 19 modul yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan yang terkomputerisasi dalam manajemen operasi dan produksi. Modul WinQSB yang akan digunakan adalah modul *Forecasting* dan *modul Linear Programming*. Tampilan awal modul dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2.1 Tampilan Awal Modul *Forecasting*



Gambar 2.2 Tampilan Awal Modul *Linear Programming*



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode Penelitian merupakan suatu rangkaian langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis guna mendapatkan pemecahan masalah atau mendapatkan jawaban terhadap permasalahan tersebut. Selain itu metodologi penelitian akan menjadi kerangka dasar berfikir logis bagi pengembangan Skripsi ini kearah penarikan kesimpulan secara ilmiah. Jenis penelitian yang dipakai adalah deskriptif dengan menggunakan survey.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (dapat dilihat pada gambar 3.1):

1. Survey Awal

Pada tahap ini memunculkan beberapa masalah yang terdapat pada perusahaan sebagai hasil observasi yang telah dilakukan. Dengan observasi ini didapat informasi sebanyak mungkin yang berkenaan dengan objek penelitian dan mengidentifikasi masalah yang terjadi di perusahaan ini. Langkah-langkah yang dilakukan dalam observasi ini antara lain :

- a. Mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perusahaan saat ini
- b. Melakukan wawancara dengan pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang ada pada perusahaan.

2. Study Pustaka

Study pustaka dilakukan untuk dapat memberikan dasar-dasar dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan usaha untuk menggali konsep-konsep maupun teori-teori yang dapat mendukung usaha penelitian antara lain konsep peramalan, perencanaan agregat dan *linear programming*.

3. Identifikasi permasalahan

Dari hasil observasi awal dan study kepustakaan maka peneliti mencoba merumuskan permasalahan yang ada pada perusahaan. Perumusan masalah yang ada mengacu pada permasalahan yang timbul pada survey awal penelitian sehingga muncul permasalahan ketidakseimbangan produksi dan kurang tepatnya perencanaan jumlah atau komposisi produksi dari jenis kecap yang akan diproduksi untuk periode berikutnya.

4. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan adalah jenis-jenis data sebagai berikut:

- a. Data permintaan Kecap Manis pada periode lalu yaitu bulan Januari 2008 – bulan Desember 2008
- b. Data kapasitas kerja sistem produksi yakni jam kerja perorang baik reguler dan lembur yang tersedia pada bulan Januari 2008 – bulan Desember 2008
- c. Harga jual dan biaya-biaya produksi yakni :
 - Biaya tak langsung
 - Biaya penyimpanan

5. Peramalan

Tahap peramalan merupakan tahapan yang cukup penting dalam tugas akhir ini, karena merupakan peramalan kapasitas produksi untuk 6 periode mendatang. Sehingga merupakan patokan bagi perusahaan dalam menentukan kapasitas produksinya. Dalam penelitian ini akan digunakan metode peramalan kuantitatif. Hasil peramalan yang akan digunakan adalah hasil peramalan yang mempunyai nilai MAD terkecil.

6. Pengembangan Model

Tahap pengembangan model merupakan konseptualisasi dari permasalahan dan pendefinisian dalam bentuk kualitatif dan kuantitatif. Dalam penelitian ini akan digunakan model *Linear Programming* untuk

mengembangkan model matematis untuk mempresentasikan system nyata sehingga didapat solusi yang optimal.

7. Tahap Analisa

Tahap ini dimaksudkan untuk memberikan analisis terhadap hasil dari pengolahan data. Analisa yang dilakukan yakni terhadap komposisi produk yang diproduksi, penambahan dan pengurangan tenaga kerja, dan sebagainya, agar perencanaan produksi berjalan dengan sebaiknya sehingga dapat meminimasi biaya produksi

8. Kesimpulan

Pada tahap ini ditarik kesimpulan akhir dan saran-saran untuk perusahaan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

a. *Field Research*

Field Research merupakan suatu cara penelitian yang dilakukan secara langsung di lapangan atau di tempat penelitian dilaksanakan. Teknik yang digunakan dalam metode *field research* ini adalah sebagai berikut :

- Observasi

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengamati langsung terhadap jalannya aktivitas-aktivitas dari objek yang diteliti

- Interview

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengadakan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang terkait di dalam perusahaan, yang membantu memberikan penjelasan tentang masalah yang diteliti

- Dokumentasi

Merupakan cara pengumpulan data yang ada dalam perusahaan yang berupa catatan-catatan atau arsip yang telah ada, seperti data produksi dan permintaan, data persediaan bahan baku dan lain-lain.

b. *Library Research*

Library Research merupakan suatu cara penelitian dengan mempelajari buku-buku atau literatur-literatur yang ada hubungannya dengan pokok permasalahan yang dihadapi.

3.3 Fasilitas Pengumpulan Data

Fasilitas-fasilitas yang dipakai dalam pengumpulan dan pengolahan data adalah :

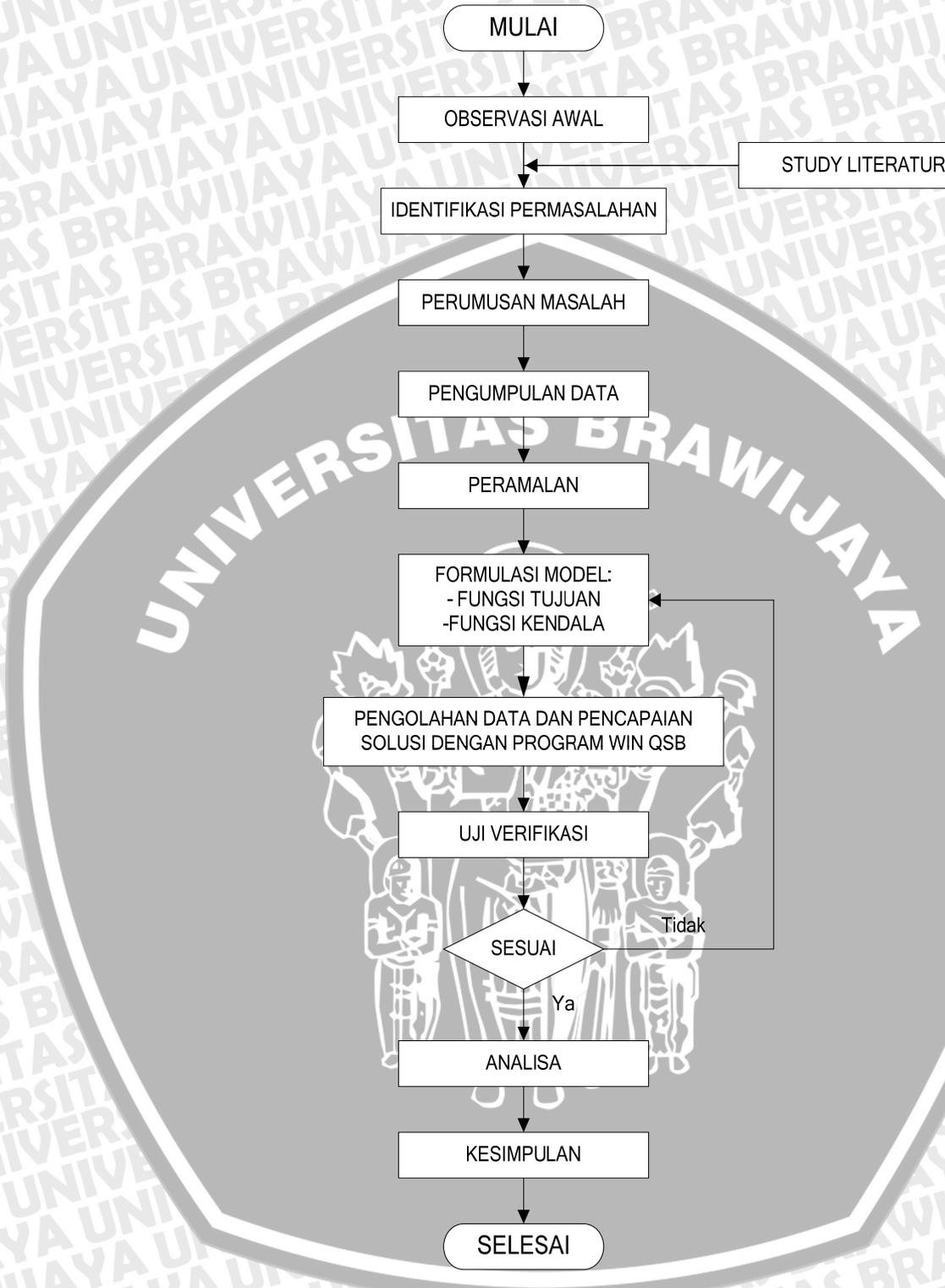
- a. Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat segala hal mengenai objek yang diteliti.
- b. Arsip-arsip perusahaan yang digunakan untuk mengambil data yang diperlukan berkenaan dengan obyek yang diteliti.
- c. Komputer, yang digunakan untuk pengetikan dan pengolahan data

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Pabrik Kecap Manis Wie Sin Mataram, Lombok pada tanggal 1 Februari - 5 Maret 2009

3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam sebuah diagram alir seperti gambar berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data

Dalam pembuatan kecap terdiri dari beberapa proses yaitu dari proses peroses perebusan kedelai, proses fermentasi 1, proses fermentasi 2, proses pemasakan dan pengepakan.. Pada bab ini pembahasan yang diambil adalah pembahasan mengenai perencanaan produksi pada proses pengepakan saja karena waktu siklus produk pembuatan kecap dari awal bahan baku kedelai hingga jadi botol kecap dibutuhkan waktu yang lama sekitar 5 bulan sedangkan perharinya pabrik terus menghasilkan produk. Jadi dalam pembahasan ini waktu siklus produk yang dapat dihitung hanya pada proses pengepakan saja karena pada proses pengepakan dapat dihitung berapa produk yang dapat dihasilkan dalam sehari. Untuk lebih jelasnya pembuatan kecap dijabarkan pada sub bab berikut.

4.1.1 Proses Pembuatan Kecap di Pabrik Kecap “Wie Sin”

a. Proses Perebusan Bahan Baku kedelai

Pada proses ini, kedelai yang telah dipersiapkan direndam untuk dibersihkan selama 1,5 jam, setelah itu ditiriskan dan didiamkan selama beberapa saat kemudian dimasak didalam tungku selama 6 jam. Setelah dimasak, kemudian direndam didalam bak berisi air untuk didinginkan selama 3 jam.

b. Proses Fermentasi 1

Pada proses ini, kedelai yang sudah dimasak dicampur dengan tepung jagung kemudian ditaruh didalam kotak-kotak seperti kotak pembuatan tempe. Kemudian kotak-kotak tersebut dimasukkan kedalam ruangan fermentasi selama 3 hari. Dalam fermentasi ini, kedelai yang telah disimpan akan tumbuh spora atau kapang yang berfungsi sebagai ragi.

c. Proses Fermentasi 2

Pada proses ini, kedelai yang sudah ditumbuhi spora atau ada kapangnya dicampur dengan air garam disebuah bak yang berukuran 2x2 meter (dapat dilihat pada lampiran 1). Selama didalam bak, kedelai itu diaduk-aduk dua kali

dalam sehari selama 5 bulan, yang tujuannya untuk mengeluarkan zat atau gizi dimana gizi inilah yang bermanfaat bagi manusia karena mudah dicerna, biasanya zat ini berwarna coklat. Zat yang berwarna coklat ini disebut “Tauco”. Inilah yang dipakai untuk membuat kecap. Tauco ini kemudian dipress sehingga menghasilkan air kecap.

d. Proses Pemasakan

Sebelum dimasak harus dipersiapkan dahulu bumbu-bumbu penyedap. Adapun bumbu itu terdiri dari bumbu utuh dan bumbu yang dihaluskan. Bumbu utuh terdiri dari Laos, daun salam kering, serai dan daun jeruk purut sedangkan untuk bumbu yang dihaluskan terdiri dari ketumbar, wijen, kemiri, bawang putih dan kluwak. Setelah bumbu siap, kemudian dilakukan proses pemasakan dengan tungku. Pada proses pemasakan ini air kecap akan dicampur dengan gula merah dan bumbu – bumbu yang sudah dipersiapkan. Bahan tadi, dimasak dan diaduk-aduk dengan mixer selama 3 jam. Setelah itu, didinginkan selama 4 hari dan disaring. Inilah yang akan menjadi kecap dan siap untuk dijual. Perbedaan kecap manis dengan kecap asin hanya pada perbandingan percampuran air kecap dengan gula merah, apabila kecap manis gulanya lebih banyak dibandingkan kecap asin.

e. Pengepakan

Pabrik kecap memproduksi kecap dengan kemasan berupa botol kaca dan botol plastik. Jadi kecap yang sudah siap akan dimasukkan kedalam botol kaca dan botol plastik. Kemudian botol yang telah diisi diberi label kecap Wie Sin. Yang kemudian dimasukkan kedalam kardus. Dimana satu kardus botol kaca berisi 12 botol sedangkan satu kardus botol plastik berisi 48 botol.

4.1.2 Peta Proses Operasi

Langkah –langkah pengerjaan dalam pembuatan kecap dapat dilihat pada pata proses operasi yang telah dibuat seperti dibawah ini :

4.1.3 Satuan Kardus

Pabrik kecap memproduksi kecap dengan kemasan berupa botol kaca dan botol plastik.. Untuk kemasan botol kaca botol yang dipakai adalah botol bekas sehingga harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum diisi sedangkan untuk kemasan botol plastik botolnya baru jadi tidak perlu dibersihkan.. Untuk satuan berat kardus dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Satuan Kardus

Ukuran	Jenis Produk	
	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik
1 Botol (ml)	630 ml	130 ml
1 Kardus (botol)	12	48

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

4.1.4 Data Permintaan Produk

Data permintaan kecap manis berdasarkan jenisnya untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Data permintaan kecap untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008 (Dalam Kardus)

Bulan	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
Januari	4450	354	251
Februari	4650	375	275
Maret	4550	367	262
April	4850	468	359
Mei	4850	361	259
Juni	4750	394	293
juli	4850	398	289
Agustus	4450	492	371
September	4950	421	311
Oktober	4850	373	269
November	4350	479	399
Desember	4800	499	389

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

4.1.5 Waktu Siklus Produk

Perhitungan waktu siklus produk digunakan untuk mengetahui jumlah produk yang mampu dihasilkan oleh fasilitas yang dimiliki oleh perusahaan. Perhitungan waktu siklus produk nantinya digunakan untuk perencanaan dan perhitungan biaya produksi.

Perhitungan waktu siklus produk (per kardus) dapat dihitung dengan menghitung selisih antara lama pengerjaan tahap 1 dengan pengerjaan tahap 2. Untuk waktu siklus kemasan botol kaca tiap kardus (12 botol) perhitungannya dapat dijelaskan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perhitungan Waktu Siklus Botol Kaca

Nama operasi	Lama Pengerjaan (jam)	Lama Pengerjaan tahap 1 (jam)	Lama Pengerjaan langkah 2 (jam)
Botol dibersihkan	0.17	(mulai) 0 (selesai) 0.17	(mulai) 0.17 (selesai) 0.34
Pengisian kecap kedalam botol	0.03	(mulai) 0.17 (selesai) 0.2	(mulai) 0.34 (selesai) 0.37
Pemasangan label	0.14	(mulai) 0.2 (selesai) 0.34	(mulai) 0.37 (selesai) 0.51
Pengepakan kedalam kardus	0.15	(mulai) 0.34 (selesai) 0.49	(mulai) 0.51 (selesai) 0.66
Pemeriksaan Total	0.03	(mulai) 0.49 (selesai) 0.52	(mulai) 0.66 (selesai) 0.69
waktu siklus Selisih lama pengerjaan tahap 1 dan 2		0.17	

Sedangkan untuk waktu siklus kemasan botol plastik tiap kardus (48 botol) perhitungannya dapat dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Perhitungan Waktu Siklus Botol Plastik

Nama operasi	Lama Pengerjaan (jam)	Lama Pengerjaan tahap 1 (jam)	Lama Pengerjaan langkah 2 (jam)
Pemeriksaan Botol	0.03	(mulai) 0 (selesai) 0.03	(mulai) 0.03 (selesai) 0.06
Pengisian kecap kedalam botol	0.14	(mulai) 0.03 (selesai) 0.17	(mulai) 0.17 (selesai) 0.31
Pemasangan label	0.16	(mulai) 0.17 (selesai) 0.33	(mulai) 0.33 (selesai) 0.49
Pengepakan kedalam kardus	0.18	(mulai) 0.33 (selesai) 0.51	(mulai) 0.51 (selesai) 0.69
Pemeriksaan Total	0.03	(mulai) 0.51 (selesai) 0.54	(mulai) 0.69 (selesai) 0.72
waku siklus Selisih lama pengerjaan tahap 1 dan 2		0.18	

4.1.6 Kalender Kerja

Dalam penelitian ini, perencanaan yang dibahas selama 6 periode yang akan datang yaitu bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2009. Kalender kerja ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui jumlah hari kerja untuk tiap-tiap periode. Dengan demikian maka dapat diketahui kapasitas jam kerja per lintasan pada tiap-tiap periode perencanaan. Kalender kerja selama 6 periode perencanaan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5 Kalender Kerja Bulan Januari – Juni 2009

Bulan	Jumlah Hari	Jumlah Hari Libur	Jumlah Hari Kerja	Jumlah Hari Jumat	Jumlah Hari Sabtu
Januari	31	8	23	5	5
February	28	4	24	4	4
Maret	31	7	24	4	4
April	30	6	24	4	4
Mei	31	7	24	5	5
Juni	30	6	24	4	4
Total	181	33	148	26	26

4.1.7 Kapasitas Jam Kerja Perlintasan

Kapasitas jam kerja perorang dapat diketahui dari kalender kerja bulan januari-juni tahun 2009. Untuk jam kerja reguler dan lembur yang diberlakukan pada pabrik ini sebagai berikut :

- Senin – Jumat : 8 jam / hari (Reguler)
- Sabtu : 5 jam / hari (Reguler)
- Senin – Kamis : 5 jam / hari (Lembur)

Untuk perhitungan kapasitas jam reguler perbulan didapat dengan cara seperti dibawah ini :

$$\text{Kapasitas jam reguler bulan Januari} = (\text{jumlah hari Senin – Jumat} \times 8 \text{ jam}) + (\text{jumlah hari Sabtu} \times 5 \text{ jam})$$

$$\text{Kapasitas jam reguler bulan Januari} = (18 \times 8 \text{ jam}) + (5 \times 5 \text{ jam}) = 169 \text{ jam}$$

Sedangkan untuk perhitungan kapasitas jam lembur perbulan didapat dengan cara seperti dibawah ini :

$$\text{Kapasitas jam lembur bulan Januari} = \text{jumlah hari Senin – Kamis} \times 4 \text{ jam}$$

$$\text{Kapasitas jam lembur bulan Januari} = 13 \text{ hari} \times 5 \text{ jam} = 65 \text{ jam}$$

Dan untuk bulan berikutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.6 Kapasitas jam kerja per lintasan yang tersedia pada bulan Januari – Juni 2009

Bulan	Kapasitas jam kerja per lintasan (jam)	
	Reguler	Lembur
Januari	169	65
February	180	80
Maret	180	80
April	180	80
Mei	177	70
Juni	180	80

4.1.8 Data Biaya

1. Biaya Tenaga Kerja Reguler dan Kerja Lembur (*overtime*)

Jumlah tenaga kerja langsung pada pabrik ini sebanyak 38 orang. Upah kerja perhari yang diterima oleh pekerja sebesar Rp. 30.000. Sehingga dapat dihitung gaji pekerja perjamnya sebesar Rp. 3750 (30.000 : 8 jam).Kerja lembur yang

diberlakukan dalam pabrik hanya dilaksanakan pada hari Senin – Kamis sebanyak 4 jam perharinya. Biaya lembur yang dikenakan perjamnya sebesar Rp.6.000,00

2. Biaya pengangkatan (*hiring*) dan pemecatan (*firing*) pekerja

Pabrik mengeluarkan biaya untuk merekrut seorang pekerja sebesar Rp. 50.000 per orang untuk pakaian yang dipakai selama bekerja sedangkan untuk biaya pemecatan pabrik tidak mengeluarkan biaya (tidak memberi pesangon) karena sudah diberitahukan sebelumnya. Pabrik membatasi pekerja yang keluar masuk sebanyak 1 lintasan (5 orang). Untuk pekerja yang masuk dibatasi sebanyak 1 lintasan (5 orang) karena fasilitas tabung pengisi kecap yang tersedia dari pabrik hanya 1 sehingga hanya cukup untuk penambahan tenaga kerja sebanyak 1 lintasan (5 orang). Selain itu pekerja yang keluar dibatasi sebanyak 1 lintasan juga karena dapat mempengaruhi produktivitas pekerja apalagi ada pekerja yang dikeluarkan mempengaruhi kinerja pekerja karena sewaktu-waktu bisa dikeluarkan.

3. Biaya Simpan

Biaya simpan dalam perusahaan ini terdiri dari biaya keusangan, biaya kecurian, rusak dan biaya penanganan persediaan. Perusahaan mengalokasikan dana untuk biaya simpan sebesar 18% dari harga jual produk pertahunnya, maka untuk biaya keseluruhan penanganan persediaan sebesar 1,5 % dari harga jual produk per kardus.

Tabel 4.7 Biaya Simpan

Jenis Produk	Harga Jual Produk (Rp)	Biaya Simpan / Kardus / bulan (Rp)
Kecap Manis Botol Kaca	86.400	1296
Kecap Manis Botol Plastik	108.000	1620
Kecap Asin Botol Kaca	115.200	1728

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

4.1.9 Safety Stock

Safety stock (persediaan pengaman) merupakan persediaan yang dicadangkan untuk memenuhi kebutuhan yang berfluktuasi. *Safety stock* berfungsi

untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan barang. Data tentang *safety stock* yang digunakan pada pabrik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data *Safety Stock*

Jenis Produk	Safety Stock (kardus)
Kecap Manis Botol Kaca	60
Kecap Manis Botol Plastik	40
Kecap Asin Botol Kaca	40

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

4.1.10 Status Persediaan

Data tentang jumlah persediaan produk awal periode perencanaan adalah persediaan akhir bulan Desember 2008 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Data Persediaan Awal Produk Jadi

Jenis Produk	Jumlah Persediaan (kardus)
Kecap Manis Botol Kaca	110
Kecap Manis Botol Plastik	59
Kecap Asin Botol Kaca	51

Sumber : Pabrik Kecap Wie Sin

4.2 Pembahasan

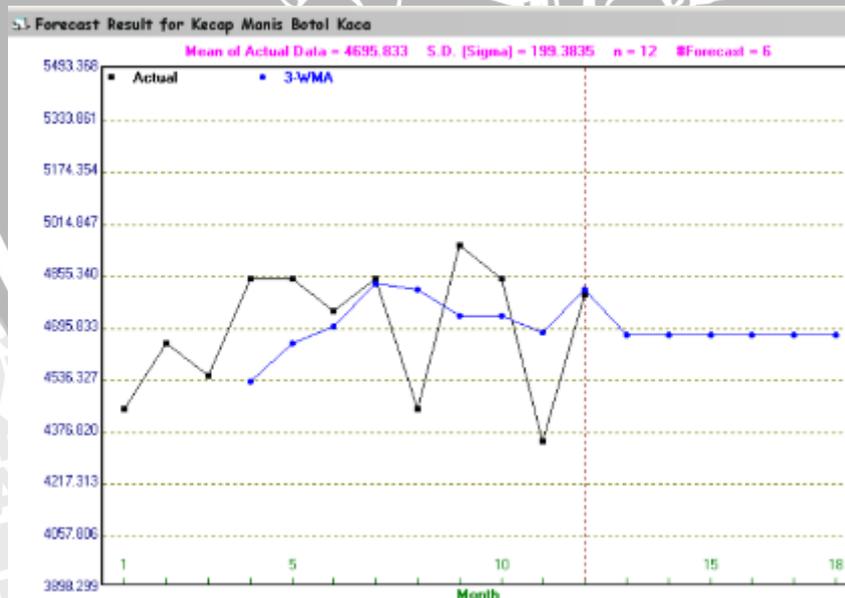
4.2.1 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan secara kuantitatif diproses dengan menggunakan software Win Qsb. Hasil peramalan yang dipilih adalah peramalan yang memiliki MAD dan MAPE yang paling kecil. Sebelum meramalkan terlebih diketahui data permintaan Kecap Wie Sin sebagai berikut.

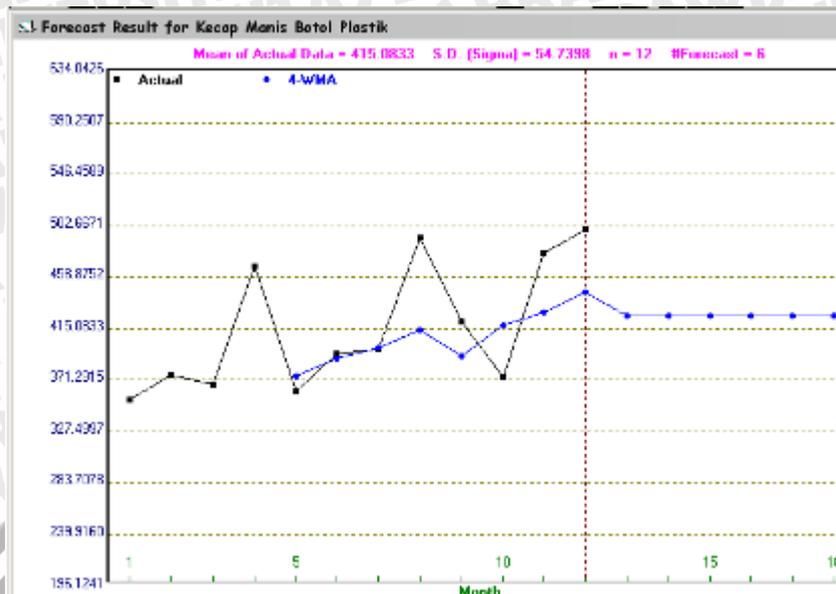
Tabel 4.10 Data permintaan kecap untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008
(Dalam Kardus)

Bulan	Kecap Manis		Kecap Asin
	Botol Kaca	Botol Plastik	Botol Kaca
Januari	4450	354	251
Februari	4650	375	275
Maret	4550	367	262
April	4850	468	359
Mei	4850	361	259
Juni	4750	394	293
juli	4850	398	289
Agustus	4450	492	371
September	4950	421	311
Oktober	4850	373	269
November	4350	479	399
Desember	4800	499	389

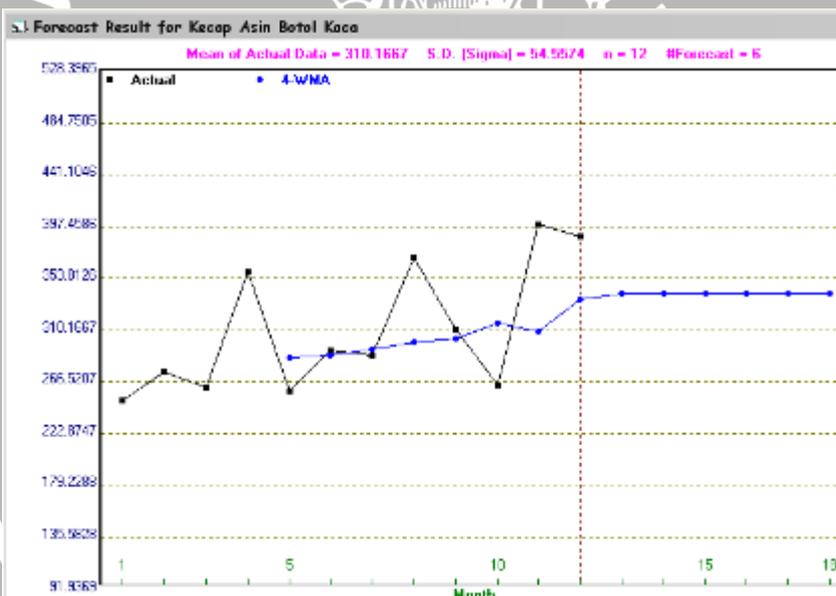
Data permintaan kecap manis untuk bulan Januari 2008 – Desember 2008 telah diterangkan pada tabel 4.10. Kemudian untuk mengetahui pola data permintaan kecap dapat diketahui dengan membuat data-data tersebut kedalam grafik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Permintaan Kecap Manis Botol Kaca Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008



Gambar 4.2 Grafik Permintaan Kecap Manis Botol Plastik Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008



Gambar 4.3 Grafik Permintaan Kecap Asin Botol Kaca Untuk Bulan Januari 2008 – Desember 2008

4.2.2 Hasil Peramalan Permintaan 6 Periode Yang Akan Datang

Hasil peramalan yang telah diolah dengan software dapat dilihat pada lampiran 2. Permintaan tersebut diolah dengan metode *Time Series* (*Simple average*, *Moving average*, *Weighted Moving Average*, *Linear Regression*, *Single* dan *Double*

exponential Smoothing, Single dan Double exponential Smoothing With Trend, Adaptive Exponential Smoothing, Holt Winter Additive Algorithm dan Holt Winter Multiplicative Algorithm). Dari hasil peramalan tersebut didapat hasil pengukuran yang dipilih dengan melihat akurasi masing-masing peramalan (MAD, MSE, MAPE) yakni sebagai berikut :

Tabel 4.11 Hasil peramalan yang dipilih untuk perencanaan 6 periode kedepan (Dalam Kardus)

Bulan	Wma = 3	Wma = 4	Wma = 4
	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
January	4675	426	322
February	4675	426	322
Maret	4675	426	322
April	4675	426	322
Mei	4675	426	322
Juni	4675	426	322
MAD	181.4814	34.3	36.7
MSE	49938.25	1817.755	2085.668
MAPE	3.8979	7.629	10.6606

4.2.3 Perencanaan Agregat

Sebelum membuat formulasi *linear programming* dari perencanaan agregat maka perlu menghitung jumlah yang harus diproduksi tiap bulannya untuk tiap – tiap produk.

Jumlah yang diproduksi = (*SS* + Permintaan hasil peramalan) – *Inventory* awal
Sedangkan untuk *inventory* akhir didapat dari hasil perhitungan *safety stock*, jadi

$$\text{Inventory akhir} = \text{safety stock}$$

Contoh perhitungan jumlah yang diproduksi untuk kecap manis botol kaca bulan Januari

$$\text{Jumlah yang diproduksi} = (60 + 4675) - 110 = 4625 \text{ kardus}$$

Perhitungan jumlah yang diproduksi selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.12 Perhitungan Jumlah Yang Diproduksi Dalam Satuan Kardus

Bulan	Jumlah Produksi (Kardus)			Inventory Awal (Kardus)			Inventory Akhir (kardus)		
	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
January	4625	407	311	110	59	51	60	40	40
February	4675	426	322	60	40	40	60	40	40
Maret	4675	426	322	60	40	40	60	40	40
April	4675	426	322	60	40	40	60	40	40
Mei	4675	426	322	60	40	40	60	40	40
Juni	4675	426	322	60	40	40	60	40	40

4.2.4 Konversi Permintaan ke Satuan Jam Lintasan

Permintaan produk hasil peramalan harus diubah satuannya menjadi jam lintasan karena dalam perencanaan agregat ini satuannya jam lintasan . Untuk mengkonversi jumlah yang diproduksi ke satuan jam lintasan didapat dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Jumlah yang diproduksi (jam lintasan)} = \text{Jumlah Produksi} \times \text{Waktu siklus produk (jam lintasan)}$$

Contoh perhitungan jumlah yang diproduksi (jam lintasan) untuk kecap manis botol kaca.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah yang diproduksi (jam lintasan)} &= 4625 \times 0,17 \text{ jam lintasan (waktu siklus botol kaca)} \\ &= 786.25 \text{ jam lintasan} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk kecap manis botol plastik.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah yang diproduksi (jam lintasan)} &= 407 \times 0,18 \text{ jam lintasan (waktu siklus botol plastik)} \\ &= 73.26 \text{ jam lintasan} \end{aligned}$$

Serta untuk kecap asin botol kaca .

$$\begin{aligned} \text{Jumlah yang diproduksi (jam lintasan)} &= 311 \times 0,17 \text{ jam lintasan (waktu siklus botol kaca)} \\ &= 52.87 \text{ jam lintasan} \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah yang diproduksi (jam lintasan) selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.13 Jumlah Yang Diproduksi Dalam Jam Lintasan

Bulan	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca	Total Produksi
January	786.25	73.26	52.87	912.38
February	794.75	76.68	54.74	926.17
Maret	794.75	76.68	54.74	926.17
April	794.75	76.68	54.74	926.17
Mei	794.75	76.68	54.74	926.17
Juni	794.75	76.68	54.74	926.17

4.2.5 Jam Lintasan Produksi Yang tersedia

Satuan produksi yang dipakai adalah satuan jam lintasan. Perhitungan kapasitas jam yang tersedia tiap bulan dihitung dari jumlah hari kerja yang tersedia dalam satu bulan yang dapat dilihat pada tabel 4.5 kapasitas jam kerja per lintasan yang tersedia bulam Januari – Juni. Karena jumlah lintasan dalam proses ini 4 lintasan maka jam produksi yang tersedia dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

Jumlah jam lintasan produksi yang tersedia = kapasitas jam kerja yang tersedia perbulan x 4 lintasan

Contoh perhitungan jumlah jam kerja reguler yang tersedia pada bulan januari.

Jumlah jam produksi yang tersedia = 169 jam x 4 lintasan = 676 jam lintasan

Contoh perhitungan jumlah jam kerja lembur yang tersedia pada bulan januari.

Jumlah jam produksi yang tersedia = 65 jam x 4 lintasan = 260 jam lintasan

Perhitungan jumlah jam kerja yang tersedia selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Jam Lintasan Produksi Yang Tersedia

Bulan	Kapasitas jam kerja yang tersedia (jam lintasan)		Total jam kerja yang tersedia (jam lintasan)
	Reguler	Lembur	
Januari	676	260	936
February	720	320	1040
Maret	720	320	1040
April	720	320	1040
Mei	708	280	988
Juni	720	320	1040

4.2.6 Perhitungan Biaya Operasi Yang Diterapkan Di Perusahaan

Perhitungan biaya operasi melibatkan biaya tenaga kerja dan biaya simpan yang diakibatkan safety stock. Biaya tenaga kerja reguler per jam lintasan sebesar 5 orang x Rp.3750 = Rp 18.750 (karena dalam satu lintasan terdapat 5 orang) sedangkan biaya tenaga kerja lembur per jam lintasan sebesar 5 orang x Rp. 6000 = Rp. 30.000. Sebelum menghitung biaya operasi keseluruhan dibuat perencanaan produksi reguler (jam lintasan), produksi lembur (jam) dan inventori akhir (kardus) dimana perencanaan produksi ini tidak boleh lebih dari kapasitas jam kerja yang tersedia. Adapun tabelnya dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.15 Perencanaan Agregat untuk kapasitas produksi Kecap Wie Sin Yang diterapkan Di Perusahaan.

Bulan	Total Produksi (jam lintasan)	Produksi Reguler (jam lintasan)	Produksi Lembur (jam lintasan)	Inventory Akhir (kardus)		
				Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
January	912.38	676	236.38	60	40	40
February	926.17	720	206.17	60	40	40
Maret	926.17	720	206.17	60	40	40
April	926.17	720	206.17	60	40	40
Mei	926.17	708	218.17	60	40	40
Juni	926.17	720	206.17	60	40	40

Untuk perhitungan biaya tenaga kerja dihitung dengan cara sebagai berikut :

Biaya reguler = Jumlah produksi reguler (jam lintasan) x Biaya reguler

Biaya lembur = Jumlah produksi lembur (jam lintasan) x Biaya lembur

Sedangkan untuk perhitungan biaya simpan dihitung dengan cara sebagai berikut :

Biaya simpan = Jumlah inventory akhir (kardus) x Biaya simpan (Rp/unit)

Contoh perhitungan biaya tenaga kerja sebagai berikut :

Biaya reguler = 676 jam lintasan x Rp 18.750 = Rp. 12.675.000

Biaya lembur = 236.38 jam lintasan x Rp 30.000 = Rp 7.091.400

Contoh perhitungan biaya simpan sebagai berikut :

Biaya simpan (Kecap manis botol kaca) = 60 x Rp. 1.296 = Rp.77.760

Biaya simpan (Kecap manis botol plastik) = 40 x Rp 1620 = Rp.64.800

Biaya simpan (Kecap asin botol kaca) = 40 x 1728 = Rp.69.120

Untuk perhitungan biaya selengkapnya dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Biaya Operasi Proses Pengepakan Kecap Wie Sin

Bulan	Produksi Reguler (Rp)	Produksi Lembur (Rp)	Inventory Akhir (Rp)			Total Biaya (Rp)
			Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca	
January	12675000	7091400	77760	65120	69120	19978400
February	13500000	6185100	77760	65120	69120	19897100
Maret	13500000	6185100	77760	65120	69120	19897100
April	13500000	6185100	77760	65120	69120	19897100
Mei	13275000	6545100	77760	65120	69120	20032100
Juni	13500000	6185100	77760	65120	69120	19897100
Total Biaya						119598900

4.2.7 Perencanaan Agregat Dengan *Linear Programming*

Pembuatan perencanaan agregat dengan *linear programming* diawali dengan pembuatan formulasi model berdasarkan sasaran yang ingin dicapai dan kendala yang terdapat pada system yang akan dibuat. Adapaun langkah-langkah dalam pembuatan formulasi model adalah sebagai berikut :

1. Penentuan variabel keputusan
2. Penentuan fungsi kendala
3. Penentuan fungsi tujuan

4.2.7.1 Penentuan Variabel Keputusan

Langkah awal dalam pembentukan model *linear programming* adalah mengidentifikasi variabel keputusan. Variabel keputusan merupakan *out put* yang dioptimalkan sesuai dengan permasalahan yang ada sehingga memenuhi kriteria kendala dan tujuan.

Variabel – variabel keputusan yang terlibat dalam model perencanaan produksi adalah :

1. $X_{t,1}$:Jumlah produksi kecap manis botol kaca pada periode t (dalam kardus)
2. $X_{t,2}$:Jumlah produksi kecap manis botol plastik pada periode t (dalam kardus)
3. $X_{t,3}$: Jumlah produksi kecap asin botol kaca pada periode t (dalam kardus)
4. $I_{t,1}$:Jumlah persediaan kecap manis botol kaca pada periode t(dalam kardus)
5. $I_{t,2}$:Jumlah persediaan kecap manis botol plastik pada periode t (dalam kardus)

6. $I_{t,3}$: Jumlah persediaan kecap asin botol kaca pada periode t (dalam kardus)
7. W_t : Jumlah lintasan kerja pada periode t (orang)
8. H_t : Jumlah lintasan kerja yang masuk pada periode t (orang)
9. L_t : Jumlah lintasan kerja yang keluar pada periode t (orang)
10. R_t : Waktu reguler yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)
11. O_t : Waktu lembur yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)

4.2.7.2 Penentuan Fungsi Kendala

1. Fungsi kendala keseimbangan produk

Untuk kendala keseimbangan produk diperoleh persamaan matematis sebagai berikut:

$$X_{t,1} + I_{t-1,1} - D_{t,1} = I_{t,1} \quad ; I_{0,1} = 110$$

$$X_{t,2} + I_{t-1,2} - D_{t,2} = I_{t,2} \quad ; I_{0,2} = 59$$

$$X_{t,3} + I_{t-1,3} - D_{t,3} = I_{t,3} \quad ; I_{0,3} = 51$$

Dimana:

$D_{t,1}$ = Permintaan produk kecap manis botol kaca pada periode t (dalam kardus)

$D_{t,2}$ = Permintaan produk kecap manis botol plastik pada periode t (dalam kardus)

$D_{t,3}$ = Permintaan produk kecap Asin botol kaca pada periode t (dalam kardus)

t = Periode perencanaan ($t = 1,2,3,4,5,6$)

2. Fungsi Kendala Kapasitas Reguler

Produksi reguler tidak melebihi kapasitas jam reguler yang tersedia pada pada periode tersebut dengan fungsi sebagai berikut :

$$R_t = MW_t W_t$$

Dimana :

R_t = Waktu reguler yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)

MW_t = Kapasitas jam kerja reguler per orang pada periode t (dalam jam lintasan)

W_t = Jumlah lintasan kerja pada periode t (lintasan)

t = Periode perencanaan ($t = 1,2,3,4,5,6$)

3. Fungsi Kendala Kapasitas Lembur

Produksi lembur tidak melebihi kapasitas jam regular yang tersedia pada pada periode tersebut dengan fungsi sebagai berikut :

$$O_t \leq MO_t W_t$$

Dimana :

O_t = Waktu lembur yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)

MO_t = Kapasitas jam kerja lembur per orang pada periode t (dalam jam lintasan)

W_t = Jumlah lintasan kerja pada periode t (lintasan)

t = Periode perencanaan ($t = 1,2,3,4,5,6$)

4. Fungsi Kendala Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang keluar masuk dibatasi sesuai dengan kebijakan perusahaan dengan fungsi sebagai berikut :

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t$$

$$\sum_{t=1}^6 H_t \leq T$$

$$\sum_{t=1}^6 L_t \leq T$$

Dimana :

W_t = Jumlah lintasan kerja pada periode t (lintasan)

H_t = Jumlah lintasan kerja yang masuk pada periode t (lintasan)

L_t = Jumlah lintasan kerja yang keluar pada periode t (lintasan)

T = Batas maksimum jumlah lintasan kerja yang keluar masuk (lintasan)

5. Fungsi Kendala Inventory

Untuk fungsi kendala *inventory* fungsinya sebagai berikut :

$$I_{t1} \geq SS_{t1}$$

$$I_{t2} \geq SS_{t2}$$

$$I_{t3} \geq SS_{t3}$$

Dimana :

SS_{t1} = *Safety stock* kecap manis botol kaca yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

SS_{t2} = *Safety stock* kecap manis botol plastik yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

SS_{t3} = *Safety stock* kecap asin botol kaca yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

I_{t1} = *Inventory* kecap manis botol kaca yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

I_{t2} = *Inventory* kecap manis botol plastik yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

I_{t3} = *Inventory* kecap asin botol kaca yang diadakan pada periode t (dalam kardus)

6. Fungsi Kendala Kapasitas Produksi

Kendala Kapasitas produksi harus sesuai dengan kapasitas yang tersedia dalam perusahaan dengan fungsi sebagai berikut :

$$f_k(X_{t,1} + X_{t,3}) + f_p(X_{t,2}) \leq R_t + O_t$$

Dimana :

f_p = Waktu yang dibutuhkan jam lintasan/ kardus botol plastik

f_k = Waktu yang dibutuhkan jam lintasan / kardus kaca

$X_{t,1}$ = Jumlah produk kecap manis botol kaca pada periode t (dalam kardus)

$X_{t,2}$ = Jumlah produk kecap manis botol plastik pada periode t (dalam kardus)

$X_{t,3}$ = Jumlah produk kecap asin botol kaca pada periode t (dalam kardus)

R_t = Waktu reguler yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)

O_t = Waktu lembur yang digunakan pada periode t (dalam jam lintasan)

t = Periode perencanaan (t = 1,2,3,4,5,6)

4.2.7.3 Fungsi Tujuan Minimasi Total Biaya Operasi Proses Pengepakan

Tujuan dari perencanaan ini adalah meminimasi biaya operasi proses pengepakan dengan fungsi sebagai berikut :

$$TC = \sum_{t=1}^6 CI_{t,1}I_{t,1} + CI_{t,2}I_{t,2} + CI_{t,3}I_{t,3} + CR_tR_t + CO_tO_t + CH_tH_t + CL_tL_t$$

Dimana :

$CI_{t,1}$ = Biaya simpan kecap manis botol kaca pada periode t

$CI_{t,2}$ = Biaya simpan kecap manis botol plastik pada periode t

$CI_{t,3}$ = Biaya simpan kecap asin botol kaca pada periode t

CR_t = Gaji pekerja pada jam kerja reguler pada periode t

CO_t = Gaji pekerja pada jam kerja lembur pada periode t

CH_t = Biaya penambahan lintasan kerja pada periode t

CL_t = Biaya pengurangan lintasan kerja pada periode t

t = Periode perencanaan (t = 1,2,3,4,5,6)

4.2.8 Perhitungan *Safety Stock*

Sebelum menjalankan metode *linear programming* dari perencanaan agregat maka perlu untuk membuat kebutuhan produksi yang sudah memperhitungkan *safety stock*.

Untuk jumlah *safety stock* dapat dihitung sebagai berikut :

σ_j = Standart deviasi untuk kecap jenis j

SSt = *Safety stock* = Z . σ_j

Untuk mengetahui nilai Z, harus terlebih dahulu mencari distribusi dari permintaan dengan menggunakan bantuan *software arena*. Adapun distribusi yang terpilih adalah yang memiliki *error* terkecil, hasilnya sebagai berikut:

```
Fit All Summary
Data File: C:\Documents and Settings\dias\My Documents\maniskaca.dst
```

Function	Sq Error
Uniform	0.145
Weibull	0.15
Triangular	0.156
Poisson	-1.#J
Beta	0.114
Gamma	0.148
Exponential	0.149
Erlang	0.149
Normal	0.151
Lognormal	0.157

Gambar 4.4 Fitting Distribusi Permintaan Kecap Manis Botol Kaca

```

=====
Fit All Summary
Data File: C:\Documents and Settings\dias\My Documents\manisplastik.dst

Function      Sq Error
-----
Beta          0.116
Poisson       0.126
Uniform       0.146
Gamma         0.149
Exponential   0.15
Erlang        0.15
Normal        0.151
Weibull       0.151
Triangular    0.156
Lognormal     0.157
    
```

Gambar 4.5 Fitting Distribusi Permintaan Kecap Manis Botol Plastik

```

=====
Fit All Summary
Data File: C:\Documents and Settings\dias\My Documents\asin.dst

Function      Sq Error
-----
Beta          0.115
Poisson       0.128
Uniform       0.146
Gamma         0.149
Exponential   0.15
Erlang        0.15
Normal        0.151
Weibull       0.151
Triangular    0.156
Lognormal     0.157
    
```

Gambar 4.6 Fitting Distribusi Permintaan Kecap Asin Botol Kaca

Dari summary diatas terpilih distribusi sebagai berikut:

Jenis produk	Distribusi	a	b	Nilai Z
Kecap manis botol kaca	Beta	0.429	0.423	0.997265816
Kecap manis botol plastik	Beta	0.441	0.441	0.996551991
Kecap asin botol kaca	Beta	0.436	0.424	0.997290015

Keterangan :

Z merupakan *inverse density function*. Dalam distribusi normal, Z dapat diketahui langsung dengan melihat tabel distribusi normal. Sedangkan dalam fitting distribusi permintaan kecap didapat distribusi beta sehingga untuk mengetahui nilai Z dapat dihitung dengan bantuan Microsoft exel dengan rumus sebagai berikut :

BETAINV(Probability,alpha,beta,A,B)

Dimana :

Probability is a probability associated with the beta distribution

Alpha is a parameter of distribution

Beta is a parameter the distribution

A is an optimal lower bound to the interval of x

B is an optimal upper bound to the interval of x

Setelah mendapat nilai Z kemudian dapat menghitung SSt dengan rumus sebagai berikut :

$$SSt = Z \cdot \sigma_j$$

Contoh perhitungan SSt sebagai berikut :

$$\text{Nilai SSt untuk kecap manis botol kaca} = 0,997 \times 17,3 = 17,248$$

Untuk nilai SSt selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.17 Perhitungan *Safety Stock* (Dalam Satuan Kardus)

Bulan	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca	Total
January	4582	385	289	5256
February	4675	426	322	5423
Maret	4675	426	322	5423
April	4675	426	322	5423
Mei	4675	426	322	5423
Juni	4675	426	322	5423
Total	27957	2515	1899	33979
σ_j	17.3	17.9	18	53.2
SSt	17	18	18	53

Setelah mengetahui SSt (*safety stock*) kemudian menghitung kebutuhan produksi setelah memperhitungkan *safety stock* dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan Produksi} = (SSt + \text{Permintaan hasil peramalan}) - \text{Inventory awal}$$

Contoh perhitungan kebutuhan produksi untuk kecap manis botol kaca bulan januari

$$\text{Jumlah yang diproduksi} = (17 + 4675) - 110 = 4582 \text{ kardus}$$

Perhitungan kebutuhan produksi selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.18 Tabel Kebutuhan Produksi Kecap Wie Sin Setelah Memperhitungkan *Safety Stock*

Bulan	Kecap Manis Botol Kaca (Kardus)	Kecap Manis Botol Plastik (Kardus)	Kecap Asin Botol Kaca (Kardus)	Inventory Akhir (kardus)		
				Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
January	4582	385	289	17	18	18
February	4675	426	322	17	18	18
Maret	4675	426	322	17	18	18
April	4675	426	322	17	18	18
Mei	4675	426	322	17	18	18
Juni	4675	426	322	17	18	18

4.2.9 Parameterisasi

- Kebutuhan produksi setelah memperhitungkan *safety stock*

Tabel 4.19 Kebutuhan produksi setelah memperhitungkan *safety stock*

Bulan	Kecap Manis	Kecap Manis	Kecap Asin
	Botol Kaca	Botol Plastik	Botol Kaca
January	4582	385	289
February	4675	426	322
Maret	4675	426	322
April	4675	426	322
Mei	4675	426	322
Juni	4675	426	322

- Kapasitas jam kerja reguler (MW_t) dan jam kerja lembur (MO_t) per lintasan

Tabel 4.20 Kapasitas jam kerja per lintasan yang tersedia pada bulan Januari – Juni 2009

Bulan	Kapasitas jam kerja per orang (jam)	
	Reguler	Lembur
Januari	169	65
February	180	80
Maret	180	80
April	180	80
Mei	177	70
Juni	180	80

- CR : Gaji pekerja reguler tiap jam lintasannya adalah Rp. 18.750
- CO : Gaji pekerja lembur tiap jam lintasannya adalah Rp. 30.000
- CH : Biaya penambahan lintasan adalah Rp. 250.000

- F_k : Jam lintasan yang dibutuhkan per kardus produk kecap botol kaca adalah 0,17 jam orang
- F_p : Jam lintasan yang dibutuhkan per kardus produk kecap manis botol plastik adalah 0,18 jam orang
- CI : Biaya penyimpanan tiap produk adalah

Tabel 4.21 Biaya Simpan

Jenis Produk	Biaya Simpan / produk (Rp)
Kecap Manis Botol Kaca	1296
Kecap Manis Botol Plastik	1620
Kecap Asin Botol Kaca	1728

- T : batas lintasan yang keluar masuk sebanyak 1 lintasan
- SS_t : Safety stock yang diadakan tiap bulannya

Tabel 4.22 Safety Stock

Bulan	Inv Kecap Manis Botol Kaca	Inv Kecap Manis Botol Plastik	Inv Kecap Asin Botol Kaca
January	17	18	18
February	17	18	18
Maret	17	18	18
April	17	18	18
Mei	17	18	18
Juni	17	18	18

4.2.10 Formulasi Model

1. Fungsi Kendala

A. Kendala keseimbangan produk

1. $X_{11} - I_{11} = 4663$
2. $X_{21} + I_{11} - I_{21} = 4765$
3. $X_{31} + I_{21} - I_{31} = 4775$
4. $X_{41} + I_{31} - I_{41} = 4784$
5. $X_{51} + I_{41} - I_{51} = 4793$
6. $X_{61} + I_{51} - I_{61} = 4802$
7. $X_{12} - I_{12} = 436$
8. $X_{22} + I_{12} - I_{22} = 407$
9. $X_{32} + I_{22} - I_{32} = 496$

$$10. X_{42} + I_{32} - I_{42} = 506$$

$$11. X_{52} + I_{42} - I_{52} = 515$$

$$12. X_{62} + I_{52} - I_{62} = 525$$

$$13. X_{13} - I_{13} = 339$$

$$14. X_{23} + I_{13} - I_{23} = 382$$

$$15. X_{33} + I_{23} - I_{33} = 392$$

$$16. X_{43} + I_{33} - I_{43} = 401$$

$$17. X_{53} + I_{43} - I_{53} = 411$$

$$18. X_{63} + I_{53} - I_{63} = 420$$

B. Kendala Kapasitas Reguler

$$19. R_1 - 169W_t = 0$$

$$20. R_2 - 180W_t = 0$$

$$21. R_3 - 180W_t = 0$$

$$22. R_4 - 180W_t = 0$$

$$23. R_5 - 177W_t = 0$$

$$24. R_6 - 180W_t = 0$$

C. Kendala Kapasitas Lembur

$$25. O_1 - 65W_t \leq 0$$

$$26. O_2 - 80W_t \leq 0$$

$$27. O_3 - 80W_t \leq 0$$

$$28. O_4 - 80W_t \leq 0$$

$$29. O_5 - 70W_t \leq 0$$

$$30. O_6 - 80W_t \leq 0$$

D. Kendala Kapasitas Produksi

$$31. 0.17 X_{11} + 0.18 X_{12} + 0.17 X_{13} - R_1 - O_1 \leq 0$$

$$32. 0.17 X_{21} + 0.18 X_{22} + 0.17 X_{23} - R_2 - O_2 \leq 0$$

$$33. 0.17 X_{31} + 0.18 X_{32} + 0.17 X_{33} - R_3 - O_3 \leq 0$$

$$34. 0.17 X_{41} + 0.18 X_{42} + 0.17 X_{43} - R_4 - O_4 \leq 0$$

$$35. 0.17 X_{51} + 0.18 X_{52} + 0.17 X_{53} - R_5 - O_5 \leq 0$$

$$36. 0.17 X_{61} + 0.18 X_{62} + 0.17 X_{63} - R_6 - O_6 \leq 0$$

E. Kendala Tenaga Kerja



37. $W1 - H1 + L1 = 4$
38. $W2 - W1 - H2 + L2 = 0$
39. $W3 - W3 - H3 + L3 = 0$
40. $W4 - W3 - H4 + L4 = 0$
41. $W5 - W4 - H5 + L5 = 0$
42. $W6 - W5 - H6 + L6 = 0$
43. $H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6 \leq 1$
44. $L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 \leq 1$

F. Kendala inventory

45. $I11 \geq 17$
46. $I21 \geq 17$
47. $I31 \geq 17$
48. $I41 \geq 17$
49. $I51 \geq 17$
50. $I61 \geq 17$
51. $I12 \geq 18$
52. $I22 \geq 18$
53. $I32 \geq 18$
54. $I42 \geq 18$
55. $I52 \geq 18$
56. $I62 \geq 18$
57. $I13 \geq 18$
58. $I23 \geq 18$
59. $I33 \geq 18$
60. $I43 \geq 18$
61. $I53 \geq 18$
62. $I63 \geq 18$



2. Fungsi Tujuan Minimasi Biaya Total Produksi

63. $Z = 1296I11 + 1620I12 + 1728I13 + 18750R1 + 30000 O1 + 250000H1$
 $1296I21 + 1620I22 + 1728I23 + 18750R2 + 30000 O2 + 250000H2$
 $1296I31 + 1620I32 + 1728I33 + 18750R3 + 30000 O3 + 250000H3$

$$1296I41 + 1620I42 + 1728I43 + 18750R4 + 30000 O4 + 250000H4$$

$$1296I51 + 1620I52 + 1728I53 + 18750R5 + 30000 O5 + 250000H5$$

$$1296I61 + 1620I62 + 1728I63 + 18750R6 + 30000 O6 + 250000H6$$

4.2.11 Hasil Penyelesaian Model *Linear Programming*

Dari formulasi model yang telah dikembangkan yaitu model *linear programming* untuk perencanaan produksi agregat dari bulan Januari – Juni 2009 pada pabrik kecap Wie Sin Mataram diperoleh hasil penyelesaian yang akan dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Rencana Produksi Pabrik Kecap Wie Sin Mataram

Bulan	Jumlah Produk (kardus)			Produksi Reguler (Rt) (Jam)	Produksi Overtime (Ot) (Jam)
	Kecap Manis Botol Kaca (Xt,1)	Kecap Manis Botol Plastik (Xt,2)	Kecap Asin Botol Kaca (Xt,3)		
January	4582	385	289	845	52.37
February	4675	426	322	900	26.17
Maret	4675	426	322	900	26.17
April	4675	426	322	900	26.17
Mei	4675	426	322	885	41.17
Juni	4675	426	322	900	26.17

Tabel diatas menunjukkan nilai-nilai variabel $X_{t,1}$, $X_{t,2}$, dan $X_{t,3}$ yang menyatakan jumlah produk yang akan diproduksi dari setiap jenis kecap serta jam reguler dan jam lembur yan dipakai pada setiap periode.

Tabel 4.24 Penambahan, Pengurangan dan Jumlah Tenaga Kerja

Bulan	Penambahan lintasan Kerja	Pengurangan lintasan Kerja	Jumlah lintasan Kerja
January	1	0	5
February	0	0	5
Maret	0	0	5
April	0	0	5
Mei	0	0	5
Juni	0	0	5

Tabel diatas menunjukkan bahwa dalam enam bulan perencanaan terjadi penambahan lintasan kerja secara langsung sebanyak 1 orang pada bulan januari 2009, karena jumlah tenaga kerja awalnya adalah 4 lintasan sehingga jumlah lintasan kerja menjadi 5 orang.

Tabel 4.25 Inventory Kecap Wie Sin Tiap Periode

Bulan	Inventory Produk (kardus)		
	Kecap Manis Botol Kaca	Kecap Manis Botol Plastik	Kecap Asin Botol Kaca
January	17	18	18
February	17	18	18
Maret	17	18	18
April	17	18	18
Mei	17	18	18
Juni	17	18	18

Tabel diatas menunjukkan bahwa dalam enam bulan terjadi penyimpanan produk yang diakibatkan oleh pengadaan *safety stock*.

Tabel 4.26 Biaya Operasi Proses Pengepakan Pabrik Kecap Wie Sin

Bulan	Jenis-jenis biaya				Total (TC) (Rp)
	Biaya Reguler (Rp)	Biaya Overtime (Rp)	Biaya Penambahan Tenaga Kerja (Rp)	Biaya Inventory (Rp)	
January	15843750	1571100	250000	82296	17747146
February	16875000	785100	0	82296	17742396
Maret	16875000	785100	0	82296	17742396
April	16875000	785100	0	82296	17742396
Mei	16583750	1235100	0	82296	17901146
Juni	16875000	785100	0	82296	17742396
					106617876

Tabel diatas menunjukkan biaya total operasi pengepakan pabrik kecap Wie Sin selama 6 bulan perencanaan.

4.3 Analisa Hasil Perbandingan Biaya Operasi Pengepakan

Metode *Linear Programming* menggunakan semua kapasitas secara maksimal sehingga didapat penghematan biaya operasi pengepakan. Sebagian besar diakibatkan adanya penambahan tenaga kerja sehingga dapat memperkecil biaya

overtime walaupun biaya reguler bertambah namun tak sebanding dengan penurunan biaya *overtime* karena gaji *overtime* 150% gaji reguler. Penurunan biaya tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.27 Perbandingan Biaya Operasi Pengepakan Metode Awal Dengan Metode Usulan

Jenis Biaya	Metode Awal (Rp)	Metode Usulan (Rp)
Biaya reguler	79950000	99927500
Biaya <i>Overtime</i>	38376900	5946600
Biaya Simpan	1272000	493706
Biaya Penambahan Tenaga kerja	0	250000
Biaya Total	119598900	106617876

Dari tabel diatas diketahui biaya *overtime* turun sebesar Rp. 32.430.300 walaupun biaya reguler naik sebesar Rp. 19.977.500 tidak sebesar penurunan biaya *overtime* selain itu biaya simpan turun sebesar Rp. 778.294. Secara keseluruhan metode usulan lebih baik karena biaya total mengalami penurunan biaya sebesar Rp. 12.981.024 dari metode awal. Jika diprosentasikan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penurunan biaya (\%)} &= \{ (\text{Biaya total metode awal} - \text{Biaya total metode} \\ &\quad \text{usulan}) / \text{Biaya total metode awal} \} \times 100\% \\ &= \{ (119.598.900 - 106.617.876) / 119.598.900 \} \times \\ &\quad 100\% = 10,85\% \end{aligned}$$

Jadi, perusahaan dengan perencanaan ini bisa menghemat biaya total operasi pengepakan sebesar 10.85 % atau Rp. 12.981.024 dari metode awal.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis hasil yang telah dikemukakan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi kebutuhan produksi pada operasi pengepakan untuk perencanaan 6 bulan kedepan dengan menggunakan metode usulan (*Linear Programming*) dihasilkan rencana produksi seperti tertulis pada tabel 4.23. Rencana produksi tersebut bisa dipenuhi dengan penambahan 1 lintasan kerja yang terdiri dari 5 orang.
2. Perbandingan hasil rencana produksi usulan dengan rencana awal selama ini bisa menghemat biaya total operasi pengepakan sebesar 10.85 % atau Rp. 12.981.024 dari metode awal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka ada beberapa hal yang dapat dijadikan pertimbangan oleh pabrik kecap Wie Sin dalam membuat rencana produksi untuk periode-periode yang akan datang antara lain :

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan dan hasil yang didapat untuk perencanaan produksi dengan *Linear Programming*, maka pabrik kecap dapat mempertimbangkan perencanaan tersebut untuk dapat diterapkan pada rencana produksi selama 6 bulan kedepan
2. Dalam membuat sebuah rencana produksi perlu diperhatikan fluktuasi jumlah permintaan, jumlah tenaga kerja, waktu siklus tiap produk, dan kapasitas waktu kerja yang tersedia sehingga dengan sumber daya produksi yang tersedia dapat mencapai hasil yang diharapkan.

3.1 Hasil Penyelesaian Dengan Menggunakan *Linear Programming* -1

	02:11:29	Monday	May	26	2003			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
1	X11	4,582.0000	0	0	0	basic	-M	M
2	X12	385.0000	0	0	0	basic	-M	M
3	X13	281.0000	0	0	0	basic	-M	M
4	I11	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
5	I12	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
6	I13	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M
7	R1	845.0000	18,750.0000	15,843,750.0000	0	basic	-M	M
8	O1	51.0100	30,000.0000	1,530,300.0000	0	basic	-M	M
9	X21	4,675.0000	0	0	0	basic	-M	M
10	X22	426.0000	0	0	0	basic	-M	M
11	X23	322.0000	0	0	0	basic	-M	M
12	I21	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
13	I22	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
14	I23	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M
15	R2	900.0000	18,750.0000	16,875,000.0000	0	basic	-M	M
16	O2	26.1700	30,000.0000	785,100.4000	0	basic	-M	M
17	X31	4,675.0000	0	0	0	basic	-M	M
18	X32	426.0000	0	0	0	basic	-M	M
19	X33	322.0000	0	0	0	basic	-M	M
20	I31	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
21	I32	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
22	I33	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M

3.2 Hasil Penyelesaian Dengan Menggunakan *Linear Programming* -2

	02:11:29	Monday	May	26	2003			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
24	O3	26.1700	30,000.0000	785,100.4000	0	basic	-M	M
25	X41	4,675.0000	0	0	0	basic	-M	M
26	X42	426.0000	0	0	0	basic	-M	M
27	X43	322.0000	0	0	0	basic	-M	M
28	I41	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
29	I42	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
30	I43	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M
31	R4	900.0000	18,750.0000	16,875,000.0000	0	basic	-M	M
32	O4	26.1700	30,000.0000	785,100.4000	0	basic	-M	M
33	X51	4,675.0000	0	0	0	basic	-M	M
34	X52	426.0000	0	0	0	basic	-M	M
35	X53	322.0000	0	0	0	basic	-M	M
36	I51	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
37	I52	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
38	I53	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M
39	R5	885.0000	18,750.0000	16,593,750.0000	0	basic	-M	M
40	O5	41.1700	30,000.0000	1,235,100.0000	0	basic	-M	M
41	X61	4,675.0000	0	0	0	basic	-M	M
42	X62	426.0000	0	0	0	basic	-M	M
43	X63	322.0000	0	0	0	basic	-M	M
44	I61	17.0000	1,296.0000	22,032.0000	0	basic	-M	M
45	I62	18.0000	1,620.0000	29,160.0000	0	basic	-M	M
46	I63	18.0000	1,728.0000	31,104.0000	0	basic	-M	M
47	R6	900.0000	18,750.0000	16,875,000.0000	0	basic	-M	M
48	O6	26.1700	30,000.0000	785,100.4000	0	basic	-M	M



3.3 Hasil Penyelesaian Dengan Menggunakan *Linear Programming* -3

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

0.00

Combined Report for cbbb

	02:11:29	Monday	May	26	2003		
49	W1	5.0000	0	0	0	basic	-M M
50	H1	1.0000	250,000.0000	250,000.0000	0	basic	-M M
51	L1	0	0	0	0	basic	-M M
52	W2	5.0000	0	0	0	basic	-M M
53	H2	0	250,000.0000	0	0	basic	-M M
54	L2	0	0	0	0	basic	-M M
55	W3	5.0000	0	0	0	basic	-M M
56	H3	0	250,000.0000	0	0	basic	-M M
57	L3	0	0	0	0	basic	-M M
58	W4	5.0000	0	0	0	basic	-M M
59	H4	0	250,000.0000	0	0	basic	-M M
60	L4	0	0	0	0	basic	-M M
61	W5	5.0000	0	0	0	basic	-M M
62	H5	0	250,000.0000	0	0	basic	-M M
63	L5	0	0	0	0	basic	-M M
64	W6	5.0000	0	0	0	basic	-M M
65	H6	0	250,000.0000	0	0	basic	-M M
66	L6	0	0	0	0	basic	-M M
Objective		Function	(Min.) =	106,587,100.0000			
Constraint		Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS Allowable Max. RHS
1	C1	4,565.0000	=	4,565.0000	0	5,100.0000	4,264.9410 6,176.7060
2	C2	4,675.0000	=	4,675.0000	0	5,100.0000	4,521.0590 6,874.0000
3	C3	4,675.0000	=	4,675.0000	0	5,100.0000	4,521.0590 6,874.0000

Results Combined Report for cbbb

3.4 Hasil Penyelesaian Dengan Menggunakan *Linear Programming* -4

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

0.00

Combined Report for cbbb

	02:11:29	Monday	May	26	2003		
4	C4	4,675.0000	=	4,675.0000	0	5,100.0000	4,521.0590 6,874.0000
5	C5	4,675.0000	=	4,675.0000	0	5,100.0000	4,432.8230 6,491.6470
6	C6	4,675.0000	=	4,675.0000	0	5,100.0000	4,521.0590 6,874.0000
7	C7	367.0000	=	367.0000	0	5,400.0000	83.6111 1,889.1670
8	C8	426.0000	=	426.0000	0	5,400.0000	280.6111 2,502.8330
9	C9	426.0000	=	426.0000	0	5,400.0000	280.6111 2,502.8330
10	C10	426.0000	=	426.0000	0	5,400.0000	280.6111 2,502.8330
11	C11	426.0000	=	426.0000	0	5,400.0000	197.2777 2,141.7220
12	C12	426.0000	=	426.0000	0	5,400.0000	280.6111 2,502.8330
13	C13	263.0000	=	263.0000	0	5,100.0000	-18.0000 1,874.7060
14	C14	322.0000	=	322.0000	0	5,100.0000	168.0588 2,521.0000
15	C15	322.0000	=	322.0000	0	5,100.0000	168.0588 2,521.0000
16	C16	322.0000	=	322.0000	0	5,100.0000	168.0588 2,521.0000
17	C17	322.0000	=	322.0000	0	5,100.0000	79.8235 2,138.6470
18	C18	322.0000	=	322.0000	0	5,100.0000	168.0588 2,521.0000
19	C19	0	=	0	0	-11,250.0000	-273.9900 51.0100
20	C20	0	=	0	0	-11,250.0000	-373.8300 26.1700
21	C21	0	=	0	0	-11,250.0000	-373.8300 26.1700
22	C22	0	=	0	0	-11,250.0000	-373.8300 26.1700
23	C23	0	=	0	0	-11,250.0000	-308.8300 41.1700
24	C24	0	=	0	0	-11,250.0000	-373.8300 26.1700
25	C25	-273.9900	<=	0	273.9900	0	-273.9900 M
26	C26	-373.8300	<=	0	373.8300	0	-373.8300 M
27	C27	-373.8300	<=	0	373.8300	0	-373.8300 M
28	C28	-273.9900	<=	0	273.9900	0	-273.9900 M

Results Combined Report for cbbb



3.5 Hasil Penyelesaian Dengan Menggunakan *Linear Programming* -5

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

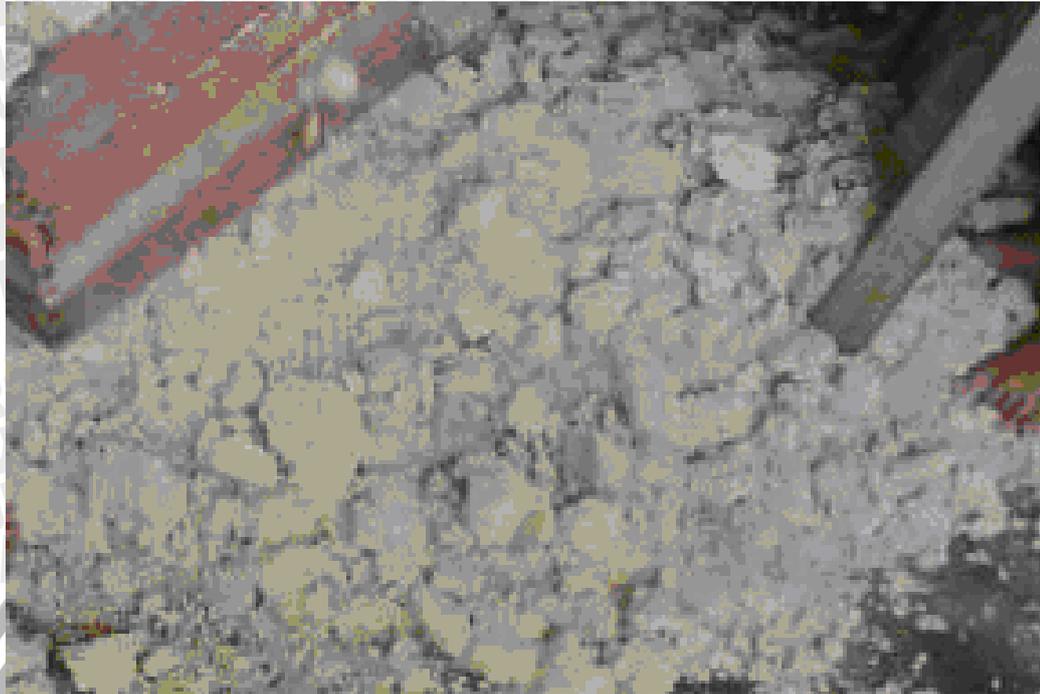
0.00

Combined Report for cbbb

	02:11:29	Monday	May	26	2003		
29	C29	-308.8300	<=	0	308.8300	0	-308.8300 M
30	C30	-373.8300	<=	0	373.8300	0	-373.8300 M
31	C31	0	=	0	0	-30,000.0000	-273.9900 51.0100
32	C32	0.0000	=	0	0	-30,000.0000	-373.8300 26.1700
33	C33	0.0000	=	0	0	-30,000.0000	-373.8300 26.1700
34	C34	0.0000	=	0	0	-30,000.0000	-373.8300 26.1700
35	C35	0.0000	=	0	0	-30,000.0000	-308.8300 41.1700
36	C36	0.0000	=	0	0	-30,000.0000	-373.8300 26.1700
37	C37	17.0000	=	17.0000	0	1,296.0000	0 170.9412
38	C38	17.0000	=	17.0000	0	1,296.0000	0 170.9412
39	C39	17.0000	=	17.0000	0	1,296.0000	0 170.9412
40	C40	17.0000	=	17.0000	0	1,296.0000	0 259.1765
41	C41	17.0000	=	17.0000	0	1,296.0000	0 170.9412
42	C42	17.0000	=	17.0000	0	6,396.0000	0 2,216.0000
43	C43	18.0000	=	18.0000	0	1,620.0000	0 163.3889
44	C44	18.0000	=	18.0000	0	1,620.0000	0 163.3889
45	C45	18.0000	=	18.0000	0	1,620.0000	0 163.3889
46	C46	18.0000	=	18.0000	0	1,620.0000	0 246.7223
47	C47	18.0000	=	18.0000	0	1,620.0000	0 163.3889
48	C48	18.0000	=	18.0000	0	7,020.0000	0 2,094.8330
49	C49	18.0000	=	18.0000	0	1,728.0000	0 171.9412
50	C50	18.0000	=	18.0000	0	1,728.0000	0 171.9412
51	C51	18.0000	=	18.0000	0	1,728.0000	0 171.9412
52	C52	18.0000	=	18.0000	0	1,728.0000	0 260.1765
53	C53	18.0000	=	18.0000	0	1,728.0000	0 171.9412

Results Combined Report for cbbb





Gambar 1. Hasil Fermentasi 1



Gambar 2 Bak Penyimpanan Fermentasi 2



Gambar 3. Tungku Pemasakan



Gambar 4. Pengisian Botol Kecap



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Muttaqin. 2005. *Perencanaan Agregat Dengan Metode Linear Programming Guna Meminimalkan Total Biaya Produksi Tabular Lamp*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Awat, Napa J. 1990. *Metode Peramalan Kuantitatif*. Liberty Yogyakarta, Yogyakarta.
- Gaspersz, Vincent. 2005. *Production Planing And Inventory Control*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Hanke, Jhon E. dan Reitsch, Arthur G. 1992. *Business Forecasting – Fourth Edition*. Eastern Washington University. United States Of Amerika.
- Herjanto, Eddy. 1999. *Manajemen Produksi & Operasi*. Edisi Kedua. Jakarta : PT Gramedia Widiasarana Indonesia
- Holder. 2001. *Model Linear Programming*. Press <http://www.skripsi-tesis.com/07/02/penentuan-kombinasi-jumlah-produk-yang-optimal-dengan-linear-programming-studi-kasus-pada-pt-bmb-eksport-jogjakarta-pdf-doc.htm>
- Mulyono, Sri. 1991. *Operations Research*. Jakarta. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Nasution, Arman Hakim. 1999. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. PT. Guna Widya, Jakarta.
- Nemheuser. 2000. *Constraint Classification for Mixed Integer Programming Formulation*. Press <http://www.skripsi-tesis.com/07/02/penentuan-kombinasi-jumlah-produk-yang-optimal-dengan-linear-programming-studi-kasus-pada-pt-bmb-eksport-jogjakarta-pdf-doc.htm>
- Nesendi, B.D. dan Anwar, Efendi. 1985. *Program Linier Dan Variansinya*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Soekartawi. 1992. *Linear Programming*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Stanton et al. 1991. *Peran Kemasan Sebagai Alat Pemasaran*. Press <http://dspace.widyatama.ac.id/bitstream/handle/10364/799/a.pdf?sequence=3>
- Suharyanto. 2007. *Pengepakan Dan Pelabelan Produk Olahan*. Press <http://dspace.widyatama.ac.id/bitstream/handle/10364/799/a.pdf?sequence=3>
(www.cbe.uidaho.edu/Bus340/OldIBCStuff/Powerpoint/Alex/1113021p.ppt)

