



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**OPTIMASI KEBUTUHAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU  
MENGUNAKAN METODE *PROGRAMA LINEAR***

**SKRIPSI**

**SYAHABUDIN  
0606043793**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
DESEMBER 2008**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**OPTIMASI KEBUTUHAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU  
MENGUNAKAN METODE *PROGRAMA LINEAR***

Skripsi ini diajukan sebagai  
salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNIK

**SYAHABUDIN  
0606043793**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Syahabudin

NPM : 0606043793

Tanda tangan :

Tanggal : 23 Desember 2008



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Syahabudin  
NPM : 0606043793  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Optimasi Kebutuhan Persediaan Bahan Baku  
Menggunakan *Programa Linear*

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Amar Rachman, MEIM (.....)  
Penguji : Ir. Yadrifil, MSc (.....)  
Penguji : Farizal, Ph.D (.....)  
Penguji : Arian Dhini, ST, MT (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 24 Desember 2008

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Penulis sadar bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari banyak pihak. Terima kasih diucapkan kepada:

1. Bpk Ir. Amar Rachman, MEIM selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan kritik yang sangat berharga;
2. Ir. Fauzia Dianawati, MSi atas kesempatan yang diberikan dan motivasinya sehingga program Lingo-Nya bisa *running*;
3. Ir. Yadrifil, MSc., Arian Dhini, ST, MT., dan Ir. Farizal, Ph. selaku dosen penguji, atas masukan dan pengarahan yang diberikan pada saat seminar;
4. Bpk. Edi Syamsuddin selaku *Business Unit Head*, Bpk. Indrayani selaku *Engineering Section Chief*, dan rekan-rekan *engineer* Bisnis Unit Pompa Air PT PMI buat waktu dan pengertiannya, serta motivasi yang tak pernah putus;
5. Bapak, Ibu, kakak dan adikku tersayang atas kasih sayang, pengertian, dan dukungan yang diberikan;
6. Teman-teman Ekstensi TIUI '06 dengan semangat perubahannya dan kekompakan yang mulai terbentuk;
7. Ricky, Tya, Gadis, Diana, Feni Polman, Uvyb VM, PEC PMI, CC PMI dan teman-teman Mesin PNJ '01 untuk setiap nasehat dan motivasinya;
8. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki keterbatasan. Namun diharapkan agar skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Depok, Desember 2008

Penulis

## RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama : Syahabudin  
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 28 September 1982  
Alamat : Jl. Kalibata Utara II Rt 008/07 No. 46  
Jakarta Selatan 12740  
Pendidikan :

a.	SD	:	SDN Kalibata 02 Petang (1989-1995)
b.	SLTP	:	SLTPN 182 Jakarta (1995-1998)
c.	SMU	:	SMUN 28 Pasar Minggu (1998-2001)
d.	D-3 Politeknik	:	Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta (2001-2004)

Pelatihan	:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Piping and Hydrostatic Test</i>, Elnusa Petro Teknik (2003)</li><li>• Introduction ISO 9001, 14001, OHSAS 18001, PT PMI (2007)</li><li>• <i>Catia V5R18</i>, Nusantara Secom Infotech (2008)</li></ul>
Organisasi	:	<ul style="list-style-type: none"><li>• OSIS, DKM/ ROHIS (1998 – 2000)</li><li>• HMM , FIKRI (2001 – 2003)</li></ul>

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syahabudin  
NPM : 0606043793  
Program Studi : Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Optimasi Kebutuhan Persediaan Bahan Baku Menggunakan *Programa Linear***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 24 Desember 2008

Yang menyatakan,

(Syahabudin)

Nama : Syahabudin

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Optimasi Kebutuhan Persediaan Bahan Baku Menggunakan  
Programa Linear

### ABSTRAK

*Value Management Inventory* (VMI) merupakan solusi yang diharapkan dapat memberikan efektifitas dalam penggunaan material dan lebih efisien dalam hal biaya persediaan di PT X, berdasarkan kebijakan tersebut hanya material yang dipakai saja yang akan dibayar oleh perusahaan dari para pemasok. Strategi tersebut sangat penting mengingat persaingan yang semakin ketat terutama untuk industri manufaktur yang terus berlomba menjadikan produknya sebagai pilihan konsumen. Karena pada umumnya konsumen akan menjatuhkan pilihan pada produk dengan kualitas tinggi dengan harga yang rendah. Agar produknya menjadi pilihan konsumen, maka harus diproduksi barang dengan biaya produksi serendah mungkin dengan kualitas sebaik mungkin.

Mengoptimalkan persediaan bahan baku di gudang VMI dan non VMI membantu menurunkan biaya persediaan tersebut. Metode yang digunakan untuk meminimumkan *biaya persediaan* adalah *programa linear*. Dalam pengolahan data menggunakan perangkat lunak Lingo diperoleh nilai persediaan yang mampu dicapai sebesar 848 juta dari besar yang ingin dicapai sebesar 960 juta.

**Kata kunci :**

**Optimasi, *Programa Linear*, Inventori**



Name : Syahabudin  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : Optimize the Needs of Stock of Materials Using Linear Programming (Case of Study : Unit Business of Water Pump of PT Panasonic Manufacturing Indonesia)

### **ABSTRACT**

Vendor management inventory (VMI) is an expected solution that can give effectiveness in using materials and make inventory cost in X company is more efficient. Based on that policy, only used materials that will be paid to supplier. That strategy is very important in the situation, when competition is stricter, especially for manufacturing industry which keeps competing to make their products chosen by the consumers, they need to product stuff which is costly as low as possible but the quality should be as good as possible.

By optimizing stock of material in the warehouse, VMI helps decreasing that inventory cost. Method that use to minimize inventory cost is Linear programming. Data processing using Lingo software and find the objective for inventory is 805 million better than target that is 960 million.

**Keywords :**

**Optimizing, Linear Programming, Inventory**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH .....	2
1.3 RUMUSAN PERMASALAHAN.....	2
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	3
1.7 METODOLOGI PENELITIAN.....	4
1.8 SISTEMATIKA PENELITIAN.....	6
<b>2. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 MANAJEMEN PERSEDIAAN.....	8
2.1.1 Persediaan .....	8
2.1.2 Biaya-Biaya dalam manajemen Persediaan .....	12
2.1.3 <i>Reorder Point</i> .....	12
2.1.4 Efek <i>Bullwhip</i> .....	13
2.2 <i>VENDOR MANAGED INVENTORY</i> .....	15
2.2.1 Definisi .....	15
2.2.2 Aplikasi .....	16
2.3 <i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i> .....	16
2.3.1 Definisi .....	16
2.3.2 Aspek-Aspek Terkait .....	19
2.3.3 Perkembangan .....	20
2.3.4 Permasalahan .....	21
2.4 <i>PROGRAMA LINEAR</i> .....	23
2.4.1 Definisi <i>Programa Linear</i> .....	23
2.4.2 Metode Penyelesaian Model <i>Programa Linear</i> .....	24
2.4.3 Penyelesaian <i>Programa Linear</i> Menggunakan <i>Lingo</i> .....	25
2.4.4 Langkah-Langkah Pembuatan Model Optimasi.....	27
<b>3. PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>29</b>

3.1	PROFIL PERUSAHAAN .....	29
3.1.1	Filososfi Perusahaan .....	29
3.1.3	Struktur Organisasi .....	30
3.1.4	Bisnis Unit Pompa Air .....	30
3.1.5	Seksi <i>Material Control</i> Bisnis Unit Pompa Air .....	34
3.2	KONSEP <i>VENDOR MANAGED INVENTORY</i> (VMI) .....	39
3.2.1	<i>Lay Out</i> Gudang VMI .....	42
3.3	PENGUMPULAN DATA .....	43
3.3.1	Produk Pompa Air PT X .....	44
3.3.2	Permintaan Komponen Pompa Air .....	44
3.3.3	Persediaan Bahan Baku.....	44
3.3.4	Kendala Pemasok.....	45
3.3.5	Biaya Persediaan Komponen Rata-Rata .....	46
<b>4.</b>	<b>PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....</b>	<b>47</b>
4.1	PENYUSUNAN MODEL OPTIMASI KEBUTUHAN BAHAN BAKU	47
4.2	PERUMUSAN MODEL MATEMATIS DENGAN MENGGUNAKAN <i>PROGRAMA LINEAR</i> .....	48
4.2.1	Model Matematis Optimasi Kebutuhan Persediaan Bahan Baku .....	50
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>54</b>
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>55</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>
Lampiran 1	DATA <i>INPUT</i> PERANGKAT LUNAK <i>LINGO</i> .....	56
Lampiran 2	DATA <i>OUTPUT</i> PERANGKAT LUNAK <i>LINGO</i> .....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram keterkaitan masalah .....	3
Gambar 1.2	Diagram alir metodologi penelitian.....	5
Gambar 2.1	Tujuan manajemen persediaan .....	8
Gambar 2.2	Persediaan dan aliran material.....	9
Gambar 2.3	Efek <i>bullwhip</i> .....	15
Gambar 2.4	Model umum <i>supply chain</i> .....	17
Gambar 2.5	Aktivitas dalam <i>SCM</i> .....	19
Gambar 3.1	Struktur Organisasi PT X .....	31
Gambar 3.2	Struktur Organisasi Bisnis Unit Pompa Air PT X.....	32
Gambar 3.3	Struktur organisasi <i>material control</i> .....	35
Gambar 3.4	Aliran proses penerimaan material.....	36
Gambar 3.5	Aliran proses pengambilan komponen pada <i>material control</i> .....	37
Gambar 3.6	Lay out bisnis unit pompa air .....	38
Gambar 3.7	Detail prosedur pelaksanaan VMI.....	40
Gambar 3.8	<i>Ordering schedule</i> untuk gudang VMI.....	42
Gambar 3.9	<i>Lay out</i> gudang VMI .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	<i>Service level dan safety factor</i> .....	14
Tabel 3.1	Nilai inventori pada bisnis unit pompa air di PT X .....	39
Tabel 3.2	Klasifikasi produk pompa air berdasarkan konsumsi listrik .....	44
Tabel 3.3	Permintaan komponen pada periode Juni 2008 - Juli 2008.....	44
Tabel 3.4	Data komponen penyumbang stok terbesar di PT X .....	45
Tabel 3.5	Klasifikasi jenis gudang pada pemasok.....	45
Tabel 3.6	Kapasitas yang mampu dipenuhi pemasok dan harga yang ditawarkan .....	46
Tabel 3.7	Tabulasi harga tiap-tiap komponen dari tiap-tiap pemasok .....	46
Tabel 3.8	Biaya persediaan komponen rata-rata tiap minggu .....	46
Tabel 4.1	Jumlah unit komponen 1 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	51
Tabel 4.2	Jumlah unit komponen 2 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	51
Tabel 4.3	Jumlah unit komponen 3 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	51
Tabel 4.4	Jumlah unit komponen 4 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	52
Tabel 4.5	Jumlah unit komponen 5 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	52
Tabel 4.6	Jumlah unit komponen 6 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	52
Tabel 4.7	Jumlah unit komponen 7 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	53
Tabel 4.8	Jumlah unit komponen 9 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	53
Tabel 4.9	Jumlah unit komponen 10 yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1 :	DATA <i>INPUT</i> PERANGKAT LUNAK <i>LINGO</i>
Lampiran	2 :	DATA <i>OUTPUT</i> PERANGKAT LUNAK <i>LINGO</i>



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG MASALAH**

Pertumbuhan industri manufaktur mengakibatkan semakin ketatnya persaingan untuk menjadikan produk yang dihasilkannya sebagai pilihan konsumen. Pada umumnya konsumen akan menjatuhkan pilihannya pada produk yang berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau. Bagi perusahaan, untuk menghasilkan produk yang bermutu tinggi akan menambah biaya, sedangkan harga yang terjangkau menjadi salah satu prioritas bagi sebagian besar konsumen yang juga harus dipenuhi. Agar menghasilkan produk yang diminati oleh konsumen, maka biaya merupakan salah satu perhatian utama sebuah perusahaan. Selain itu, dengan biaya yang rendah, maka keuntungan yang didapat diharapkan semakin tinggi.

Di dalam suatu perusahaan terdapat dua jenis biaya, yaitu biaya material dan biaya transformasi bahan baku menjadi bahan jadi. Biaya material adalah biaya untuk membeli bahan baku untuk produk. Sedangkan biaya transformasi mencakup biaya produksi, biaya distribusi, biaya pemasaran, dan lain sebagainya. Untuk mendapatkan produk dengan kualitas sama, biaya material tidak bisa diturunkan. Sedangkan biaya transformasi dapat diturunkan guna meningkatkan keuntungan. Salah satunya adalah dengan memperbaiki sistem penyimpanan yang akan membuat perusahaan dapat menurunkan biaya distribusi dan penyimpanannya. Hal tersebut yang biasa dilakukan oleh suatu perusahaan sebagai strategi menurunkan biaya untuk meningkatkan keuntungannya.

Sebagai salah satu perusahaan elektronik terbesar di Indonesia, PT X memegang prinsip untuk terus menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau bagi segala lapisan masyarakat dengan tujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kehidupan mereka. Untuk membuat produk dengan harga terjangkau maka diperlukan langkah yang tepat untuk menurunkan biaya.

Untuk menurunkan biaya, PT X dapat menurunkan biaya penyimpanan di gudang. Gudang adalah area pembatas antara lini produksi, pasar, konsumen dan pemasok, dan lingkungan bisnis secara umum<sup>1</sup>. Konsep gudang secara umum mencakup operasi penyimpanan dan pengambilan, aspek organisasi, mekanisasi peralatan untuk *material handling*, media untuk penyimpanan material, dan bangunan itu sendiri yang diperlukan untuk menjaga lingkungan barang. Tugas distribusi adalah memindahkan barang dari lini produksi ke konsumen dalam waktu yang tepat dan melakukannya secara ekonomis.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam mengoptimalkan persediaan adalah program linear yang terbukti menantang untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan variabel secara umum berkaitan dengan kebutuhan distribusi.

## **1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH**

Untuk melihat gambaran sistematis yang menyeluruh, maka disusun suatu diagram keterkaitan masalah seperti pada gambar 1.1

## **1.3 RUMUSAN PERMASALAHAN**

Sesuai dengan latar belakang dan diagram keterkaitan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, pokok permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah pengoptimalan tingkat persediaan di gudang bahan baku yang berdasarkan kebijakan perusahaan besarnya dibatasi tidak boleh lebih dari 960 juta rupiah.

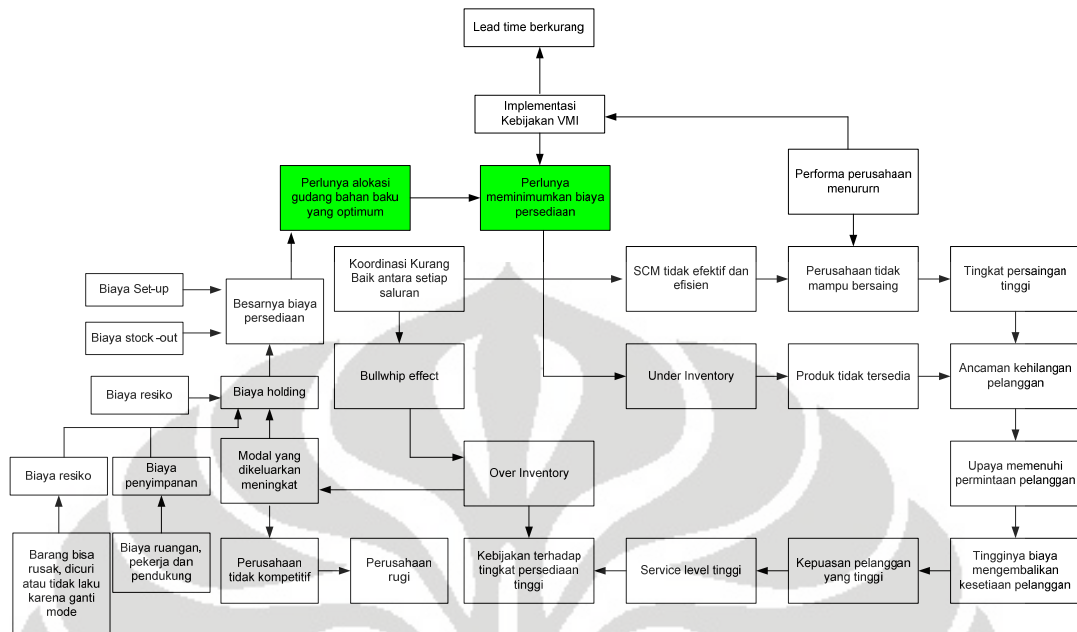
## **1.4 TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan mendapatkan nilai persediaan optimum pada gudang bahan baku sehingga menurunkan biaya persediaan sebagaimana yang telah ditargetkan oleh perusahaan.

---

<sup>1</sup>A. Gunasekaran, H.B. Marri, F. Menci, "Improving the Effectiveness of Warehousing Operations: a Case Study", Industrial and Management Data Systems, MCB University Press, 1999.





**Gambar 1.1** Diagram keterkaitan masalah

## 1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil yang spesifik dan terarah, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

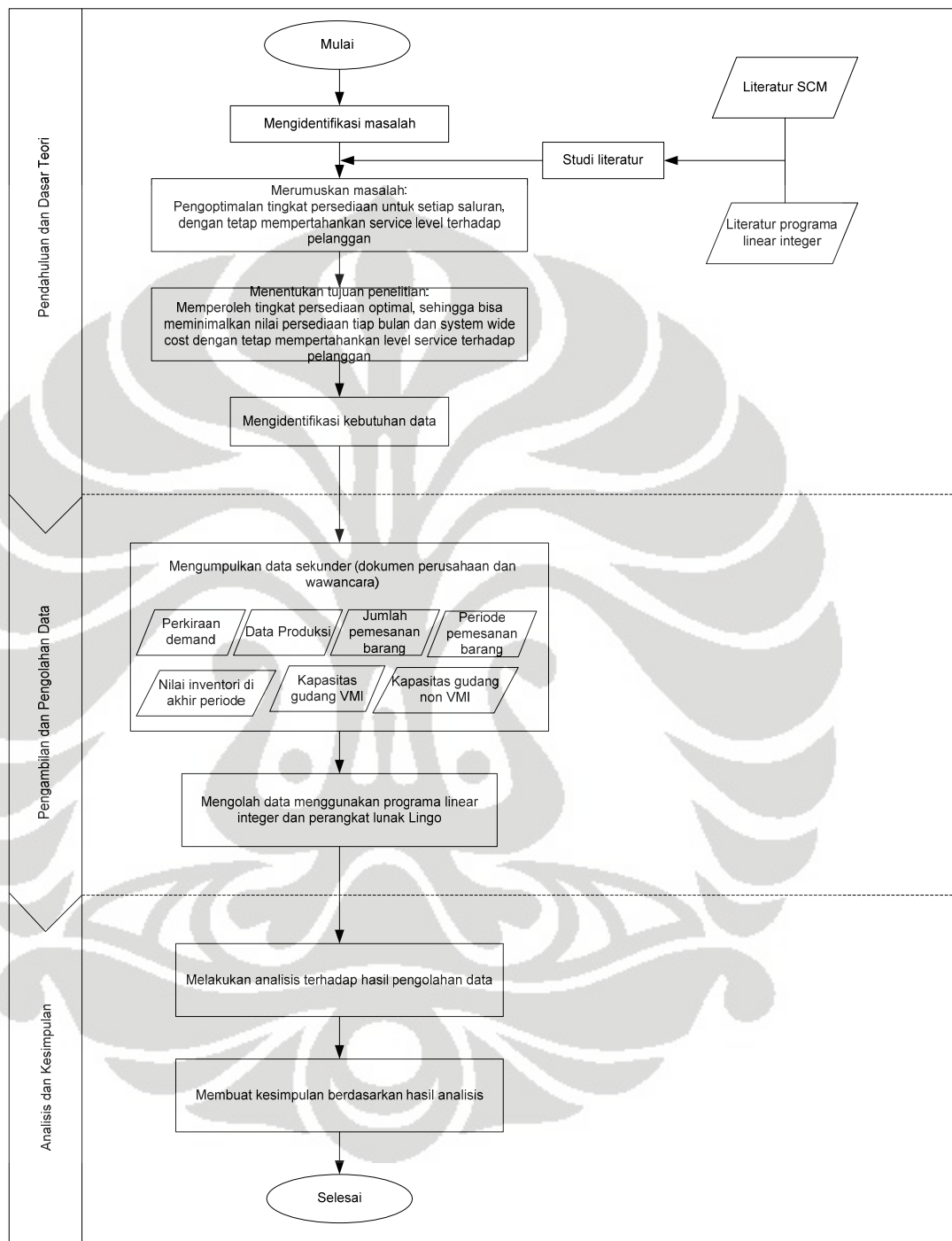
1. Penelitian dilakukan di Bisnis Unit Pompa Air PT Panasonic Manufacturing Indonesia.
2. Aliran produk terdiri atas dua saluran yaitu, gudang bahan baku dan lini produksi.
3. Data merupakan *history record* periode Juni 2008 - Juli 2008.
4. Output berupa tingkat persediaan optimum untuk gudang bahan baku pada periode Juni 2008 – Juli 2008.
5. Siklus pemesanan adalah setiap minggu.
6. *Lead time* konstan yaitu dua minggu.

7. *Stock opname* dilakukan setiap akhir bulan.
8. Fungsi tujuan merupakan fungsi penyelesaian minimum nilai persediaan untuk gudang bahan baku setiap bulannya.

## 1.6 METODE PENELITIAN

Metodologi yang menggambarkan langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 1.2, yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada PT X.
2. Mengumpulkan dan menyusun studi literatur yang berkaitan dengan masalah yang telah teridentifikasi. Literatur utama yang digunakan dalam penelitian ini mengenai *supply chain management*, inventori dan *programa linear*.
3. Menentukan tujuan penelitian.
4. Mengidentifikasi dan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan, melalui okmen perusahaan, wawancara dengan pekerja/staf ahli, dan berdasarkan studi literature meliputi perkiraan permintaan per-periode, biaya *holding* per-unit, biaya *set-up*/pemesanan per-siklus, permintaan selama *lead time*, dan *service level*.
5. Mengolah data menggunakan program linear dan perangkat lunak Lingo.
6. Menganalisis hasil pengolahan data dengan membandingkan antara hasil teori dengan kebijakan perusahaan selama ini.
7. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis.



**Gambar 1.2** Diagram alir metodologi penelitian

## 1.7 SISTEMATIKA PENELITIAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan standar baku penulisan skripsi yang telah ditetapkan. Penulisan penelitian ini dibagi menjadi lima bab, yaitu: bab pertama adalah pendahuluan, bab kedua dasar teori, bab ketiga pengumpulan data, bab keempat pengolahan data dan analisis, dan bab kelima merupakan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

Bab pertama merupakan pengantar untuk menjelaskan isi penelitian secara garis besar. Pada dasarnya bab ini menjelaskan siapa, apa, bagaimana, kapan, dimana, dan mengapa penelitian ini dilakukan. Dalam bab ini terdapat uraian tentang latar belakang permasalahan diagram keterkaitan permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan yang ingin dicapai, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab kedua merupakan tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian, meliputi permasalahan *supply chain management* (SCM), inventori, *programa linear*, dan penjelasan singkat perangkat lunak *Lingo*. Secara umum pembahasan difokuskan pada perencanaan persediaan dan teknik pencarian solusi menggunakan *programa linear* dan perintah yang akan digunakan untuk mengolah data menggunakan perangkat lunak *Lingo*.

Bab ketiga menjelaskan data-data yang dibutuhkan dan telah dikumpulkan melalui studi lapangan, studi literatur, dan wawancara dengan staf ali perusahaan. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah data dari tiga saluran (supplier, gudang bahan baku, dan lini produksi) pada *supply chain* PT X.

Bab keempat adalah pengolahan data dan analisis. Untuk memperoleh tingkat optimal persediaan, data akan diolah menggunakan metode *programa linear* dan dibantu oleh perangkat lunak *Lingo*. Kemudian akan dilakukan analisis untuk

membandingkan hasil penelitian dengan kebijakan yang sekarang diterapkan di perusahaan

Bab kelima merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan data yang diproses melalui perangkat lunak *Lingo*.



## BAB 2

### LANDASAN TEORI

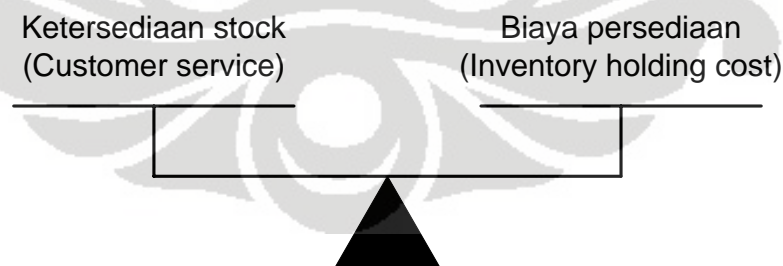
#### 2.1 MANAJEMEN PERSEDIAAN

##### 2.1.1 Persediaan

Persediaan atau inventori merupakan material dan *supply* yang dimiliki oleh suatu perusahaan untuk dijual ataupun digunakan untuk kepentingan proses produksi. Secara finansial, persediaan sangat penting bagi perusahaan manufaktur, umumnya porsi nilainya mencapai 20% sampai 60% dari total aset<sup>1</sup>. Persediaan merupakan bagian yang sangat penting dari aset perusahaan. Adanya perputaran persediaan akan menyebabkan aliran kas dan *return on investment*. Ketika persediaan digunakan, nilainya akan berubah menjadi uang kas.

Manajemen persediaan berhubungan dengan kegiatan pengaturan dan perencanaan persediaan berdasarkan klasifikasi dan fungsinya. Gambar 2.3 menunjukkan tujuan dari penerapan manajemen persediaan yaitu menyeimbangkan dua fungsi dalam *supply chain*, yaitu:

- Fungsi pelayanan, yaitu mengatur level persediaan sehingga dapat memenuhi semua permintaan konsumen.
- Fungsi biaya, yaitu meminimalkan biaya dengan cara menentukan jumlah dan waktu yang tepat dalam *replenishment* (pengisian persediaan).

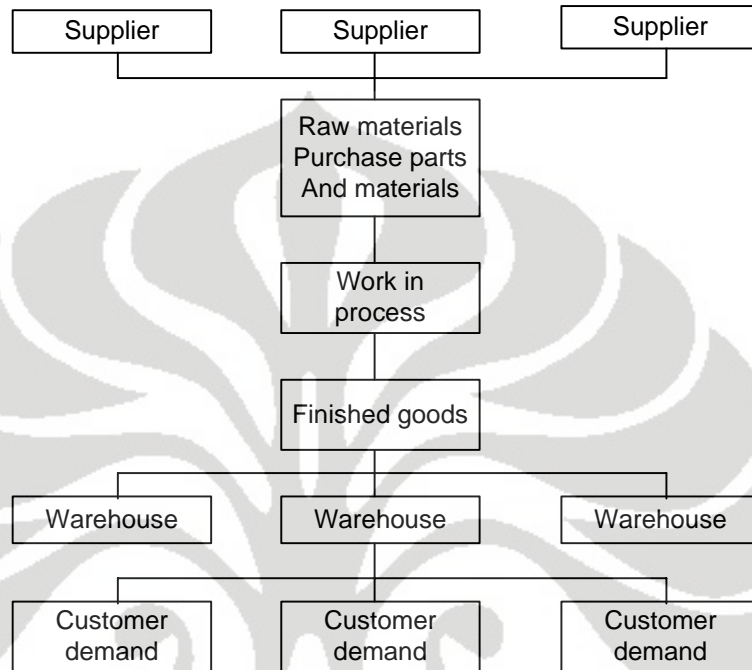


**Gambar 2.1** Tujuan manajemen persediaan

---

<sup>1</sup> J.R Tony Arnold and Stephen N. Chapman, Introduction to Materials Management, Prentice Hall, USA, 2001, hal, 228

Berdasarkan aliran material yang ditunjukkan pada gambar 2.2 persediaan diklasifikasikan sebagai berikut<sup>2</sup>:



**Gambar 2.2** Persediaan dan aliran material (Sumber: J.R. Tony Arnold dan Stephen Chapman, 2001, Hal. 230)

- *Raw material* (bahan baku)  
Merupakan material perusahaan yang belum memasuki proses produksi.
- *Work-In-Process* (WIP)  
Merupakan bahan baku yang telah memasuki proses produksi, baik itu sedang dikerjakan maupun sedang menunggu untuk dikerjakan.
- *Finished Good* (produk jadi)  
Merupakan produk akhir yang telah selesai dikerjakan dan siap untuk dijual dan disimpan di pabrik, gudang, atau lokasi lain di sistem distribusi.

<sup>2</sup> Ibid hal. 230

- *Distribution inventory*

Merupakan produk jadi yang berlokasi di sistem distribusi.

- *Maintenance, repair, and operational supply (MRO)*

Merupakan barang yang digunakan diproses produksi yang bukan bagian dari produk jadi. Contohnya adalah peralatan produksi dan alat-alat kebersihan.

Berdasarkan fungsinya, persediaan diklasifikasikan sebagai berikut:

- *Anticipation inventory*

Merupakan persediaan yang bertujuan membantu level produksi dan mengurangi biaya yang ditimbulkan oleh perubahan kecepatan produksi, misalnya persediaan untuk mengatasi *peak season*, program promosi, dll.

- *Safety stock/fluctuation inventory*

Merupakan persediaan untuk mengatasi fluktuasi dan ketidak-pastian dalam suplai, permintaan, dan *lead time*. Persediaan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kekurangan stok yang akan mengganggu proses produksi ataupun pemenuhan permintaan konsumen.

- *Lot-size inventory/cycle stock*

Merupakan persediaan yang timbul karena proses pembelian atau proses produksi yang melebihi kebutuhan sebenarnya. Hal ini biasanya karena perusahaan ingin memperoleh keuntungan berupa diskon, mengurangi pengiriman, atau mengurangi biaya *set-up*.

- *Transportation inventory*

Merupakan persediaan yang timbul karena adanya waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan material atau produk dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Persediaan ini tidak bergantung pada ukuran pengiriman, tetapi bergantung pada waktu transit dan permintaan setiap periode.

- *Hedge inventory*

Untuk beberapa produk seperti barang tambang dan komoditi, harganya seringkali fluktuatif, tergantung pada suplai dan permintaan. Jika pembeli mengharapkan harga naik, mereka dapat membeli *hedge inventory* ketika harga rendah.



- *Maintenance, repair, and pertional supply* (MRO)

Persediaan akan membantu kegiatan perusahaan menjadi lebih produktif melalui empat cara, yaitu<sup>3</sup>:

- Persediaan membantu kegiatan berurutan yang memiliki kecepatan produksi berbeda.
- Persediaan mengantisipasi penjualan pada saat *peak season*, sehingga dapat menurunkan biaya lembur, biaya menambah atau memecat karyawan, biaya pelatihan, dan biaya sub-kontrak (menugaskan pihak lain)
- Persediaan membantu pabrik untuk proses produksi jangka panjang, karena jika perusahaan memproduksi dalam jumlah yang besar, maka biaya set-up akan terserap oleh jumlah yang besar sehingga biaya per unit akan menjadi lebih rendah dan akan mengurangi waste (dalam hal ini waktu).
- Persediaan memungkinkan perusahaan membeli dalam jumlah besar sehingga akan menurunkan biaya pemesanan dan memperoleh diskon kuantitas.

Permasalahan yang sering timbul dalam satu perusahaan adalah bagaimana menyeimbangkan investasi persediaan dengan<sup>4</sup>:

- *Customer service*

*Customer Service* adalah kemampuan perusahaan untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Semakin tinggi persediaan, maka akan semakin tinggi *customer service* karena persediaan yang rendah akan memperbesar kemungkinan terjadinya *stock-out*.

- Biaya yang berhubungan dengan perubahan level produksi.
- Biaya pemesanan

Persediaan yang rendah dapat dicapai melalui pemesanan dalam jumlah kecil, tetapi dalam praktiknya hal ini akan meningkatkan biaya pemesanan, karena frekuensinya pemesanan akan lebih sering.

---

<sup>3</sup> Ibid Hal 233

<sup>4</sup> Ibid Hal 235

- Biaya transportasi

Produk yang dipindahkan dalam jumlah sedikit akan membutuhkan biaya lebih banyak dibandingkan memindahkan produk dalam jumlah lebih banyak. Namun secara tidak langsung jika memindahkan produk dalam jumlah banyak akan membutuhkan persediaan dalam jumlah yang banyak.

### 2.1.2 Biaya-Biaya dalam Manajemen Persediaan

Berikut adalah biaya-biaya dalam manajemen persediaan<sup>5</sup>:

- *Biaya holding*

Merupakan biaya yang timbul karena adanya persediaan, yang mencakup modal, biaya penyimpanan (ruangan, pekerja, peralatan), dan biaya resiko (kerusakan, pencurian, produk tidak laku karena adanya pergantian mode). Jika persediaan meningkat, maka biaya ini juga akan meningkat.

- *Biaya set-up/capacity associated*

Ketika level produksi diubah, akan ada beberapa biaya yang timbul antara lain biaya lembur, pelatihan, ekstra-*shift*, pemecatan/pemberhentian karyawan sementara waktu. Salah satu cara mengurangi biaya adalah dengan cara menerapkan strategi *levelling* (memproduksi dalam jumlah tetap).

- Biaya pemesanan merupakan biaya yang timbul karena adanya transaksi pemesanan dari perusahaan kepada *supplier* dan biasanya relatif konstan untuk setiap pembelian, biaya pengangkutan, biaya bongkar, dan biaya penerimaan.
- Biaya *stock-out* merupakan biaya yang timbul karena tidak terpenuhinya permintaan (*backorder*), kehilangan penjualan (*lost sales*), dan kehilangan pelanggan (*lost customers*)

### 2.1.3 Reorder-Point

*Reorder-point* merupakan metode pemesanan kembali produk pada saat persediaan sudah mencapai level tertentu<sup>6</sup>. Dengan metode ini, pemesanan harus

<sup>5</sup> Garret J, van Ryzin, "Analyzing Inventory Cost and Service in Supply Chain", 2001

<sup>6</sup> J.R. Tony Arnold and Stephen N, Chapman, Op. Cit, Hal 277

dilakukan ketika masih ada stok ditangan, selama mulai dari pemesanan dilakukan sampai dengan produk tiba di gudang (biasanya disebut *lead time*). Dalam kondisi riil, nilai permintaan seringkali tidak sesuai dengan perkiraan yang telah dibuat, dapat melebihi dan dapat saja kurang dari nilai yang telah kita prediksi. Sehingga seringkali perusahaan mengalami kelebihan stok atau kehabisan stok (*stock-out*). Akibatnya yang muncul dari kondisi *stockout* adalah *back orders* atau *lost sales*. *Back orders* adalah permintaan yang ketika terjadi *stockout*, harus segera dipenuhi. Sedangkan, *lost sales* adalah permintaan yang, ketika terjadi *stockout*, langsung hilang karena konsumen langsung memilih untuk pergi ke tempat lain untuk memenuhi kebutuhannya<sup>7</sup>. Dan *safety stock* berfungsi untuk mencegah terjadinya hal tersebut.

*Service level* yang berhubungan langsung dengan standar deviasi untuk *safety stock*, biasanya disebut dengan *safety factor*<sup>8</sup>. Semakin tinggi *service level* yang diinginkan, maka akan semakin besar *safety stock* yang dibutuhkan, dan itu berarti semakin tinggi pula *safety factor* Tabel 2.1 akan menunjukkan *safety factor* pada berbagai *service level* (persentase siklus pemesanan tanpa terjadinya *stock-out*)

#### 2.1.4 Efek Bullwhip

*Efek bullwhip* atau yang dikenal juga dengan *efek whiplash* merupakan fenomena yang sering terjadi dalam *forecasting* (perkiraan permintaan) untuk saluran distribusi. Karena permintaan konsumen yang jarang stabil, perusahaan harus dapat memperkirakan pesanan/permintaan, agar persediaan dan sumber daya lainnya dapat dipersiapkan dalam jumlah yang memadai. Kemungkinan *forecasting error* selalu ada karena itu perusahaan selalu mempersiapkan dan menyediakan *safety stock*.

Dalam perpindahan aliran informasi pada *supply chain*, dari konsumen ke supplier, setiap saluran akan menciptakan variasi yang semakin besar dalam permintaan, dan artinya akan semakin banyak *safety stock* yang tersedia. Penyebab dari efek *bullwhip* selain karena *distorsi informasi* juga dikarenakan adanya kepemilikan yang terpisah, dimana setiap saluran pada *supply chain* mencoba untuk

<sup>7</sup> Edward A. Silver, David F. Pyke, dan Rein Peterseson, *Inventory Management and Production Planning Scheduling*, John Wiley & Sons, USA, 1998, Hal 234

<sup>8</sup> J.R Tony Arnold and Stephen N. Chapman, *Op. Cit.*, Hal 286

memaksimalkan keuntungan mereka. Pada saat terjadi peningkatan permintaan, saluran hilir akan meningkatkan pesanan dan pada saat permintaan turun, pesanan akan dikurangi dengan tujuan untuk mengurangi persediaan yang dimiliki, seperti terlihat pada gambar 2.5. akibat yang ditimbulkan oleh *efek bullwhip* adalah:

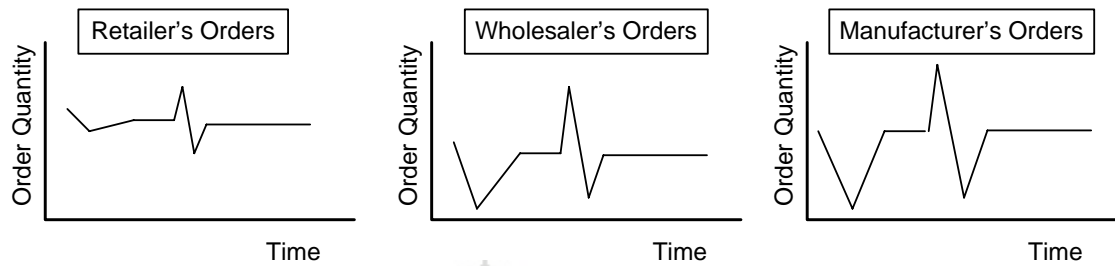
**Tabel 2.1** *Service level dan safety factor*

<i>Service Level</i> %	<i>Safety Factor</i>
50	0
75	0.67
80	0.84
85	1.04
90	1.28
94	1.56
95	1.65
96	1.75
97	1.88
98	2.05
99	2.33
99.86	3
99.99	4

*Sumber: J.R Tony Arnold dan Stephen N. Chapman, 2001, hal 286*

Persediaan yang berlebihan

- Melesetnya jadwal produksi
- Kesalahan dalam rencana kapasitas
- Kurang efektifnya angkutan barang (transportasi)
- Buruknya pelayanan pada pelanggan
- Hilangnya pendapatan
- Peningkatan biaya



**Gambar 2.3** Efek bullwhip

## 2.2 VENDOR MANAGED INVENTORY

### 2.2.1 Definisi

Salah satu usaha untuk mengontrol tingkat persediaan dibutuhkan suatu aturan sebagai pemicu untuk metode program penambahan. Yaitu ketika persediaan telah habis pada suatu *level quantity*, *purchase order* ditempatkan pada vendor untuk mengisi kekosongan tersebut. Dalam beberapa sistem, *retailer* membuat forecast dan control inventori sendiri. Sebagai gantinya, *retailer* akan dalam siklus yang tetap (sekali seminggu) dan memesan untuk memenuhinya. Berdasarkan Asosiasi Barang Retail Internasional (*International Mass Retail Association*), lebih dari 60 persen barang keras dan 40 persen barang lunak dipenuhi oleh retailer dengan *program managed*.

Meskipun *retailer-managed replenishment* tetap menguntungkan untuk tetap menguntungkan untuk dijalankan, tetapi ada ada substansi yang memberikan nilai lebih pada *vendor-managed inventories* (VMI), yaitu penambahan yang berkelanjutan. Dengan data elektronik yang terhubung dan poin data penjualan, vendor dapat tanggap terhadap yang terjadi di *retailer* dan menganggapnya seperti retailernya sendiri. Retailer seperti Wal-Mart dan Toys “R” Us mengizinkan vendor untuk mengisi inventornya, memutuskan apa dan kapan barang akan dikirim. Pemilik inventori biasanya menambahkan kepada retailer satu produk yang diterima, meskipun beberapa retailer berusaha mencari titik dimana barang tersebut ditempatkan. Penambahan informasi yang berharga mengizinkan alternate baru untuk mengatur aliran barang dalam saluran suplai.

Vendor mendapatkan informasi mengenai penjualan produk, tingkat persediaan saat ini, data penerimaan barang dan stok tak terpakai dan pengembalian. Aliran informasi kepada vendor menggunakan EDI atau jaringan elektronik lain sehingga dapat *update* setiap saat. Kadang-kadang vendor mengeluarkan cost yang besar untuk VMI, sebagai contoh untuk biaya transportasi, tapi penambahan biaya transportasi tertutupi dengan peningkatan penjualan sebagai realisasi pemanfaatan VMI.

### **2.2.2 Aplikasi**

*Western publishing* menggunakan VMI pada *Golden Book lines*. *Western*, penerbit buku anak, membangun hubungan dengan retailer, yang mana retailer akan memberikan keuntungan lain melalui data penjualan. Informasi penjualan memberikan gambaran atas inventori di *retailer* yang bisa dibandingkan dengan *fixed reorder point quantity*. Level inventori dibawah *reorder poin* secara otomatis menjadi pemicu penambahan order. Perpindahan kepemilikan inventori ke retailer ketika produk telah terkirim. Sharing poin informasi penjualan merupakan kunci untuk penamabahan kerja yang berkesinambungan tepat pada waktunya dan cara yang efisien.

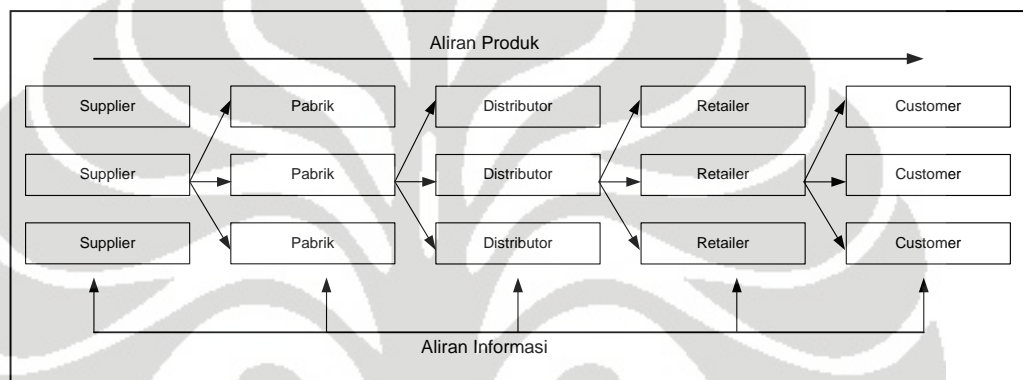
## **2.3 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**

### **2.3.1 Definisi**

Sebuah produk akan sampai ke tangan konsumen akhir setelah melalui beberapa proses, mulai dari pencarian bahan baku, proses produksi, sampai pada proses distribusi dan transportasi. Supplier akan menyediakan bahan baku untuk manufaktur yang kemudian akan mengolahnya menjadi produk jadi. Produk jadi ini nantinya akan disampaikan kepada konsumen melalui distributor, retailer, ataupun pedagang kecil. Proses-proses ini melibatkan berbagai pihak yang berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Rangkaian pihak-pihak yang menangani aliran produk inilah yang dinamakan dengan supply chain (SC) seperti yang terlihat pada gambar 2.1

Supply chain mencakup semua kegiatan yang terkait dengan aliran dan transformasi produk, serta aliran informasinya, mulai dari tahap penyediaan bahan baku hingga produk sampai ke tangan konsumen<sup>9</sup>.

Supply Chain Management (SCM) merupakan penggabungan dari semua kegiatan pada supply chain, dimana antara setiap saluran (anggota) akan terus berusaha melakukan perbaikan hubungan untuk mencapai keunggulan perusahaan yang berkesinambungan<sup>10</sup>.



**Gambar 2.4** Model umum *supply chain*

SCM menurut Council of Logistics Management adalah modifikasi praktek tradisional dari manajemen logistik yang bersifat adversial kearah koordinasi dan kemitraan antar pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan aliran informasi dan produk tersebut, dengan tujuan untuk mencapai keuntungan jangka panjang perusahaan dan supply chain secara keseluruhan<sup>11</sup>.

Menurut Keith Oliver, konsultan dari firma Booz Allen Hamilton (1982) SCM adalah proses perencanaan, implementasi, dan pengontrolan dari operasi supply chain dengan tujuan untuk memuaskan untuk kebutuhan konsumen seefisien mungkin yang mencakup semua perpindahan dan penyimpanan bahan baku,

<sup>9</sup> Ronald H Ballou, Op. Cit hal.5

<sup>10</sup> Ibid

<sup>11</sup> [www.supplychainmanagement.com](http://www.supplychainmanagement.com)

persediaan, work-in-process, dan produk jadi dari supplier hingga sampai ke konsumen<sup>12</sup>.

SCM menurut American Professional Association melingkupi perencanaan dan manajemen semua aktivitas yang terlibat dalam pencarian dan pembelian bahan baku, proses produksi, serta kegiatan manajemen logistik. Ini berarti juga mencakup koordinasi dan kolaborasi dengan saluran supply chain, antara lain supplier, pabrik, gudang, distributor, dan konsumen<sup>13</sup>.

Pada praktek tradisional, setiap saluran (supplier, pabrik, distributor, dan retailer) bekerja secara terpisah. Hubungan yang ada antara saluran sangat terbatas, misalnya hubungan antara supplier dengan perusahaan yang disuplai hanya terbatas pada transaksi jual beli. Pola negosiasi yang ada selama ini lebih mementingkan pihak-pihak secara individual. Supplier berkeinginan untuk memindahkan atau menjual produknya secepat dan sebanyak mungkin dengan harga tinggi, sementara perusahaan yang disuplai menginginkan harga yang murah dan pengiriman yang cepat, inilah yang menjadi kelemahan praktek tradisional, yaitu tidak terfokusnya aktivitas dan ukuran keberhasilan pada bagian-bagian kecil dari supply chain, sehingga bertentangan dengan tujuan akhir untuk meningkatkan pelayanan kepada konsumen.

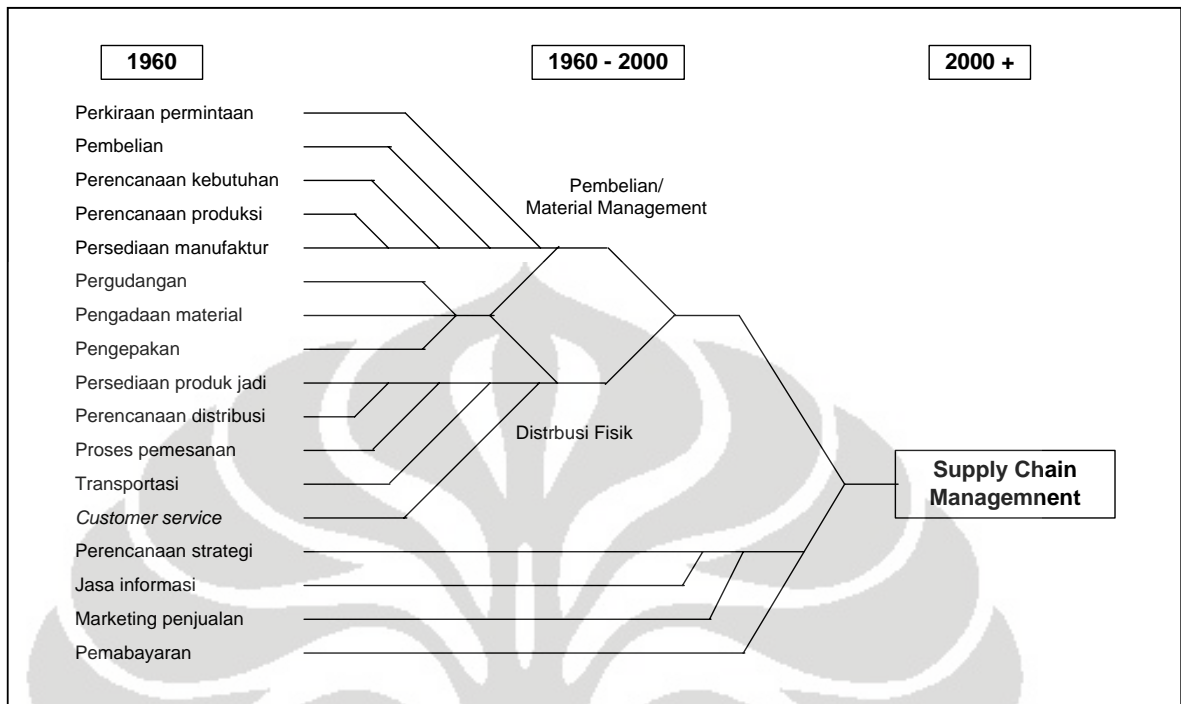
Sementara itu pada SCM, semua saluran saling bekerja sama untuk meningkatkan pelayanan dengan seefisien mungkin. Persaingan dalam konteks SCM adalah persaingan antara supply chain, bukan antar saluran dalam supply chain. SCM merupakan gabungan antara manajemen persediaan dan permintaan antar saluran, dengan aktivitas seperti yang terlihat pada gambar 2.2. fokus utama dari SCM adalah sinkronisasi proses untuk kepuasan pelanggan. Pelanggan dalam konsep SCM adalah raja yang harus diberikan pelayanan sebaik-baiknya.

---

<sup>12</sup> [www.en.wikipedia.org/wiki/Supply\\_chain\\_management](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Supply_chain_management)

<sup>13</sup> Ibid





**Gambar 2.5** Aktivitas dalam SCM (Sumber: Ronald H. Ballou, 2004, hal 9)

### 2.3.2 Aspek-Aspek Terkait

Keunggulan kompetitif dari SCM adalah kemampuannya mengatur aliran barang atau produk dalam supply chain. Dengan kata lain, model SCM mengaplikasikan bagaimana suatu jaringan kegiatan produksi dan distribusi dari suatu perusahaan dapat bekerja bersama-sama untuk memenuhi tuntutan konsumen. Tujuan utama dari SCM adalah penyerahan produk secara tepat waktu untuk memuaskan konsumen, mengurangi biaya, meningkatkan segala hasil dari seluruh saluran supply chain, mengurangi waktu, dan memusatkan kegiatan perencanaan serta distribusi.

Menurut *Accenture Consulting*, terdapat tujuh prinsip dalam SCM, yaitu<sup>14</sup>:

- Menentukan segmentasi pelanggan berdasarkan pada kebutuhannya.

<sup>14</sup>[www.scmr.com/article/CA6432096.html](http://www.scmr.com/article/CA6432096.html)

- Menyesuaikan jaringan logistik untuk melayani kebutuhan pelanggan yang berbeda.
- Mendengarkan sinyal pasar dan menjadikan sinyal tersebut sebagai dasar dalam perencanaan kebutuhan (*demand planning*), sehingga dapat menghasilkan ramalan yang konsisten dan alokasi sumberdaya yang optimal.
- Mendiferensiasikan produk ada titik yang lebih dekat dengan konsumen dan mempercepat konversinya disepanjang *supply chain*.
- Mengelola sumber-sumber suplai secara strategis untuk keseluruhan *supply chain* sehingga mendukung pengambilan keputusan serta berikan gambaran yang jelas dari aliran produk, jasa maupun informasi.
- Mengadopsi pengukuran kinerja *supply chain* secara keseluruhan dengan tujuan meningkatkan pelayanan kepada konsumen.

Fokus utama dalam mengelola *supply chain* adalah menekan ongkos-ongkos fisik yang terjadi disepanjang *supply chain*. Ongkos-ongkos tersebut berupa ongkos material, produksi, distribusi, penyimpanan dan sebagainya. Karena itu dibutuhkan koordinasi yang baik antara saluran dalam sebuah *supply chain*, termasuk didalamnya koordinasi untuk mengurangi dampak perubahan dan ketidak-pastian suplai dan permintaan. Sekarang setiap *supply chain* tidak hanya berkeinginan untuk meminimalisasi *system wide cost* (investasi persediaan, biaya set-up/pemesanan, biaya stock-out) dengan cara menjaga agar persediaan berada pada titik minimum tetapi dengan tetap memaksimalkan *service level* terhadap pelanggan.

### 2.3.3 Perkembangan<sup>15</sup>

Dari beberapa dekade, telah terjadi peningkatan perhatian pada SCM. SCM telah dianggap sebagai kendaraan yang dapat membawa perusahaan mencapai *competitive advantage* Semenjak dikembangkannya formula *economic order quantity* (EOQ) oleh Harris (1913), peneliti dari praktisi semakin memberikan perhatian lebih terhadap analisis pembuatan model untuk sistem pesediaan dengan

---

<sup>15</sup> Srikanta Routry dan Rambabu Kodali, Op. Cit

parameter operasi dan asumsi model yang berbeda. Clark dan Scarf (1960) berhasil menyelesaikan permasalahan penentuan kuantitas optimal pembelian untuk multi echelon pada supply chain. Dan kemudian pada tahun 1993, Robinson et. Al. mengembangkan optimasi berdasarkan *decision support system* (DSS) untuk mendisain dua echelon (tingkatan) untuk system distribusi multi-produk, dan proseur optimasi untuk mengeliminasi ketidakpastian. Selanjutnya, Lee dan Billington (1993) memformulasikan dan memecahkan masalah optimasi non-linear untuk meminimalisasi biaya persediaan pada supply chain untuk memenuhi *service level* yang ditetapkan. Pada tahun 1995, Glassman dan Tayur mengembangkan manajemen persediaan yang efektif untuk produksi dan distribusi skala besar serta melakukan analisis sensitif untuk memperkirakan level persediaan dasar untuk sistem produksi dan persediaan *multi-echelon*.

Pada tahun 1996, Strenger memperkenalkan metode pengidentifikasian pengaruh relatif dari berbagai variasi penetapan persediaan, sehingga perusahaan dapat menetapkan prioritas dalam usaha mengurangi persediaan. Moinzadeh dan Aggarwal (1997) mendiskusikan permasalahan mengenai sistem pesediaan untuk *multi-echelon* dimana lokasi pengisian memiliki pilihan untuk mengisi persediaan mereka melalui cara yang normal atau lebih mahal pada saat darurat. Masih pada tahun yang sama (1997), Viswanathan dan Mathur memperkenalkan kebijakan pengisian persediaan heuristik untuk gudang pusat dan *retailer* untuk berbagai produk, untuk meminimalisai persediaan jangka panjang dan biaya transportasi. Graves et. Al (1998) mengembangkan model keperluan perencanaan untuk produksi *multi-echelon* sistem persediaan. Ganeshan (1999) memperkenalkan kebijakan optimasi persediaan dengan tipe (s, Q), dimana model ini memiliki tiga komponen yaitu analisis persediaan di gudang. Kebijakan Ganeshan ini dapat diaplikasikan pada jaringan produksi dan distribusi utuk banyak *supplier* dan banyak *retailer*.

#### **2.3.4 Permasalahan**

Mengelola supply chain tidak semudah mengelola aktivitas-aktivitas dalam satu perusahaan. Kompleksitas dalam satu permasalahan meningkat dengan cepat saat

pertimbangan-pertimbangan aliran produk dan informasi dilihat dalam lingkup keseluruhan supply chain dari ujung hulu (upstream) ke ujung hilir (downstream). Karena kompleksitasnya pengelolaan tersebut, banyak sekali jebakan-jebakan yang dapat mengakibatkan kegagalan dalam pengelolaan sebuah *supply chain*.

Dalam praktiknya, *supply chain* pasti akan mengalami permasalahan-permasalahan, antara lain sebagai berikut:

- Konfigurasi jaringan distribusi, meliputi jumlah dan lokasi *supplier*, fasilitas produksi, pusat distribusi, gudang dan konsumen.
- Strategi distribusi yang harus digunakan, misalnya apakah perusahaan harus melakukan pengiriman secara langsung (*direct shipment*), menggunakan strategi *pull* atau *push*, melakukan kontrak dengan pihak ketiga (*third party logistic*) atau cukup melakukannya dengan sumber daya yang tersedia, dll.
- Saling berbagi informasi berharga melalui system dan proses yang terintegrasi.
- Manajemen persediaan, mencakup alokasi dan jumlah persediaan (bahan baku, *work in process*, dan produk jadi).

Lee dan Billington (1992) mendeskripsikan 14 jebakan yang harus diperhatikan dalam SCM, yaitu<sup>16</sup>:

- Pengukuran kinerja tidak terdefiniskan dengan baik, karena setiap saluran menggunakan ukuran-ukuran sendiri-sendiri dan tidak ada perhatian untuk membuat *joint metrics* yang dapat mengukur kinerja *supply chain* secara keseluruhan.
- *Customer service* tidak didefinisikan dengan jelas, tidak ada pengukuran terhadap keterlambatan respon dalam pelayanan, tidak ada pengukuran terhadap *backorder* (tidak terpenuhinya permintaan pelanggan), dan sebagainya.
- Status data pengiriman yang tidak akurat dan sering terlambat.
- Sistem informasi tidak efisien.
- Dampak ketidakpastian diabaikan

---

<sup>16</sup> [www.eil.utoronto.ca/profiles/rune/node5.html](http://www.eil.utoronto.ca/profiles/rune/node5.html)

- Kebijakan persediaan terlalu sederhana, faktor-faktor ketidakpastian tidak diperhitungkan dalam pembuatan kebijakan-kebijakan tersebut, kadang-kadang terlalu statis.
- Diskriminasi terhadap pelanggan internal, dimana prioritasnya rendah, *service level*-nya tidak terukur, dan sistem intensif-nya tidak erat.
- Koordinasi antara suplai, produksi, dan pengiriman tidak bagus.
- Analisis metode-metode pengiriman tidak lengkap dan tidak ada pertimbangan terhadap efek persediaan dan waktu respon.
- Definisi ongkos-ongkos persediaan tidak tepat.
- Perancangan dan operasioanal *supply chain* dibuat secara terpisah.
- *Supply chain* tidak lengkap, hanya berfokus pada operasi internal saja, sehingga tidak dapat membedakan antara pelayanan terhadap *immediate customers* dengan pelayanan terhadap level *end customers*.

## 2.4 PROGRAMMA LINEAR

### 2.4.1 Definisi Program Linear<sup>17</sup>

*Programa linear* atau *Linear Programming (LP)* digunakan untuk optimasi model yang mana tujuan dan fungsi kendala adalah *linear*. Teknik ini dapat juga digunakan untuk bidang yang lebih luas lagi seperti agrikultur, industri, transportasi, ekonomi, sistem kesehatan, dan ilmu sosial. *programa linear* juga sangat efisien menghitung algoritma untuk permasalahan dengan ribuan kendala dan variable.

Demikian, dengan efisiensi perhitungan yang luar biasa, bentuk *programa linear* merupakan tulang punggung untuk solusi algoritma maupun model *operation research*, meliputi *integer*, *stochastic*, dan *programa nonlinear*

*Programa linear* memiliki tiga elemen, yaitu:

1. Variabel keputusan, yaitu solusi yang dicari oleh model dan memenuhi semua kendala yang ada. Variabel keputusan umumnya berbentuk

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$$

<sup>17</sup> Hamdya A Taha, Operation Research an Introduction : Prentice Hall, 2003, p.11

2. Fungsi tujuan, yaitu fungsi tujuan yang ingin dioptimalkan dalam pencarian solusi. Pengoptimalan solusi dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan atau meminimalkan. Fungsi tujuan dapat berupa:

$$\text{Minimal : } z(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Atau

$$\text{Maksimal : } z(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

3. Kendala, merupakan persamaan atau pertidaksamaan yang membatasi nilai dari variabel. Bentuk kendala dapat berupa:

$$g_i(x) = b_i$$

$$g_i(x) \geq b_i$$

$$g_i(x) \leq b_i$$

Dimana  $g_i(x)$  merupakan fungsi kendala yang berisi variabel keputusan dan  $b_i$  adalah nilai konstanta (*right hand side constant*)

#### 2.4.2 Metode Penyelesaian Model *Programa Linear*<sup>18</sup>

*Programa linear* dapat diselesaikan dengan bermacam-macam metode diantaranya sebagai berikut:

##### 1. *Two-Variable LP Model*

Pada penyelesaian menggunakan metode ini terdapat setidaknya dua variabel masalah yang telah ada. Untuk penyelesaian *programa linear* dibutuhkan dua syarat yaitu yang pertama *proportionality* dimana membutuhkan kontribusi pada setiap variabel keputusan pada fungsi tujuan dan dibutuhkan pada kendala untuk secara proporsional langsung terhadap nilai variabel. Yang kedua *additivity* dimana menetapkan total kontribusi semua variabel dalam fungsi tujuan dan kebutuhan dalam kendala merupakan jumlah masing-masing kontribusi atau kebutuhan tiap variabel.

---

<sup>18</sup> Ibid p.11-41

## 2. *Graphical LP Solution*

Metode ini meliputi dua langkah yaitu pertama penentuan ruang solusi (*solution space*) yang mendefinisikan semua solusi yang mungkin dikerjakan pada model dan kedua menentukan solusi optimum dari semua titik yang mungkin dikerjakan (*feasible points*) pada ruang solusi.

## 3. *Graphical Sensitivity Analysis*

Metode ini menyelidiki dua kasus analisa sensitivitas berdasarkan *graphical linear programming solution* yang pertama mengubah koefisien tujuan dan yang kedua mengubah sisi kanan pada kendala.

## 4. *Computer Solution of LP Problems*

Metode ini dapat menggunakan beberapa perangkat lunak yang memudahkan penyelesaian diantaranya: *TORA*, *Excel Solver*, *AMPL*, dan *Lingo*. *TORA* dan *Excel Solver* didesain untuk permasalahan yang mudah. Untuk permasalahan yang akan kita bahas selanjutnya menggunakan perangkat lunak *Lingo Release 10*.

## 5. *Analysis of Selected LP Models*

Metode ini lebih realistis model *programa linear* yang mana definisi variabel dan bentuk fungsi tujuan dan kendala yang tidak lurus seperti pada *two-variable linear programming*

### 2.4.3 **Penyelesaian *Programa Linear* Menggunakan *Lingo***

Dalam menyelesaikan permasalahan *programa linear* dengan tingkat kesulitan yang tinggi, seperti ribuan variabel dan kendala, maka tidak mungkin kita menyelesaikannya secara manual. Oleh sebab itu diperlukan perangkat lunak yang mempermudah pekerjaan dan lebih efisien dalam waktu pengerjaan serta ketelitian yang tinggi.

Untuk perintah yang digunakan dalam mengoperasikan *Lingo* tidaklah terlalu sulit, beberapa perintah yang biasa digunakan yaitu: (!) untuk memberikan keterangan, maupun komentar, dan setiap keterangan, komentar harus diakhiri dengan (;). Kata kunci MODEL, SETS, dan DATA harus diakhiri dengan (:), yang mana juga harus diakhiri dengan kata kunci END, ENDSETS, dan ENDDATA.

Berikut adalah contoh perintah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *programa linear*:

MODEL :

! Ling08f, Transportation problem;

TITLE Better Products Company- Option 1;

! Splitting of product among plants allowed;

SETS:

Product : RateReq;

Plant : Capacity;

Distri(Plant, Product) : Cost, x;

ENDSETS

DATA:

Product, RateReq =

P1, 20,

P2, 30,

P3, 30,

P4, 40,

Dum, 75;

Plant, Capacity =

M1, 75,

M2, 75,

M3, 45;

Cost =

41 27 28 24 0

40 29 999 23 0

37 30 27 21 0;

ENDDATA

MIN = @SUM( Distri(m, p): Cost( m, p) \* x( m, p));



```

! S.T. ;
@FOR( Plant (m) :
  [Sourc] @SUM( Product( p): x( m, p)) <= Capacity( m);
  );

@FOR( Product( p):
  [Destn] @SUM( Plant( m): x( m, p) ) = RateReq( p);
  );
END

```

#### 2.4.4 Langkah-langkah Pembuatan Model Optimasi

Langkah-langkah dalam membuat model optimasi untuk permasalahan program integer adalah sebagai berikut :

##### 1 Identifikasi variabel keputusan

Dengan melakukan pengamatan pada kondisi lapangan dan operasi yang terjadi, variabel keputusan dapat diidentifikasi. Variabel keputusan merupakan parameter terkontrol yang mempengaruhi sistem dan nilainya harus ditentukan.

##### 2 Penyusunan model matematis fungsi tujuan

Fungsi tujuan merupakan ukuran kuantitatif mengenai kinerja sistem berdasarkan variabel – variabel keputusan yang ada.

##### 3 Penyusunan model matematis fungsi kendala

Fungsi kendala merupakan ungkapan matematis yang menjadi batasan terhadap nilai – nilai yang diberikan kepada variabel – variabel keputusan. Koefisien atau ruaskan dalam kendala dan fungsi tujuan dinamakan parameter model.

##### 4 Penyelesaian model untuk mencari solusi optimal

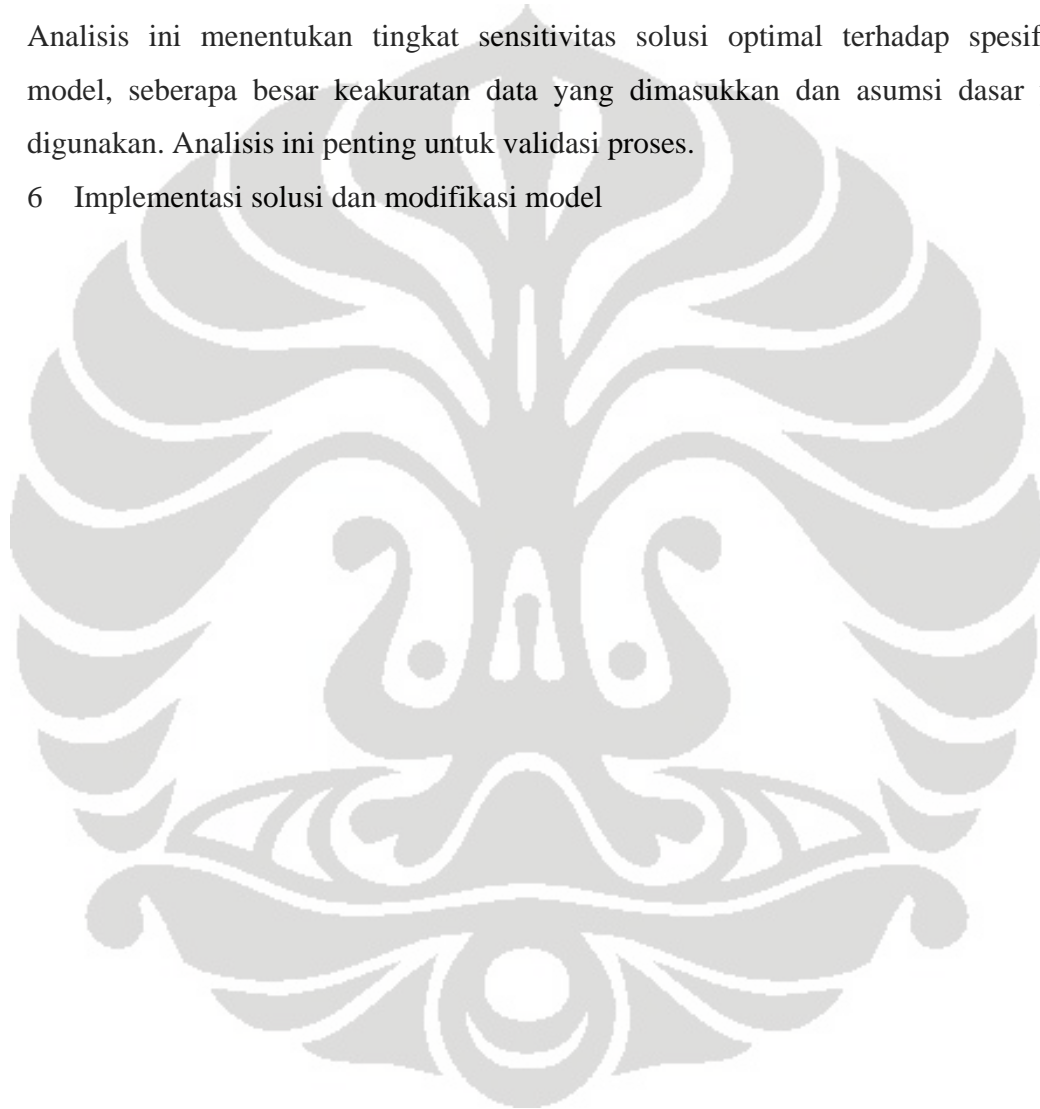
Model Optimasi merupakan model matematis yang dapat mengatakan bahwa masalahnya adalah untuk memilih nilai – nilai dari variabel – variabel keputusan sedemikian rupa sehingga mengoptimalkan fungsi tujuan, dengan memperhatikan

kendala – kendala tertentu. Solusi optimal adalah solusi layak yang memiliki nilai fungsi tujuan terbaik.

#### 5 Analisis sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu analisis tentang variasi yang dapat terjadi pada solusi optimal yang disebabkan perubahan koefisien dan formulasi persoalan. Analisis ini menentukan tingkat sensitivitas solusi optimal terhadap spesifikasi model, seberapa besar keakuratan data yang dimasukkan dan asumsi dasar yang digunakan. Analisis ini penting untuk validasi proses.

#### 6 Implementasi solusi dan modifikasi model



## BAB 3

### PENGUMPULAN DATA

#### 3.1 PROFIL PERUSAHAAN

PT X merupakan salah satu perusahaan elektronik terbesar di Indonesia. Produk yang dihasilkan beragam, mulai dari radio, televisi, kulkas, sampai pompa air. Sampai saat ini, perusahaan ini telah memasarkan produknya sampai ke seluruh Asia dan sebagian wilayah Amerika.

Perusahaan yang merupakan *joint venture* antara Indonesia dan Jepang ini, sarat nilai sejarah perkembangan dunia industri di Indonesia. Berawal pada tahun 1954, Drs H Thayeb Mohammad Gobel dengan semangat nasionalisme mendirikan PT Transistor Radio Manufacturing di Cawang, Jakarta sebagai pioneer pabrik radio transistor atau yang dikenal dengan sebutan “*Tjawang*”.

Pada Mei 1954, Drs H Thayeb Mohamad Gobel bertemu dengan Konosuke Matsushita (pendiri *Matsushita Electric Industrial co.,Ltd*), dan berlanjut terjadi penandatanganan kesepakatan antara PT Transistor Radio Manufacturing dan Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd pada tahun 1960. Pada tahun 1962 berhasil memproduksi televisi hitam putih pertama di Indonesia untuk menunjang pelaksanaan *Asian Games* di Jakarta saat itu dan sebagai kehormatan penerima produk pertama tersebut adalah ibu Negara Fatmawati Soekarno.

Pada tahun 1970 didirikanlah PT X sebagai kelanjutan dari kerjasama yang telah terjalin sebelumnya. Sampai saat ini terdapat tujuh bisnis unit dengan jumlah karyawan 1,896 orang. Luas area 184,984 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 72,709 m<sup>2</sup>. Dengan potensi tersebut PT X tetap berusaha memberikan produk dengan kualitas terbaik karya anak bangsanya

##### 3.1.1 Filosofi Perusahaan

PT X menjadi perusahaan yang besar, selain karena kerja keras dari karyawannya juga ditunjang oleh filosofi para pendirinya yang tertanam kuat. Muhammad Toyib Gobel dengan “*Filosofi Pohon Pisang*” yang bermakna bahwa tidak ada bagian dari pohon pisang yang tidak bermanfaat; buahnya dapat

dimakan dan memberikan nutrisi yang baik. Begitupula semua bagian dari pohonnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Dapat tumbuh dimana saja sehingga semua orang bisa memperolehnya dan yang terpenting pohon pisang selalu melahirkan generasi selanjutnya sebelum mati. Sedangkan yang menjadi filosofi dari Konosuke Matsushita yaitu “*Filosofi Keran Air*” yang bermakna memberikan kontribusi kepada setiap orang dengan meningkatkan taraf hidup orang banyak dan menciptakan produk berkualitas dengan harga yang ekonomis yang dibuat dengan perasaan dan semangat tinggi.

### 3.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT X mempunyai visi “ *makes people before product* ”, dengan visi tersebut perusahaan berusaha untuk mengedepankan pengembangan sumberdaya manusia yang membuat produk, sehingga produk yang dihasilkan dapat berkualitas baik dan sinergi dengan kualitas dan loyalitas karyawannya. Karena dengan rasa memiliki yang tinggi dari karyawan, mereka mempunyai *sense* yang tinggi dalam setiap pekerjaannya. Kepuasan “*customer*” merupakan kebanggaan bagi karyawan meskipun mereka hanya sebatas operator. Budaya kebersamaan yang telah dibentuk pendiri perusahaan juga sangat menunjang dalam mewujudkan visi yang dicanangkan.

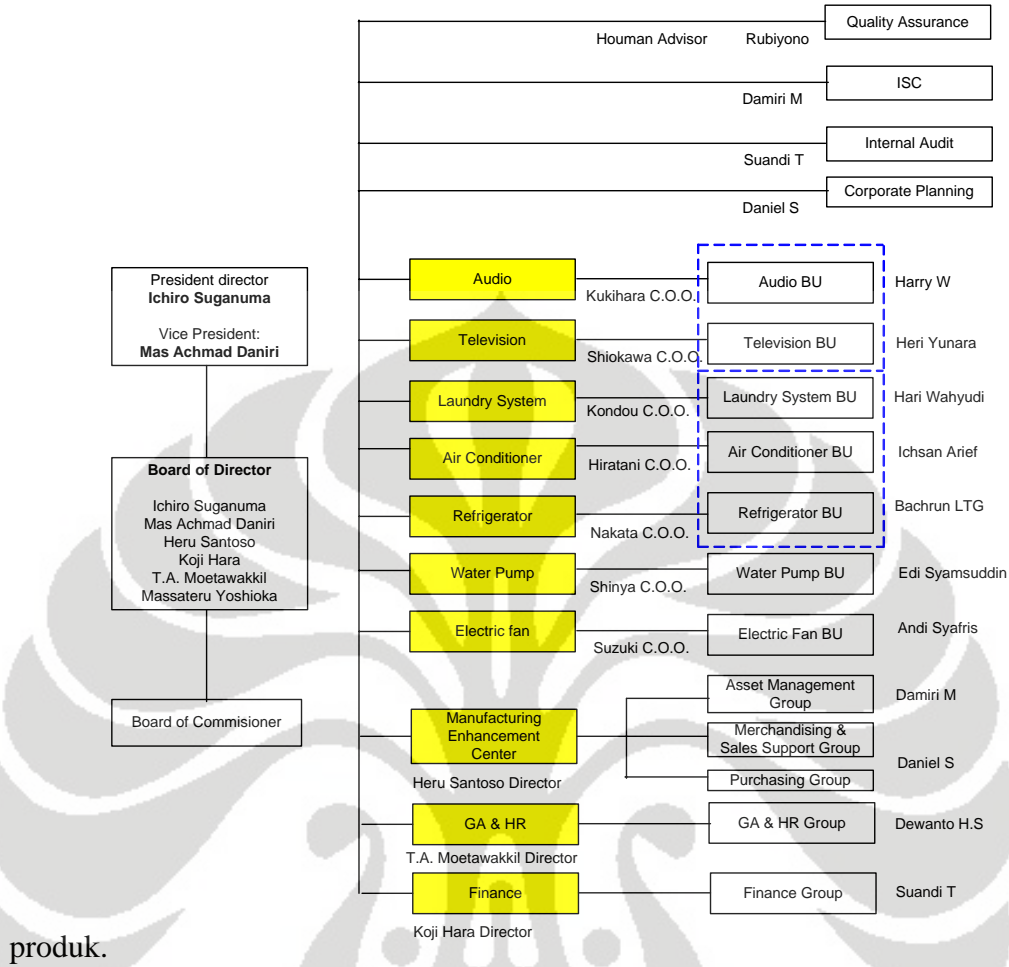
### 3.1.3 Struktur Organisasi

Gambar 3.1 berikut merupakan struktur organisasi yang dimiliki oleh PT X.

### 3.1.4 Bisnis Unit Pompa Air

Bisnis Unit Pompa Air didirikan sejak tahun 1988. Saat ini, bisnis unit ini menghasilkan 9 model pompa yang berbeda secara prinsip. Pompa ini terbagi lagi menjadi pompa *otomatis* dan *non-otomatis* untuk penggunaan sumur dalam (*deep well*) dan sumur dangkal (*shallow well*). Pompa yang diproduksi dipasarkan ke pasar domestik maupun internasional. Model utama yang diproduksi adalah GP-129JXV yang merupakan pompa *non-otomatis* dengan rata-rata produksi 85% dari

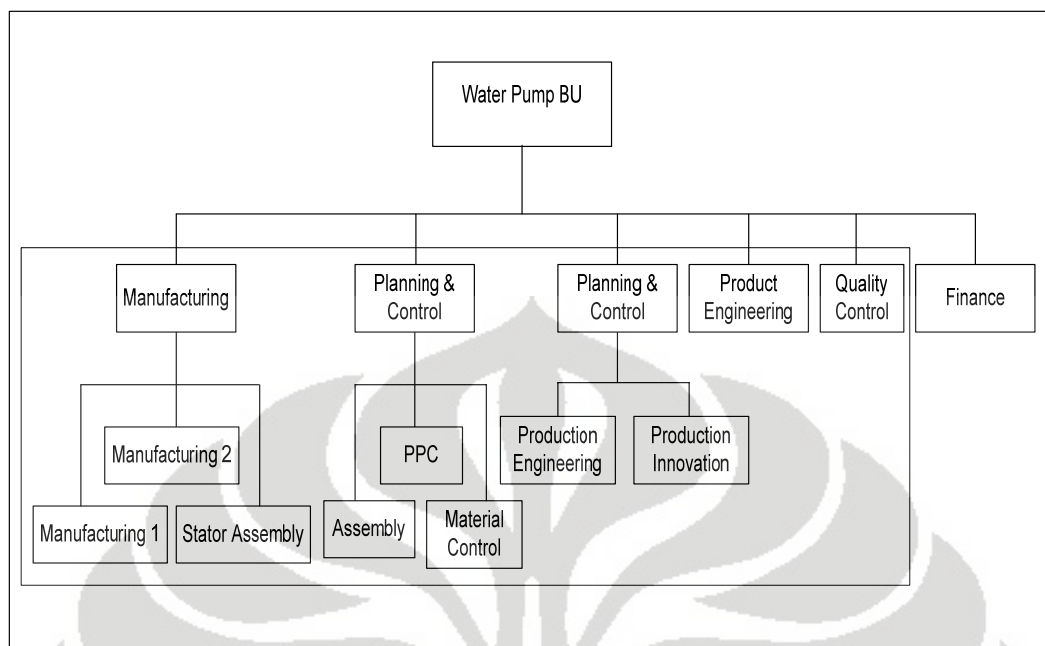
total produksi per bulan yang mencapai hampir 100.000 unit



produk.

**Gambar 3.1** Struktur organisasi PT X

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.2, Departemen Pompa Air terdiri dari beberapa seksi. Seksi *Engineering* berfungsi untuk melakukan penelitian terhadap produk-produk yang dihasilkan oleh Bisnis Unit Pompa Air. Penelitian ini mencakup material yang digunakan pada pembuatan part/komponen, proses yang dikenakan pada pembuatan part, dan faktor keamanan penggunaan produk bagi konsumen.



**Gambar 3.2** Struktur organisasi di Bisnis Unit Pompa Air PT X

Seksi *purchasing* bertanggung jawab dalam pembuatan jadwal pemesanan part dan material kepada pemasok berdasarkan rencana produksi yang setiap bulannya disusun oleh Seksi *Production Planning Control* (PPC). Pemesanan ini dilakukan menggunakan slip *Purchase Order* (P/O) dan *Reservation Order* (R/O) yang dikirimkan setiap Hari Senin setiap minggu kepada pemasok. Pembagian pengiriman P/O dan R/O ini ditujukan untuk meminimalisasi kemungkinan terjadinya kelebihan atau kekurangan persediaan part dan material dengan mempertimbangkan terjadinya perubahan rencana produksi pada sisa bulan berjalan dan stok yang tersedia sebelum P/O tengah bulan dikirim. Selain itu seksi *purchasing* juga memiliki tanggung jawab dalam memantau harga setiap pemasok yang mensuplai barang, hal tersebut dimaksudkan untuk meminimalisir pengaruh jika terdapat fluktuasi harga yang signifikan.

Seksi *Production Planning Control* (PPC) bertanggung jawab melakukan tinjauan kontrak, perencanaan produksi harian, pengawasan produksi, dan pengiriman produk jadi. Dalam tanggung jawabnya melakukan perencanaan produksi dan melakukan fungsi pengawasan, PPC terkait secara langsung maupun tak langsung dengan seksi-seksi lainnya, yaitu:

1. *Purchasing* menyiapkan data kondisi pemesanan material;
2. Produksi menyiapkan data waktu proses aktual, pengawasan waktu kerja, dan hasil produksi yang telah disahkan;
3. *Material Control* menyiapkan data persediaan part dan material di Bisnis Unit Pompa Air;
4. *Engineering* mempersiapkan jadwal model baru dan perubahan peralatan;
5. *Personal Factory* menyiapkan data absensi karyawan;
6. *Quality Control* mempersiapkan data tentang mutu/kerusakan di lini produksi dan menjamin material dan part yang masuk sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan;
7. *Production Engineering* melakukan tindakan pencegahan dan perawatan peralatan produksi dan inspeksi, termasuk mempersiapkan jadwal perawatan dan pencegahan kerusakan mesin sesuai Prosedur Perawatan Mesin, Peralatan, dan Fasilitas Produksi.

Seksi *Production Engineering* (PE) bertanggung jawab atas pembuatan perkakas dan peralatan pendukung proses produksi (*jig* dan *tools*) dan pemeliharaan mesin dan peralatan. Umumnya perkakas yang dibuat merupakan perkakas tambahan untuk mempermudah kerja operator. Selain itu, Seksi ini bekerja sama dengan Seksi *Engineering* untuk membuat aliran proses permesinan untuk model baru dan mempertimbangkan apakah model baru yang dirancang Seksi *Engineering* dapat dikerjakan (*machineable*) atau tidak.

Seksi *Cost Control* ditempatkan bersama dengan Seksi *Engineering* dan bekerjasama dengan Seksi *Purchasing* dan *Finance*. Seksi *Finance* bertanggung jawab atas pengelolaan keuangan departemen, dan bekerjasama dengan Seksi *Purchasing* dan *Cost Control* untuk melakukan *Cost Down*.

Seksi PEI bertanggung jawab atas pelaksanaan 5K di lingkungan kerja dan atas perlengkapan keselamatan serta pengadaan perlengkapan keselamatan kerja bagi karyawan. Seksi *Personal Factory* bertanggung jawab mengelola sumber daya manusia yang bekerja di Bisnis Unit Pompa Air mencakup kepangkatan, rotasi karyawan, perekrutan, penilaian kinerja, absensi, mobilisasi karyawan (untuk pemeriksaan kesehatan, dsb.), penghentian masa kontrak, dan sebagainya.

Seksi *Quality Control* terdiri atas *Incoming Quality Control* (IQC), *Line Quality Control* (LQC), *Outgoing Quality Control* (OQC), dan *Market Quality Control* (MQC). IQC bertanggung jawab melakukan pengujian atas part dan material yang baru masuk. Untuk part/material yang sudah berada di lini dan part WIP (*work-in-process*) akan diuji secara sampling oleh bagian LQC dengan jumlah sampling 3 set untuk setiap lot. OQC bertugas menguji part/material yang sudah selesai melalui semua proses produksi (produk jadi). Part/material/WIP yang terdeteksi tidak sesuai spesifikasi pada kedua pengujian ini akan dikenai pengerjaan ulang (*rework*). Sedangkan untuk produk yang telah dipasarkan dan mendapatkan klaim dari konsumen, maka klaim konsumen akan diterima oleh pusat servis di Panasonic Gobel Indonesia, dilanjutkan ke Departemen QA PT Panasonic Manufacturing Indonesia, untuk kemudian diberikan kepada bagian MQC Departemen Pompa Air untuk dianalisis penyebab kegagalannya. Selanjutnya akan dibahas Seksi *Material Control* lebih detail karena berhubungan langsung dengan gudang.

### **3.1.5 Seksi Material Control Bisnis Unit Pompa Air**

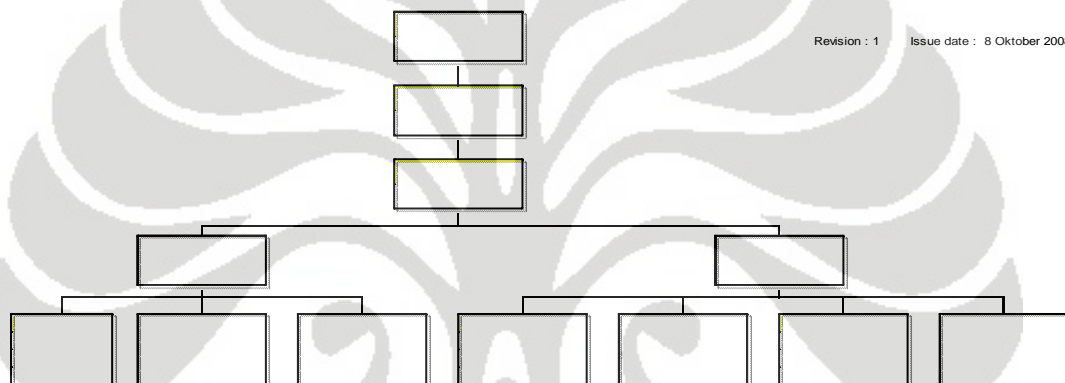
Seksi ini bertanggung jawab atas penanganan part dan material semenjak part dan material tersebut tiba di bisnis unit, dikirim ke lini produksi, dilakukan *stock opname* (perhitungan jumlah persediaan pada setiap akhir bulan), atau dihapus karena sebab tertentu. Ketika part tiba, Seksi *Material Control* harus memeriksa surat jalannya dan membandingkan dengan P/O yang dikeluarkan oleh Seksi *Purchasing*. Selanjutnya, part/material akan melalui pemeriksaan dari QC. Bila dinyatakan OK oleh QC, maka material akan disimpan di tempat terpisah dan diberi tanda. Material/part dikelola dengan sistem FIFO (*First In First Out*).

Semua material yang akan dikirim ke lini produksi harus disertai dengan *Picking Slip* dan diserahkan selama jam kerja resmi non *shift* (07.00 – 16.00). Bila part/material terjadi *discontinued*, part/material harus dikembalikan ke gudang. Part/material yang terlalu banyak di lini produksi juga harus dikembalikan ke gudang dengan diuji terlebih dahulu oleh QC.



Setiap hari, Seksi *Material Control* akan melakukan Kontrol Stok dengan membandingkan daftar transaksi harian dan stock tercatat dengan keadaan stok aslinya. Sedangkan untuk kontrol stok di lini produksi akan dilakukan oleh Kepala Kelompok Produksi. Pada akhir bulan, dilakukan penghitungan part/material pada waktu tertentu secara bersamaan di gudang dan lini produksi. Proses ini disebut sebagai *Stock Opname*. Selama proses ini berlangsung tidak diizinkan terjadi transaksi antara gudang dan lini produksi.

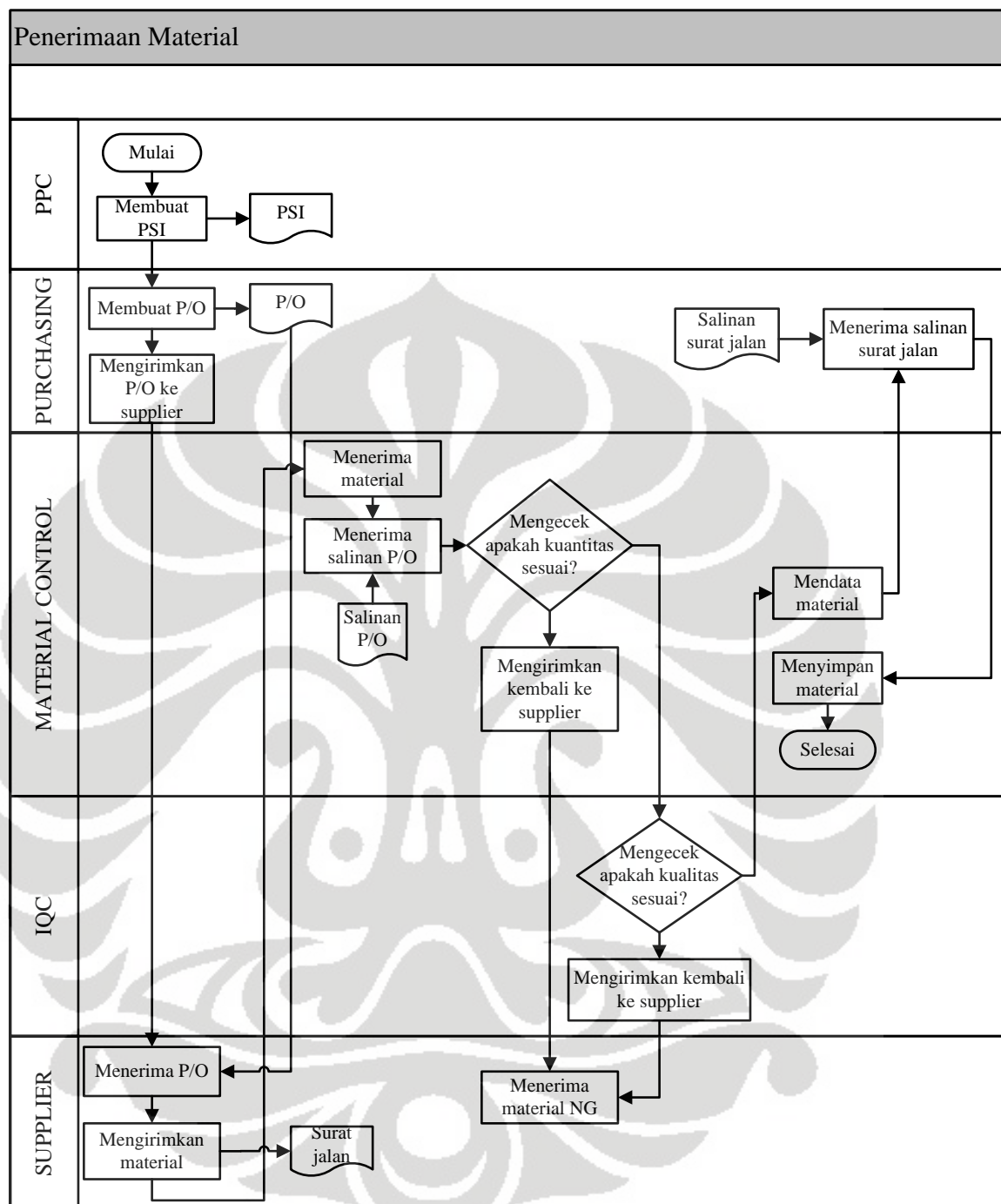
Gambar 3.3 berikut merupakan struktur organisasi yang dimiliki oleh Seksi *Material Control* Departemen Pompa Air.



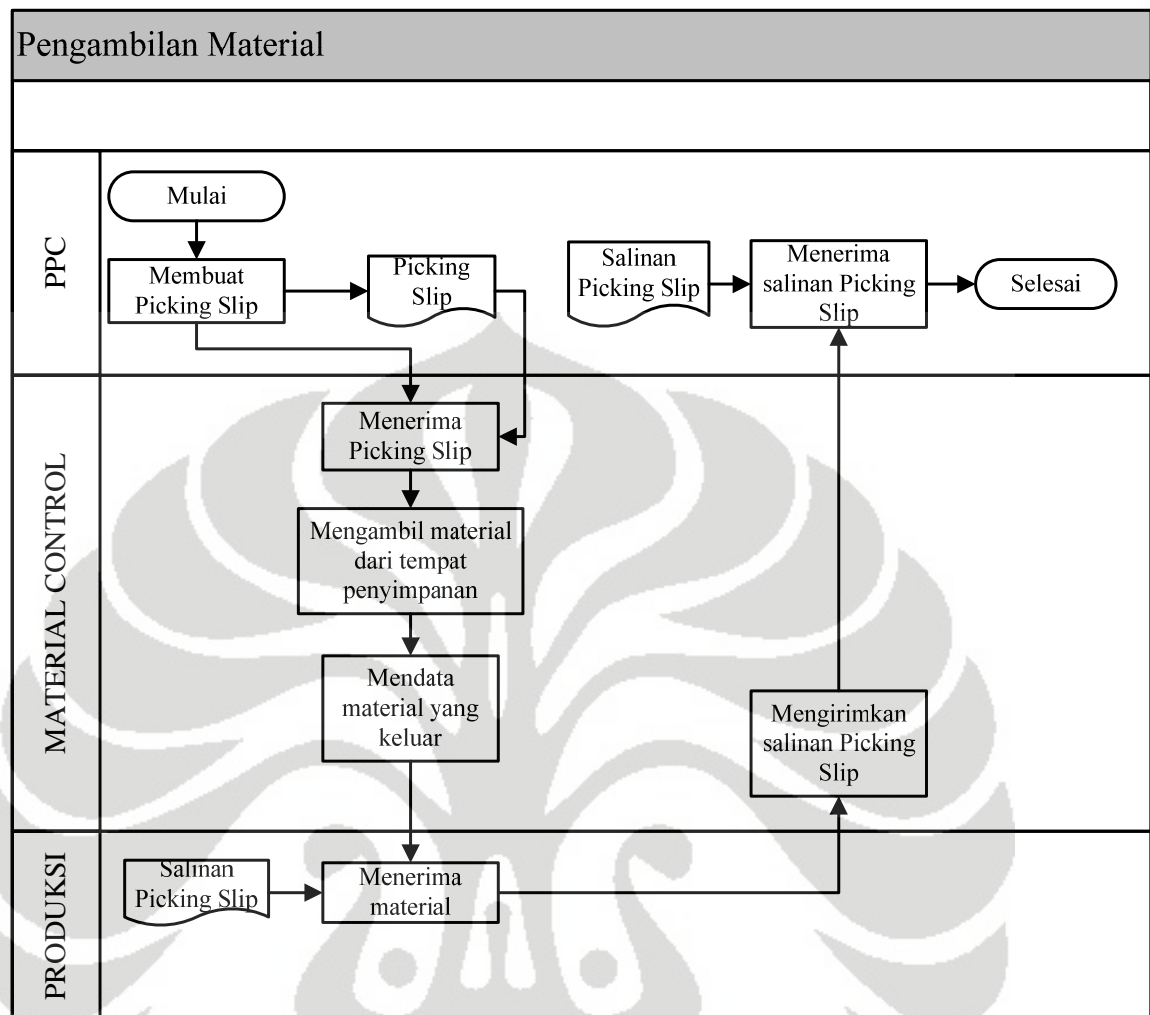
**Gambar 3. 3** Struktur organisasi *material control*

Pada Seksi *Material Control*, terdapat 4 orang *planner*. Masing-masing *planner* tersebut bertanggungjawab atas komponen-komponen tertentu. Pembagian *planner* tersebut adalah berdasarkan jenis material tertentu. Pembagiannya dapat dilihat pada struktur organisasi pada Gambar 3.3 di atas.

Sedangkan aliran proses penerimaan barang dan pengambilan barang pada *Material Control* diilustrasikan pada Gambar 3.4 dan 3.5 berikut ini.



**Gambar 3. 4** Aliran Proses Penerimaan Komponen Pada *Material Control*



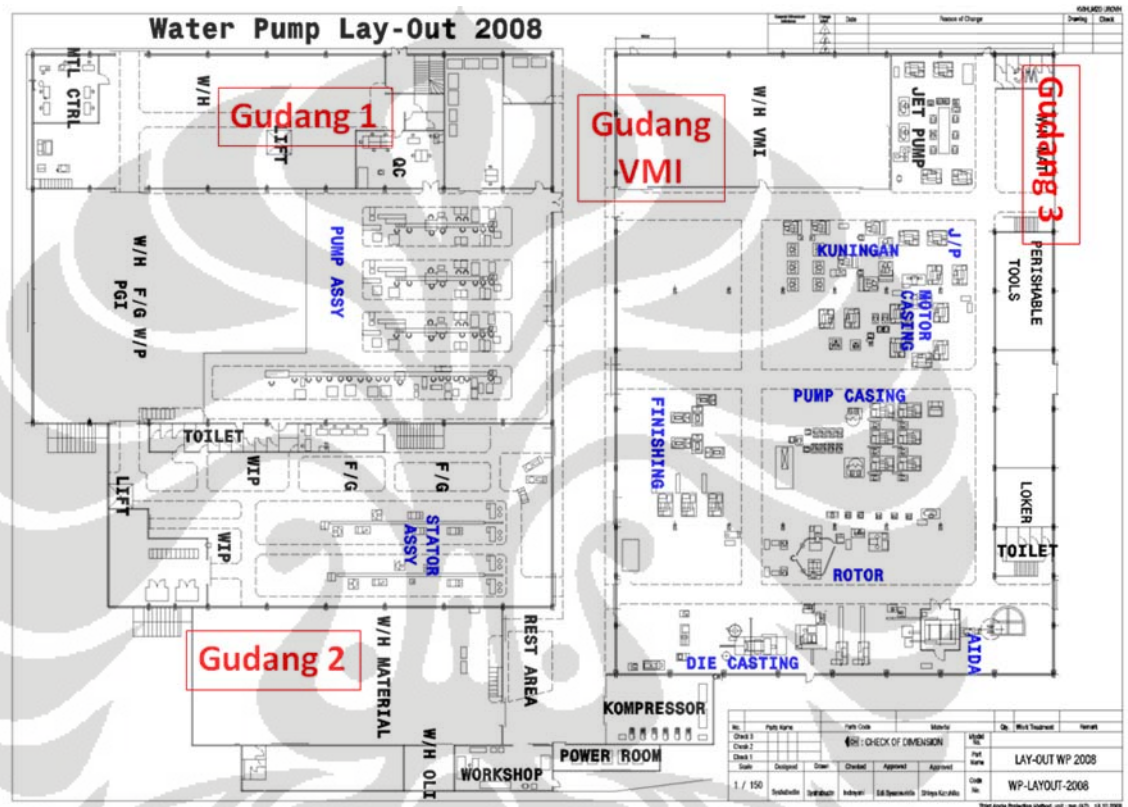
**Gambar 3. 5** Aliran Proses Pengambilan Komponen Pada *Material Control*

*Picking slip* merupakan dokumen untuk pengambilan komponen. *Picking slip* ini dibuat oleh PPC. Setiap *picking slip* dapat terdiri dari beberapa komponen tetapi hanya untuk satu lini produksi dan satu *planner* saja.

Pada departemen pompa air, terdapat beberapa area proses produksi, yaitu A1 (persiapan), B1 (pembuatan *pump cover*), B2 (pembuatan *motor frame*), B3 (*finishing*), B4 (proses kuningan), B5 (pembuatan rotor), dan H1 (perakitan). Area perakitan terbagi lagi atas empat lini produksi. Lini 1, lini 2 dan lini 3 dikhususkan untuk perakitan model non-otomatis. Sedangkan lini 4 dikhususkan untuk perakitan model otomatis dan jetpump.

Terdapat 8 jenis pompa untuk konsumen luar negeri, yaitu GP-129JX, GP-200JX, A-129 JXC, A-129 JBX, A-130 JTX, A-200 JXE, A-110 JBE dan GN-

125H. Sedangkan untuk produksi lokal ada 10 jenis pompa, yaitu GF-250 HC, GN-200 H, GN-125 H, GA-110 JBE, GA-125 JBCN, GA-129 JBX, GA-200JAE, GA-130JTC, GP-200 JA, dan GP-129 JXV. Dari ke-18 jenis pompa tersebut, terdapat pompa otomatis dan non-otomatis. Yang termasuk pompa otomatis adalah A-110JBE, A-129 JXC, A-129 JBX, A-130 JTX, A-200 JXE, GF-250 HC, GA-110 JBE, GA-125 JBCN, GA-129 JBX, GA-200JAE, dan GA-130JTC.



**Gambar 3.6** Layout bisnis unit pompa air

Gambar 3.6 menunjukkan layout bisnis unit pompa air. Gudang komponen Departemen Pompa Air terbagi atas empat area stok yaitu:

- Warehouse Local (WL)  
Merupakan area penyimpanan khusus untuk part-part lokal.
- Warehouse Local (WI)  
Merupakan area penyimpanan khusus untuk part-part impor.
- Warehouse Chemical (WC)  
Merupakan area penyimpanan untuk bahan-bahan chemical seperti thinner, cat, dromus dan sebagainya.

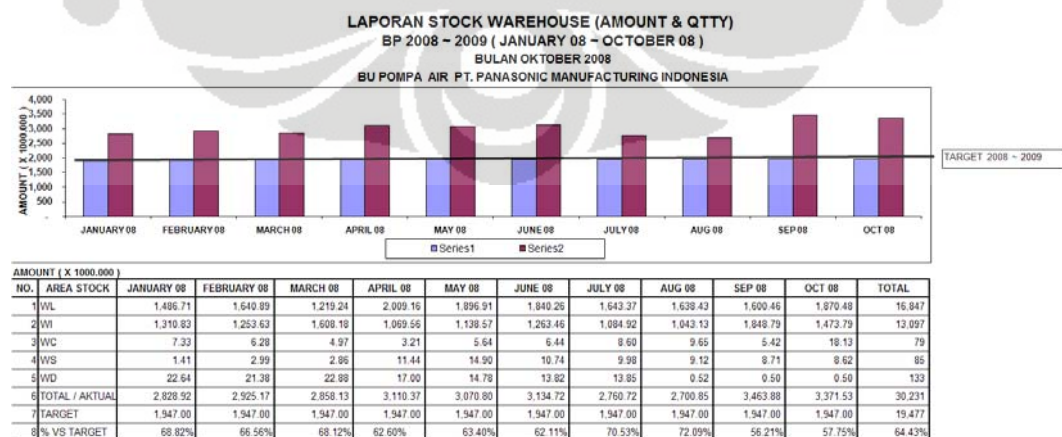
- Warehouse Service (WS)  
Merupakan area penyimpanan untuk stok part service.
- Warehouse Deffect (WD)  
Merupakan area penyimpanan untuk part cacat dari supplier maupun cacat karena proses.

Keempat area stok tersebut tersebar dalam 4 lokasi yaitu *receiving* dan gudang 1; gudang 2 dan bahan kimia; gudang 3 dan gudang VMI. Komponen pada gudang 1 meliputi material plastik, *packing case* dan *printing*. Gudang 2 meliputi screw, bolt dan bahan kimia. Gudang 3 meliputi material aluminium dan gudang VMI yang meliputi beberapa komponen metal *casting*, aluminium, *plastic injection* dan coil (*Enamelled Wire*).

### 3.2 KONSEP VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)

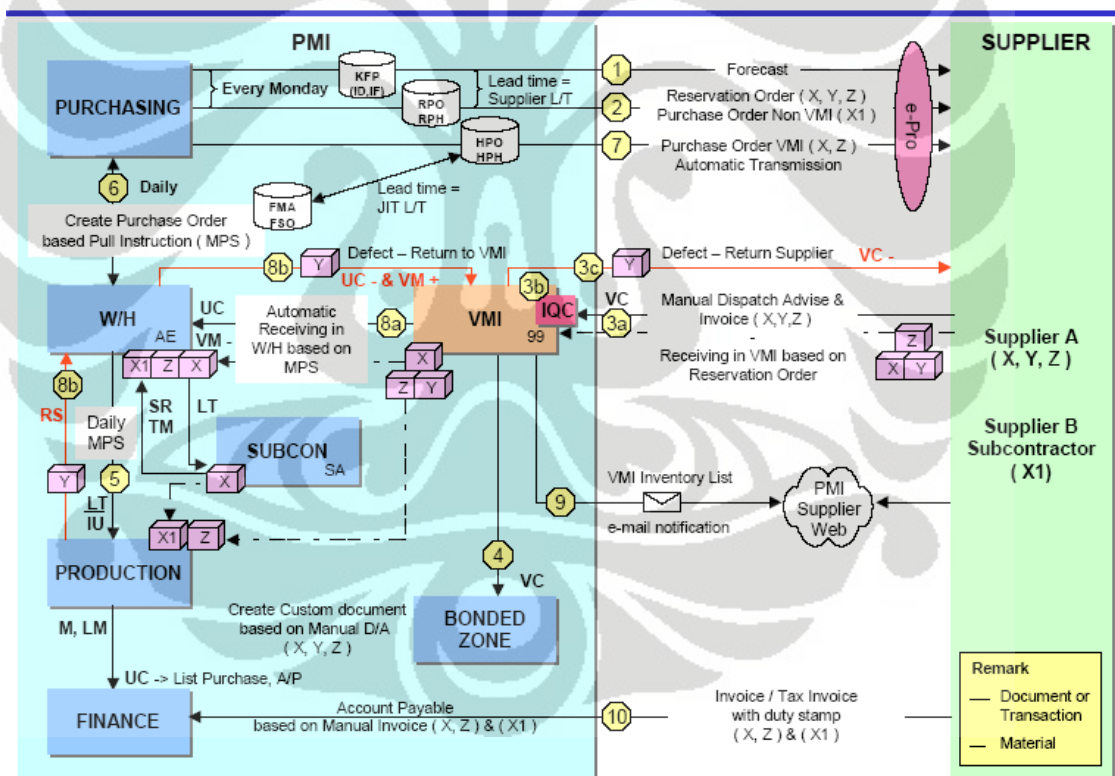
PT PMI melakukan berbagai perbaikan-perbaikan proses yang bertujuan untuk mengurangi biaya produksi. Sebagai kelanjutan dari kebijakan *next cell* yang telah berhasil dilakukan, maka perlu dilakukan analisa terhadap inventory dari setiap proses yang dilakukan. Besarnya nilai inventori dinilai sangat membebani perusahaan, karena besarnya modal yang tidak terpakai dengan semestinya.

**Tabel 3.1** Nilai inventori pada bisnis unit di PT X



Gambar 3.7 menunjukkan besarnya nilai inventori yang membebani perusahaan. Pada bisnis unit pompa air nilai inventori pada Maret 2006 mencapai angka 3 miliar rupiah setiap bulannya. Hal tersebut mendasari manajemen untuk menetapkan inventori hanya 2 miliar rupiah tiap bulannya.

Mekanisme mengenai VMI telah diatur melalui suatu prosedur yang baik. Kesepakatan dengan vendor pun dilakukan setelah sebelumnya dilakukan seleksi yang ketat berdasarkan penilaian kinerja vendor dalam 1 tahun terakhir. Sosialisasi juga dilakukan terlebih dahulu kepada karyawan PT PMI dan vendor yang ikut ambil bagian. Selain itu system informasi penunjang pelaksanaan VMI juga disediakan, sehingga informasi dapat cepat terkirim diantara kedua belah pihak.



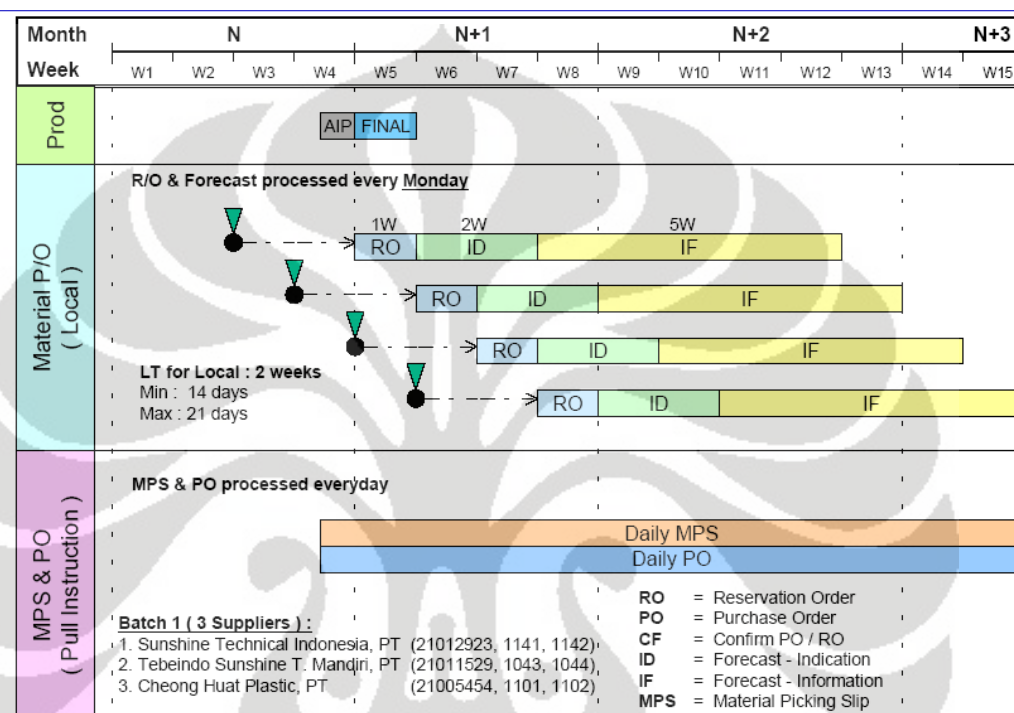
Gambar 3.7 Detail prosedur pelaksanaan VMI

Gambar 3.7 menjelaskan mengenai prosedur pelaksanaan VMI. Berdasarkan urutannya prosedur yang harus dijalankan adalah sebagai berikut:

1. PT PMI menginformasikan dan mengirimkan *forecast* selama 3 minggu, informasi ini disampaikan kepada vendor setiap hari senin setiap bulannya.
2. PT PMI menginformasikan dan mengirimkan *Purchase Order (PO)* untuk supplier non VMI dan mengirimkan *Reservation Order (RO)* untuk 1 minggu, tetapi tidak termasuk *subcontractor*. 1 RO untuk supplier A (X, Y, Z) atau sama dengan PO normal. Dilakukan setiap hari senin setiap bulannya. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8.
- 3b. Berdasarkan RO, supplier A akan membuat *Manual Dispatch Advise (D/A)* dan dokumen *Invoice (I/V)* (X, Y, Z) dan mengirimkan material ke gudang VMI (harus membuat I/V, karena berada pada *Bonded Zone Regulation* (wilayah gudang yang telah diatur untuk VMI). Dilakukan setiap hari.
- 3b. *Incoming Quality Control* . barang terlebih dahulu di sampling mengenai kualitas yang telah distandarkan.
- 3c. Pengembalian material dari gudang VMI ke supplier. Sisa R/O akan ditambahkan oleh supplier.
4. Dokumen pada *Bonded Zone* dibuat berdasarkan *manual D/A* dan dokumen *invoice*. Dilakukan setiap hari.
5. PT PMI akan mengeluarkan *Material Pickling Slip (MPS)* setiap hari (*Pull Direction*) berdasarkan permintaan produksi. Material akan diantar ke lini produksi berdasarkan MPS. Data transaksi dikirim dari gudang PMI (non VMI) ke lini produksi. Material akan dikirim langsung dari gudang VMI ke lini produksi. Dilakukan setiap hari pada jam 08.30 – 16.30)
6. *Purchase Order (P/O)* secara otomatis dibuat berdasarkan pemakaian produksi (Informasi dari gudang PMI ke lini produksi). Supplir A (X, Z) dan supplier B (X1). Dilakukan setiap hari pada jam 07.00.
7. E-Pro secara otomatis akan mengirimkan *order* kepada *supplier*. Dilakukan setiap hari pada jam 09.10.
- 8a. Material secara otomatis diterima di gudang PMI berdasarkan P/O. Dilakukan setiap hari pada jam 09.25.
- 8b. Material cacat akan dikembalikan dari lini produksi ke gudang PMI kemudian dari gudang PMI dikirim ke gudang VMI (sisa P/O akan ditambahkan).

9. PT PMI akan menginformasikan kondisi dari gudang VMI (*Inventry List*) melalui *PMI Supplier Web*. Dilakukan setiap hari.

10. Supplier akan membuat Invoice/Tax Invoice dengan stempel resmi. PT PMI akan mencatat *Actual Payable (A/P)* berdasarkan invoice supplier A(X, Z) dan supplier B (X1). Dilakukan setiap bulan.



**Gambar 3.8** Ordering schedule untuk gudang VMI

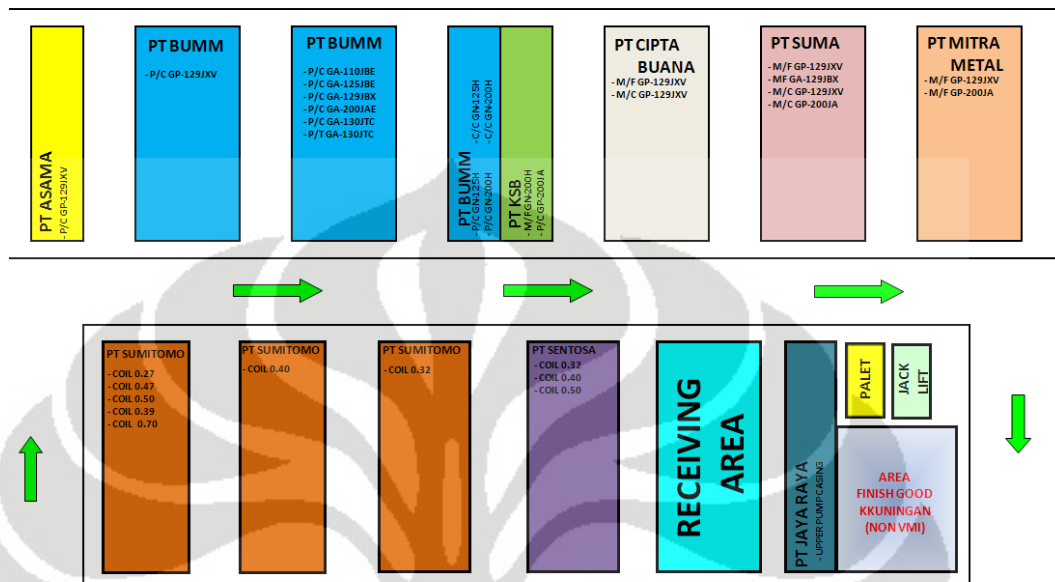
### 3.2.1 Lay Out Gudang VMI

Layout gudang VMI dikelompokkan berdasarkan vendor, sehingga pada bidang yang dibatasi *border* berupa garis diberi inisial berdasarkan nama vendor yang bersangkutan. Tujuannya agar kedua belah pihak dapat dengan mudah mengontrol dan mengidentifikasi barang yang tersimpan. Border tersebut juga membatasi agar jangan sampai barang dari vendor lain tercampur, sehingga kapasitas yang terdapat pada gudang tersebut terbatas sesuai kebutuhan.

Gambar 3.9 menunjukkan layout gudang VMI, Gudang tersebut mendapat perlakuan khusus, dengan sistem informasi yang cepat yang menghubungkan antara vendor sebagai pemilik barang dan PT PMI sebagai calon pengguna material tersebut.



**LAY OUT GUDANG VMI  
BU POMPA AIR  
PT. PANASONIC MANUFACTURING INDONESIA**



**Gambar 3.9** Layout gudang VMI

### 3.3 PENGUMPULAN DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari produk pompa air yang diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan konsumsi listrik yang digunakan yaitu kelompok 125 series dan 200 series. Periode yang diambil untuk penelitian ini adalah dari data produksi Juni 2008 – Juli 2008.

Data-data yang dikumpulkan meliputi:

- Produk-produk yang dihasilkan.
- Perkiraan permintaan selama Juni 2008 – Juli 2008
- Kuantitas produksi
- Jumlah pemesanan material dari pemasok
- Pemasok yang mensuplai material untuk gudang VMI dan non VMI
- Inventori akhir di setiap bulan

### 3.31 Produk Pompa Air PT X

Produk yang dihasilkan terdiri dari berbagai model yang diklasifikasikan berdasarkan konsumsi listrik yang digunakan. Gambar 3.2 menunjukkan klasifikasi untuk pompa air yang diproduksi PT PMI.

**Tabel 3.2** Klasifikasi produk pompa air berdasarkan konsumsi listrik

KELOMPOK	NO MODEL	
	DOMESTIK	EKSPOR
100 SERIES	GA-110 JBE	A-110JBE
125 SERIES	GP-129JXV	GP-129JX
	GA-129JBX	A-125JBE
	GA-125JBCN	A-129JXC
	GA-130JTC	A-130JTX
	GN-125H	GN-125H
200 SERIES	GP-200JA	GP-200JX
	GA-200JAE	A-200JAE
	GN-200H	-
250 SERIES	GF-250HC	GF-250HC

### 3.3.2 Permintaan Komponen Pompa Air

Tabel 3.3 menunjukkan permintaan komponen untuk pompa air pada periode Juni 2008 – Juli 2008. Komponen yang dicantumkan pada tabel tersebut merupakan komponen yang menjadi penyumbang terbesar untuk biaya persediaan yang membebani perusahaan sehingga perlu dilakukan optimasi. Untuk masing-masing komponen dipasok oleh beberapa pemasok, sehingga dari kebutuhan tersebut nantinya akan diperoleh proporsi untuk jumlah komponen yang perlu dibeli dari masing-masing pemasok berdasarkan *programa linear*.

**Tabel 3.3** Permintaan komponen pompa air pada periode Juni 2008 – Juli 2008

		MINGGU (k)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
KOMPONEN (i)	1	19,076	15,226	11,048	11,215	19,100	27,026	26,474	36,300
	2	19,076	15,226	11,048	11,215	19,100	27,026	26,474	36,300
	3	-	3,000	4,560	7,315	-	4,800	4,450	900
	4	19,076	15,226	11,048	11,215	19,100	27,026	26,474	36,300
	5	-	3,000	4,560	7,315	-	4,800	4,450	900
	6	896	3,000	4,560	7,315	-	4,800	4,450	900
	7	38,152	30,452	22,096	22,430	38,200	54,052	52,948	72,600
	8	-	3,000	4,560	7,315	-	4,800	4,450	900
	9	38,152	30,452	22,096	22,430	38,200	54,052	52,948	72,600
	10	-	3,000	4,560	7,315	-	4,800	4,450	900

### 3.3.3 Persediaan Bahan Baku

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian terdapat beberapa komponen yang memberikan kontribusi yang sangat besar dalam membebani biaya persediaan yang harus dikeluarkan. Persediaan yang berlebihan tersebut dapat dikarenakan karena beberapa supplier tidak mampu memenuhi permintaan ataupun kualitas yang tidak sesuai sehingga dilakukan yang berlebih untuk safety stock, namun hal tersebut tidak dibahas dalam penelitian ini. Tabel 3.4 menunjukkan 10 komponen yang menyumbang biaya persediaan terbesar.

**Tabel 3.4** Data komponen penyumbang stok terbesar di bisnis unit pompa air PT X

NO	KOMPONEN	STOCK	AMOUNT
1	Pump Casing JB	20,360	310,036,320
2	Impeller 125	10,051	124,634,880
3	Impeller 200	5,484	79,783,974
4	Steel Bar 09.03	5,234	35,388,906
5	Steel Bar 10.03	1,619	76,281,902
6	Pressure Switch	9,389	18,730,656
7	Bearing 125	102,120	310,036,320
8	Bearing 200	24,600	19,614,400
9	Capasitor 5mF	31,680	73,204,032
10	Capasitor 6mF	20,636	19,839,835
		<b>231,174</b>	<b>1,067,551,225</b>

Komponen-komponen tersebut, dipasok oleh berbagai pemasok untuk gudang bahan baku yang berbeda yaitu gudang VMI dan gudang Non VMI. Tabel 3.5 menunjukkan klasifikasi dari jenis gudang pada pemasok .

**Tabel 3.5** Klasifikasi jenis gudang pada pemasok

NO	PEMASOK	JENIS GUDANG	NO	PEMASOK	JENIS GUDANG	NO	PEMASOK	JENIS GUDANG
1	BUMM	VMI	5	SUGENG JAYA	NVMI	9	DENSO	NVMI
2	ASAMA	VMI	6	FOLEX	NVMI	10	PEDTH	NVMI
3	NSK	VMI	7	BINTANG WISTAR	NVMI	11	SINAR LANCAR	NVMI
4	PASCAL	VMI	8	YAMADA	NVMI	12	DKM	NVMI

### 3.3.4 Kendala Pemasok

Dalam penelitian ini juga ditemukan beberapa kendala yaitu kemampuan dari pemasok dalam memenuhi pesanan dan harga yang ditawarkan. Untuk kasus yang terjadi di bisnis unit pompa air, satu pemasok mungkin memasok beberapa komponen berbeda. Begitu pula dengan kapasitas yang mampu dipenuhi oleh pemasok tersebut. Umumnya kapasitas yang mampu dihasilkan pemasok tersebut bersifat konstan, kecuali jika terjadi keadaan dimana jumlah pesanan yang datang dari *customer* lain berkurang atau bertambah secara tiba-tiba karena kejadian yang tidak terduga. Dalam tabel 3.6 dapat dilihat kapasitas yang sanggup dipenuhi

pemasok setiap minggunya dan harga yang ditawarkan. Dan tabel 3.7 merupakan tabulasi untuk harga tiap-tiap komponen dari tiap-tiap pemasok.





**Tabel 3.6** Kapasitas yang mampu dipenuhi pemasok dan harga yang ditawarkan.

NO	KOMPONEN	PEMASOK	KAPASITAS PERMINGGU	PRICE PER UNIT
1	Pump Casing JB	BUMM	≤ 12500	30,445
		ASAMA	≤ 10000	33,500
		PASCAL	≤ 5000	32,675
		SUGENG JAYA	≤ 5000	29,650
2	Impeller 125	PASCAL	≤ 10000	12,528
		FOLEX	≤ 20000	11,500
		DKM	≤ 10000	12,000
3	Impeller 200	PASCAL	≤ 10000	18,500
		FOLEX	≤ 6000	17,172
4	Steel Bar 09.03	PASCAL	≤ 10000	3,860
		BINTANG WISTAR	≤ 30000	3,980
5	Steel Bar 10.03	PASCAL	≤ 5000	7,597
		BINTANG WISTAR	≤ 30000	7,625
6	Pressure Switch	YAMADA	≤ 48000	19,166
7	Bearing 125	NSK	≤ 60000	3,069
		PASCAL	≤ 40000	3,036
		FOLEX	≤ 40000	2,790
		DENSO	≤ 40000	2,810
8	Bearing 200	NSK	≤ 60000	5,275
		FOLEX	≤ 40000	5,325
9	Capasitor 5mF	PEDTH	≤ 72000	4,234
		SINAR LANCAR	≤ 30000	4,150
10	Capasitor 6mF	PEDTH	≤ 72000	6,772
		SINAR LANCAR	≤ 30000	6,540

**Tabel 3.7** Tabulasi harga tiap-tiap komponen dari tiap-tiap pemasok

	PEMASOK (j)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
KOMPONEN (i)	1	30,445	33,500	-	32,675	2,950	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	12,528	-	11,500	-	-	-	-	-	12,000
	3	-	-	-	17,172	-	16,900	-	-	-	-	-	16,800
	4	-	-	-	3,860	-	-	3,980	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	7,597	-	-	7,625	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	25,056	-	-	-	-
	7	-	-	3,069	-	-	2,790	-	-	2,730	-	-	-
	8	-	-	5,275	-	-	-	-	-	5,350	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,234	4,100	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,772	6,540	-

### 3.3.5 Biaya Persediaan Komponen Rata-Rata

Berdasarkan kebijakan yang telah ditetapkan oleh manajemen, besarnya biaya persediaan komponen rata-rata dapat dilihat pada tabel 3.6

**Tabel 3.8** Biaya persediaan komponen rata-rata tiap

NO	KOMPONEN	BIAYA PERSEDIAAN KOMPONEN RATA-RATA TIAP MINGGU
1	Pump Casing JB	60.71
2	Impeller 125	23.09
3	Impeller 200	32.61
4	Steel Bar 09.03	7.54
5	Steel Bar 10.03	14.64
6	Pressure Switch	48.18
7	Bearing 125	5.50
8	Bearing 200	10.22
9	Capasitor 5mF	8.01
10	Capasitor 6mF	12.80

minggu

## BAB 4

### PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

#### 4.1 PENYUSUNAN MODEL OPTIMASI KEBUTUHAN BAHAN BAKU.

Model Optimasi ini bertujuan memperoleh biaya persediaan bahan baku yang optimum dengan meminimalisasi persediaan di gudang setiap bulan. Pembuatan model matematis untuk dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Indeks yang digunakan dalam memformulasikan model optimasi yaitu :

$i$  = Komponen,  $j = 1, 2, \dots, 10$

$j$  = Pemasok,  $i = 1, 2, 3, 4$  untuk komponen VMI

$i = 5, 6, \dots, 12$  untuk komponen non VMI

$k$  = Periode pemesanan (dalam minggu)

$k = 1, 2, \dots, 8$

$k = 1$  komponen yang dipesan pada 2 minggu yang lalu

$k = 2$  komponen yang dipesan pada 1 minggu yang lalu

$k = 3$  komponen yang dipesan pada minggu ini

$k = 4$  komponen yang dipesan pada 1 minggu yang akan datang

$k = 5$  komponen yang dipesan pada 2 minggu yang akan datang

$I_{i1}$  = persediaan komponen  $i$  yang masuk pada minggu 1

$D_{i1}$  = permintaan komponen  $i$  pada minggu 1

$D_{i2}$  = permintaan komponen  $i$  pada minggu 2

2. Fungsi Tujuan

Tujuan pengoptimalan biaya persediaan bahan baku:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n C_{ijk} * X_{ijk} + \sum_i \sum_k P_{ik} * d_i$$

$C_{ijk}$  = Biaya komponen  $i$  dari pemasok  $j$  pada periode  $k$

$X_{ijk}$  = Jumlah komponen  $i$  dari pemasok  $j$  pada periode  $k$

$P_{ik}$  = Jumlah persediaan komponen  $i$  pada periode  $k$

$d_i$  = Biaya persediaan komponen  $i$  rata-rata (lihat tabel 3.6)

### 3. Kendala

- Kendala minimum inventori perbulan 960 juta rupiah

Kendala ini memberikan batasan untuk persediaan bahan baku sebesar 960 juta rupiah setiap bulan.

$$Z = \sum_i \sum_j \sum_k C_{ijk} * X_{ijk} + \sum_i \sum_k P_{ik} * d_i \leq 960 \text{ juta}$$

- Kendala untuk gudang VMI, barang yang dipakai yang dibayar  
Kendala ini memberikan batasan untuk inventori pemakaian material yang berasal dari gudang VMI baru akan dibayar ketika barang tersebut dipakai.

$$I_{i3} + \sum_j X_{ij1} - D_{i3} = I_{i4}$$

$$I_{i4} \geq 1.1 \times D_{i3}$$

$$I_{i4} + \sum_j X_{ij2} - D_{i4} = I_{i5}$$

$$I_{i5} \geq 1.1 \times D_{i4}$$

$$X_{ijk} \leq \text{Kapasitas pemasok } j$$

## 4.2 PERUMUSAN MODEL MATEMATIS DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM LINEAR

Pada model matematis ini,  $X_{ijk}$  merupakan komponen  $i$  yang dipakai dari pemasok  $j$  pada periode  $k$ . Jumlah pemasok sebanyak 12 pemasok untuk pemasok 1 sampai 4 merupakan pemasok gudang VMI dan untuk pemasok 5 sampai 8 merupakan pemasok untuk gudang non VMI. Periode yang digunakan adalah setiap minggu berdasarkan pemesanan komponen dan jumlah data yang diambil selama 8 minggu untuk periode Juni 2008 sampai Juli 2008. Lead time untuk masing-masing pemasok adalah 2 minggu. Berikut adalah formulasi model matematisnya:



#### 4.2.1 Model Matematis Optimasi Kebutuhan Persediaan Bahan Baku.

Untuk penyelesaian permasalahan, model matematis yang digunakan:

$$\text{Fungsi Tujuan} \quad : \text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n C_{ijk} * X_{ijk} + \sum_i \sum_k P_{ik} * d_i$$

$$\text{Dengan Kendala} \quad : Z = \sum_1^{10} \sum_1^{12} \sum_1^8 C_{ijk} * X_{ijk} + \sum_i \sum_k P_{ik} * d_i \leq 960 \text{juta}$$

$$I_{13} + X_{111} - D_{13} = I_{14}$$

$$I_{14} \geq 1.1D_{14}$$

$$I_{14} + X_{112} - D_{14} = I_{15}$$

$$I_{15} \geq 1.1D_{15}$$

$$I_{15} + X_{113} - D_{15} = I_{16}$$

$$I_{16} \geq 1.1D_{16}$$

$$I_{16} + X_{114} - D_{16} = I_{17}$$

$$I_{17} \geq 1.1D_{17} \dots \text{dst}$$

Dari persamaan tersebut digunakan program Lingo untuk membantu menghitung penyelesaian. Detail persamaan yang digunakan pada program Lingo dapat dilihat pada Lampiran 1.

*Persediaan Awal + Komponen yang akan dibeli – Permintaan = Persediaan Akhir*

$$I_{ik} + X_{ijk} - D_{ik} = I_{i(k+1)}$$

$$I_{i(k+1)} \geq 1.1D_{i(k+1)}$$

$I_{ik}$  = Persediaan komponen  $i$  untuk periode  $k$

$k = 1$  Periode untuk kedatangan barang yang dipesan 2 minggu yang lalu

$k = 2$  Periode untuk kedatangan barang yang dipesan 1 minggu yang lalu

$k = 3$  Periode untuk kedatangan barang yang dipesan minggu ini dst..

$$I_{13} + X_{111} - D_{13} = I_{14}$$

$$I_{14} \geq 1.1D_{14}$$

$$I_{14} + X_{112} - D_{14} = I_{15}$$

$$I_{15} \geq 1.1D_{15}$$

$$I_{15} + X_{113} - D_{15} = I_{16}$$

$$I_{16} \geq 1.1D_{16}$$

$$I_{16} + X_{114} - D_{16} = I_{17}$$

$$I_{17} \geq 1.1D_{17} \dots dst$$

Dalam persamaan diatas untuk permintaan masing-masing periode menggunakan safety faktor sebesar 10%, hal tersebut disesuaikan dengan kebijakan yang ditetapkan oleh manajemen. Untuk model *programa linear* yang digunakan pada program *Lingo* dapat dilihat pada lampiran 1.

### 4.3 PENGOLAHAN DATA DAN HASIL

Usulan optimasi tingkat persediaan bahan baku di bisnis unit pompa air PT PMI dihasilkan dengan menggunakan metode *programa linear*, dengan bantuan perangkat lunak *Lingo 10* dan dijalankan pada komputer PC dengan *processor* Intel Pentium IV, 2.8 GHz dan memori 512 MB. Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak *Lingo* dapat dilihat pada lampiran 2.

Untuk perhitungan persediaan tiap-tiap komponen dan besarnya total biaya persediaan berdasarkan kendala kapasitas pemasok, batasan persediaan yang ditetapkan manajemen. Perhitungan menggunakan perangkat lunak *Lingo* dapat dilihat pada lampiran 1.

Berdasarkan program yang diolah diperoleh data, bahwa besarnya biaya pembelian dan persediaan adalah Rp 848 juta perbulan, sehingga dapat mencapai target yang diinginkan yaitu < Rp 960 juta rupiah. Untuk data hasil olahan *Lingo* selengkapnya ada pada lampiran 2. Dari lampiran 2 tersebut, data ditabulasi sebagai jumlah pesanan kepada pemasok. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 s/d tabel 4.9.

**Tabel 4.1** Jumlah unit *komponen 1* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

PUMP CASING JB						
K1	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1	12500	12500	12500	12500	12500	12500
VMI2						
VMI3						
VMI4					505	5000
NVMI1	5000	5000	5000	5000	5000	5000
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8						

**Tabel 4.2** Jumlah unit *komponen 2* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

IMPELLER 125						
K2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1		2814				
VMI2						
VMI3						
VMI4		2814	10000	10000	10000	10000
NVMI1						
NVMI2	8000	8000	8000	8000	8000	8000
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8	5000	5000	5000	5000	5000	5000

**Tabel 4.3** Jumlah unit *komponen 3* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

IMPELLER 200						
K3	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4						
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8		6771		4765	4095	810

**Tabel 4.4** Jumlah unit *komponen 4* yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j

STEEL BAR 09.03						
K4	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4	5237	12004	19892	26970	27456	32670
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8						

**Tabel 4.5** Jumlah unit *komponen 5* yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j

STEEL BAR 10.03						
K5	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4	3572	7063		4765	4095	810
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8						

**Tabel 4.6** Jumlah unit *komponen 6* yang akan dibeli dari pemasok i pada minggu ke j

PRESSURE SWITCH						
K6	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4						
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4	2762			4765	4905	
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8						

**Tabel 4.7** Jumlah unit *komponen 7* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

BEARING 125						
K7	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4						
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5			37810	40000	40000	40000
NVMI6						
NVMI7						
NVMI8						

Untuk *komponen 8* tidak diperlukan pembelian komponen pada setiap minggu karena stok yang tersedia telah mencukupi.

**Tabel 4.8** Jumlah unit *komponen 9* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

CAPACITOR 5MF						
K9	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4						
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6					12910	35340
NVMI7	30000	30000	30000	30000	30000	30000
NVMI8						

**Tabel 4.9** Jumlah unit *komponen 10* yang akan dibeli dari pemasok *i* pada minggu ke *j*

STEEL BAR 10.03						
K10	M3	M4	M5	M6	M7	M8
VMI1						
VMI2						
VMI3						
VMI4						
NVMI1						
NVMI2						
NVMI3						
NVMI4						
NVMI5						
NVMI6						
NVMI7					479	810
NVMI8						

Persediaan-persediaan tersebut yang nantinya akan dipakai untuk produksi selanjutnya berdasarkan permintaan produksi.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan simulasi kebutuhan bahan baku melalui pembuatan model *programa linear* untuk meminimalkan biaya persediaan bahan baku diperoleh kesimpulan yaitu, diperoleh besarnya biaya pembelian dan persediaan sebesar Rp 848 juta rupiah dari target yang ingin dicapai yaitu  $<$  Rp 960 juta rupiah dengan mengalokasikan biaya persediaan untuk masing-masing minggu pada pemasok yang menawarkan harga yang kompetitif.



## DAFTAR REFERENSI

- Taha, A Handy, 2003, *Operation Research an Introduction*, Prentice Hall Inc., New Jersey
- Ballou, Ronald H, *Business Logistics/Supply Chain Management Fifth Edition*, Pearson Prentice Hill, New Jersey
- Garret J, van Ryzin, “Analyzing Inventory Cost and Services in Supply Chain”, 2001
- Schrage, Linus, 2006, *Optimization Modelling With LINGO*, Lindo Systems Inc., Chicago
- Lieberman, Hillier, 2005, *Introduction to Operations Research*, Mc Graw-Hill Company, Inc., New York
- Murty, Katta G., 1995, *Operational Research: Deterministic Optimization Models*, Prentice Hall Inc., New Jersey
- Robert E. Markland dan Jame S. Sweigart, 1987, *Quantitative Methods: Application to Managerial Decision Making*, John Wiley and Son Inc., Canada
- J.R Tony Arnold and Stephen N. Chapman, *Introduction to Materials Management*, Prentice Hall, USA 2001.
- <http://gams-software.com/dd/docs/solvers/gamslingo.pdf>

## LAMPIRAN 1

### DATA INPUT PERANGKAT LUNAK *LINGO*

MODEL:

!Minimize inventory  
10 Component, 12 vendor, 8 Weeks;

MIN =

```
310036320+30445*X1_11+30445*X1_12+30445*X1_13+30445*X1_14
+30445*X1_15+30445*X1_16+30445*X1_17+30445*X1_18
+33500*X1_21+33500*X1_22+33500*X1_23+33500*X1_24+33500*X1_25
+33500*X1_26+33500*X1_27+33500*X1_28
+32675*X1_41+32675*X1_42+32675*X1_43+32675*X1_44+32675*X1_45
+32675*X1_46+32675*X1_47+32675*X1_48
+29650*X1_51+29650*X1_52+29650*X1_53+29650*X1_54+29650*X1_55
+29650*X1_56+29650*X1_57+29650*X1_58

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 3;
+(I15+(X1_13+X1_23+X1_43+X1_53-11048)*0.5)*60.71
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 4;
+(I16+(X1_14+X1_24+X1_44+X1_54-11215)*0.5)*60.71
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 5;
+(I17+(X1_15+X1_25+X1_45+X1_55-19100)*0.5)*60.71
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 6;
+(I18+(X1_16+X1_26+X1_46+X1_56-27026)*0.5)*60.71
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 7;
+(I19+(X1_17+X1_27+X1_47+X1_57-26474)*0.5)*60.71
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 1 pada minggu 8;
+(I110+(X1_18+X1_28+X1_48+X1_58-36300)*0.5)*60.71

+124634880+12528*X2_41+12528*X2_42+12528*X2_43+12528*X2_44
+12528*X2_45+12528*X2_46+12528*X2_47+12528*X2_48
+11500*X2_61+11500*X2_62+11500*X2_63+11500*X2_64+11500*X2_65
+11500*X2_66+11500*X2_67+11500*X2_68
+12000*X2_121+12000*X2_122+12000*X2_123+12000*X2_124+12000*X2_125
+12000*X2_126+12000*X2_127+12000*X2_128

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 3;
+(I25+(X2_43+X2_63+X2_123-11048)*0.5)*23.09
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 4;
+(I26+(X2_44+X2_64+X2_124-11215)*0.5)*23.09
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 5;
+(I27+(X2_45+X2_65+X2_125-19100)*0.5)*23.09
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 6;
+(I28+(X2_46+X2_66+X2_126-27026)*0.5)*23.09
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 7;
+(I29+(X2_47+X2_67+X2_127-26474)*0.5)*23.09
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 2 pada minggu 8;
+(I210+(X2_48+X2_68+X2_128-36300)*0.5)*23.09
```



+79783974+17172\*X3\_42+17172\*X3\_43+17172\*X3\_44+17172\*X3\_46  
 +17172\*X3\_47+17172\*X3\_48  
 +16900\*X3\_62+16900\*X3\_63+16900\*X3\_64+16900\*X3\_66+16900\*X3\_67  
 +16900\*X3\_68+16800\*X3\_122+16800\*X3\_123+16800\*X3\_124  
 +16800\*X3\_126+16800\*X3\_127+16800\*X3\_128

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 3;  
 +(I35+(X3\_43+X2\_63+X3\_123-4560)\*0.5)\*32.61  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 4;  
 +(I36+(X3\_44+X2\_64+X3\_124-7315)\*0.5)\*32.61  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 5;  
 +I37\*32.61  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 6;  
 +(I38+(X3\_46+X2\_66+X3\_126-4800)\*0.5)\*32.61  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 7;  
 +(I39+(X3\_47+X2\_67+X3\_127-4450)\*0.5)\*32.61  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 3 pada minggu 8;  
 +(I310+(X3\_48+X2\_68+X3\_128-900)\*0.5)\*32.61

+35388906+3860\*X4\_41+3860\*X4\_42+3860\*X4\_43+3860\*X4\_44+3860\*X4\_45  
 +3860\*X4\_46+3860\*X4\_47+3860\*X4\_48  
 +3980\*X4\_71+3980\*X4\_72+3980\*X4\_73+3980\*X4\_74+3980\*X4\_75+3980\*X4\_76  
 +3980\*X4\_77+3980\*X4\_78

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 3;  
 +(I45+(X4\_43+X4\_73-11048)\*0.5)\*7.54  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 4;  
 +(I46+(X4\_44+X4\_74-11215)\*0.5)\*7.54  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 5;  
 +(I47+(X4\_45+X4\_75-19100)\*0.5)\*7.54  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 6;  
 +(I48+(X4\_46+X4\_76-27026)\*0.5)\*7.54  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 7;  
 +(I49+(X4\_47+X4\_77-26474)\*0.5)\*7.54  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 4 pada minggu 8;  
 +(I410+(X4\_48+X4\_78-36300)\*0.5)\*7.54

+76281902+7597\*X5\_42+7597\*X5\_43+7597\*X5\_44+7597\*X5\_46  
 +7597\*X5\_47+7597\*X5\_48  
 +7625\*X5\_72+7625\*X5\_73+7625\*X5\_74+7625\*X5\_76+7625\*X5\_77+7625\*X5\_78

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 3;  
 +(I55+(X5\_43+X5\_73-4560)\*0.5)\*14.64  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 4;  
 +(I56+(X5\_44+X5\_74-7315)\*0.5)\*14.64  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 5;  
 +I57\*14.64  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 6;  
 +(I58+(X5\_46+X5\_76-4800)\*0.5)\*14.64  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 7;  
 +(I59+(X5\_47+X5\_77-4450)\*0.5)\*14.64  
 !Jumlah persediaan rata-rata komponen 5 pada minggu 8;  
 +(I510+(X5\_48+X5\_78-900)\*0.5)\*14.64

+18730656+25056\*X6\_81+25056\*X6\_82+25056\*X6\_83+25056\*X6\_86  
+25056\*X6\_87+25056\*X6\_88

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 3;  
+(I65+(X6\_83-4560)\*0.5)\*48.18  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 4;  
+I66\*48.18  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 5;  
+I67\*48.18  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 6;  
+(I68+(X6\_86-4800)\*0.5)\*48.18  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 7;  
+(I69+(X6\_87)\*0.5)\*48.18  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 6 pada minggu 8;  
+(I610+(X6\_88)\*0.5)\*48.18

+310036320+3069\*X7\_31+3069\*X7\_32+3069\*X7\_33+3069\*X7\_34+3069\*X7\_35  
+3069\*X7\_36+3069\*X7\_37+3069\*X7\_38  
+2790\*X7\_61+2790\*X7\_62+2790\*X7\_63+2790\*X7\_64+2790\*X7\_65+2790\*X7\_66  
+2790\*X7\_67+2790\*X7\_68  
+2730\*X7\_91+2730\*X7\_92+2730\*X7\_93+2730\*X7\_94+2730\*X7\_95+2730\*X7\_96  
+2730\*X7\_97+2730\*X7\_98

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 3;  
+(I75+(X7\_33+X7\_63+X7\_93-22096)\*0.5)\*5.5  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 4;  
+(I76+(X7\_34+X7\_64+X7\_94-22430)\*0.5)\*5.5  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 5;  
+(I77+(X7\_35+X7\_65+X7\_95-38200)\*0.5)\*5.5  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 6;  
+(I78+(X7\_36+X7\_66+X7\_96-54052)\*0.5)\*5.5  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 7;  
+(I79+(X7\_37+X7\_67+X7\_97-52948)\*0.5)\*5.5  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 7 pada minggu 8;  
+(I710+(X7\_38+X7\_68+X7\_98-72600)\*0.5)\*5.5

+19614400+5275\*X8\_32+5275\*X8\_33+5275\*X8\_34+5275\*X8\_36+5275\*X8\_37  
+5275\*X8\_38  
+5350\*X8\_92+5350\*X8\_93+5350\*X8\_94+5350\*X8\_96+5350\*X8\_97+5350\*X8\_98

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 3;  
+(I85+(X8\_33+X8\_93-4560)\*0.5)\*10.22  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 4;  
+(I86+(X8\_34+X8\_94-7315)\*0.5)\*10.22  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 5;  
+I87\*10.22  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 6;  
+(I88+(X8\_36+X8\_96-4800)\*0.5)\*10.22  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 7;  
+(I89+(X8\_37+X8\_97-4450)\*0.5)\*10.22  
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 8 pada minggu 8;  
+(I85+(X8\_38+X8\_98-900)\*0.5)\*10.22

```

+73204032+4234*X9_101+4234*X9_102+4234*X9_103+4234*X9_104
+4234*X9_105+4234*X9_106+4234*X9_107+4234*X9_108
+4100*X9_111+4100*X9_112+4100*X9_113+4100*X9_114+4100*X9_115
+4100*X9_116+4100*X9_117+4100*X9_118

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 3;
+(I95+(X9_103+X9_113-22096)*0.5)*8.01
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 4;
+(I96+(X9_104+X9_114-22430)*0.5)*8.01
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 5;
+(I97+(X9_105+X9_115-38200)*0.5)*8.01
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 6;
+(I98+(X9_106+X9_116-54052)*0.5)*8.01
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 7;
+(I99+(X9_107+X9_117-52948)*0.5)*8.01
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 9 pada minggu 8;
+(I910+(X9_108+X9_118-72600)*0.5)*8.01

+19839835+6772*X10_102+6772*X10_103+6772*X10_104+6772*X10_106
+6772*X10_107+6772*X10_108
+6540*X10_112+6540*X10_113+6540*X10_114+6540*X10_116+6540*X10_117
+6540*X10_118

!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 3;
+(I105+(X10_103+X10_113-4560)*0.5)*12.8
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 4;
+(I106+(X10_104+X10_114-7315)*0.5)*12.8
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 5;
+I107*12.8
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 6;
+(I108+(X10_106+X10_116-4800)*0.5)*12.8
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 7;
+(I109+(X10_107+X10_117-4450)*0.5)*12.8
!Jumlah persediaan rata-rata komponen 10 pada minggu 8;
+(I1010+(X10_108+X10_118-900)*0.5)*12.8;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY ;
[CNDBI] I10=20360;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 1
X1_11+X1_21+X1_41+X1_51=19100;
[INV11] I10 + 19100-19076 = I14;
I14>=0.1*15226;

!X1_12+X1_22+X1_42+X1_52=15500;
[INV12] I14 + 15500-15226 = I15;
I15>=0.1*11048;

[INV13] I15 + X1_13+X1_23+X1_43+X1_53-11048 = I16;
X1_13<=12500;

```

```

X1_23<=10000;
X1_43<=5000;
X1_53<=5000;
I16>=0.1*11215;

[INV14] I16 + X1_14+X1_24+X1_44+X1_54-11215 = I17;
X1_14<=12500;
X1_24<=10000;
X1_44<=5000;
X1_54<=5000;
I17>=0.1*19100;

[INV15] I17 + X1_15+X1_25+X1_45+X1_55-19100 = I18;
X1_15<=12500;
X1_25<=10000;
X1_45<=5000;
X1_55<=5000;
I18>=0.1*27026;

[INV16] I18 + X1_16+X1_26+X1_46+X1_56-27026 = I19;
X1_16<=12500;
X1_26<=10000;
X1_46<=5000;
X1_56<=5000;
I19>=0.1*26474;

[INV17] I19 + X1_17+X1_27+X1_47+X1_57-26474 = I110;
X1_17<=12500;
X1_27<=10000;
X1_47<=5000;
X1_57<=5000;
I110>=0.1*36300;

[INV18] I110 + X1_18+X1_28+X1_48+X1_58-36300 = I111;
X1_18<=12500;
X1_28<=10000;
X1_48<=5000;
X1_58<=5000;
I311<=1000;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I20=10051;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 2
X2_41+X2_61+X2_121=19100;

[INV21] 10051+19100-19076 = I24;
I24 >= 0.1*15226;

!X2_42+X2_62+X2_122=15500;
[INV22] I24 +15500-15226 = I25;
I25>=0.1*11048;

```

```
[INV23] I25 + X2_43+X2_63+ X2_123-11048 = I26;
X2_43<10000;
X2_63<=8000;
X2_123<=5000;
I26>=0.1*11215;
```

```
[INV24] I26 + X2_44+X2_64+ X2_124-11215 = I27;
X2_44<10000;
X2_64<=8000;
X2_124<=5000;
I27>=0.1*19100;
```

```
[INV25] I27 + X2_45+X2_65+ X2_125-19100 = I28;
X2_45<10000;
X2_65<=8000;
X2_125<=5000;
I28>=0.1*27026;
```

```
[INV26] I28 + X2_46+X2_66+ X2_126-27026 = I29;
X2_46<10000;
X2_66<=8000;
X2_126<=5000;
I29>=0.1*26474;
```

```
[INV27] I29 + X2_47+X2_67+ X2_127-26474 = I210;
X2_47<10000;
X2_67<=8000;
X2_127<=5000;
I210>=0.1*36300;
```

```
[INV28] I210 + X2_48+X2_68+ X2_128-36300 = I211;
X2_48<10000;
X2_68<=8000;
X2_128<=5000;
I211<=2000;
```

```
!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I30=5484;
```

```
!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 3
X3_41+X3_61+X3_121=0;
[INV31] 5484 = I34;
I34>=0.1*3000;
```

```
!X3_41+X3_61+X3_121=3100;
[INV32] I34 + 3100-3000 = I35;
I35>=0.1*4560;
```

```
[INV33] I35 + X3_43+X3_63+X3_123-4560 = I36;
I36>=0.1*7315;
```

```
[INV34] I36 + X3_44+X3_64+X3_124-7315 = I37;
X3_44<=10000;
X3_64<=6000;
I37>=0;
```

```
[INV35] I37 = I38;
I38>=0.1*4800;
```

```
[INV36] I38 + X3_46+X3_66+X3_126-4800 = I39;
X3_46<=10000;
X3_66<=6000;
I39>=0.1*4450;
```

```
[INV37] I39 + X3_47+X3_67+X3_127-4450 = I310;
X3_47<=10000;
X3_68<=6000;
I310>=0.1*900;
```

```
[INV38] I310 + X3_48+X3_68+X3_128-900 = I311;
X3_49<=10000;
X3_69<=6000;
I311<=500;
```

```
!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I40=5234;
```

```
!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 4
X4_41+X4_71=20000;
```

```
[INV41] 5234 + 20000-19076 = I44;
I44>=0.1*15226;
```

```
!X4_42+X4_72=16000;
[INV42] I44+ 16000-15226 = I45;
I45>=0.1*11048;
```

```
[INV43] I45 +X4_43+X4_73-11048 = I46;
X4_43<=50000;
X4_73<=30000;
I46>=0.1*11215;
```

```
[INV44] I46 + X4_44+X4_74-11215 = I47;
X4_44<=50000;
X4_74<=30000;
I47>=0.1*19100;
```

```
[INV45] I47 + X4_45+X4_75-19100 = I48;
X4_45<=50000;
X4_75<=30000;
I48>=0.1*27026;
```

```
[INV46] I48 + X4_46+X4_76-27026 = I49;
X4_46<=50000;
X4_76<=30000;
I49>=0.1*26474;
```

```
[INV47] I49 + X4_47+X4_77-26474 = I410;
X4_47<=50000;
X4_77<=30000;
I410>=0.1*36300;
```

```
[INV48] I410 + X4_48+X4_78-36300 = I411;
X4_48<=50000;
X4_78<=30000;
I411<=1200;
```

```
!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I50=1619;
```

```
!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 5
```

```
X5_41+X5_71=0;
```

```
[INV51] 1619 = I54;
I54>=0.1*3000;
```

```
!X5_42+X5_72=3100;
```

```
[INV52] I54+3100-3000 = I55;
I55>=0.1*4560;
```

```
[INV53] I55 + X5_43+X5_73-4560 = I56;
X5_43<=50000;
X5_73<=30000;
I56>=0.1*7315;
```

```
[INV54] I56 + X5_44+X5_74-7315 = I57;
X5_44<=50000;
X5_74<=30000;
I57>=0;
```

```
[INV55] I57 = I58;
I58>=0.1*4800;
```

```
[INV56] I58 + X5_46+X5_76-4800 = I59;
X5_45<=50000;
X5_75<=30000;
I59>=0.1*4450;
```

```
[INV57] I59 + X5_47+X5_77-4450 = I510;
X5_47<=50000;
X5_77<=30000;
I510>=0.1*900;
```

```
[INV58] I510 + X5_48+X5_78-900 = I511;
```

```

X5_48<=50000;
I511>=0.1*D511;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I60=9389;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 6
X6_81=900;

[INV61] 9389 + 900-896 = I64;
I64>=0.1*3000;

!X6_82=3200;
[INV62] I64 + 3200-3000 = I65;
I65>=0.1*4560;

[INV63] I65 + X6_83-4560 = I66;
X6_81<=48000;
I66>=0.1*7315;

[INV64] I66 -7315 = I67;
X6_81<=48000;
I67>=0;

[INV65] I67 = I68;
X6_81<=48000;
I68>=0.1*4800;

[INV66] I68 + X6_86-4800 = I69;
X6_81<=48000;
I69>=0.1*4450;

[INV67] I69 + X6_87-4450 = I610;
X6_81<=48000;
I610>=0.1*900;

[INV68] I610 -900 = I611;
X6_81<=48000;
I611<=150;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I70=102120;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 7
X3_31+X3_61+X3_91=4000;

[INV71] 102120 + 40000-38152 = I74;
I74>=0.1*30452;

```



```

!X3_32+X3_62+X3_92=31000;
[INV72] I74 + 31000-30452 = I75;
I75>=0.1*22096;

[INV73] I75 + X7_33+X7_63+X7_93-22096 = I76;
X7_33<=60000;
X7_63<=40000;
X7_93<=40000;
I76>=0.1*22430;

[INV74] I76 + X7_34+X7_64+X7_94-22430 = I77;
X7_34<=60000;
X7_64<=40000;
X7_94<=40000;
I77>=0.1*38200;

[INV75] I77 + X7_35+X7_65+X7_95-38200 = I78;
X7_35<=60000;
X7_65<=40000;
X7_95<=40000;
I78>=0.1*54052;

[INV76] I78 + X7_36+X7_66+X7_96-54052 = I79;
X7_36<=60000;
X7_66<=40000;
X7_96<=40000;
I79>=0.1*52948;

[INV77] I79 + X7_37+X7_67+X7_97-52948 = I710;
X7_37<=60000;
X7_67<=40000;
X7_97<=40000;
I710>=0.1*72600;

[INV78] I710 + X7_38+X7_68+X7_98-72600 = I711;
X7_38<=60000;
X7_68<=40000;
X7_98<=40000;
I711<=2000;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I80=24600;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 8
X8_31+X8_91=0;

[INV81] 24600 = I84;
I84>=0.1*3000;

!X8_32+X8_92=3100;
[INV82] I84 + 3100-3000 = I85;

```

```

I85>=0.1*4560;

[INV83] I85 + X8_33+X8_93-4560 = I86;
X8_33<=60000;
X8_93<=40000;
I86>=0.1*7315;

[INV84] I86 + X8_34+X8_94-7315 = I87;
X8_34<=60000;
X8_94<=40000;
I87>=0;

[INV85] I87 = I88;
I88>=0.1*4800;

[INV86] I88 + X8_36+X8_96-4800 = I89;
X8_36<=60000;
X8_96<=40000;
I89>=0.1*4450;

[INV87] I89 + X8_37+X8_97-4450 = I810;
X8_37<=60000;
X8_97<=40000;
I810>=0.1*900;

[INV88] I810 + X8_38+X8_98-900 = I811;
X8_38<=60000;
X8_98<=40000;
I811<=3000;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I90=31680;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 9;
!X9_101+X9_111=40000;
[INV91] 31680 + 40000-38152 = I94;
I94>=0.1*30452;

!X9_102+X9_112=31000;
[INV92] I94 + 31000-30452 = I95;
I95>=0.1*22096;

[INV93] I95 + X9_103+X9_113-22096 = I96;
X9_103<=72000;
X9_113<=30000;
I96>=0.1*22430;

[INV94] I96 + X9_104+X9_114-22430 = I97;
X9_104<=72000;
X9_114<=30000;
I97>=0.1*38200;

```

```

[INV95] I97 + X9_105+X9_115-38200 = I98;
X9_105<=72000;
X9_115<=30000;
I98>=0.1*54052;

[INV96] I98 + X9_106+X9_116-54052 = I99;
X9_106<=72000;
X9_116<=30000;
I99>=0.1*52948;

[INV97] I99 + X9_107+X9_117-52948 = I910;
X9_107<=72000;
X9_117<=30000;
I910>=0.1*72600;

[INV98] I910 + X9_108+X9_118-72600 = I911;
X9_108<=72000;
X9_118<=30000;
I911<=2000;

!INITIAL CONDITION ON INVENTORY
[CNDBI] I100=20636;

!Beginning inventory + production = demand + ending inventory FOR
COMPONENT 10
X10_101+X10_111=0;
[INV101] 20636 = I104;
I104>=0.1*3000;

!X10_101+X10_111=3100;
[INV102] I104 + 3100-3000 = I105;
X10_102<=72000;
X10_112<=30000;
I105>=0.1*4560;

[INV103] I105 + X10_103+X10_113-4560 = I106;
X10_103<=72000;
X10_113<=30000;
I106>=0.1*7315;

[INV104] I106 + X10_104+X10_114-7315 = I107;
X10_104<=72000;
X10_114<=30000;
I107>=0;

[INV105] I107 = I108;
I108>=0.1*4800;

[INV106] I108 + X10_106+X10_116-4800 = I109;
X10_106<=72000;
X10_116<=30000;
I109>=0.1*4450;

```

```
[INV107] I109 + X10_107+X10_117-4450 = I1010;  
X10_107<=72000;  
X10_117<=30000;  
I1010>=0.1*900;
```

```
[INV108] I1010 + X10_108+X10_118-900 = I1011;  
X10_108<=72000;  
X10_118<=30000;  
I1011<=2000;
```

END



**LAMPIRAN 2**  
**DATA OUTPUT PERANGKAT LUNAK LINGO**

Global optimal solution found.  
Objective value: 0.8488906E+10  
Total solver iterations: 38

Variable	Value	Reduced Cost
X1_11	0.000000	30445.00
X1_12	0.000000	30445.00
X1_13	12500.00	0.000000
X1_14	12500.00	0.000000
X1_15	12500.00	0.000000
X1_16	12500.00	0.000000
X1_17	12500.00	0.000000
X1_18	12500.00	0.000000
X1_21	0.000000	33500.00
X1_22	0.000000	33500.00
X1_23	0.000000	1067.840
X1_24	0.000000	1007.130
X1_25	0.000000	946.4200
X1_26	0.000000	885.7100
X1_27	0.000000	825.0000
X1_28	0.000000	764.2900
X1_41	0.000000	32675.00
X1_42	0.000000	32675.00
X1_43	0.000000	242.8400
X1_44	0.000000	182.1300
X1_45	0.000000	121.4200
X1_46	0.000000	60.71000
X1_47	505.0000	0.000000
X1_48	5000.000	0.000000
X1_51	0.000000	29650.00
X1_52	0.000000	29650.00
X1_53	5000.000	0.000000
X1_54	5000.000	0.000000
X1_55	5000.000	0.000000
X1_56	5000.000	0.000000
X1_57	5000.000	0.000000
X1_58	5000.000	0.000000
I15	20658.00	0.000000
I16	27110.00	0.000000
I17	33395.00	0.000000
I18	31795.00	0.000000
I19	22269.00	0.000000
I110	13800.00	0.000000
X2_41	0.000000	12528.00
X2_42	0.000000	12528.00
X2_43	0.000000	23.09000
X2_44	2814.000	0.000000

X2_45	10000.00	0.000000
X2_46	10000.00	0.000000
X2_47	10000.00	0.000000
X2_48	10000.00	0.000000
X2_61	0.000000	11500.00
X2_62	0.000000	11500.00
X2_63	8000.000	0.000000
X2_64	8000.000	0.000000
X2_65	8000.000	0.000000
X2_66	8000.000	0.000000
X2_67	8000.000	0.000000
X2_68	8000.000	0.000000
X2_121	0.000000	12000.00
X2_122	0.000000	12000.00
X2_123	5000.000	0.000000
X2_124	5000.000	0.000000
X2_125	5000.000	0.000000
X2_126	5000.000	0.000000
X2_127	5000.000	0.000000
X2_128	5000.000	0.000000
I25	10349.00	0.000000
I26	12301.00	0.000000
I27	16900.00	0.000000
I28	20800.00	0.000000
I29	16774.00	0.000000
I210	13300.00	0.000000
X3_42	0.000000	17172.00
X3_43	0.000000	404.6100
X3_44	0.000000	372.0000
X3_46	0.000000	372.0000
X3_47	0.000000	372.0000
X3_48	0.000000	372.0000
X3_62	0.000000	16900.00
X3_63	0.000000	116.3050
X3_64	0.000000	83.69500
X3_66	0.000000	83.69500
X3_67	0.000000	83.69500
X3_68	0.000000	83.69500
X3_122	0.000000	16800.00
X3_123	0.000000	32.61000
X3_124	6771.000	0.000000
X3_126	4765.000	0.000000
X3_127	4095.000	0.000000
X3_128	810.0000	0.000000
I35	5584.000	0.000000
I36	1024.000	0.000000
I37	480.0000	0.000000
I38	480.0000	0.000000
I39	445.0000	0.000000
I310	90.00000	0.000000
X4_41	0.000000	3860.000
X4_42	0.000000	3860.000
X4_43	5237.500	0.000000

X4_44	12003.50	0.000000
X4_45	19892.60	0.000000
X4_46	26970.80	0.000000
X4_47	27456.60	0.000000
X4_48	32670.00	0.000000
X4_71	0.000000	3980.000
X4_72	0.000000	3980.000
X4_73	0.000000	120.0000
X4_74	0.000000	120.0000
X4_75	0.000000	120.0000
X4_76	0.000000	120.0000
X4_77	0.000000	120.0000
X4_78	0.000000	120.0000
I45	6932.000	0.000000
I46	1121.500	0.000000
I47	1910.000	0.000000
I48	2702.600	0.000000
I49	2647.400	0.000000
I410	3630.000	0.000000
X5_42	0.000000	7597.000
X5_43	3572.500	0.000000
X5_44	7063.500	0.000000
X5_46	4765.000	0.000000
X5_47	4095.000	0.000000
X5_48	810.0000	0.000000
X5_72	0.000000	7625.000
X5_73	0.000000	28.00000
X5_74	0.000000	28.00000
X5_76	0.000000	28.00000
X5_77	0.000000	28.00000
X5_78	0.000000	28.00000
I55	1719.000	0.000000
I56	731.5000	0.000000
I57	480.0000	0.000000
I58	480.0000	0.000000
I59	445.0000	0.000000
I510	90.00000	0.000000
X6_81	0.000000	25056.00
X6_82	0.000000	25056.00
X6_83	2762.000	0.000000
X6_86	4765.000	0.000000
X6_87	4905.000	0.000000
X6_88	0.000000	25080.09
I65	9593.000	0.000000
I66	7795.000	0.000000
I67	480.0000	0.000000
I68	480.0000	0.000000
I69	445.0000	0.000000
I610	900.0000	0.000000
X7_31	0.000000	3069.000
X7_32	0.000000	3069.000
X7_33	0.000000	350.0000
X7_34	0.000000	344.5000
X7_35	0.000000	339.0000

X7_36	0.000000	333.5000
X7_37	0.000000	328.0000
X7_38	0.000000	322.5000
X7_61	0.000000	2790.000
X7_62	0.000000	2790.000
X7_63	0.000000	71.00000
X7_64	0.000000	65.50000
X7_65	0.000000	60.00000
X7_66	0.000000	54.50000
X7_67	0.000000	49.00000
X7_68	0.000000	43.50000
X7_91	0.000000	2730.000
X7_92	0.000000	2730.000
X7_93	0.000000	11.00000
X7_94	0.000000	5.500000
X7_95	37810.00	0.000000
X7_96	40000.00	0.000000
X7_97	40000.00	0.000000
X7_98	40000.00	0.000000
I75	104516.0	0.000000
I76	82420.00	0.000000
I77	59990.00	0.000000
I78	59600.00	0.000000
I79	45548.00	0.000000
I710	32600.00	0.000000
X8_32	0.000000	5275.000
X8_33	0.000000	5320.990
X8_34	0.000000	5310.770
X8_36	0.000000	5290.330
X8_37	0.000000	5280.110
X8_38	0.000000	5280.110
X8_92	0.000000	5350.000
X8_93	0.000000	5395.990
X8_94	0.000000	5385.770
X8_96	0.000000	5365.330
X8_97	0.000000	5355.110
X8_98	0.000000	5355.110
I85	24700.00	0.000000
I86	20140.00	0.000000
I87	12825.00	0.000000
I88	12825.00	0.000000
I89	8025.000	0.000000
X9_101	0.000000	4234.000
X9_102	0.000000	4234.000
X9_103	0.000000	32.04000
X9_104	0.000000	24.03000
X9_105	0.000000	16.02000
X9_106	0.000000	8.010000
X9_107	12910.00	0.000000
X9_108	35340.00	0.000000
X9_111	0.000000	4100.000
X9_112	0.000000	4100.000
X9_113	30000.00	0.000000
X9_114	30000.00	0.000000




X9_115	30000.00	0.000000
X9_116	30000.00	0.000000
X9_117	30000.00	0.000000
X9_118	30000.00	0.000000
I95	34076.00	0.000000
I96	41980.00	0.000000
I97	49550.00	0.000000
I98	41350.00	0.000000
I99	17298.00	0.000000
I910	7260.000	0.000000
X10_102	0.000000	6772.000
X10_103	0.000000	283.2000
X10_104	0.000000	270.4000
X10_106	0.000000	244.8000
X10_107	0.000000	232.0000
X10_108	0.000000	232.0000
X10_112	0.000000	6540.000
X10_113	0.000000	51.20000
X10_114	0.000000	38.40000
X10_116	0.000000	12.80000
X10_117	479.0000	0.000000
X10_118	810.0000	0.000000
I105	20736.00	0.000000
I106	16176.00	0.000000
I107	8861.000	0.000000
I108	8861.000	0.000000
I109	4061.000	0.000000
I1010	90.00000	0.000000
I10	20360.00	0.000000
I14	20384.00	0.000000
I111	0.000000	32766.06
I311	0.000000	16816.31
I24	10075.00	0.000000
I211	0.000000	12631.91
I34	5484.000	0.000000
X3_49	0.000000	0.000000
X3_69	0.000000	0.000000
I44	6158.000	0.000000
I411	0.000000	3863.770
I54	1619.000	0.000000
X5_45	0.000000	0.000000
X5_75	0.000000	0.000000
I511	0.000000	7604.320
D511	0.000000	0.000000
I64	9393.000	0.000000
I611	0.000000	25128.27
I74	103968.0	0.000000
I711	0.000000	2749.250
I84	24600.00	0.000000
I810	3575.000	0.000000
I811	2675.000	0.000000
I94	33528.00	0.000000
I911	0.000000	4238.005
I104	20636.00	0.000000

I1011                    0.000000                    6546.400

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.8488906E+10	-1.000000
CNDBI	0.000000	32401.80
INV11	0.000000	-32401.80
4	18861.40	0.000000
INV12	0.000000	-32401.80
6	19553.20	0.000000
INV13	0.000000	-32462.52
8	0.000000	1987.160
9	10000.00	0.000000
10	5000.000	0.000000
11	0.000000	2782.160
12	25988.50	0.000000
INV14	0.000000	-32523.23
14	0.000000	2047.870
15	10000.00	0.000000
16	5000.000	0.000000
17	0.000000	2842.870
18	31485.00	0.000000
INV15	0.000000	-32583.94
20	0.000000	2108.580
21	10000.00	0.000000
22	5000.000	0.000000
23	0.000000	2903.580
24	29092.40	0.000000
INV16	0.000000	-32644.65
26	0.000000	2169.290
27	10000.00	0.000000
28	5000.000	0.000000
29	0.000000	2964.290
30	19621.60	0.000000
INV17	0.000000	-32705.35
32	0.000000	2230.000
33	10000.00	0.000000
34	4495.000	0.000000
35	0.000000	3025.000
36	10170.00	0.000000
INV18	0.000000	-32766.06
38	0.000000	2290.710
39	10000.00	0.000000
40	0.000000	60.71000
41	0.000000	3085.710
42	1000.000	0.000000
INV21	0.000000	-12493.37
44	8552.400	0.000000
INV22	0.000000	-12493.37
46	9244.200	0.000000
INV23	0.000000	-12516.45
48	10000.00	0.000000
49	0.000000	988.6050
50	0.000000	504.9100
51	11179.50	0.000000

INV24	0.000000	-12539.55
53	7186.000	0.000000
54	0.000000	1011.695
55	0.000000	528.0000
56	14990.00	0.000000
INV25	0.000000	-12562.64
58	0.000000	23.09000
59	0.000000	1051.090
60	0.000000	551.0900
61	18097.40	0.000000
INV26	0.000000	-12585.73
63	0.000000	46.18000
64	0.000000	1057.875
65	0.000000	574.1800
66	14126.60	0.000000
INV27	0.000000	-12608.82
68	0.000000	69.27000
69	0.000000	1080.965
70	0.000000	597.2700
71	9670.000	0.000000
INV28	0.000000	-12631.91
73	0.000000	92.36000
74	0.000000	1104.055
75	0.000000	620.3600
76	2000.000	0.000000
INV31	0.000000	-16751.08
78	5184.000	0.000000
INV32	0.000000	-16751.08
80	5128.000	0.000000
INV33	0.000000	-16783.69
82	292.5000	0.000000
INV34	0.000000	-16816.31
84	10000.00	0.000000
85	6000.000	0.000000
86	480.0000	0.000000
INV35	0.000000	-16848.92
88	0.000000	-65.22000
INV36	0.000000	-16816.31
90	10000.00	0.000000
91	6000.000	0.000000
92	0.000000	-32.61000
INV37	0.000000	-16816.31
94	10000.00	0.000000
95	6000.000	0.000000
96	0.000000	-32.61000
INV38	0.000000	-16816.31
98	10000.00	0.000000
99	6000.000	0.000000
100	500.0000	0.000000
INV41	0.000000	-3856.227
102	4635.400	0.000000
INV42	0.000000	-3856.227
104	5827.200	0.000000
INV43	0.000000	-3863.770



106	44762.50	0.000000
107	30000.00	0.000000
108	0.000000	-7.540000
INV44	0.000000	-3863.770
110	37996.50	0.000000
111	30000.00	0.000000
112	0.000000	-7.540000
INV45	0.000000	-3863.770
114	30107.40	0.000000
115	30000.00	0.000000
116	0.000000	-7.540000
INV46	0.000000	-3863.770
118	23029.20	0.000000
119	30000.00	0.000000
120	0.000000	-7.540000
INV47	0.000000	-3863.770
122	22543.40	0.000000
123	30000.00	0.000000
124	0.000000	-7.540000
INV48	0.000000	-3863.770
126	17330.00	0.000000
127	30000.00	0.000000
128	1200.000	0.000000
INV51	0.000000	-7589.679
130	1319.000	0.000000
INV52	0.000000	-7589.679
132	1263.000	0.000000
INV53	0.000000	-7604.320
134	46427.50	0.000000
135	30000.00	0.000000
136	0.000000	-14.64000
INV54	0.000000	-7604.320
138	42936.50	0.000000
139	30000.00	0.000000
140	480.0000	0.000000
INV55	0.000000	-7618.960
142	0.000000	-29.28000
INV56	0.000000	-7604.320
144	50000.00	0.000000
145	30000.00	0.000000
146	0.000000	-14.64000
INV57	0.000000	-7604.320
148	45905.00	0.000000
149	30000.00	0.000000
150	0.000000	-14.64000
INV58	0.000000	-7604.320
152	49190.00	0.000000
153	0.000000	0.000000
INV61	0.000000	-25031.91
155	9093.000	0.000000
INV62	0.000000	-25031.91
157	9137.000	0.000000
INV63	0.000000	-25080.09
159	48000.00	0.000000

160	7063.500	0.000000
INV64	0.000000	-25128.27
162	48000.00	0.000000
163	480.0000	0.000000
INV65	0.000000	-25176.45
165	48000.00	0.000000
166	0.000000	-144.5400
INV66	0.000000	-25080.09
168	48000.00	0.000000
169	0.000000	-48.18000
INV67	0.000000	-25080.09
171	48000.00	0.000000
172	810.0000	0.000000
INV68	0.000000	-25128.27
174	48000.00	0.000000
175	150.0000	0.000000
INV71	0.000000	-2716.250
177	100922.8	0.000000
INV72	0.000000	-2716.250
179	102306.4	0.000000
INV73	0.000000	-2721.750
181	60000.00	0.000000
182	40000.00	0.000000
183	40000.00	0.000000
184	80177.00	0.000000
INV74	0.000000	-2727.250
186	60000.00	0.000000
187	40000.00	0.000000
188	40000.00	0.000000
189	56170.00	0.000000
INV75	0.000000	-2732.750
191	60000.00	0.000000
192	40000.00	0.000000
193	2190.000	0.000000
194	54194.80	0.000000
INV76	0.000000	-2738.250
196	60000.00	0.000000
197	40000.00	0.000000
198	0.000000	5.500000
199	40253.20	0.000000
INV77	0.000000	-2743.750
201	60000.00	0.000000
202	40000.00	0.000000
203	0.000000	11.00000
204	25340.00	0.000000
INV78	0.000000	-2749.250
206	60000.00	0.000000
207	40000.00	0.000000
208	0.000000	16.50000
209	2000.000	0.000000
INV81	0.000000	61.32141
211	24300.00	0.000000
INV82	0.000000	61.32141
213	24244.00	0.000000

INV83	0.000000	40.88000
215	60000.00	0.000000
216	40000.00	0.000000
217	19408.50	0.000000
INV84	0.000000	30.66000
219	60000.00	0.000000
220	40000.00	0.000000
221	12825.00	0.000000
INV85	0.000000	20.44000
223	12345.00	0.000000
INV86	0.000000	10.22000
225	60000.00	0.000000
226	40000.00	0.000000
227	7580.000	0.000000
INV87	0.000000	0.000000
229	60000.00	0.000000
230	40000.00	0.000000
231	3485.000	0.000000
INV88	0.000000	0.000000
233	60000.00	0.000000
234	40000.00	0.000000
235	325.0000	0.000000
INV91	0.000000	-4197.953
237	30482.80	0.000000
INV92	0.000000	-4197.953
239	31866.40	0.000000
INV93	0.000000	-4205.965
241	72000.00	0.000000
242	0.000000	101.9600
243	39737.00	0.000000
INV94	0.000000	-4213.975
245	72000.00	0.000000
246	0.000000	109.9700
247	45730.00	0.000000
INV95	0.000000	-4221.985
249	72000.00	0.000000
250	0.000000	117.9800
251	35944.80	0.000000
INV96	0.000000	-4229.995
253	72000.00	0.000000
254	0.000000	125.9900
255	12003.20	0.000000
INV97	0.000000	-4238.005
257	59090.00	0.000000
258	0.000000	134.0000
259	0.000000	-8.010000
INV98	0.000000	-4238.005
261	36660.00	0.000000
262	0.000000	134.0000
263	2000.000	0.000000
INV101	0.000000	-6482.399
265	20336.00	0.000000
INV102	0.000000	-6482.399
267	72000.00	0.000000

268	30000.00	0.000000
269	20280.00	0.000000
INV103	0.000000	-6495.200
271	72000.00	0.000000
272	30000.00	0.000000
273	15444.50	0.000000
INV104	0.000000	-6508.000
275	72000.00	0.000000
276	30000.00	0.000000
277	8861.000	0.000000
INV105	0.000000	-6520.800
279	8381.000	0.000000
INV106	0.000000	-6533.600
281	72000.00	0.000000
282	30000.00	0.000000
283	3616.000	0.000000
INV107	0.000000	-6546.400
285	72000.00	0.000000
286	29521.00	0.000000
287	0.000000	-12.80000
INV108	0.000000	-6546.400
289	72000.00	0.000000
290	29190.00	0.000000
291	2000.000	0.000000

