

25335 /4106

TESIS



**ALOKASI PENYIMPANAN DAN PEMILIHAN
INGREDIENT DI GUDANG PT. X
UNTUK MENGOPTIMALKAN KEUNTUNGAN**

Oleh:

**DAVID YUNIANTO NUGROHO
9101 201 403**



RT.MT
519.72
Nug
a-1
2005

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10 - 3 - 06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	224964

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

ALOKASI PENYIMPANAN DAN PEMILIHAN INGREDIENT DI GUDANG PT. X UNTUK Mengoptimalkan KEUNTUNGAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

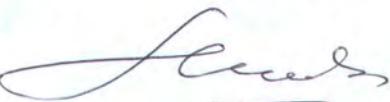
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

DAVID YUNIANTO NUGROHO
NRP. 9101 201 403

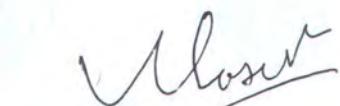
Tanggal Ujian : 26 Januari 2005
Periode Wisuda : September 2005

Disetujui oleh Tim Penguji Tesis :



Dr. Ir. Abdullah Shahab, M.Sc

(Pembimbing)

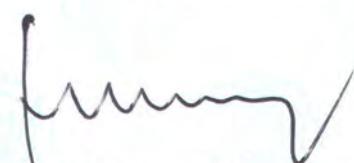


Dr. Ir. Moses L. Singgih, MSc, MReg.Sc (Penguji)



Dr. Ir. Suparno, MSIE

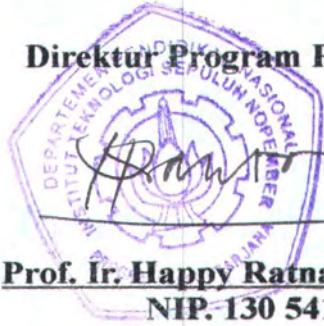
(Penguji)



Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Ir. Happy Ratna S., MSc, PhD
NIP. 130 541 829

ABSTRAK

Grace Copy Center

ALOKASI PENYIMPANAN DAN PEMILIHAN INGREDIENT DI GUDANG PT. X UNTUK MENGOPTIMALKAN KEUNTUNGAN

Oleh : David Yunianto Nugroho
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

ABSTRAK

Perencanaan penyimpanan bahan baku (ingredient) di gudang merupakan salah satu hal yang penting untuk meningkatkan keuntungan. PT. X memproduksi beberapa produk sabun dan bahan-bahan sabun yang menggunakan beberapa jenis *ingredient* yang disimpan di dua gudang. Jumlah penyimpanan *ingredient* di gudang untuk masing-masing produk berbeda-beda, perusahaan ingin dapat mengalokasikan penyimpanan *ingredient*nya di gudang secara optimum.

Untuk dapat mengalokasikan jumlah penyimpanan *ingredient* secara optimal, penulis menggunakan metode *Linear Programming*, analisa data yang dilakukan menggunakan bantuan *software Lingo Unlimited*. *Linear Programming* digunakan untuk mengalokasikan jumlah penyimpanan *ingredient* di gudang, agar diperoleh keuntungan optimal dari produk yang dibuat dengan *ingredient* tersebut. Sedangkan batasannya adalah *demand*, kapasitas pasar *ingredient*, kapasitas gudang, *budget* yang tersedia dan proporsionalitas *ingredient*.

Berdasarkan pengumpulan data dan pengolahan data, dilakukan perhitungan alokasi jumlah penyimpanan *ingredient*. Agar diperoleh alokasi jumlah penyimpanan optimal, PT. X seharusnya mengalokasikan penyimpanan *ingredient* sejumlah: *ingredient* 1 = 1188.58 ton, *ingredient* 2 = 300 ton, *ingredient* 3 = 400 ton, *ingredient* 4 = 700 ton, *ingredient* 5 = 1135.61 ton, *ingredient* 6 = 513.79 ton, *ingredient* 7 = 706.74 ton, *ingredient* 8 = 142 ton, *ingredient* 9 = 142 ton, *ingredient* 10 = 25.71 ton, *ingredient* 11 = 203.33 ton, *ingredient* 12 = 25.63 ton, *ingredient* 13 = 0.09 ton, *ingredient* 14 = 0.37 ton, *ingredient* 15 = 142.11 ton, *ingredient* 16 = 19.10 ton, *ingredient* 17 = 92.05 ton, *ingredient* 18 = 57.30 ton, *ingredient* 19 = 0.86 ton, *ingredient* 20 = 129.39 ton, *ingredient* 21 = 776.37 ton, *ingredient* 22 = 0.19 ton. Selain itu didapat juga jumlah optimal *ingredient* yang harus disimpan pada masing-masing gudang.

Kata kunci: *Ingredient*, *Linear Programming*, *Lingo Unlimited*, Alokasi Jumlah Penyimpanan *Ingredient*

ALLOCATION OF INGREDIENT CHOOSING AND STORING IN STOREHOUSE OF PT. X FOR OPTIMIZING PROFIT OBTAINING

**By : David Yunianto Nugroho
Counselor : Dr. Ir. Abdullah Shahab, Msc**

ABSTRACT

The planning of ingredient storing in storehouse is an important thing that influences the increase of profit obtaining. PT. X produces some soap products and the materials used by the soap use some kind of ingredient which is stored in two storehouses. The amount of the ingredient storing in the storehouse is different for each product, and the company wants to be able to allocate the ingredient storing in the storehouse optimally.

To allocate the amount of the ingredient storing optimally, the author uses Linear Programming method, data analysis performed uses Lingo Unlimited software. Linear Programming is used to allocate the amount of the ingredient storing in the storehouse, in order to obtain maximum profit of the products yielded which use the ingredient. The limits are demand, market capacity of the ingredient, storehouse capacity, available budget, and proportionality of the ingredient.

Pursuant to data gathering and processing, the calculation of the amount of the ingredient storing is conducted. To obtain the optimum allocation, PT. X should allocate the ingredient storing in the amount of: ingredient 1 = 1188.58 tons, ingredient 2 = 300 tons, ingredient 3 = 400 tons, ingredient 4 = 700 tons, ingredient 5 = 1135.61 tons, ingredient 6 = 513.79 tons, ingredient 7 = 706.74 tons, ingredient 8 = 142 tons, ingredient 9 = 142 tons, ingredient 10 = 25.71 tons, ingredient 11 = 203.33 tons, ingredient 12 = 25.63 tons, ingredient 13 = 0.09 tons, ingredient 14 = 0.37 tons, ingredient 15 = 142.11 tons, ingredient 16 = 19.10 tons, ingredient 17 = 92.05 tons, ingredient 18 = 53.70 tons, ingredient 19 = 0.86 tons, ingredient 20 = 129.39 tons, ingredient 21 = 776.37 tons, ingredient 22 = 0.19 tons. Beside of the amount above, it also obtains the optimum amount of the ingredient which has to be stored in each storehouse.

Keywords: Ingredient, Linear Programming, Lingo Unlimited, Allocation of the amount of the ingredient storing

KATA PENGANTAR

Grace Copy Center

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas anugerah Tuhan Yang Maha Kuasa, buku tesis yang berjudul “ALOKASI PENYIMPANAN DAN PEMILIHAN INGREDIENT DI GUDANG PT. X UNTUK Mengoptimalkan KEUNTUNGAN” ini dapat diselesaikan. Tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai gelar Magister Manajemen Teknologi pada Program Pasca Sarjana Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Ucapan terima kasih kepada pihak yang memberikan bantuan dan dukungan baik moral maupun materiil hingga terselesainya buku tesis ini, antara lain:

- Bapak Dr. Ir. Abdullah Shahab, M.Sc selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan, bantuan dan saran dalam penyelesaian buku tesis ini.
- Bapak-bapak dosen penguji, yang memberikan banyak saran untuk pengembangan lebih lanjut.
- Keluarga di Solo dan Elisabeth yang memberikan dorongan dan dukungan.
- Teman-teman di MMT ITS yang banyak memberikan semangat.
- Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan atau persatu.

Penulis berusaha menulis sesempurna mungkin, tetapi tentunya tidak terlepas dari berbagai kekurangan yang ada. Dengan kerendahan hati penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak atas kekurangan yang ada dalam tesis ini.

Surabaya, Mei 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Grace Copy Center

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Permasalahan.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
1.1 Linear Programming.....	4
1.1.1 Konsep Dasar Linear Programming.....	4
1.1.2 Sifat Model Linear Programming.....	4
1.1.3 Formulasi Model Dalam Linear Programming.....	5
1.1.4 Solusi Model Linear Programming.....	6
1.2 Material Handling.....	7
1.2.1 Konsep Dasar Material Handling.....	7
1.2.2 Aktivitas Material Handling.....	8

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Metodologi Penelitian.....	13
3.1.1 Model Matematis.....	15
3.1.2 Sistem Material Handling.....	19
3.1.3 Layout PT.X.....	20
3.2 Pengumpulan Data.....	21
3.2.1 Space Requirement.....	21
3.2.2 Demand Produk A, B dan C.....	38
3.2.3 Data Kapasitas Pasar Ingredient.....	40
3.2.4 Harga Ingredient.....	41
3.2.5 Kapasitas Gudang.....	42
3.2.6 Budget Pembelian Ingredient.....	44
3.2.7 Formula Produk.....	44
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	47
4.1 Keuntungan Produk.....	47
4.1.1 Harga Jual Produk.....	47
4.1.2 Harga Beli Ingredient Dalam Produk.....	47
4.1.3 Biaya Produksi.....	49
4.1.4 Keuntungan Produk.....	50
4.2 Biaya Material Handling Ingredient.....	51
4.2.1 Biaya Material Handling Per Hari.....	51
4.2.2 Biaya Material Handling.....	54
BAB V ALOKASI PENYIMPANAN INGREDIENT.....	56
5.1 Rupiah Optimal Produk Tanpa Alokasi Penyimpanan Ingredient...	56

5.2 Alokasi Penyimpanan Ingredient.....	58
5.2.1 Fungsi Tujuan.....	58
5.2.2 Perumusan Fungsi Kendala.....	61
5.2.2.1 Kendala Demand.....	61
5.2.2.2 Kendala Kapasitas Simpan Ingredient.....	62
5.2.2.3 Kendala Kapasitas Gudang.....	64
5.2.2.4 Kendala Budget.....	65
5.2.2.5 Kendala Proporsionalitas Ingredient.....	66
5.3 Analisis Hasil Pemodelan.....	73
5.3.1 Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient.....	75
5.3.2 Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Dan Gudang Penyimpanan.....	77
5.3.3 Analisa Keuntungan Produk Sebelum Alokasi dan Setelah Alokasi.....	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
6.1 Kesimpulan.....	80
6.2 Saran.....	81
Daftar Pustaka.....	82

DAFTAR TABEL

Grace Copy Center

DAFTAR TABEL

Tabel

3.1	Demand Produk A, B dan C.....	39
3.2	Data Kapasitas Pasar Ingredient.....	41
3.3	Harga Ingredient.....	42
3.4	Formula Produk.....	45
4.1	Harga Jual Produk.....	47
4.2	Harga Beli Ingredient Dalam Produk.....	48
4.3	Biaya Produksi.....	50
4.4	Keuntungan Produk.....	51
4.5	Biaya Material Handling Produk Per Hari.....	52
4.6	Biaya Material Handling Produk.....	55
5.1	Data Jumlah Penyimpanan Ingredient dan Gudang Penyimpanan.....	56
5.2	Alokasi Penyimpanan Ingredient.....	73
5.3	Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient.....	76
5.4	Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient di Gudang Lama.....	77
5.5	Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient di Gudang Baru.....	78

DAFTAR GAMBAR

Grace Copy Center

DAFTAR GAMBAR

Gambar

3.1	Flow Chart Diagram Metodologi Penelitian.....	14
3.2	Skema Material Handling.....	20
3.3	Layout PT. X di Gresik.....	21
3.4.1	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 1.....	22
3.4.2	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 2.....	23
3.4.3	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 3.....	23
3.4.4	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 4.....	24
3.4.5	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 5.....	25
3.4.6	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 6.....	26
3.4.7	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 7.....	26
3.4.8	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 8.....	27
3.4.9	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 9.....	28
3.4.10	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 10.....	29
3.4.11	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 11.....	29
3.4.12	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 12.....	30
3.4.13	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 13.....	31
3.4.14	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 14.....	32
3.4.15	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 15.....	32
3.4.16	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 16.....	33
3.4.17	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 17.....	34
3.4.18	Dimensi dan Tumpukan Ingredient 18.....	35

3.4.19 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 19.....	35
3.4.20 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 20.....	36
3.4.21 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 21.....	37
3.4.22 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 22.....	38
3.5.1 Gudang Lama.....	43
3.5.2 Gudang Baru.....	43

BAB I
PENDAHULUAN

Grace Copy Center

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT.X adalah sebuah perusahaan yang terletak di Gresik yang memproduksi sabun dan bahan-bahan sabun. Produk yang diproduksi oleh perusahaan termasuk *mass production* (produksi tidak berdasarkan pesanan konsumen). Salah satu tujuan PT.X yang sama dengan perusahaan-perusahaan lain adalah mencapai keuntungan maksimal.

Masalah yang dihadapi PT.X adalah pemilihan dan penentuan jumlah *ingredient* (bahan baku) yang disimpan, untuk mencapai keuntungan optimal dari produk yang dibuat dengan *ingredient* tersebut. Kapasitas gudang yang dimiliki terbatas, yaitu 2 gudang dan masing-masing gudang memiliki kapasitas yang berbeda. Masing-masing *ingredient* memerlukan *space requirement* (luas yang diperlukan) yang bervariasi, *ingredient* terdiri dari 22 macam dan memiliki *space requirement* yang berbeda. Jenis produk yang diproduksi memiliki komposisi jumlah dan jenis *ingredient* tertentu sesuai dengan formula. Oleh karena itu penyimpanan *ingredient* perlu ditentukan berapa banyak masing-masing *ingredient* tersebut akan disimpan dengan memperhatikan keterbatasan gudang, keuntungan produk dan biaya-biaya yang terkait dengan *ingredient*.

Berdasarkan permasalahan di atas penulis akan membuat alokasi penyimpanan *ingredient* untuk memperoleh komposisi jumlah dan jenis *ingredient* yang akan mengoptimalkan keuntungan.

1.2 Perumusan Masalah

Keuntungan perusahaan diperoleh dengan menjual produk. Keuntungan dapat mencapai maksimal bila demand produk dapat terpenuhi, maka perusahaan harus menyimpan jenis *ingredient* dan jumlah *ingredient* yang tepat untuk mencukupi demand serta mengurangi biaya penyimpanan akibat dari menyimpan *ingredient* yang tidak diperlukan untuk membuat demand produk.

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat model alokasi penyimpanan dan pemilihan *ingredient* di gudang sehingga diperoleh komposisi dan jenis *ingredient* yang akan mengoptimalkan keuntungan?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam tesis ini adalah membuat model alokasi penyimpanan *ingredient* di gudang sehingga diperoleh komposisi jumlah dan jenis *ingredient*, yang akan mengoptimalkan keuntungan dan dapat diterapkan pada perusahaan yang diteliti. Manfaat yang dapat diperoleh dari tesis ini adalah:

1. Menambah pengetahuan peneliti untuk dapat menerapkan ilmu yang didapat di bangku kuliah ke dalam praktik nyata.
2. Memberi masukan kepada perusahaan yang diteliti dan perusahaan-perusahaan yang memiliki masalah yang hampir sama tentang bagaimana penyimpanan *ingredient* dapat mengoptimalkan keuntungan.

1.4 Batasan Permasalahan

Untuk menghindari terlalu luasnya masalah yang diteliti, maka dilakukan pembatasan masalah yaitu:

1. Harga jual produk dan biaya-biaya yang terlibat dianggap tetap.

2. Jumlah tenaga kerja tetap.
3. *Material handling* dibatasi di gudang bahan baku dan di produksi saja.
4. Material dari suplier selalu tersedia.

1.5 Sistematika Pembahasan

Adapun sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini adalah:

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan permasalahan dan sistematika pembahasan.

Bab II : Landasan Teori

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori dari *material handling* (penanganan material) dan *linear programming* (program linier).

Bab III: Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi penelitian, tinjauan pustaka dan pengumpulan data.

Bab IV: Pengolahan dan Analisa Data

Pada bab ini akan dibahas analisa perhitungan keuntungan dan analisa perhitungan biaya *material handling*.

Bab V : Alokasi Penyimpanan Ingredient

Pada bab ini akan dibahas mengenai alokasi penyimpanan *ingredient* dengan menggunakan *linear programming*.

Bab VI: Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.

BAB II
LANDASAN TEORI

Grace Copy Center

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini ada dua hal utama yang akan dibahas. Yang pertama akan dibahas mengenai *linear programming* dan yang kedua mengenai *material handling cost*.

2.1 Linear Programming

2.1.1 Konsep Dasar Linear Programming

Linear programming adalah metode matematika yang menjabarkan alokasi terbaik dari sumber yang terbatas atau kapasitas yang terbatas untuk mencapai tujuan yang diinginkan. (James M. Apple, 1977)

Sebuah *linear program* adalah sebuah proses optimasi masalah dimana fungsi-fungsi pembatas dan fungsi tujuannya merupakan fungsi *linear*. (Katta G. Murty, 1995)

Ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam menggunakan metode *linear programming*. Pertama, masalah harus dapat diidentifikasi sebagai sesuatu yang dapat diselesaikan dengan program linier. Kedua, masalah dari kondisi riil harus dapat dirumuskan ke dalam model matematika, sehingga masalah yang tidak beraturan dapat menjadi terstruktur. Ketiga, model yang telah dirumuskan diselesaikan dengan teknik matematika.

2.1.2 Sifat Model Linear Programming

Sifat *linear programming*:

- *Linearity*, terdapat hubungan linier.

Syarat utama *linear programming* adalah bahwa fungsi-fungsi kendala dan fungsi tujuan harus linier, yang berarti tingkat perubahan atau kemiringan hubungan fungsional konstan.

- *Additivity*, *linear programming* mensyaratkan bahwa jumlah variabel kriteria dan jumlah penggunaan sumber daya harus bersifat aditif.
- *Divisibility*, nilai dari variabel keputusan tidak dibatasi nilai interger (bulat), dapat berupa nilai pecahan.
- *Deterministic*, nilai dari parameter diasumsikan konstan dan diketahui secara pasti. Kondisi ketidakpastian di lapangan harus diasumsikan dahulu dapat diketahui secara pasti.

2.1.3 Formulasi Model dalam Linear Programming

Pada kenyataannya model program linier di lapangan (dunia praktis) terdiri dari banyak sekali hubungan fungsi-fungsi. Untuk merumuskan masalah yang dihadapi di dunia riil ke dalam model program linier sering sekali banyak kendala. Oleh karena itu kita perlu menuliskan pernyataan masalah yang terjadi, akan lebih sulit bila kita mencoba menyelesaikan masalah di dunia praktis tanpa perumusan tertulis.

Langkah-langkah yang dapat kita lakukan dahulu adalah menentukan fungsi tujuan, setelah fungsi tujuan terbentuk kita bisa melihat faktor-faktor yang berada di sekitar kita yang dapat mempengaruhi atau membatasi fungsi tujuan

kita. Mengembangkan batasan-batasan tersebut merupakan hal yang cukup berat, kita memerlukan bantuan dari individu dan departemen-departemen yang berhubungan dengan masalah kita.

Model matematis program linear terdiri dari beberapa komponen yang memiliki karakteristik tertentu, yaitu: variabel keputusan, fungsi tujuan dan batasan model. Variabel keputusan adalah notasi matematis yang menggambarkan tingkat aktivitas perusahaan ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$). Misal: Perusahaan Z akan memproduksi x_1 produk A, x_2 produk B dan x_3 produk C, variabel x_1, x_2, x_3 adalah variabel keputusan yang menunjukkan jumlah produk setiap item yang tidak diketahui.

2.1.4 Solusi Model Linear Programming

Pendekatan untuk mendapatkan solusi dari model *linear programming* adalah menggunakan pendekatan aljabar, yaitu hubungan matematika yang membentuk model, sehingga diperoleh suatu nilai dari variabel keputusan.

Untuk model yang hanya mempunyai dua variabel, karena hubungannya linier dapat dipecahkan dengan metode grafik. Model yang memiliki tiga variabel atau lebih untuk penggambaran akan membentuk tiga dimensi atau lebih, penggambarannya akan sulit atau bahkan tidak bisa digambarkan solusi optimalnya.

Untuk menghindari penggambaran yang sulit pada metode grafik, metode pemecahan lain yang dapat ditempuh adalah metode simpleks. Dalam metode ini, model diubah ke dalam bentuk suatu tabel kemudian dilakukan beberapa langkah

matematis dan dilakukan pengulangan proses pemindahan dari titik ekstrem ke titik ekstrem lainnya pada batas daerah solusi sampai didapat solusi yang terbaik.

2.2 Material Handling

2.2.1 Konsep Dasar Material Handling

Material handling adalah seni dari pelaksanaan perpindahan material secara ekonomi dan aman. Material handling adalah penanganan material yang harus memperhatikan: gerak (motion), waktu (time), jumlah (quantity) dan ruang yang tersedia (space).

Pertama, *Material handling* adalah gerak. Bahan baku, bahan setengah jadi dan produk jadi harus dipindah dari lokasi satu ke lokasi yang lain. *Material handling* harus berkonsentrasi pada perpindahan dengan gerak seefisien mungkin.

Kedua, *Material handling* adalah waktu. Setiap langkah dari semua aktivitas manufaktur memerlukan ketepatan waktu, *material handling* harus memastikan tidak ada proses produksi atau kebutuhan konsumen yang terbengkalai akibat dari keterlambatan atau terlalu cepat material sampai di lokasi.

Ketiga, *Material handling* adalah jumlah. Tingkat kebutuhan pada setiap langkah proses manufaktur memiliki banyak perbedaan. *Material handling* bertanggungjawab memastikan bahwa setiap lokasi akan menerima jumlah yang tepat dari tingkat kebutuhannya.

Keempat, *Material handling* adalah ruang yang tersedia. Ruang penyimpanan gudang adalah hal penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan biaya penyimpanan. Ruang yang diperlukan sangat mempengaruhi pola aliran *material handling*. (James M. Apple, 1985)

2.2.2 Aktivitas Material Handling

Untuk meningkatkan kinerja ahli-ahli *material handling* mengelompokkan aktivitas-aktivitas material handling dalam usahanya untuk meningkatkan efektivitasnya. Umumnya aktivitas *material handling* dikelompokkan:

- Aktivitas bongkar (unloading operations)

Di gudang bahan baku biasanya kegiatan ini dilakukan untuk menurunkan atau memindahkan material yang dikirim oleh suplier ke daerah karantina gudang bahan baku, sedangkan pada aktivitas antar departemen dilakukan untuk menurunkan material dari alat transportasi antar departemen. Metode, teknik serta alat yang digunakan sangat berpengaruh pada tingkat keefektivitas *material handling*, tentunya hal tersebut juga dipengaruhi oleh jenis material (bentuk box, curah, liquid, gas dsb), karakteristik material (bentuk, dimensi, suhu, daya tahan terhadap kerusakan, berat per unit dsb) dan dipengaruhi juga oleh jumlah material (jumlah per pengiriman, jumlah sekali aktivitas gerak bongkar dsb).

- Aktivitas penerimaan (receiving activities)

Aktivitas bongkar selalu diikuti dengan aktivitas penerimaan oleh pihak penerima, dalam hal tersebut bisa pihak gudang bahan baku yang menerima material dari suplier maupun pihak produksi yang menerima material dari gudang bahan baku. Aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam aktivitas penerimaan antara lain: penerimaan surat jalan, penghitungan material yang dikirim, pengecekan kesesuaian barang dengan permintaan dan kadang-

kadang dilakukan pengujian material (misalnya: dengan test laboratorium, test kadar air dengan alat tertentu dsb).

- Aktivitas penyimpanan dan penataan di gudang (storage operations)

Setelah melalui aktivitas penerimaan dan material yang dikirim sudah sesuai dengan permintaan serta spesifikasi yang diinginkan, kemudian dilakukan aktivitas bongkar. Setelah material diturunkan, pihak gudang melakukan kegiatan penyimpanan. Untuk material yang ditata di palet, penyimpanan dilakukan dengan penumpukan serta pengelompokan berdasarkan jenis material tersebut. Penumpukan bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan gudang. Hal tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan segi keselamatan kerja, maksimum kekuatan tumpukan dan tinggi maksimal alat *material handling* mampu menumpuk. Sedangkan pengelompokan bertujuan untuk memudahkan operasional penerimaan dan pengiriman, mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan pengiriman dan mencegah kontaminasi silang antar material serta efek saling merusak antar material. Hampir sama dengan penumpukan, penataan juga memudahkan operasional gudang, selain itu juga mempertimbangkan segi estetika dan yang terpenting memastikan material yang disimpan digunakan sesuai dengan perencanaan perusahaan, misalnya: penyimpanan direncanakan LIFO (Last In First Out) atau FIFO (First In First Out) atau perencanaan penyimpanan material untuk jangka waktu yang lama.

- Aktivitas distribusi ke produksi (material distribution to production)

Aktivitas ini dilakukan dalam usaha melakukan kegiatan pengiriman bahan baku ke produksi, aktivitas ini sangat dipengaruhi jenis material yang dikirim,

metode yang digunakan, jumlah material, frekwensi pengiriman, dimensi material, berat material, karakteristik material, *vehicle* (kendaraan) yang digunakan, serta jarak antara gudang bahan baku ke produksi.

- Aktivitas dalam plant (inter-plant handling)

Inter-plant handling adalah aktivitas material handling yang dilakukan di dalam lantai produksi, bisa berupa aktivitas yang hanya dilakukan oleh tenaga kerja secara langsung atau menggunakan peralatan sederhana sampai dengan menggunakan mesin-mesin otomatis.

- Aktivitas *material handling* antar departemen (inter-departmental handling)

Aktivitas ini mencakup aktivitas material handling dari gudang bahan baku ke produksi dan dari produksi ke gudang bahan jadi.

Aktivitas ini adalah berupa *material handling* yang dilakukan untuk memenuhi transaksi antar departemen dalam satu perusahaan. Metode dan equipment (peralatan) yang digunakan sangat mempengaruhi biaya *material handling*. Sebagai contoh untuk mengirim bahan baku yang berupa tepung suatu perusahaan dengan investasi yang cukup rendah dapat menggunakan *forklift* dan truk tetapi tentunya akan mengakibatkan biaya *material handling* yang tinggi, sedangkan perusahaan dengan modal yang cukup besar dapat melakukan investasi besar di awal dengan *pneumatik* dan memperoleh kemudahan serta biaya yang cukup rendah pada operasionalnya.

- Aktivitas muat (loading operations)

Aktivitas muat dilakukan di gudang barang jadi dengan tujuan untuk melakukan pengiriman dari gudang ke jalur-jalur distribusi. Aktivitas yang dilakukan antara lain: memuat barang jadi, melakukan pemeriksaan

kesesuaian barang dengan pesanan, aktivitas pehitungan untuk barang jadi yang mengacu pada jumlah, aktivitas timbang untuk pengiriman yang mengacu pada berat dan pembuatan surat jalan. (James M. Apple, 1977)

Sedangkan sistem aplikasi dari *material handling* sendiri dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu: sistem yang berdasarkan metode (method-oriented systems) dan sistem yang berdasarkan fungsinya (function-oriented systems).

Method-oriented systems adalah jenis dari metode yang digunakan dalam *material handling* yang digunakan, seperti: cara biasa (manual), dengan mesin/otomatis (mechanical/automated), sistem produksi masal (mass production) dan dengan cara *job shop*.

1. Sistem cara biasa: sistem *manual* digunakan dikarenakan kondisi dari operasionalnya sendiri, seperti: volume operasional yang kecil, variasi (jenis) item yang sangat banyak dan kondisi yang sangat sensitif yaitu kondisi yang sangat rentan/sangat tidak dianjurkan bila *material handling* tidak dilakukan dengan cara manual.
2. Sistem dengan mesin/otomatis: sistem ini menggunakan peralatan yang canggih, kompleks termasuk di dalamnya conveyor, automatic controls, transfer devices dan beberapa metode mesin/otomatisasi yang lain yang digunakan pada volume yang besar dan standar produk yang tinggi.
3. Sistem produksi masal: sistem ini menggunakan hampir sama dengan sistem otomatis dan digunakan juga pada volume yang sangat besar. Sistem *material handling* ini menggunakan teknik-teknik dasar dari *material handling*, mengkombinasikan teknik dasar tersebut dan memadukannya untuk menyederhanakan bagian-bagian yang kompleks dari operasional *material handling*.
4. Sistem *job shop*: sistem ini digunakan pada volume kecil, kombinasinya terdiri dari peralatan-peralatan *material handling* yang fleksibel. Efisiensi dari operasionalnya lebih tergantung dari manajemen yang baik daripada aplikasi dari peralatan yang ada.

Function-oriented systems adalah metode yang mengklasifikasikan peralatan dan aktivitas sistem berdasarkan fungsinya. Dikategorikan:

1. *Transportation systems*/sistem transportasi: pergerakan horisontal, dengan level ketinggian yang sama/hampir sama dengan mendorong atau menarik dan digerakkan oleh kendaraan di atas permukaan tanah.
2. *Elevating systems*/sistem elevasi: pergerakan vertikal secara berkelanjutan atau perubahan level secara bertahap.
3. *Conveying systems*/sistem conveyor: pergerakan horisontal disertai dengan pergerakan turun/naik melalui rute yang tetap dan bergerakkan sebagai akibat dari gaya gravitasi atau dengan tenaga penggerak (motor).
4. *Transferring systems*/sistem transfer: pergerakan horisontal/vertikal melalui rute tertentu atau area yang terbatas. (James M. Apple, 1977)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Grace Copy Center

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

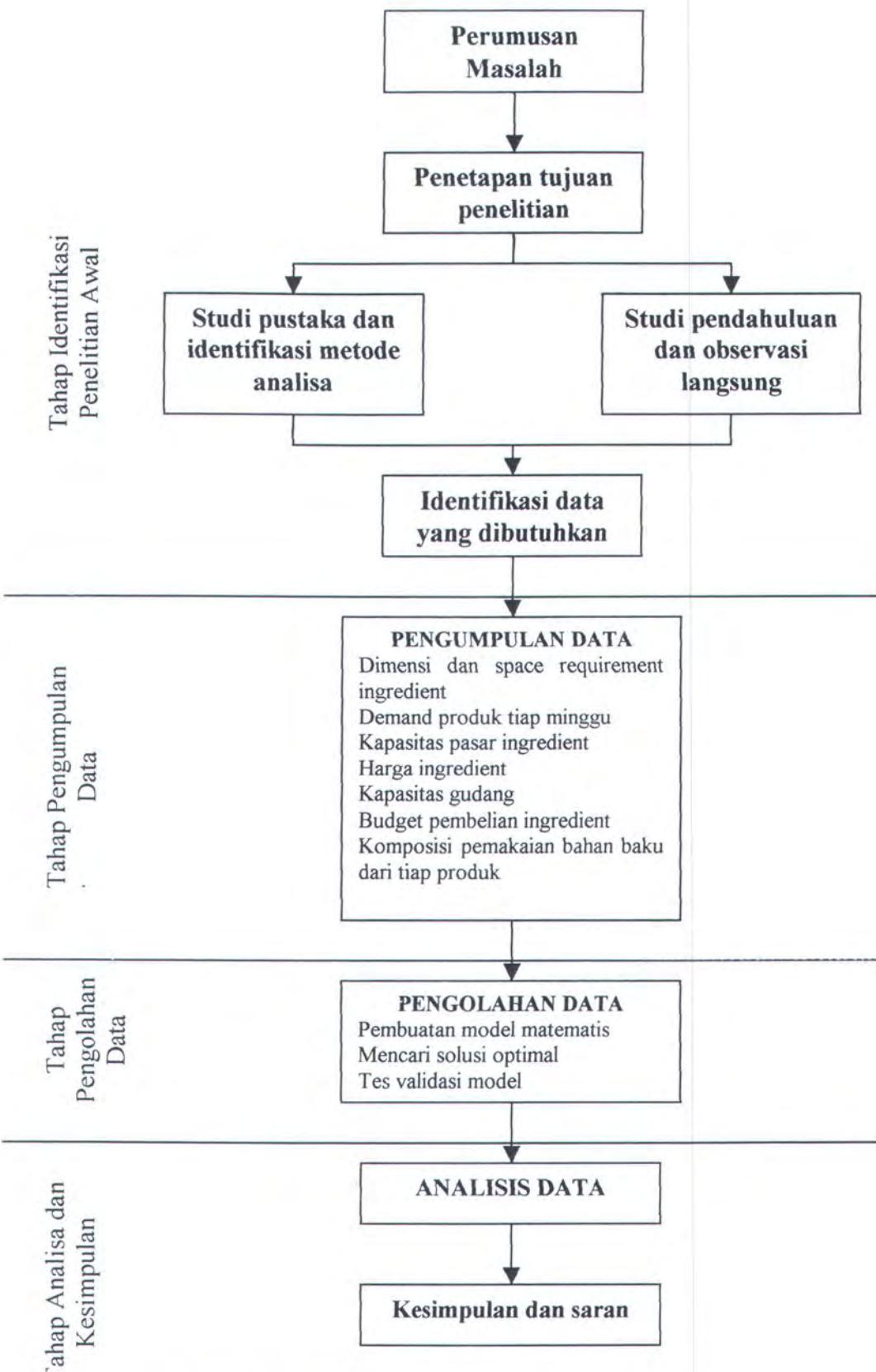
3.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam tesis ini dimulai dengan perumusan masalah, penetapan tujuan penelitian dan dilanjutkan dengan studi pustaka serta analisa langsung di perusahaan untuk memahami keadaan di lapangan.

Setelah dilakukan studi pustaka dan observasi langsung di perusahaan, selanjutnya dilakukan identifikasi data yang diperlukan dan pengumpulan data. Data-data tersebut diperoleh dari berbagai sumber di PT. X, baik dari Gudang Bahan Baku, Produksi, Distribusi dan Bagian Pembelian.

Dari data yang didapat dilakukan pengolahan data. Pengolahan data tersebut dilakukan dengan menghitung keuntungan produk dan biaya *material handling*. Setelah perhitungan dilakukan, hasilnya digunakan untuk alokasi penyimpanan *ingredient* sehingga didapat keuntungan optimal.

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flow Chart Diagram Metodologi Penelitian

3.1.1. Model Matematis

- **Variabel Keputusan**

Langkah awal dalam pembentukan model matematis adalah menentukan variabel keputusan. Variabel keputusan merupakan *output* yang dioptimalkan sesuai dengan permasalahan yang ada sehingga memenuhi fungsi tujuan.

Variabel-variabel keputusan yang terlibat dalam model perencanaan produksi ini adalah:

X_{ijk} = Jumlah *ingredient* jenis i untuk membuat produk j yang disimpan di gudang k (ton)

- **Fungsi Tujuan**

Fungsi tujuannya adalah menentukan alokasi *ingredient* yang disimpan untuk mengoptimalkan keuntungan dari produk yang dihasilkan, dikurangi dengan biaya material handling. Perhitungan alokasi optimal ini dilakukan untuk menghasilkan produk dengan *ingredient* yang disimpan, atau

Maksimalkan:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o [P_j - D_{jk}] X_{ijk}$$

dimana:

$i = 1 \dots m$ = Indeks *ingredient*

$j = 1 \dots n$ = Indeks produk

- k = 1 ... o = Indeks gudang
- P_j = Keuntungan tiap unit produk j yang dibuat dengan *ingredient* dari gudang k (Rp/ton)
- D_{jk} = Biaya *material handling ingredient* untuk membuat produk j yang berasal dari gudang k (Rp/ton)
- X_{ijk} = Jumlah *ingredient* i untuk membuat produk j yang terletak di gudang k (ton)

- **Fungsi Kendala**

1. Kendala Demand

Permintaan produk sebagai target produksi harus memenuhi *demand* yang ada.

Sedang kelebihan produksi dimaksudkan sebagai usaha untuk mencapai keuntungan maksimal. Hal ini dirumuskan dalam pertidaksamaan matematis:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^o X_{ijk} \geq d_j \quad j = 1, \dots, n$$

dimana:

d_j = Permintaan produk tipe j (ton)

2. Kendala Kapasitas Simpan Ingredient

Jumlah *ingredient* yang disimpan untuk menghasilkan semua produk tidak boleh melebihi kapasitas *ingredient* yang tersedia di pasaran. Ini disebabkan karena banyaknya konsumen yang membeli *ingredient* yang sama dan

terbatasnya kemampuan pasar mensuplai *ingredient* akibat dari permintaan yang harus dipenuhi dalam waktu yang singkat. Hal ini dirumuskan dalam pertidaksamaan matematis:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{ijk} \leq K_i \quad i = 1, \dots, m$$

dimana:

K_i = Kapasitas simpan *ingredient* i (ton)

3. Kendala Kapasitas Gudang

Jumlah total *ingredient-ingredient* yang disimpan tidak boleh melebihi kapasitas gudang yang tersedia. Hal ini dirumuskan dalam pertidaksamaan matematis:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i X_{ijk} \leq G_k \quad k = 1, \dots, o$$

dimana:

C_i = Konstanta dari *space requirement* *ingredient* i (m^2/ton)

G_k = Kapasitas gudang k (m^2)

4. Kendala Budget

Jumlah total pembelian *ingredient* tidak boleh melebihi *budget* pembelian *ingredient* yang ditentukan.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o H_i X_{ijk} \leq B$$

dimana:

H_i = Harga beli *ingredient i* (Rp/ton)

B = *Budget pembelian ingredient* (Rp)

5. Kendala Proporsionalitas Ingredient

Proporsionalitas *ingredient* yang digunakan untuk produksi dibedakan:

- Proporsionalitas *Ingredient* Yang Tidak Dapat Saling Menggantikan:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{yjk} - \varphi \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{yjk} \right\} = 0$$

$$i, t \in I \quad i \neq t$$

- Proporsionalitas *Ingredient* Yang Dapat Saling Menggantikan:

Untuk mengantisipasi keterlambatan *ingredient* akibat dari terbatasnya kapasitas pasar, perusahaan membeli *ingredient* tertentu tidak hanya dari satu suplier tetapi dari dua suplier yang ingredientnya dapat saling menggantikan.

$$\left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{tjk} \right\} + \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{vjk} \right\} - \lambda \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o X_{yjk} \right\} = 0$$

$$i, t, v \in I$$

$$i \neq t \neq v \quad i \& t \text{ saling menggantikan}$$

dimana:

I = *Ingredient*

i, t, v = Indeks ingredient

φ = Proporsi *ingredient* yang tidak dapat saling menggantikan

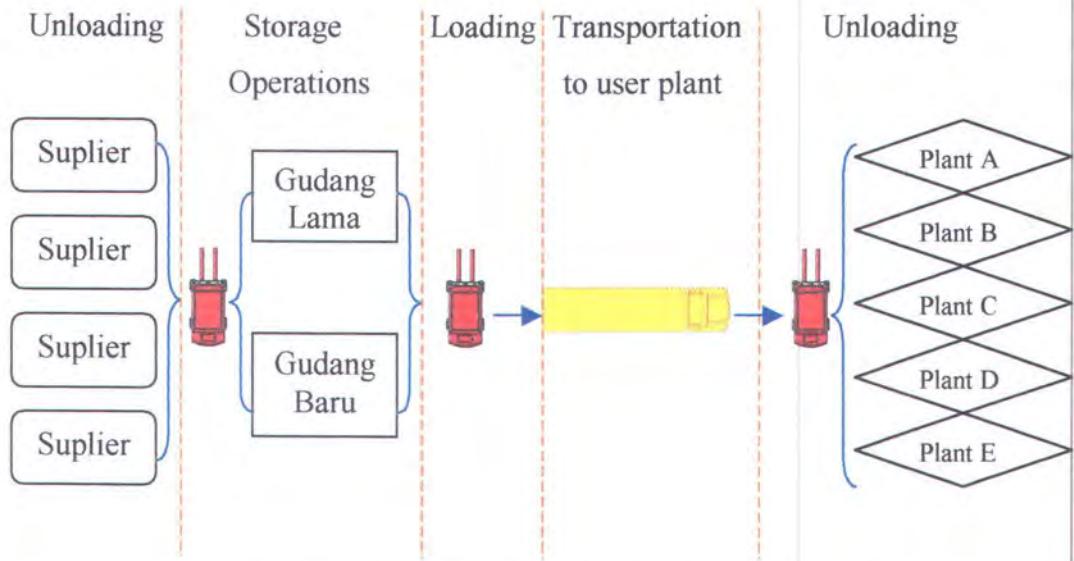
λ = Proporsi *ingredient* yang dapat saling menggantikan

3.1.2. Sistem Material Handling

Sistem *material handling* yang digunakan di PT.X seperti terlihat pada Gambar 3.2. Dari gudang bahan baku sampai dengan produksi terdiri dari beberapa aktivitas, antara lain:

- *Unloading* (aktivitas bongkar), aktivitas ini merupakan proses menurunkan barang dari truk atau kontainer yang dikirim oleh suplier. Di PT.X dilakukan dengan tenaga kerja dan *forklift*.
- *Storage operation* (aktivitas operasional gudang), aktivitas ini berupa aktivitas operasional sehari-hari yang dilakukan di gudang bahan baku. Aktivitas tersebut berupa pengaturan tumpukan *ingredient*, penataan letak di gudang dan aktivitas pengangkatan *ingredient* dari/ke truk transportasi. Di PT.X dilakukan dengan *forklift*.
- *Loading* (aktivitas muat), aktivitas disini merupakan aktivitas menaikkan *ingredient* ke truk transportasi antar *plant*.
- *Transportation to user plant* (aktivitas transportasi ke *plant*), aktivitas ini berupa aktivitas transportasi atau pengiriman *ingredient* dari gudang bahan baku ke produksi. PT.X menggunakan truk dengan bak terbuka yang rata dengan kapasitas muatan maksimum 8 ton.
- *Unloading* (aktivitas bongkar) di produksi, aktivitas ini dilakukan setelah truk sampai di depan *plant*, *ingredient* diturunkan dari truk dan ditata pada

tempat persediaan bahan baku sementara di produksi. PT.X menggunakan *forklift* pada aktivitas ini.



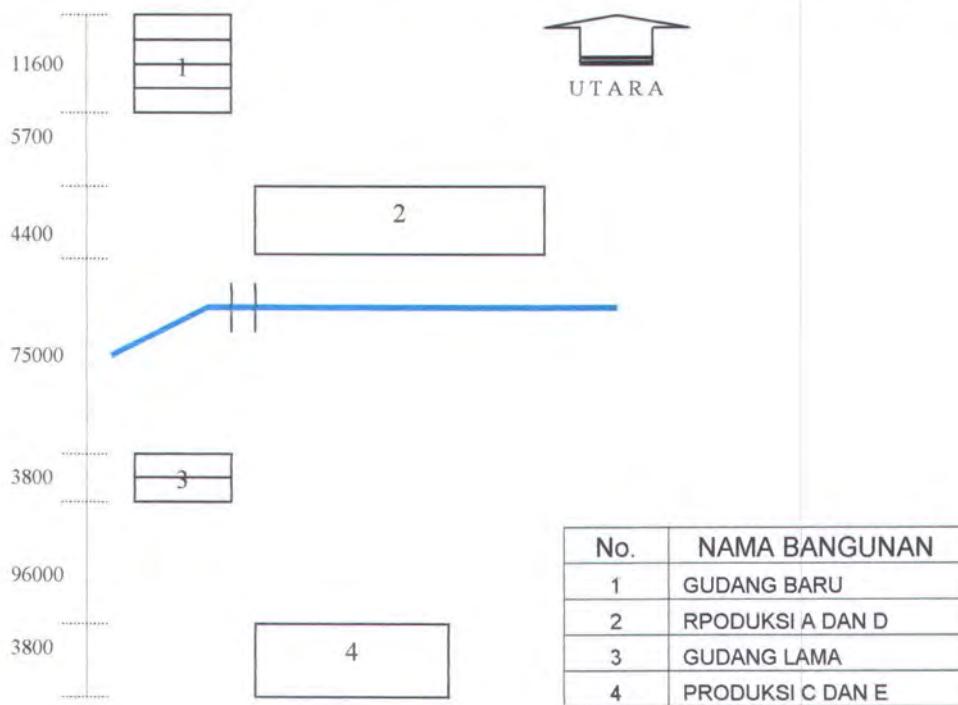
Gambar 3.2 Skema Material Handling

Faktor-faktor yang menimbulkan biaya pada aktivitas *material handling* di atas adalah: solar, tenaga kerja (tenaga kerja administrasi, tenaga bongkar muat dan sopir forklift/truk), depresiasi truk/forklift dan *maintenance* truk/forklift.

3.1.3. Layout PT.X

Tempat penelitian di PT.X adalah merupakan lokasi Unit Produksi II yang terletak di Gresik. Luas total lokasi \pm 48 hektar, dengan lebar tanah \pm 400 m dan panjang \pm 1200 m. Akibat pesatnya perkembangan perusahaan dalam kurun waktu kira-kira 12 tahun, perencanaan tata letak *plant* manjadi agak kurang efektif. Terjadi sedikit masalah dalam *material handling*, yaitu beberapa tempat produksi terpisah jauh dari gudang bahan baku dan mengakibatkan biaya tambahan pada

material handling. PT.X tidak memberikan batasan *ingredient* tertentu harus diletakkan di suatu gudang tertentu, semua pruduksi dapat disuplai baik dari Gudang Lama maupun Gudang Baru. *Layout* PT.X dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Layout PT.X di Gresik

3.2. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh untuk pengolahan dan analisa dalam Tesis ini terdiri dari dua macam, yang pertama adalah berupa data primer, yaitu data yang diperoleh berdasarkan pengamatan terhadap kondisi lapangan perusahaan secara langsung dan data sekunder yang diperoleh dari sumber data statistik yang ada.

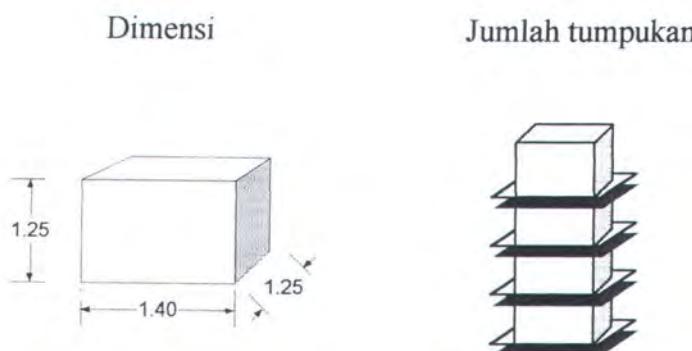
3.2.1. Space Requirement

Dimensi dari zak untuk masing-masing *ingredient* bervariasi, jumlah penumpukannya juga berbeda-beda tergantung dari kapasitas angkat *forklift* dan kebijaksanaan perusahaan perusahaan yang mensyaratkan ketinggian maksimum

penumpukan. Kapasitas *forklift* yang digunakan 2,5 ton dan maksimum penumpukan untuk zak dengan berat 1 dan 2 ton maksimal 4 tumpukan, untuk penumpukan dengan berat zak 750 kg maksimal 5 tumpukan sedangkan untuk *ingredient* yang disimpan dalam drum maksimal 2 tumpukan.

Space requirement yang dimaksud disini adalah besarnya luasan yang dibandingkan dengan berat total *ingredient* di atas luasan tumpukan *ingredient* tersebut. Untuk lebih jelasnya kita dapat lihat dimensi, tumpukan dan *space requirement* masing-masing *ingredient* dengan penjelasan di bawah ini:

- *Ingredient 1:*



Gambar 3.4-1 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 1

Ingredient 1 merupakan bahan yang berbentuk bubuk, dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 2 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan hanya 1 zak (2 ton), karena bila 1 palet ditumpuk 2 zak (4 ton) akan melebihi kapasitas angkat *forklift* (2,5 ton).

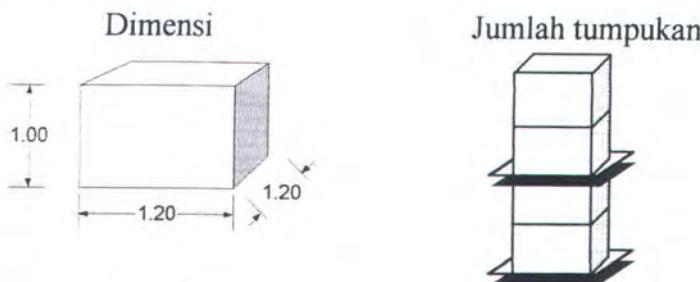
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1 \text{ zak} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,40 \times 1,25 \times 1,25$$

$$\text{space requirement: } (1,4 \times 1,25) / (4 \times 2) = 0,22 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 2:*



Gambar 3.4-2 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient 2*

Ingredient 2 merupakan bahan yang berbentuk bubuk yang diimpor dari India, pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 1 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 2 zak (2 ton), karena bila 1 palet ditumpuk 2 zak (2 ton) masih berada di bawah kapasitas angkat maksimal *forklift* dan akan lebih efektif dalam *material handling*.

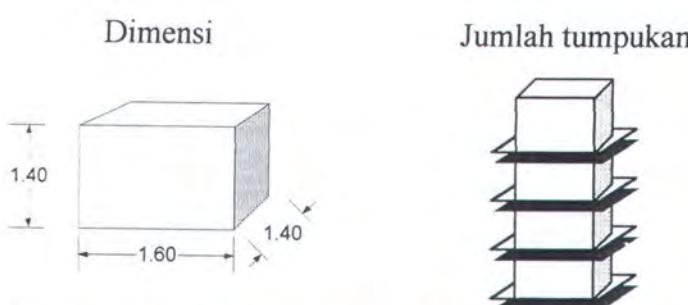
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 1 \text{ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,20 \times 1,20 \times 1,00$$

$$\text{space requirement: } (1,2 \times 1,2) / (4 \times 1) = 0,36 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 3:*



Gambar 3.4-3 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient 3*

Ingredient 3 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih halus yang berfungsi sebagai *filler* (bahan pengisi supaya sabun menjadi lebih halus), dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 2 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan hanya 1 zak (2 ton).

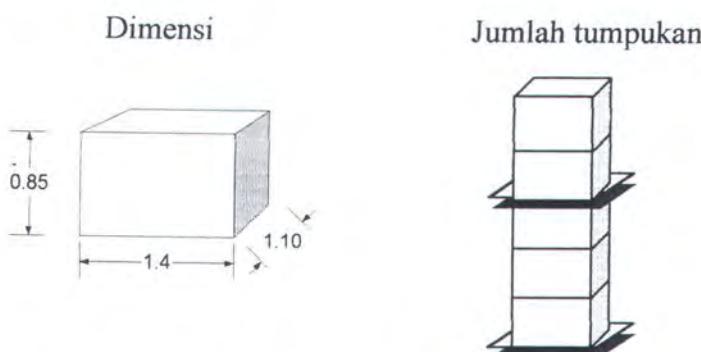
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,60 \times 1,40 \times 1,40$$

$$\textit{space requirement}: (1,6x1,4)/(4x2) = 0,28 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 4*:



Gambar 3.4-4 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient 4*

Ingredient 4 merupakan bahan soda yang merupakan salah satu bahan baku utama untuk membuat sabun. *Ingredient* berbentuk bubuk putih yang diimpor dari RRC, pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 750 kg. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Zak ditumpuk masing-masing 3 zak (2,25 ton) untuk palet yang terletak di bawah dan 2 zak (1,5 ton) untuk palet yang terletak di atas.

Perhitungan *space requirement*:

berat

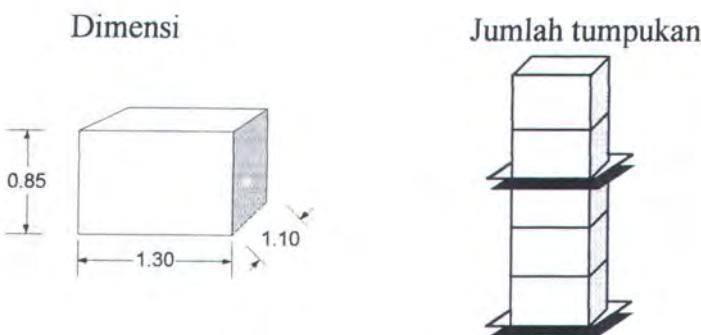
$$1\text{zak} = 750 \text{ kg} = 0,75 \text{ ton}$$

dimensi

$$p \times l \times t = 1,40 \times 1,10 \times 0,85$$

$$\textit{space requirement: } (1,4 \times 1,1) / (5 \times 0,75) = 0,41 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- Ingredient 5:



Gambar 3.4-5 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 5

Ingredient 5 merupakan bahan soda jenisnya sama dengan *ingredient 4*, yang merupakan salah satu bahan baku utama untuk membuat sabun. *Ingredient 5* berbentuk bubuk putih yang diimpor dari India, pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 750 kg. Zak diletakkan di atas palet, ditumpuk masing-masing 3 zak (2,25 ton) untuk palet yang terletak di bawah dan 2 zak (1,5 ton) untuk palet yang terletak di atas.

Perhitungan *space requirement*:

berat

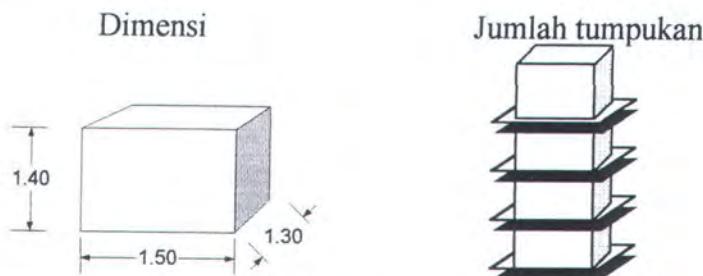
$$1\text{zak} = 750 \text{ kg} = 0,75 \text{ ton}$$

dimensi

$$p \times l \times t = 1,30 \times 1,10 \times 0,85$$

$$\textit{space requirement: } (1,3 \times 1,1) / (5 \times 0,75) = 0,38 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- Ingredient 6:



Gambar 3.3-6 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 6

Ingredient 6 merupakan bahan yang berbentuk bubuk, dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 2 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan hanya 1 zak (2 ton).

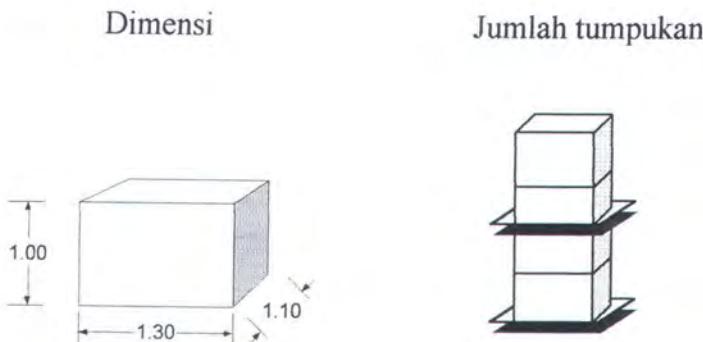
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,50 \times 1,30 \times 1,40$$

$$\text{space requiremeni: } (1,5 \times 1,3) / (4 \times 2) = 0,24 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- Ingredient 7:



Gambar 3.4-7 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 7

Ingredient 7 merupakan bahan sejenis sodium yang merupakan salah satu bahan baku utama untuk membuat sabun. *Ingredient* berbentuk bubuk putih yang diproduksi lokal di Gresik, bahan mudah didapat dengan kapasitas pasar yang besar. Pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 1 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Zak ditumpuk masing-masing 2 zak (2 ton) per palet.

Perhitungan *space requirement*:

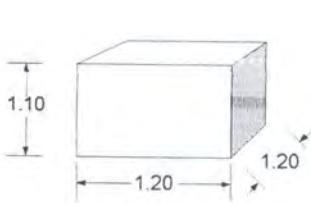
$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 1 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,30 \times 1,10 \times 1,00$$

$$\textit{space requirement: } (1,30 \times 1,10) / (4 \times 1) = 0,36 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 8:*

Dimensi	Jumlah tumpukan
---------	-----------------



Gambar 3.3-8 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 8

Ingredient 8 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih agak kekuning-kuningan, dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 1 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 2 zak (2 ton).

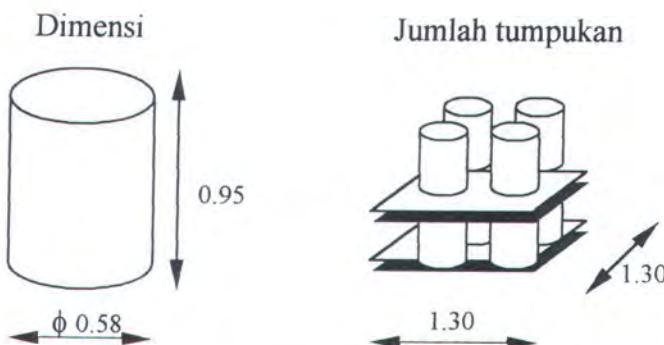
Perhitungan space requirement:

berat $1\text{zak} = 2\text{ ton}$

dimensi $p \times l \times t = 1,20 \times 1,20 \times 1,10$

space requirement: $(1,2 \times 1,2) / (4 \times 1) = 0,36 \text{ m}^2/\text{ton}$

- *Ingredient 9:*



Gambar 3.4-9 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 9

Ingredient 9 merupakan bahan aktif yang mengikat kotoran pada sabun *cream*, berbentuk cairan bening yang bila terkena oksigen akan berwarna kecoklatan. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini dengan bahan baku dari sulfur, produksinya dilakukan di kawasan Rungkut Industri Surabaya. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 4 drum (1 ton).

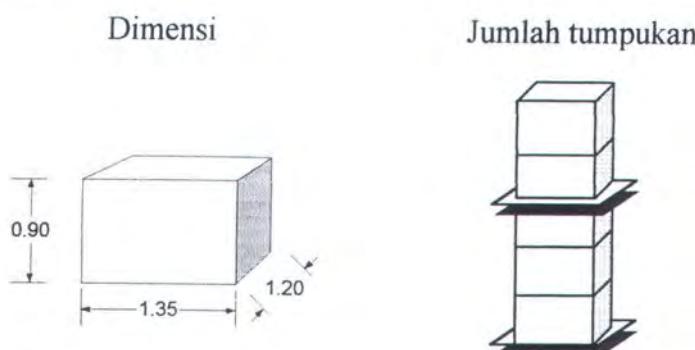
Perhitungan space requirement:

berat $1\text{ palet} = 4 \times 250 \text{ kg} = 1\text{ ton}$

dimensi $p \times l \times t = 1,30 \times 1,30 \times 1,10$

space requirement: $(1,3 \times 1,3) / (1 \times 2) = 0,85 \text{ m}^2/\text{ton}$

- *Ingredient 10:*



Gambar 3.4-10 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 10

Ingredient 10 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih sangat halus, yang berfungsi sebagai penghalus sabun sekaligus sebagai *filler* sabun *cream*. Dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 750 kg. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Tumpukan palet masing-masing 3 zak (2,25 ton) untuk palet yang terletak di bawah dan 2 zak (1,5 ton) untuk palet yang terletak di atas.

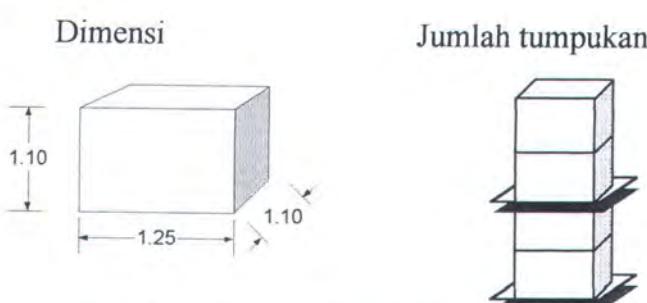
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 750 \text{ kg} = 0,75 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,35 \times 1,20 \times 0,9$$

$$\textit{space requirement: } (1,35 \times 1,2) / (5 \times 0,75) = 0,43 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 11:*



Gambar 3.4-11 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 11

Ingredient 11 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih sangat halus, yang berfungsi sebagai penghalus sabun sekaligus sebagai *filler* sabun deterjen. Dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 1 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Tumpukan palet masing-masing 2 zak (2 ton).

Perhitungan *space requirement*:

berat

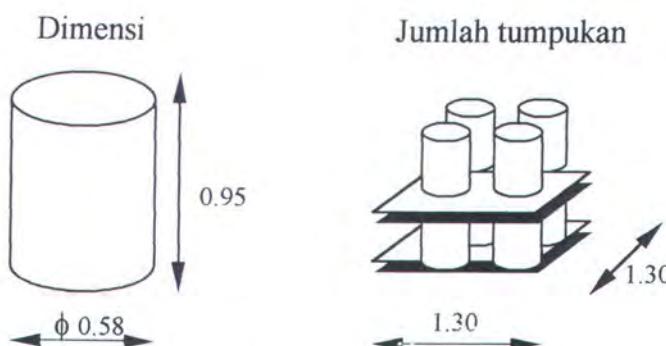
1zak = 1 ton

dimensi

$p \times l \times t = 1,25 \times 1,10 \times 1,10$

space requirement: $(1,25 \times 1,1) / (4 \times 1) = 0,34 \text{ m}^2/\text{ton}$

- *Ingredient* 12:



Gambar 3.4-12 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient* 12

Ingredient 12 merupakan bahan aktif yang mengikat kotoran pada sabun *cream*, berbentuk cairan putih. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini dengan bahan baku dari sulfur, produksinya dilakukan di kawasan Rungkut Industri Surabaya. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 4 drum (800 kg).



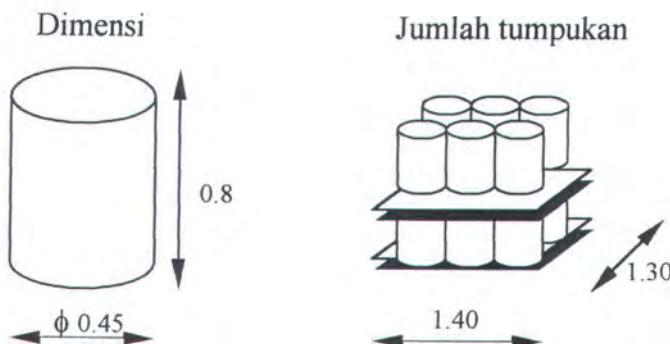
Perhitungan space requirement:

berat $1 \text{ palet} = 4 \times 200 \text{ kg} = 0,8 \text{ ton}$

dimensi $p \times l \times t = 1,30 \times 1,30 \times 1,10$

space requirement: $(1,3 \times 1,3) / (0,8 \times 2) = 1,06 \text{ m}^2/\text{ton}$

- *Ingredient 13:*



Gambar 3.4-13 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 13

Ingredient 13 merupakan *perfume* (bahan pewangi) sabun *cream*, berbentuk cairan kuning bening. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini, produksinya dilakukan di kawasan Surabaya Selatan. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 6 drum (900 kg).

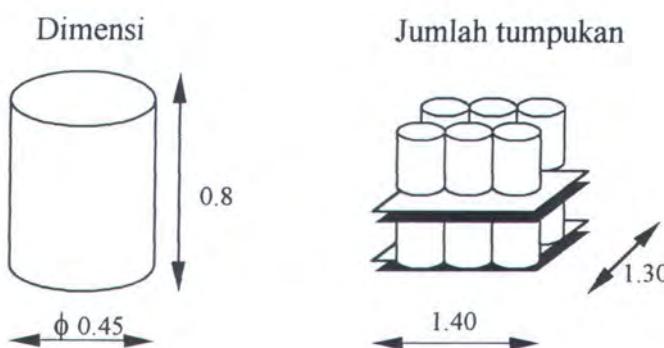
Perhitungan space requirement:

berat $1 \text{ palet} = 6 \times 150 \text{ kg} = 0,9 \text{ ton}$

dimensi $p \times l \times t = 1,40 \times 1,30 \times 0,90$

space requirement: $(1,4 \times 1,3) / (0,9 \times 2) = 1,01 \text{ m}^2/\text{ton}$

- *Ingredient 14:*



Gambar 3.4-14 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 14

Ingredient 14 merupakan *parfume* (bahan pewangi) deterjen, berbentuk cairan bening. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini, produksinya dilakukan di kawasan Surabaya Selatan. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 6 drum (900 kg).

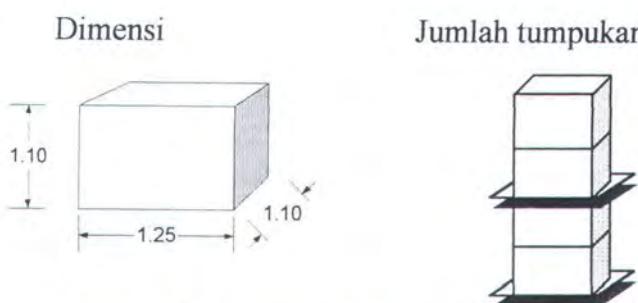
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1 \text{ palet} = 6 \times 150 \text{ kg} = 0,9 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,40 \times 1,30 \times 0,90$$

$$\text{space requirement: } (1,4 \times 1,3) / (0,9 \times 2) = 1,01 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 15:*



Gambar 3.4-15 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 15

Ingredient 15 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih sangat halus, yang berfungsi sebagai penghalus sabun sekaligus sebagai *filler* sabun deterjen. Dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 1 ton. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Tumpukan palet masing-masing 2 zak (2 ton).

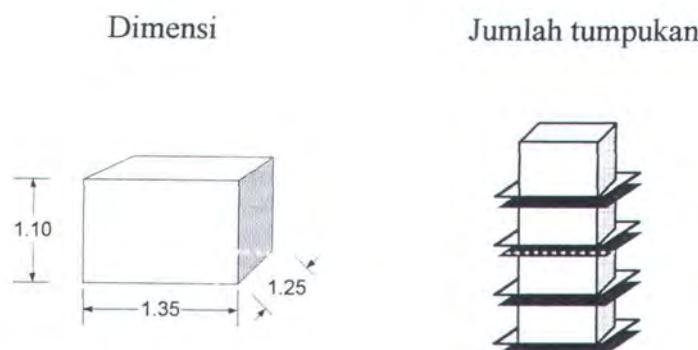
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 1 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,25 \times 1,10 \times 1,10$$

$$\text{space requirement: } (1,25 \times 1,1) / (4 \times 1) = 0,34 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient* 16:



Gambar 3.4-16 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient* 16

Ingredient 16 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih yang berguna untuk menetralisir PH bahan aktif pada deterjen, dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 2 ton. Untuk memudahkan *material handling* zak diletakkan di atas palet, masing-masing palet diletakkan hanya 1 zak (2 ton).

Perhitungan *space requirement*:

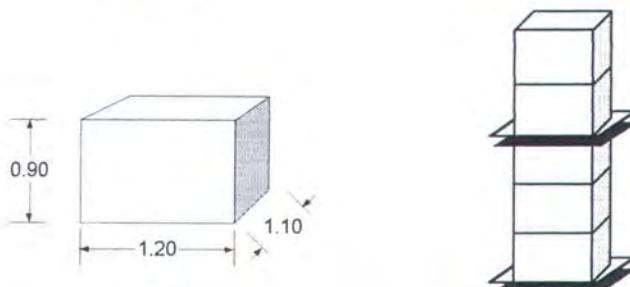
$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,35 \times 1,25 \times 1,10$$

$$\text{space requirement: } (1,35 \times 1,25) / (4 \times 2) = 0,21 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 17:*

Dimensi	Jumlah tumpukan
---------	-----------------



Gambar 3.4-17 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 17

Ingredient 17 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih yang mengandung kandungan seperti pada antiseptic, zat pembunuhan kuman pada deterjen. Dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 750 kg. Untuk memudahkan *material handling*, zak diletakkan di atas palet. Tumpukan palet masing-masing 3 zak (2,25 ton) untuk palet yang terletak di bawah dan 2 zak (1,5 ton) untuk palet yang terletak di atas.

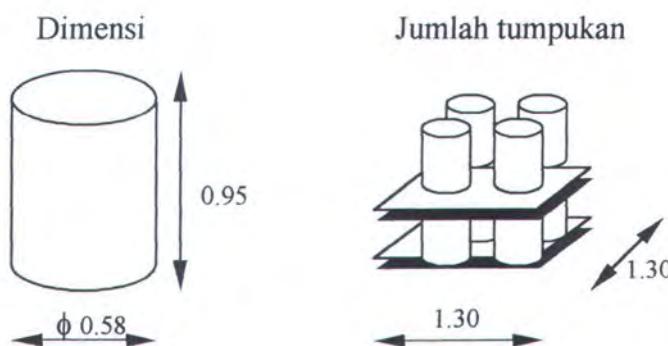
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 0,75 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,20 \times 1,10 \times 0,90$$

$$\text{space requirement: } (1,20 \times 1,10) / (5 \times 0,75) = 0,35 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 18:*



Gambar 3.4-18 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 18

Ingredient 18 merupakan bahan aktif yang mengikat kotoran pada sabun deterjen, berbentuk seperti lumpur berwarna putih susu. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini dengan bahan baku dari sulfur dan soda, produksinya dilakukan di kawasan Rungkut Industri Surabaya. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 4 drum (1,2 ton).

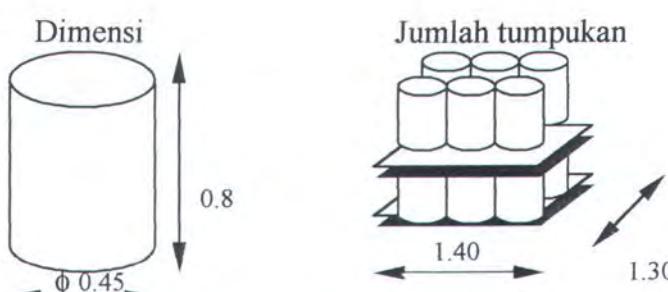
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1 \text{ palet} = 4 \times 300 \text{ kg} = 1,2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,30 \times 1,30 \times 1,10$$

$$\text{space requirement: } (1,3 \times 1,3) / (1,2 \times 2) = 0,70 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 19:*



Gambar 3.4-19 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 19

Ingredient 19 merupakan *perfume* (bahan pewangi) sabun *cream*, berbentuk cairan berwarna biru bening. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini, produksinya dilakukan di kawasan Surabaya Selatan. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 6 drum (900 kg).

Perhitungan *space requirement*:

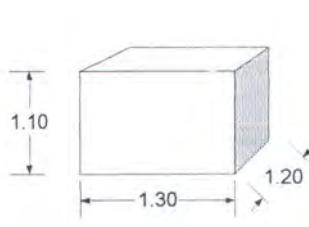
$$\text{berat} \quad 1 \text{ palet} = 6 \times 150 \text{ kg} = 0,9 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,40 \times 1,30 \times 0,90$$

$$\textit{space requirement}: (1,4 \times 1,3) / (0,9 \times 2) = 1,01 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient* 20:

Dimensi	Jumlah tumpukan
---------	-----------------



Gambar 3.4-20 Dimensi dan Tumpukan *Ingredient* 20

Ingredient 20 merupakan bahan yang berbentuk bubuk putih yang berguna untuk menetralsir PH bahan cair aktif pada deterjen (*ingredient* 21), dari suplier dilakukan pengemasan dalam bentuk zak dengan berat masing-masing zak 2 ton. Untuk memudahkan *material handling* zak diletakkan di atas palet, masing-masing palet diletakkan hanya 1 zak (2 ton).

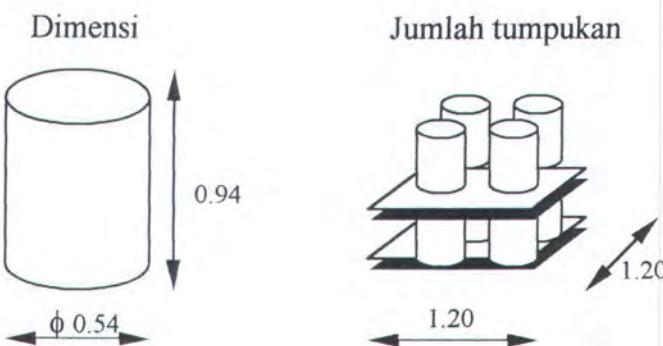
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1\text{zak} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,30 \times 1,20 \times 1,10$$

$$\text{space requirement: } (1,30 \times 1,20) / (4 \times 2) = 0,19 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 21:*



Gambar 3.4-21 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 21

Ingredient 21 merupakan bahan utama untuk membuat deterjen, berbentuk seperti lumpur berwarna putih susu. *Ingredient* ini diimpor dari RRC. *Ingredient* dikemas dalam drum plastik, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 4 drum (1 ton).

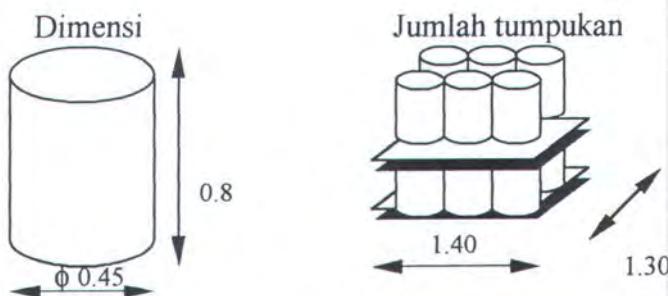
Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1 \text{ palet} = 4 \times 250 \text{ kg} = 1 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,20 \times 1,20 \times 1,10$$

$$\text{space requirement: } (1,2 \times 1,2) / (1 \times 2) = 0,72 \text{ m}^2/\text{ton}$$

- *Ingredient 22:*



Gambar 3.4-22 Dimensi dan Tumpukan Ingredient 22

Ingredient 22 merupakan *perfume* (bahan pewangi) sabun deterjen, berbentuk cairan berwarna putih bening. PT.X membuat sendiri *ingredient* ini, produksinya dilakukan di kawasan Surabaya Selatan. *Ingredient* dikemas dalam drum, untuk memudahkan *material handling* drum diletakkan di atas palet. Masing-masing palet diletakkan 6 drum (900 kg).

Perhitungan *space requirement*:

$$\text{berat} \quad 1 \text{ palet} = 6 \times 150\text{kg} = 0,9 \text{ ton}$$

$$\text{dimensi} \quad p \times l \times t = 1,40 \times 1,30 \times 0,90$$

$$\textit{space requirement}: (1,4 \times 1,3) / (0,9 \times 2) = 1,01 \text{ m}^2/\text{ton}$$

3.2.2. Demand Produk A, B dan C

Seperti diketahui, *demand* produk selalu berfluktuatif dari minggu ke minggu dan dari bulan ke bulan. Biasanya pada awal dan akhir tahun selalu terjadi peningkatan *demand* dan terjadi penurunan pada saat pertengahan tahun. Data diambil dari data demand 2003 yang diasumsikan paling mendekati untuk pola *demand* di tahun 2004, data yang digunakan untuk alokasi penyimpanan *ingredient* adalah rata-rata dari *demand* per minggu selama tahun 2003.

Tabel 3.1
Demand Produk A, B dan C Tahun 2003 (Ton/Minggu)

Minggu	Produk A (ton/minggu)	Produk B (ton/minggu)	Produk C (ton/minggu)	Produk D (ton/minggu)	Produk E (ton/minggu)
1	2086	361	2354	1566	754
2	1855	346	2349	1389	698
3	1890	323	2506	1371	663
4	2039	320	2104	1499	719
5	1976	324	2432	1482	729
6	1862	305	2256	1326	639
7	1865	278	2118	1348	657
8	1798	260	2178	1287	608
9	1804	291	2384	1411	718
10	1744	277	2098	1239	688
11	1688	260	2107	1177	581
12	1736	256	2085	1243	603
13	1601	235	2076	1110	556
14	1558	230	1998	1094	492
15	1645	282	2044	1127	587
16	1781	276	2054	1263	601
17	1654	285	2174	1217	526
18	1490	251	1987	906	549
19	1882	297	1952	1354	573
20	1622	310	2077	1162	608
21	1556	269	1822	1068	596
22	1325	243	1958	883	507
23	1677	276	1853	1123	489
24	1478	255	2021	967	473
25	1695	288	1513	1148	485
26	1623	291	1672	1155	524
27	1573	287	1487	1064	496
28	1647	279	1749	1122	557
29	1594	286	1765	1091	489
30	1599	284	1759	1104	433
31	1546	271	1573	1146	476
32	1584	266	1536	1088	428
33	1411	259	1799	928	495
34	1422	250	1805	917	417
35	1633	282	1774	1102	525

Tabel 3.1 Lanjutan
Demand Produk A, B dan C Tahun 2003 (Ton/Minggu)

Minggu	Produk A (ton/minggu)	Produk B (ton/minggu)	Produk C (ton/minggu)	Produk D (ton/minggu)	Produk E (ton/minggu)
36	1584	875	1684	1109	422
37	1622	288	1639	1105	529
38	1601	279	1846	1173	501
39	1564	282	1581	982	458
40	1571	300	1929	1205	441
41	1662	273	1779	1179	523
42	1512	272	1874	994	556
43	1547	290	2057	1033	501
44	1678	265	1418	1158	603
45	1788	314	1976	1269	665
46	1683	301	1872	1148	597
47	0	0	0	0	0
48	1782	331	2401	1261	729
49	1865	333	2356	1352	771
50	2186	352	2387	1676	803
51	1978	346	2257	1494	769
52	2136	358	2388	1628	801
Total	86698	15312	100863	61243	29608
Rata-rata	1699.96	300.24	1977.71	1200.84	580.55

3.2.3. Data Kapasitas Simpan Ingredient

Skala produksi di PT. X sangat besar, hal tersebut mengakibatkan timbulnya masalah dalam pengadaan bahan baku pada beberapa jenis *ingredient*. Untuk mengatasi hal tersebut pihak perusahaan membeli *ingredient* dari 2 negara yaitu RRC dan India. Dengan banyaknya persaingan di industri sabun dan keperluan waktu untuk menyediakan bahan baku dari RRC/India sampai siap dipakai di lokasi perusahaan, kapasitas *ingredient* menjadi terbatas. Data yang dipakai adalah kebijaksanaan perusahaan yang didapat dari data historis rata-rata kapasitas simpan per minggu.

Tabel 3.2
Data Kapasitas Simpan Ingredient (Ton/Minggu)

Ingredient	Kapasitas Simpan (ton/minggu)
1	1200
2	300
3	1000
4	700
5	1500
6	800
7	750
8	200
9	500
10	100
11	400
12	150
13	5
14	800
15	200
16	100
17	120
18	250
19	500
20	225
21	950
22	900

3.2.4. Harga Ingredient

Harga *ingredient* sangatlah fluktuatif, banyak faktor yang mempengaruhi harga antara lain faktor yang dominan adalah banyaknya permintaan dan nilai tukar rupiah terhadap dolar. Data yang digunakan adalah rata-rata harga pasar historis dan dihitung dengan nilai tukar Rp 9000 per USD.

Tabel 3.3
Data Harga Ingredient (Rp/Ton)

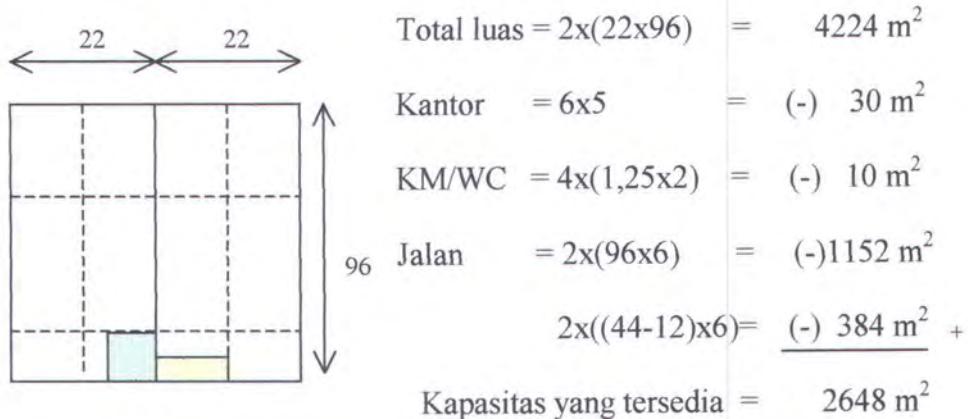
Ingredient	Harga (Rp/ton)
1	2.528.000,00
2	454.720,00
3	948.000,00
4	2.054.000,00
5	4.709.600,00
6	2.760.800,00
7	7.145.600,00
8	1.343.300,00
9	1.901.200,00
10	360.000,00
11	2.360.000,00
12	240.000,00
13	24.500.000,00
14	3.562.600,00
15	5.220.800,00
16	1.780.000,00
17	2.240.000,00
18	1.661.000,00
19	25.800.000,00
20	1.800.000,00
21	6.502.800,00
22	38.800.000,00

3.1.1. Kapasitas Gudang

Kondisi PT. X sedang berada di puncak, walaupun dengan pembangunan gudang yang baru seiring dengan meningkatnya kapasitas produksi kapasitas gudang selalu penuh. Dengan kondisi di atas data kapasitas gudang menjadi batasan dalam alokasi penyimpanan *ingredient*. Luasan yang digunakan adalah luasan efektif, yaitu total luas yang tersedia dikurangi dengan luasan yang tidak

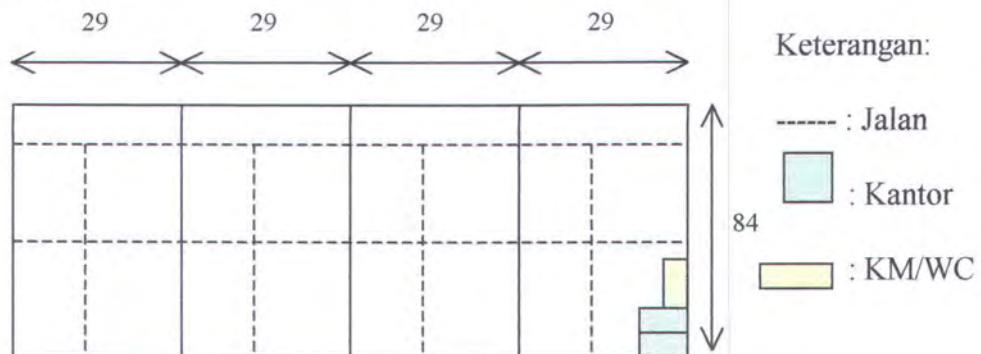
dapat digunakan untuk menyimpan *ingredient* antara lain: luasan kantor, KM/WC, dan jalan *forklift*.

- Gudang Lama



Gambar 3.5-1 Gudang Lama

- Gudang Baru



Gambar 3.5-2 Gudang Baru

Total luas = $4 \times (29 \times 84)$ = 9744 m^2 Kantor = $2 \times (6 \times 4)$ = $(-) 48 \text{ m}^2$ KM/WC = $5 \times (1,25 \times 2)$ = $(-) 12,5 \text{ m}^2$ Jalan = $2 \times (116 \times 6)$ = $(-) 1392 \text{ m}^2$ $4 \times (84-18-12) \times 6 = \underline{\underline{(-) 1296 \text{ m}^2}}$ +	Kapasitas yang tersedia = $6995,5 \text{ m}^2$
--	--

3.2.6. Budget Pembelian Ingredient

Untuk menghindari terlalu banyaknya pembelian *ingredient*, selama ini perusahaan mengambil langkah kebijakan yaitu *budget* pembelian *ingredient* tidak boleh melebihi *budget* yang diijinkan. *Budget* pembelian *ingredient* yang diijinkan sebesar Rp 4.000.000.000,- per minggu.

3.2.7. Formula Produk

Masing-masing produk terdiri dari beberapa *ingredient* dengan komposisi tertentu sesuai dengan formula yang dipakai. Gudang lama dan gudang baru hanya digunakan untuk menyimpan *ingredient* 1 s/d 22. Air yang merupakan salah satu bahan baku jumlah komposisinya tidak diperhitungkan, demikian pula dengan pasir kwarsa jumlah komposisinya juga tidak diperhitungkan karena air dan pasir kwarsa tidak disimpan di gudang lama maupun di gudang baru sehingga komposisinya tidak berpengaruh pada perhitungan alokasi *ingredient*. Produk jadi hanya mengalami sedikit sekali proses penguapan sehingga dalam hal ini dianggap tidak terjadi penguapan. Data yang digunakan dalam alokasi penyimpanan di gudang lama dan baru adalah komposisi formula produk tanpa air dan pasir kwarsa, dengan kata lain jumlah produk jadi dalam formula sudah dikurangi dengan air dan pasir kwarsa.

Tabel 3.4
Data Formula Produk

- Formula produk A:

Produk A =	i_4 atau i_5	i_6	i_7	i_8	i_{15}	i_{16}	i_{18}	i_{22}	Air
1 =	0.23	0.15	0.37	0.0255	0.0744	0.01	0.03	0.0001	0.11
0,89 =	0.23	0.15	0.37	0.0255	0.0744	0.01	0.03	0.0001	

- Formula produk B:

Produk B =	i_2	P.Kwarsa	Air
1 =	0.14	0.36	0.5
0,14 =	0.14		

- Formula produk C:

Produk C =	i_1	i_3	i_4 atau i_5	i_9	i_{19}	Air
1 =	0.32	0.11	0.22	0.0497	0.0003	0.3
0,7 =	0.32	0.11	0.22	0.0497	0.0003	

- Formula produk D:

Produk D =	i_4 atau i_5	i_6	i_{11}	i_{14}	i_{17}	i_{20}	i_{21}	Air
1 =	0.1	0.15	0.11	0.0002	0.0498	0.07	0.42	0.1
0,9 =	0.1	0.15	0.11	0.0002	0.0498	0.07	0.42	

- Formula produk E:

Produk E =	i_1	i_3	i_4 atau i_5	i_{10}	i_{12}	i_{13}	Air
1 =	0.32	0.1	0.22	0.03	0.0299	0.0001	0.3
0,7 =	0.32	0.1	0.22	0.03	0.0299	0.0001	

BAB IV
PENGOLAHAN
DATA

Grace Copy Center

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1. Keuntungan Produk

Keuntungan produk yang dimaksud di sini adalah harga jual produk dikurangi harga beli *ingredient* dan biaya produksi.

4.1.1. Harga Jual Produk

Untuk melayani konsumen di seluruh Indonesia, PT.X menetapkan standar daftar harga yang sama di seluruh tempat di Indonesia. Dalam perhitungan keuntungan, daftar harga yang dipakai adalah daftar harga PT.X yang terbaru yaitu yang mulai berlaku tanggal 28 Juni 2001.

Tabel 4.1
Data Harga Jual Produk

Produk	Harga Jual (Rp/kg)
A	10168.00
B	549.12
C	5138.33
D	10605
E	4800.83

4.1.2. Harga Beli Ingredient Dalam Produk

Untuk menghitung keuntungan produk kita perlu membuat kondisi menjadi sama, kita perlu mengetahui berapa kandungan *ingredient* dalam 1 kg masing-masing produk, dengan kata lain dalam 1 kg produk kita memakai berapa

rupiah untuk *ingredient*. Jadi harga beli *ingredient* dalam produk adalah harga beli *ingredient* pada setiap 1 kg produk.

Tabel 4.2
Data Harga Beli Ingredient Dalam Produk

Produk	Ingredient	Komposisi (%)	Harga Beli Ingredient (Rp/kg)	Harga Beli Ingredient Produk (Rp/kg)
A	i_4 atau i_5	0,23	3381,80	777,81
	i_6	0,15	2760,80	414,12
	i_7	0,37	7145,60	2643,87
	i_8	0,0255	1343,30	34,25
	i_{15}	0,0744	5220,80	388,43
	i_{16}	0,01	1780,00	17,80
	i_{18}	0,03	1661,00	49,83
	i_{22}	0,0001	38800,00	3,88
	Air	0,11	40,00	4,40
			Total	4334,40
B	i_2	0,14	454,72	63,66
	P. kwarsa	0,36	164,00	59,04
	Air	0,50	40,00	20,00
				Total 142,70
C	i_4 atau i_5	0,22	3381,80	744,00
	i_1	0,32	2528,00	808,96
	i_3	0,11	948,00	104,28
	i_9	0,0497	1901,20	94,49
	i_{19}	0,0003	25800,00	7,74
	Air	0,30	40,00	12,00
				Total 1771,47

Tabel 4.2 Lanjutan
Data Harga Beli Ingredient Dalam Produk

D	i_4 atau i_5	0,21	3381,80	710,18
	i_6	0,15	2760,80	414,12
	i_{11}	0,11	2360,00	259,60
	i_{14}	0,0002	3562,60	0,71
	i_{17}	0,0498	2240,00	111,55
	i_{20}	0,07	1800,00	126,00
	i_{21}	0,42	6502,80	2731,18
	Air	0,10	40,00	4,00
			Total	4353,34
E	i_4 atau i_5	0,22	3381,80	744,00
	i_1	0,32	2528,00	808,96
	i_3	0,10	948,00	94,80
	i_{10}	0,03	360,00	10,80
	i_{12}	0,0299	240,00	7,18
	i_{13}	0,0001	24500,00	2,45
	Air	0,30	40,00	12,00
			Total	1668,18

4.1.3. Biaya Produksi

Biaya produksi diperhitungkan dari biaya tenaga kerja yang terlibat, depresiasi mesin, listrik, air dan *overhead cost*. Biaya bahan baku tidak kita sertakan karena biaya tersebut sudah kita perhitungkan pada harga beli *ingredient*. Untuk menghindari pembahasan agar tidak terlalu meluas, biaya *material handling* di lantai produksi kita perhitungkan sebagai berikut: biaya *material handling* yang dilakukan manusia kita masukkan ke dalam biaya tenaga kerja, sedangkan biaya *material handling* yang dilakukan mesin kita masukkan ke dalam depresiasi mesin dan biaya listrik.

Tabel 4.4
Data Keuntungan Produk

Produk	Harga Jual (Rp/kg)	Harga Beli (Rp/kg)	Biaya Produksi (Rp/kg)	Keuntungan (Rp/kg)	Keuntungan (Rp/ton)
A	10168,00	4334,40	2030,6	3803,00	3803002
B	549,12	142,70	137,27	269,15	269149
C	5138,33	1771,47	976,27	2390,59	2390594
D	10605	4353,34	2170,46	4081,20	4081201
E	4800,83	1668,18	1078,21	2054,44	2054438

4.2. Biaya Material Handling Ingredient

Faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya biaya *material handling* adalah frekwensi pengiriman tiap hari, *equipment* (peralatan) yang dipakai, depresiasi *equipment*, *maintenance*, tenaga kerja yang terlibat, jarak pengiriman, kapasitas angkut *equipment* dan bahan bakar.

4.2.1. Biaya Material Handling Per Hari

Biaya *material handling* per hari dihitung dari biaya truk dan *forklift* yang terlibat, termasuk di dalamnya biaya solar, tenaga kerja, depresiasi dan *maintenance* per hari.

Tabel 4.5
Data Biaya Material Handling Per Hari

Rute Aktivitas Material Handling	Alat Material Handling	Faktor Biaya	Biaya (Rp/Hari)	Biaya Total Material Handling Per Hari (Rp/Hari)
G1-A	Truk	Solar	85800	564861
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	7000	
	Forklift	Solar	16500	
		T.Kerja	22000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	
G1-B	Truk	Solar	18150	487961
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	7000	
	Forklift	Solar	8250	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	
G1-C	Truk	Solar	77550	582011
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	7000	
	Forklift	Solar	42900	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	
G1-D	Truk	Solar	72600	548361
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	7000	
	Forklift	Solar	13200	
		T.Kerja	22000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	

Tabel 4.5 Lanjutan
Data Biaya Material Handling Per Hari

G1-E	Truk	Solar	67650	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	7000	
		Solar	36300	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	565511
G2-A	Truk	Solar	64350	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	5000	
		Solar	39600	
		T.Kerja	22000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	564511
G2-B	Truk	Solar	16500	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	5000	
		Solar	33000	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	509061
G2-C	Truk	Solar	80850	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	5000	
		Solar	21450	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	561861

Tabel 4.5 Lanjutan
Data Biaya Material Handling Per Hari

G2-D	Truk	Solar	49500	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	5000	
	Forklift	Solar	28050	
		T.Kerja	22000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	538111
G2-E	Truk	Solar	69300	
		T.Kerja	40000	
		Depresiasi	219178	
		Maintenance	5000	
	Forklift	Solar	14850	
		T.Kerja	21000	
		Depresiasi	164383	
		Maintenance	10000	543711

4.2.2. Biaya Material Handling

Dari tabel 4.5 dapat dihitung biaya *material handling* masing-masing *ingredient* (Rupiah/ton).

Biaya material handling *ingredient* dihitung dengan:

Biaya material handling per hari (Rp/hari) / kapasitas per hari (rit/hari) = (Rp/rit)

$$(Rp/rit) \quad / \text{ kapasitas angkut (ton/rit)} = (Rp/ton)$$

Tabel 4.6
Data Material Handling

Rute Aktivitas Material Handling	Biaya Material Handling Per Hari (Rp/Hari)	Kapasitas (Rit/Hari)	Kapasitas Angkut (Ton/Rit)	Biaya Material Handling (Rp/Ton)
G1-A	564861	5	8	14122
G1-B	487961	2	8	30498
G1-C	582011	12	8	6063
G1-D	548361	3	8	22848
G1-E	565511	9	8	7854
G2-A	564511	11	8	6415
G2-B	509061	8	8	7954
G2-C	561861	5	8	14047
G2-D	538111	8	8	8408
G2-E	543711	1	8	67964

BAB V
ALOKASI
PENYIMPANAN INGREDIENT

Grace Copy Center

BAB V

ALOKASI PENYIMPANAN INGREDIENT

5.1. Rupiah Optimal Produk Tanpa Alokasi Penyimpanan Ingredient

PT. X selama ini melakukan penyimpanan *ingredient* rata-rata per minggu seperti terlihat pada tabel 5.1. Penyimpanan *ingredient* yang dilakukan tanpa alokasi yang mempertimbangkan demand, kapasitas pasar, kapasitas gudang, *budget* dan proporsi dari formula produk.

Tabel 5.1
Data Jumlah Penyimpanan Ingredient dan Gudang Penyimpanan

Ingredient	Produk	Jumlah Ingredient X_{ijk} (Ton/Minggu)	Disimpan di Gudang
X_1	3	500	Lama
X_1	5	600	Lama
X_2	2	350	Baru
X_3	3	200	Lama
X_3	5	150	Lama
X_4	1	150	Baru
X_4	3	150	Baru
X_4	4	150	Baru
X_4	5	150	Baru
X_5	1	400	Baru
X_5	3	200	Baru
X_5	4	400	Baru
X_5	5	200	Baru
X_6	1	250	Baru
X_6	4	250	Baru

Tabel 5.1 Lanjutan
Data Jumlah Penyimpanan Ingredient dan Gudang Penyimpanan

X ₇	1	500	Baru
X ₈	1	250	Lama
X ₉	3	150	Lama
X ₁₀	5	125	Lama
X ₁₁	4	200	Lama
X ₁₂	5	100	Lama
X ₁₃	5	1	Lama
X ₁₄	4	1	Lama
X ₁₅	1	150	Lama
X ₁₆	1	20	Baru
X ₁₇	4	100	Lama
X ₁₈	1	100	Lama
X ₁₉	3	1	Lama
X ₂₀	4	150	Lama
X ₂₁	4	400	Baru
X ₂₂	1	1	Lama

Dari data tabel 5.1 (Data Jumlah Penyimpanan Ingredient dan Gudang Penyimpanan), tabel 4.4 (Data Keuntungan Produk) dan tabel 4.6 (Data Material Handling) dapat dihitung rupiah optimal dari produk yang dibuat dari jumlah *ingredient* yang disimpan tanpa alokasi penyimpanan *ingredient*. Dapat dihitung sebagai berikut:

$$Z = (P_j - D_{jk}) X_{ijk}$$

$$Z = (P_3 - D_{32}) X_1 + (P_5 - D_{52}) X_1 + (P_2 - D_{22}) X_2 + (P_3 - D_{31}) X_3 + (P_5 - D_{51})$$

$$X_3 + (P_1 - D_{12}) X_4 + (P_3 - D_{32}) X_4 + (P_4 - D_{42}) X_4 + (P_5 - D_{52}) X_4 + (P_1 -$$

$$D_{12}) X_5 + (P_3 - D_{32}) X_5 + (P_4 - D_{42}) X_5 + (P_5 - D_{52}) X_5 + (P_1 - D_{12}) X_6 +$$

$$\begin{aligned}
& (P_4 - D_{42}) X_6 + (P_1 - D_{12}) X_7 + (P_1 - D_{11}) X_8 + (P_3 - D_{31}) X_9 + (P_5 - D_{51}) \\
& X_{10} + (P_4 - D_{41}) X_{11} + (P_5 - D_{51}) X_{12} + (P_5 - D_{51}) X_{13} + (P_4 - D_{41}) X_{14} + \\
& (P_1 - D_{11}) X_{15} + (P_1 - D_{12}) X_{16} + (P_4 - D_{41}) X_{17} + (P_1 - D_{11}) X_{18} + (P_3 - \\
& D_{31}) X_{19} + (P_4 - D_{41}) X_{20} + (P_4 - D_{42}) X_{21} + (P_1 - D_{11}) X_{22}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z = & (2390590-14047)500 + (2054438-67964)600 + (269150-7954)350 \\
& +(2390590-6063)200 + (2054438-7854)150 + (3803000-6415)150 + \\
& (2390590-14047)150 + (4081201-8408)150 + (2054438-67964)150 + \\
& (3803000-6415)400 + (2390590-14047)200 + (4081201-8408)400 + \\
& (2054438-67964)200 + (3803000-6415)250 + (4081201-8408)250 + \\
& (3803000-6415)500 + (3803000-14122)250 + (2390590-6063)150 + \\
& (2054438-7854)125 + (4081201-22848)200 + (2054438-7854)100 + \\
& (2054438-7854)1 + (4081201-22848)1 + (3803000-14122)150 + \\
& (3803000-6415)20 + (4081201-22848)100 + (3803000-14122)100 + \\
& (2390590-6063)1 + (4081201-22848)150 + (4081201-8408)400 + \\
& (2054438-14122)1
\end{aligned}$$

$$Z = 19.230.755.330$$

Rupiah optimal tanpa alokasi penyimpanan *ingredient* Rp. 19.230.755.330,-

5.2. Alokasi Penyimpanan Ingredient

5.2.1. Fungsi Tujuan

Pada dasarnya tujuan dalam kasus ini adalah menentukan besarnya alokasi masing-masing *ingredient* yang harus disimpan setiap minggu, agar rupiah yang didapat dari keuntungan produk yang dihasilkan tersebut dapat optimal setelah dikurangi dengan biaya-biaya yang terkait.

Formulasi:

Maksimalkan

$$Z = \sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 [P_j - D_{jk}] X_{ijk}$$

Dimana:



- i = Jenis *ingredient* 1 sampai 22
- j = Jenis produk A sampai E
- k = Gudang Lama dan Gudang Baru
- P_1 = Keuntungan tiap unit produk A yang dibuat dengan *ingredient* dari gudang lama (Rp/ton)
- P_5 = Keuntungan tiap unit produk E yang dibuat dengan *ingredient* dari gudang baru (Rp/ton)
- D_{11} = Biaya *material handling ingredient* untuk membuat produk A yang berasal dari gudang lama (Rp/ton)
- D_{52} = Biaya *material handling ingredient* untuk membuat produk E yang berasal dari gudang baru (Rp/ton)
- X_{111} = Jumlah *ingredient* 1 untuk membuat produk A yang disimpan di gudang lama (ton)
- X_{2232} = Jumlah *ingredient* 22 untuk membuat produk C yang disimpan di gudang baru (ton)

Keuntungan (P_j) diperoleh dari perhitungan yang dilakukan di Bab IV (tabel 4.4), *biaya material handling* (D_{jk}) diperoleh dari perhitungan yang dilakukan pada Bab IV (tabel 4.6), sedangkan konstanta (C_i) diperoleh dari perhitungan *space requirement* masing-masing ingredient pada Bab III (3.2.1).

Dengan memasukkan nilai-nilai tersebut, maka fungsi tujuannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Maks } Z: & 3788878 \times X_{411} + 3796585 \times X_{412} + 3788878 \times X_{511} - 3796585 \times X_{512} + \\
 & 3788878 \times X_{611} + 3796585 \times X_{612} + 3788878 \times X_{711} + 3796585 \times X_{712} + \\
 & 3788878 \times X_{811} + 3796585 \times X_{812} + 3788878 \times X_{1511} + 3796585 \times X_{1512} \\
 & + 3788878 \times X_{1611} + 3796585 \times X_{1612} + 3788878 \times X_{1811} + 3796585 \times \\
 & X_{1812} + 3788878 \times X_{2211} + 3796585 \times X_{2212} + 238652 \times X_{221} + 261196 \\
 & \times X_{222} + 2384527 \times X_{131} + 2376543 \times X_{132} + 2384527 \times X_{331} + \\
 & 2376543 \times X_{332} + 2384527 \times X_{431} + 2376543 \times X_{432} + 2384527 \times \\
 & X_{531} + 2376543 \times X_{532} + 2384527 \times X_{931} + 2376543 \times X_{932} + \\
 & 2384527 \times X_{1931} + 2376543 \times X_{1932} + 4058353 \times X_{441} + 4072793 \times \\
 & X_{442} + 4058353 \times X_{541} + 4072793 \times X_{542} + 4058353 \times X_{641} + \\
 & 4072793 \times X_{642} + 4058353 \times X_{1141} + 4072793 \times X_{1142} + 4058353 \times \\
 & X_{1441} + 4072793 \times X_{1442} + 4058353 \times X_{1741} + 4072793 \times X_{1742} + \\
 & 4058353 \times X_{2041} + 4072793 \times X_{2042} + 4058353 \times X_{2141} + 4072793 \times \\
 & X_{2142} + 2046584 \times X_{151} + 1986474 \times X_{152} + 2046584 \times X_{351} + \\
 & 1986474 \times X_{352} + 2046584 \times X_{451} + 1986474 \times X_{452} + 2046584 \times \\
 & X_{551} + 1986474 \times X_{552} + 2046584 \times X_{1051} + 1986474 \times X_{1052} + \\
 & 2046584 \times X_{1251} + 1986474 \times X_{1252} + 2046584 \times X_{1351} + 1986474 \times \\
 & X_{1352}
 \end{aligned}$$

5.2.2. Perumusan Fungsi Kendala

5.2.2.1. Kendala Demand

Formulasi:

$$\sum_{i=1}^{22} \sum_{k=1}^2 X_{ijk} \geq d_j$$

Dimana:

d_1 = Permintaan produk A (ton)

d_5 = Permintaan produk E (ton)

Data *demand* yang digunakan adalah data historis rata-rata *demand* masing-masing produk tahun 2003 (tabel 3.1), maka formulasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

Produk 1:

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} + X_{611} + X_{612} + X_{711} + X_{712} + X_{811} + X_{812} + X_{1511} \\ + X_{1512} + X_{1611} + X_{1612} + X_{1811} + X_{1812} + X_{2211} + X_{2212} \geq 1700$$

Produk 2:

$$X_{221} + X_{222} \geq 300$$

Produk 3:

$$X_{131} + X_{132} + X_{331} + X_{332} + X_{431} + X_{432} + X_{531} + X_{532} + X_{931} + X_{932} + X_{1931} \\ + X_{1932} \geq 2000$$

Produk 4:

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} + X_{641} + X_{642} + X_{1141} + X_{1142} + X_{1441} + X_{1442} + \\ X_{1741} + X_{1742} + X_{2041} + X_{2042} + X_{2141} + X_{2142} \geq 1200$$

Produk 5:

$$X_{151} + X_{152} + X_{351} + X_{352} + X_{451} + X_{452} + X_{551} + X_{552} + X_{1051} + X_{1052} + \\ X_{1251} + X_{1252} + X_{1351} + X_{1352} \geq 600$$

5.2.2.2. Kendala Kapasitas Simpan Ingredient

Formulasi:

$$\sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{ijk} \leq K_i$$

Dimana:

K_1 = Kapasitas simpan *ingredient* 1 (ton)

K_{22} = Kapasitas simpan *ingredient* 22 (ton)

Kapasitas simpan per minggu diperoleh dari ketersediaan suplai *ingredient* dari suplier, suplai *ingredient* sangat tergantung pada banyak hal antara lain banyaknya suplier dan banyaknya konsumen yang menggunakan *ingredient*. Dari keterbatasan tersebut mengakibatkan fluktuatifnya kapasitas pasar, data yang diperoleh adalah rata-rata kapasitas pasar (tabel 3.2). Formulasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

Ingredient 1:

$$X_{131} + X_{132} + X_{151} + X_{152} \leq 1200$$

Ingredient 2:

$$X_{221} + X_{222} \leq 300$$

Ingredient 3:

$$X_{331} + X_{332} + X_{351} + X_{352} \leq 1000$$

Ingredient 4:

$$X_{411} + X_{412} + X_{431} + X_{432} + X_{441} + X_{442} + X_{451} + X_{452} \leq 900$$

Ingredient 5:

$$X_{511} + X_{512} + X_{531} + X_{532} + X_{541} + X_{542} + X_{551} + X_{552} \leq 1500$$

Ingredient 6:

$$X_{611} + X_{612} + X_{641} + X_{642} \leq 800$$

Ingredient 7:

$$X_{711} + X_{712} \leq 750$$

Ingredient 8:

$$X_{811} + X_{812} \leq 200$$

Ingredient 9:

$$X_{931} + X_{932} \leq 500$$

Ingredient 10:

$$X_{1051} + X_{1052} \leq 100$$

Ingredient 11:

$$X_{1141} + X_{1142} \leq 400$$

Ingredient 12:

$$X_{1251} + X_{1252} \leq 150$$

Ingredient 13:

$$X_{1351} + X_{1352} \leq 5$$

Ingredient 14:

$$X_{1441} + X_{1442} \leq 800$$

Ingredient 15:

$$X_{1511} + X_{1512} \leq 200$$

Ingredient 16:

$$X_{1611} + X_{1612} \leq 100$$

Ingredient 17:

$$X_{1741} + X_{1742} \leq 120$$

Ingredient 18:

$$X_{1811} + X_{1812} \leq 250$$

Ingredient 19:

$$X_{1931} + X_{1932} \leq 500$$

Ingredient 20:

$$X_{2041} + X_{2042} \leq 225$$

Ingredient 21:

$$X_{2141} + X_{2142} \leq 950$$

Ingredient 22:

$$X_{2211} + X_{2212} \leq 900$$

5.2.2.3. Kendala Kapasitas Gudang

Formulasi:

$$\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 C_i X_{ijk} \leq G_k$$

Dimana:

C_1 = Konstanta dari *space requirement ingredient 1* (m^2/ton)

⋮

C_{22} = Konstanta dari *space requirement ingredient 22* (m^2/ton)

G_1 = Kapasitas gudang lama (m^2)

G_2 = Kapasitas gudang baru (m^2)

Kapasitas gudang yang dipakai adalah luasan bersih, yaitu luasan gudang dikurangi jalan forklift, luas kantor administrasi gudang dan luas KM/WC. Dari perhitungan luasan pada Bab III (3.2.5) formulasi dapat dijabarkan:

Untuk Gudang Lama:

$$0.22 \times X_{131} + 0.22 \times X_{151} + 0.36 \times X_{221} + 0.28 \times X_{331} + 0.28 \times X_{351} + 0.41 \times X_{411} + 0.41 \times X_{431} + 0.41 \times X_{441} + 0.41 \times X_{451} + 0.38 \times X_{511} + 0.38 \times X_{531} + 0.38 \times X_{541} + 0.38 \times X_{551} + 0.24 \times X_{611} + 0.24 \times X_{641} + 0.36 \times X_{711} + 0.36 \times X_{811} + 0.85 \times X_{931} + 0.43 \times X_{1051} + 0.34 \times X_{1141} + 1.06 \times X_{1251} + 1.01 \times X_{1351} + 1.01 \times X_{1441} + 0.34 \times X_{1511} + 0.21 \times X_{1611} + 0.35 \times X_{1741} + 0.7 \times X_{1811} + 1.01 \times X_{1931} + 0.19 \times X_{2041} + 0.72 \times X_{2141} + 1.01 \times X_{2211} \leq 2648$$

Untuk Gudang Baru:

$$0.22 \times X_{132} + 0.22 \times X_{152} + 0.36 \times X_{222} + 0.28 \times X_{332} + 0.28 \times X_{352} + 0.41 \times X_{412} + 0.41 \times X_{432} + 0.41 \times X_{442} + 0.41 \times X_{452} + 0.38 \times X_{512} + 0.38 \times X_{532} + 0.38 \times X_{542} + 0.38 \times X_{552} + 0.24 \times X_{612} + 0.24 \times X_{642} + 0.36 \times X_{712} + 0.36 \times X_{812} + 0.85 \times X_{932} + 0.43 \times X_{1052} + 0.34 \times X_{1142} + 1.06 \times X_{1252} + 1.01 \times X_{1352} + 1.01 \times X_{1442} + 0.34 \times X_{1512} + 0.21 \times X_{1612} + 0.35 \times X_{1742} + 0.7 \times X_{1812} + 1.01 \times X_{1932} + 0.19 \times X_{2042} + 0.72 \times X_{2142} + 1.01 \times X_{2212} \leq 6996$$

5.2.2.4. Kendala Budget

Formulasi

$$\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 H_i X_{ijk} \leq B$$

Dimana:

H_1 = Harga beli *ingredient* 1 (Rp/ton)

⋮

H_{22} = Harga beli *ingredient* 22 (Rp/ton)

B = *Budget* pembelian *ingredient* (Rp)

Data yang didapat pada kendala budget (3.2.6) diperoleh dari kebijaksanaan perusahaan untuk membatasi kelebihan pembelian *ingredient* tertentu. Formulasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$2528000 (X_{131} + X_{132} + X_{151} + X_{152}) + 454720 (X_{221} + X_{222}) + 948000 (X_{331} + X_{332} + X_{351} + X_{352}) + 2054000 (X_{411} + X_{412} + X_{431} + X_{432} + X_{441} + X_{442} + X_{451} + X_{452}) + 4709600 (X_{511} + X_{512} + X_{531} + X_{532} + X_{541} + X_{542} + X_{551} + X_{552}) + 2760800 (X_{611} + X_{612} + X_{641} + X_{642}) + 7145600 (X_{711} + X_{712}) + 1343300 (X_{811} + X_{812}) + 1901200$$

$$(X_{911} + X_{912}) + 360000 (X_{1011} + X_{1012}) + 2360000 (X_{1111} + X_{1112}) + 240000 (X_{1211} + X_{1212}) + 24500000 (X_{1311} + X_{1312}) + 3562600 (X_{1411} + X_{1412}) + 5220800 (X_{1511} + X_{1512}) + 1780000 (X_{1611} + X_{1612}) + 2240000 (X_{1711} + X_{1712}) + 1661000 (X_{1811} + X_{1812}) + 25800000 (X_{1911} + X_{1912}) + 1800000 (X_{2011} + X_{2012}) + 6502800 (X_{2111} + X_{2112}) + 38800000 (X_{2211} + X_{2212}) \leq 16000000000$$

5.2.2.5. Kendala Proporsionalitas Ingredient

Formulasi Proporsionalitas *ingredient* yang digunakan untuk produksi dibedakan:

- Proporsionalitas *Ingredient* Yang Tidak Dapat Saling Menggantikan:

$$\sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{ijk} - \varphi \left\{ \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{ijk} \right\} = 0 \quad i, t \in I$$

$$i \neq t$$

- Proporsionalitas *Ingredient* Yang Dapat Saling Menggantikan:

Untuk mengantisipasi keterlambatan *ingredient* akibat dari terbatasnya kapasitas pasar, perusahaan membeli *ingredient* tertentu tidak hanya dari satu suplier tetapi dari dua suplier yang ingredientnya dapat saling menggantikan.

$$\left\{ \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{ijk} \right\} + \left\{ \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{tjk} \right\} - \lambda \left\{ \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 X_{ijk} \right\} = 0$$

$i, t, v \in I$

$i \neq t \neq v$

$i \& t$ saling menggantikan

Dimana:

I = Ingredient

i, t, v = Indeks *ingredient* 1-22

φ = Proporsi *ingredient* yang tidak dapat saling menggantikan

λ = Proporsi *ingredient* yang dapat saling menggantikan

Proporsi *ingredient* dalam produk didapat dari komposisi formula masing-masing produk, dari tabel 3.5 dapat dijabarkan sebagai berikut:

Produk A:

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_6

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 1.53X_{611} - 1.53X_{612} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_7

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 0.62X_{711} - 0.62X_{712} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_8

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 9.02X_{811} - 9.02X_{812} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{15}

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 3.09X_{1511} - 3.09X_{1512} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{16}

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 23X_{1611} - 23X_{1612} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{18}

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 7.67X_{1811} - 7.67X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{22}

$$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} - 2300X_{2211} - 2300X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_7

$$X_{611} + X_{612} - 0.41X_{711} - 0.41X_{712} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_8

$$X_{611} + X_{612} - 5.88X_{811} - 5.88X_{812} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{15}

$$X_{611} + X_{612} - 2.02X_{1511} - 2.02X_{1512} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{16}

$$X_{611} + X_{612} - 15X_{1611} - 15X_{1612} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{18}

$$X_{611} + X_{612} - 5X_{1811} - 5X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{22}

$$X_{611} + X_{612} - 1500X_{2211} - 1500X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient i_7 : i_8

$$X_{711} + X_{712} - 14.51X_{811} - 14.51X_{812} = 0$$

Untuk ingredient i_7 : i_{15}

$$X_{711} + X_{712} - 4.97X_{1511} - 4.97X_{1512} = 0$$

Untuk ingredient i_7 : i_{16}

$$X_{711} + X_{712} - 37X_{1611} - 37X_{1612} = 0$$

Untuk ingredient i_7 : i_{18}

$$X_{711} + X_{712} - 12.33X_{1811} - 12.33X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient $i_7 : i_{22}$

$$X_{711} + X_{712} - 3700X_{2211} - 3700X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient $i_8 : i_{15}$

$$X_{811} + X_{812} - 0.34X_{1511} - 0.34X_{1512} = 0$$

Untuk ingredient $i_8 : i_{16}$

$$X_{811} + X_{812} - 2.55X_{1611} - 2.55X_{1612} = 0$$

Untuk ingredient $i_8 : i_{18}$

$$X_{811} + X_{812} - 0.85X_{1811} - 0.85X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient $i_8 : i_{22}$

$$X_{811} + X_{812} - 255X_{2211} - 255X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient $i_{15} : i_{16}$

$$X_{1511} + X_{1512} - 7.44X_{1611} - 7.44X_{1612} = 0$$

Untuk ingredient $i_{15} : i_{18}$

$$X_{1511} + X_{1512} - 2.48X_{1811} - 2.48X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient $i_{15} : i_{22}$

$$X_{1511} + X_{1512} - 744X_{2211} - 744X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient $i_{16} : i_{18}$

$$X_{1611} + X_{1612} - 0.33X_{1811} - 0.33X_{1812} = 0$$

Untuk ingredient $i_{16} : i_{22}$

$$X_{1611} + X_{1612} - 100X_{2211} - 100X_{2212} = 0$$

Untuk ingredient $i_{18} : i_{22}$

$$X_{1811} + X_{1812} - 300X_{2211} - 300X_{2212} = 0$$

Produk B:

Produk B tidak mempunyai komposisi *ingredient* karena bahan baku yang disimpan di gudang lama dan gudang baru hanya *ingredient* 2.

Produk C:

Untuk ingredient $i_1 : i_3$

$$X_{131} + X_{132} - 2.91X_{331} - 2.91X_{332} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_4$ atau i_5

$$X_{131} + X_{132} - 1.46X_{431} - 1.46X_{432} - 1.46X_{531} - 1.46X_{532} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_9$

$$X_{131} + X_{132} - 6.44X_{931} - 6.44X_{932} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_{19}$

$$X_{131} + X_{132} - 1066.67X_{1931} - 1066.67X_{1932} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_4$ atau i_5

$$X_{331} + X_{332} - 0.5X_{431} - 0.5X_{432} - 0.5X_{531} - 0.5X_{532} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_9$

$$X_{331} + X_{332} - 2.21X_{931} - 2.21X_{932} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_{19}$

$$X_{331} + X_{332} - 366.67X_{1931} - 366.67X_{1932} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_9$

$$X_{431} + X_{432} + X_{531} + X_{532} - 4.43X_{931} - 4.43X_{932} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_{19}$

$$X_{431} + X_{432} + X_{531} + X_{532} - 733.33X_{1931} - 733.33X_{1932} = 0$$

Untuk ingredient $i_9 : i_{19}$

$$X_{931} + X_{932} - 2.91X_{1931} - 2.91X_{1932} = 0$$

Produk D:

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_6$

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 1.4X_{641} - 1.4X_{642} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_{11}$

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 1.91X_{1141} - 1.91X_{1142} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{14}

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 1050X_{1441} - 1050X_{1442} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{17}

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 4.22X_{1741} - 4.22X_{1742} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{20}

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 3X_{2041} - 3X_{2042} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau i_5 : i_{21}

$$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} - 0.5X_{2141} - 0.5X_{2142} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{11}

$$X_{641} + X_{642} - 1.36X_{1141} - 1.36X_{1142} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{14}

$$X_{641} + X_{642} - 750X_{1441} - 750X_{1442} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{17}

$$X_{641} + X_{642} - 3.01X_{1741} - 3.01X_{1742} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{20}

$$X_{641} + X_{642} - 2.14X_{2041} - 2.14X_{2042} = 0$$

Untuk ingredient i_6 : i_{21}

$$X_{641} + X_{642} - 0.36X_{2141} - 0.36X_{2142} = 0$$

Untuk ingredient i_{11} : i_{14}

$$X_{1141} + X_{1142} - 550X_{1441} - 550X_{1442} = 0$$

Untuk ingredient i_{11} : i_{17}

$$X_{1141} + X_{1142} - 2.21X_{1741} - 2.21X_{1742} = 0$$

Untuk ingredient i_{11} : i_{20}

$$X_{1141} + X_{1142} - 1.57X_{2041} - 1.57X_{2042} = 0$$

Untuk ingredient i_{11} : i_{21}

$$X_{1141} + X_{1142} - 0.26X_{2141} - 0.26X_{2142} = 0$$

Untuk ingredient i_{14} : i_{17}

$$X_{1441} + X_{1442} - 0.004X_{1741} - 0.004X_{1742} = 0$$

Untuk ingredient i_{14} : i_{20}

$$X_{1441} + X_{1442} - 0.003X_{2041} - 0.003X_{2042} = 0$$

Untuk ingredient i_{14} : i_{21}

$$X_{1441} + X_{1442} - 0.001X_{2141} - 0.001X_{2142} = 0$$

Untuk ingredient $i_{17} : i_{20}$

$$X_{1741} + X_{1742} - 0.71X_{2041} - 0.71X_{2042} = 0$$

Untuk ingredient $i_{17} : i_{21}$

$$X_{1741} + X_{1742} - 0.12X_{2141} - 0.12X_{2142} = 0$$

Untuk ingredient $i_{20} : i_{21}$

$$X_{2041} + X_{2042} - 0.17X_{2141} - 0.17X_{2142} = 0$$

Produk E:

Untuk ingredient $i_1 : i_3$

$$X_{151} + X_{152} - 3.2X_{351} - 3.2X_{352} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_4$ atau i_5

$$X_{151} + X_{152} - 1.46X_{451} - 1.46X_{452} - 1.46X_{551} - 1.46X_{552} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_{10}$

$$X_{151} + X_{152} - 10.67X_{1051} - 10.67X_{1052} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_{12}$

$$X_{151} + X_{152} - 10.7X_{1251} - 10.7X_{1252} = 0$$

Untuk ingredient $i_1 : i_{13}$

$$X_{151} + X_{152} - 3200X_{1351} - 3200X_{1352} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_4$ atau i_5

$$X_{351} + X_{352} - 0.46X_{451} - 0.46X_{452} - 0.46X_{551} - 0.46X_{552} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_{10}$

$$X_{351} + X_{352} - 3.33X_{1051} - 3.33X_{1052} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_{12}$

$$X_{351} + X_{352} - 3.34X_{1251} - 3.34X_{1252} = 0$$

Untuk ingredient $i_3 : i_{13}$

$$X_{351} + X_{352} - 1000X_{1351} - 1000X_{1352} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_{10}$

$$X_{451} + X_{452} + X_{551} + X_{552} - 7.33X_{1051} - 7.33X_{1052} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_{12}$

$$X_{451} + X_{452} + X_{551} + X_{552} - 7.36X_{1251} - 7.36X_{1252} = 0$$

Untuk ingredient i_4 atau $i_5 : i_{13}$

$$X_{451} + X_{452} + X_{551} + X_{552} - 2200X_{1351} - 2200X_{1352} = 0$$

Untuk ingredient i_{10} : i_{12}

$$X_{1051} + X_{1052} - 1.003X_{1251} - 1.003X_{1252} = 0$$

Untuk ingredient i_{10} : i_{13}

$$X_{1051} + X_{1052} - 300X_{1351} - 300X_{1352} = 0$$

Untuk ingredient i_{12} : i_{13}

$$X_{1251} + X_{1252} - 299X_{1351} - 299X_{1352} = 0$$

5.3. Analisis Hasil Pemodelan

Setelah memasukkan persamaan matematis fungsi tujuan beserta fungsi-fungsi kendala ke dalam *software Lingo 6 Unlimited*, maka diperoleh alokasi optimal sebagai berikut: (Lampiran)

Tabel 5.1

Alokasi Penyimpanan Ingredient (Ton)

Variabel	Nilai
Rupiah Optimal	1.930522+10
X_{131}	914.29
X_{132}	0.00
X_{151}	274.29
X_{152}	0.00
X_{221}	0.00
X_{222}	300.00
X_{331}	314.29
X_{332}	0.00
X_{351}	85.71
X_{352}	0.00
X_{411}	0.00
X_{412}	0.00
X_{431}	511.43
X_{432}	0.00
X_{441}	0.00
X_{442}	0.00
X_{451}	188.57

Tabel 5.1 Lanjutan
Alokasi Penyimpanan Ingredient (Ton)

Variabel	Nilai
X_{452}	0.00
X_{511}	0.00
X_{512}	439.33
X_{531}	117.14
X_{532}	0.00
X_{541}	0.00
X_{542}	184.85
X_{551}	0.00
X_{552}	0.00
X_{611}	0.00
X_{612}	286.52
X_{641}	0.00
X_{642}	277.27
X_{711}	0.00
X_{712}	706.74
X_{811}	0.00
X_{812}	48.71
X_{931}	142.00
X_{932}	0.00
X_{1051}	25.71
X_{1052}	0.00
X_{1141}	0.00
X_{1142}	203.33
X_{1251}	25.63
X_{1252}	0.00
X_{1351}	0.09
X_{1352}	0.00
X_{1441}	0.00
X_{1442}	0.37
X_{1511}	0.00
X_{1512}	142.11

Tabel 5.1 Lanjutan
Alokasi Penyimpanan Ingredient (Ton)

Variabel	Nilai
X ₁₆₁₁	0.00
X ₁₆₁₂	19.10
X ₁₇₄₁	0.00
X ₁₇₄₂	92.05
X ₁₈₁₁	0.00
X ₁₈₁₂	57.30
X ₁₉₃₁	0.86
X ₁₉₃₂	0.00
X ₂₀₄₁	0.00
X ₂₀₄₂	129.39
X ₂₁₄₁	0.00
X ₂₁₄₂	776.37
X ₂₂₁₁	0.00
X ₂₂₁₂	0.19

Dari hasil di atas dapat kita ketahui alokasi penyimpanan *ingredient*, dapat kita alokasikan dengan dua cara: berdasarkan jenis *ingredient* saja dan jenis dengan tempat penyimpanannya. Dengan penyimpanan *ingredient* seperti di atas (tabel 5.1), jumlah rupiah optimal yang didapat dari mengurangi keuntungan dengan biaya *material handling* sebesar Rp. 19.305.220.000,- per minggu.

5.3.1. Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient

Alokasi yang optimal memungkinkan kita memperoleh *ingredient* yang sama dengan jumlah tertentu untuk produk yang berbeda dan memungkinkan juga disimpan di gudang yang berbeda, hal tersebut karena terdapat produk yang

mempunyai bahan baku yang sama dan boleh disimpan di kedua gudang. Tabel berikut menampilkan data alokasi penyimpanan *ingredient* berdasarkan jenis *ingredient*:

Tabel 5.2

Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient (Ton)

Ingredient	Variabel	Jumlah (ton)
1	$X_{131} + X_{132} + X_{151} + X_{152}$	1188.58
2	$X_{221} + X_{222}$	300.00
3	$X_{331} + X_{332} + X_{351} + X_{352}$	400.00
4	$X_{411} + X_{412} + X_{431} + X_{432} + X_{441} + X_{442} + X_{451} + X_{452}$	700.00
5	$X_{511} + X_{512} + X_{531} + X_{532} + X_{541} + X_{542} + X_{551} + X_{552}$	1135.61
6	$X_{611} + X_{612} + X_{641} + X_{642}$	513.79
7	$X_{711} + X_{712}$	706.74
8	$X_{811} + X_{812}$	48.71
9	$X_{931} + X_{932}$	142.00
10	$X_{1051} + X_{1052}$	25.71
11	$X_{1141} + X_{1142}$	203.33
12	$X_{1251} + X_{1252}$	25.63
13	$X_{1351} + X_{1352}$	0.09
14	$X_{1441} + X_{1442}$	0.37
15	$X_{1511} + X_{1512}$	142.11
16	$X_{1611} + X_{1612}$	19.10
17	$X_{1741} + X_{1742}$	92.05
18	$X_{1811} + X_{1812}$	57.30
19	$X_{1931} + X_{1932}$	0.86
20	$X_{2041} + X_{2042}$	129.39
21	$X_{2141} + X_{2142}$	776.37
22	$X_{2211} + X_{2212}$	0.19

5.3.2. Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis dan Gudang Penyimpanan

Dengan adanya perbedaan biaya *material handling* dari masing-masing gudang ke tempat-tempat produksi menimbulkan penyimpanan *ingredient* yang sama disimpan di dua gudang yang berbeda, hal tersebut bertujuan mengurangi biaya pada *material handling*. Tabel berikut menampilkan alokasi penyimpanan *ingredient* berdasarkan jenis *ingredient* dan gudang penyimpanannya:

Tabel 5.3

Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient di Gudang Lama (Ton)

Ingredient	Variabel	Jumlah (Ton)
1	$X_{131} + X_{151}$	1188.58
2	X_{221}	0.00
3	$X_{331} + X_{351}$	400.00
4	$X_{411} + X_{431} + X_{441} + X_{451}$	700.00
5	$X_{511} + X_{531} + X_{541} + X_{551}$	305.71
6	$X_{611} + X_{641}$	0.00
7	X_{711}	0.00
8	X_{811}	0.00
9	X_{931}	142.00
10	X_{1051}	25.71
11	X_{1141}	0.00
12	X_{1251}	25.63
13	X_{1351}	0.09
14	X_{1441}	0.00
15	X_{1511}	0.00
16	X_{1611}	0.00
17	X_{1741}	0.00
18	X_{1811}	0.00
19	X_{1931}	0.86

Tabel 5.3 Lanjutan

Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient di Gudang Lama (Ton)

Ingredient	Variabel	Jumlah (Ton)
20	X_{2041}	0.00
21	X_{2141}	0.00
22	X_{2211}	0.00

Tabel 5.4

Alokasi Penyimpanan Ingredient Berdasarkan Jenis Ingredient di Gudang Baru (Ton)

Ingredient	Variabel	Jumlah (Ton)
1	$X_{132} + X_{152}$	0.00
2	X_{222}	300.00
3	$X_{332} + X_{352}$	0.00
4	$X_{412} + X_{432} + X_{442} + X_{452}$	0.00
5	$X_{512} + X_{532} + X_{542} + X_{552}$	624.18
6	$X_{612} + X_{642}$	563.79
7	X_{712}	706.74
8	X_{812}	48.71
9	X_{932}	0.00
10	X_{1052}	0.00
11	X_{1142}	203.33
12	X_{1252}	0.00
13	X_{1352}	0.00
14	X_{1442}	0.37
15	X_{1512}	142.11
16	X_{1612}	19.10
17	X_{1742}	92.05
18	X_{1812}	57.30
19	X_{1932}	0.00
20	X_{2042}	129.39
21	X_{2142}	776.37
22	X_{2212}	0.19

Dari tabel 5.3 dan tabel 5.4 dapat dilihat alokasi penyimpanan *ingredient* dan gudang penyimpanan yang optimal, sebagai contoh pada *ingredient* 1 dengan jumlah penyimpanan 1188.58 ton untuk mencapai optimal disimpan di gudang lama. Dengan hasil pada tabel tersebut, kita dapat mengatur jumlah penyimpanan *ingredient* dan di gudang mana kita akan menyimpan *ingredient* tersebut sehingga diperoleh rupiah yang optimal dari keuntungan produk dikurangi dengan biaya material handlingnya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Grace Copy Center

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Diperoleh jumlah *ingredient* dan tempat penyimpanan yang optimal, dapat dilihat sebagai berikut:
 - Ingredient 1 sebanyak 1188.58 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 2 sebanyak 300 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 3 sebanyak 400 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 4 sebanyak 700 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 5 sebanyak 305.71 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 5 sebanyak 624.18 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 6 sebanyak 563.79 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 7 sebanyak 706.74 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 8 sebanyak 48.71 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 9 sebanyak 142 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 10 sebanyak 25.71 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 11 sebanyak 203.33 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 12 sebanyak 25.63 ton, disimpan di Gudang Lama.
 - Ingredient 13 sebanyak 0.09 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 16 sebanyak 19.10 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 17 sebanyak 92.05 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 18 sebanyak 57.3 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 19 sebanyak 0.86 ton, disimpan di Gudang Lama.

- Ingredient 20 sebanyak 129.39 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 21 sebanyak 776.37 ton, disimpan di Gudang Baru.
 - Ingredient 22 sebanyak 0.19 ton, disimpan di Gudang Baru.
-
- Jumlah yang diperoleh pada *ingredient* 4 adalah kapasitas pasar. Hasil yang didapat adalah kapasitas pasar karena *ingredient* 4 dan *ingredient* 5 dapat saling menggantikan, harga *ingredient* 4 lebih murah tetapi tidak dapat mencukupi semua kebutuhan PT.X selama seminggu.
 - Dengan alokasi penyimpanan *ingredient*, PT. X dapat meningkatkan rupiah yang didapat sebesar: Rp. 19.305.220.000 - Rp. 19.230.755.330
= Rp. 74.464.670,00

6.1. Saran

- PT.X disarankan mengubah alokasi penyimpanan *ingredient* yang selama ini dilakukan tanpa mempertimbangkan keuntungan produk yang dibuat dari *ingredient* yang disimpan dan biaya material handlingnya.
- Disarankan mencari *supplier* yang dapat mensuplai *ingredient* 4 lebih banyak lagi. Hal tersebut akan mengurangi banyak harga beli pada pembelian *ingredient* 4 dan memudahkan operasional penyimpanan di gudang.

DAFTAR PUSTAKA

Grace Copy Center

DAFTAR PUSTAKA

- Murty, Katta G. (1995). Operation Research, Deterministic Optimization Models. Prentice Hall.
- Apple, James M. (1977). Plant Layout and Material Handling (third edition).
- Apple, James M. (1985). Material Handling System Design. Georgia Institute of Technology.

LAMPIRAN

Grace Copy Center

$\text{MAX} = 3788878 * X_{411} + 3796585 * X_{412} + 3788878 * X_{511} + 3796585 * X_{512} + 3788878 * X_{611} + 3796585 * X_{612} + 3788878 * X_{711} + 3796585 * X_{712} + 3788878 * X_{811} + 3796585 * X_{812} + 3788878 * X_{1511} + 3796585 * X_{1512} + 3788878 * X_{1611} + 3796585 * X_{1612} + 3788878 * X_{1811} + 3796585 * X_{1812} + 3788878 * X_{2211} + 3796585 * X_{2212} + 238652 * X_{221} + 261196 * X_{222} + 2384527 * X_{431} + 2376543 * X_{432} + 2384527 * X_{531} + 2376543 * X_{532} + 2384527 * X_{131} + 2376543 * X_{132} + 2384527 * X_{331} + 2376543 * X_{332} + 2384527 * X_{931} + 2376543 * X_{932} + 2384527 * X_{1931} + 2376543 * X_{1932} + 4058353 * X_{441} + 4072793 * X_{442} + 4058353 * X_{541} + 4072793 * X_{542} + 4058353 * X_{641} + 4072793 * X_{642} + 4058353 * X_{1141} + 4072793 * X_{1142} + 4058353 * X_{1441} + 4072793 * X_{1442} + 4058353 * X_{1741} + 4072793 * X_{1742} + 4058353 * X_{2041} + 4072793 * X_{2042} + 4058353 * X_{2141} + 4072793 * X_{2142} + 2046584 * X_{451} + 1986474 * X_{452} + 2046584 * X_{551} + 1986474 * X_{552} + 2046584 * X_{151} + 1986474 * X_{152} + 2046584 * X_{351} + 1986474 * X_{352} + 2046584 * X_{1051} + 1986474 * X_{1052} + 2046584 * X_{1251} + 1986474 * X_{1252} + 2046584 * X_{1351} + 1986474 * X_{1352};$

$X_{411} + X_{412} + X_{511} + X_{512} + X_{611} + X_{612} + X_{711} + X_{712} + X_{811} + X_{812} + X_{1511} + X_{1512} + X_{1611} + X_{1612} + X_{1811} + X_{1812} + X_{2211} + X_{2212} \geq 1700;$

$X_{221} + X_{222} \geq 300;$

$X_{131} + X_{132} + X_{331} + X_{332} + X_{431} + X_{432} + X_{531} + X_{532} + X_{931} + X_{932} + X_{1931} + X_{1932} \geq 2000;$

$X_{441} + X_{442} + X_{541} + X_{542} + X_{641} + X_{642} + X_{1141} + X_{1142} + X_{1441} + X_{1442} + X_{1741} + X_{1742} + X_{2041} + X_{2042} + X_{2141} + X_{2142} \geq 1200;$

$X_{151} + X_{152} + X_{351} + X_{352} + X_{451} + X_{452} + X_{551} + X_{552} + X_{1051} + X_{1052} + X_{1251} + X_{1252} + X_{1351} + X_{1352} \geq 600;$

$X_{131} + X_{132} + X_{151} + X_{152} \leq 1200;$

$X_{221} + X_{222} \leq 300;$

$X_{331} + X_{332} + X_{351} + X_{352} \leq 1000;$

$X_{411} + X_{412} + X_{431} + X_{432} + X_{441} + X_{442} + X_{451} + X_{452} \leq 700;$

$X_{511} + X_{512} + X_{531} + X_{532} + X_{541} + X_{542} + X_{551} + X_{552} \leq 1500;$

$X_{611} + X_{612} + X_{641} + X_{642} \leq 800;$

$X_{711} + X_{712} \leq 750;$

2528000*X131 + 2528000*X132 + 2528000*X151 + 2528000*X152 + 454720*X221 + 454720*X222 +
948000*X331 + 948000*X332 + 948000*X351 + 948000*X352 + 2054000*X411 + 2054000*X412 +
2054000*X431 + 2054000*X432 + 2054000*X441 + 2054000*X442 + 2054000*X451 + 2054000*X452 +
4709600*X511 + 4709600*X512 + 4709600*X531 + 4709600*X532 + 4709600*X541 +
4709600*X542 + 4709600*X551 + 4709600*X552 + 2760800*X611 + 2760800*X612 +
2760800*X641 + 2760800*X642 + 7145600*X711 + 7145600*X712 + 1343300*X811 +
1343300*X812 + 1901200*X911 + 1901200*X912 + 360000*X1011 + 360000*X1012 +
2360000*X1111 + 2360000*X1112 + 240000*X1211 + 240000*X1212 + 24500000*X1311 +
24500000*X1312 + 3562600*X1411 + 3562600*X1412 + 5220800*X1511 + 5220800*X1512 +
1780000*X1611 + 1780000*X1612 + 2240000*X1711 + 2240000*X1712 + 1661000*X1811 +
1661000*X1812 + 25800000*X1911 + 25800000*X1912 + 1800000*X2011 + 1800000*X2012 +
6502800*X2111 + 6502800*X2112 + 38800000*X2211 + 38800000*X2212 < 160000000000;

$$X_{411}+X_{412}+X_{511}+X_{512}+X_{611}+X_{612}+X_{711}+X_{712}+X_{811}+X_{812}+X_{1511}+X_{1512}+X_{1611}+X_{1612}+X_{1811}+X_{1812}+X_{2211}+X_{2212}=B_1;$$

$$89*(X_{411}+X_{412}+X_{511}+X_{512})-23*B_1=0;$$

$$89*(X_{611}+X_{612})-15*B_1=0;$$

$$89*(X_{711}+X_{712})-37*B_1=0;$$

$$89*(X_{811}+X_{812})-2.55*B_1=0;$$

$$89*(X_{1511}+X_{1512})-7.44*B_1=0;$$

$$89*(X_{1611}+X_{1612})-B_1=0;$$

$$89*(X_{1811}+X_{1812})-3*B_1=0;$$

$$89*(X_{2211}+X_{2212})-0.01*B_1=0;$$

$$X_{131}+X_{132}+X_{331}+X_{332}+X_{431}+X_{432}+X_{531}+X_{532}+X_{931}+X_{932}+X_{1931}+X_{1932}=B_2;$$

$$70*(X_{131}+X_{132})-32*B_2=0;$$

$$70*(X_{331}+X_{332})-11*B_2=0;$$

$$70*(X_{431}+X_{432}+X_{531}+X_{532})-22*B_2=0;$$

$$70*(X_{931}+X_{932})-4.97*B_2=0;$$

$$70*(X_{1931}+X_{1932})-0.03*B_2=0;$$

$$X_{441}+X_{442}+X_{541}+X_{542}+X_{641}+X_{642}+X_{1141}+X_{1142}+X_{1441}+X_{1442}+X_{1741}+X_{1742}+X_{2041}$$

$$+X_{2042}+X_{2141}+X_{2142}=B_3;$$

$$90*(X_{441}+X_{442}+X_{541}+X_{542})-10*B_3=0;$$

$$90*(X_{641}+X_{642})-15*B_3=0;$$

$$90*(X_{1141}+X_{1142})-11*B_3=0;$$

$$90*(X_{1441}+X_{1442})-0.02*B_3=0;$$

$$90*(X_{1741}+X_{1742})-4.98*B_3=0;$$

$$90*(X_{2041}+X_{2042})-7*B_3=0;$$

$$90*(X_{2141}+X_{2142})-42*B_3=0;$$

$$X_{151}+X_{152}+X_{351}+X_{352}+X_{451}+X_{452}+X_{551}+X_{552}+X_{1051}+X_{1052}+X_{1251}+X_{1252}+X_{1351}$$

$$+X_{1352}=B_4;$$

$$70*(X_{151}+X_{152})-32*B_4=0;$$

$$70*(X_{351}+X_{352})-10*B_4=0;$$

$$70*(X_{451}+X_{452}+X_{551}+X_{552})-22*B_4=0;$$

$$70*(X_{1051}+X_{1052})-3*B_4=0;$$

$$70*(X_{1251}+X_{1252})-2.99*B_4=0;$$

$$70*(X_{1351}+X_{1352})-0.01*B_4=0;$$

al optimal solution found at step:
ctive value:

44
0.1930522E+11

Variable	Value	Reduced Cost
X411	0.0000000	7706.528
X412	0.0000000	-0.4721680
X511	0.0000000	7706.425
X512	439.3258	0.0000000
X611	0.0000000	7706.673
X612	286.5169	0.0000000
X711	0.0000000	7706.332
X712	706.7416	0.0000000
X811	0.0000000	7706.720
X812	48.70787	0.0000000
X1511	0.0000000	7706.423
X1512	142.1124	0.0000000
X1611	0.0000000	7707.097
X1612	19.10112	0.0000000
X1811	0.0000000	7706.606
X1812	57.30337	0.0000000
X2211	0.0000000	7704.340
X2212	0.1910112	0.0000000
X221	0.0000000	22543.93
X222	300.0000	0.0000000
X431	511.4286	0.0000000
X432	0.0000000	7983.522
X531	117.1429	0.0000000
X532	0.0000000	7983.419
X131	914.2857	0.0000000
X132	0.0000000	7983.785
X331	314.2857	0.0000000
X332	0.0000000	7983.800
X931	142.0000	0.0000000
X932	0.0000000	7984.000
X1931	0.8571429	0.0000000
X1932	0.0000000	7984.000
X441	0.0000000	14439.73
X442	0.0000000	-0.2749023
X541	0.0000000	14439.62
X542	184.8489	0.0000000
X641	0.0000000	14440.03
X642	277.2733	0.0000000
X1141	0.0000000	14439.85
X1142	203.3338	0.0000000
X1441	0.0000000	14439.85
X1442	0.3696978	0.0000000
X1741	0.0000000	14439.85
X1742	92.05474	0.0000000
X2041	0.0000000	14439.85
X2042	129.3942	0.0000000
X2141	0.0000000	14439.85
X2142	776.3653	0.0000000
X451	188.5714	0.0000000
X452	0.0000000	60109.57
X551	0.0000000	-0.5341797
X552	0.0000000	60109.47
X151	274.2857	0.0000000
X152	0.0000000	60109.76
X351	85.71429	0.0000000
X352	0.0000000	60109.85
X1051	25.71429	0.0000000
X1052	0.0000000	60109.50
X1251	25.62857	0.0000000
X1252	0.0000000	60109.50
X1351	0.8571429E-01	0.0000000
X1352	0.0000000	60109.50
X911	0.0000000	7873723.

X912	0.0000000	7873723.
X1011	0.0000000	1490922.
X1012	0.0000000	1490922.
X1111	0.0000000	9773820.
X1112	0.0000000	9773820.
X1211	0.0000000	993947.8
X1212	0.0000000	993947.8
X1311	0.0000000	0.1014655E+09
X1312	0.0000000	0.1014655E+09
X1411	0.0000000	0.1475433E+08
X1412	0.0000000	0.1475433E+08
X1711	0.0000000	9276846.
X1712	0.0000000	9276846.
X1911	0.0000000	0.1068494E+09
X1912	0.0000000	0.1068494E+09
X2011	0.0000000	7454608.
X2012	0.0000000	7454608.
X2111	0.0000000	0.2693101E+08
X2112	0.0000000	0.2693101E+08
B1	1700.000	0.0000000
B2	2000.000	0.0000000
B3	1663.640	0.0000000
B4	600.0000	0.0000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1930522E+11	1.000000
2	0.0000000	-0.1777335E+08
3	0.0000000	-1622004.
4	0.0000000	-9148533.
5	463.6400	0.0000000
6	0.0000000	-9430389.
7	11.42857	0.0000000
8	0.0000000	0.0000000
9	600.0000	0.0000000
10	0.0000000	0.1099803E+08
11	758.6824	0.0000000
12	236.2098	0.0000000
13	43.25843	0.0000000
14	151.2921	0.0000000
15	358.0000	0.0000000
16	74.28571	0.0000000
17	196.6662	0.0000000
18	124.3714	0.0000000
19	4.914286	0.0000000
20	799.6303	0.0000000
21	57.88764	0.0000000
22	80.89888	0.0000000
23	27.94526	0.0000000
24	192.6966	0.0000000
25	499.1429	0.0000000
26	95.60578	0.0000000
27	173.6347	0.0000000
28	899.8090	0.0000000
29	1783.124	0.0000000
30	5465.613	0.0000000
31	0.0000000	4.141449
32	0.0000000	0.0000000
33	0.0000000	23206.32
34	0.0000000	113890.1
35	0.0000000	-90148.40
36	0.0000000	179850.8
37	0.0000000	-581.4200
38	0.0000000	159529.8
39	0.0000000	165067.2
40	0.0000000	-1563127.
41	0.0000000	0.0000000
42	0.0000000	15192.53

43	0.0000000	108670.9
44	0.0000000	-113878.7
45	0.0000000	164758.0
46	0.0000000	164758.0
47	0.0000000	0.0000000
48	0.0000000	-171464.2
49	0.0000000	-81787.99
50	0.0000000	45253.25
51	0.0000000	45253.25
52	0.0000000	45253.25
53	0.0000000	45253.25
54	0.0000000	45253.25
55	0.0000000	0.0000000
56	0.0000000	14391.28
57	0.0000000	107869.7
58	0.0000000	-114679.9
59	0.0000000	163956.8
60	0.0000000	163956.8
61	0.0000000	163956.8