

26.326/H/06



TESIS

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA PT. "X"

Oleh:

INDRA DWIHARTO
NRP. 9102.201.205

RTMT
658.787
Dwi
P-1
2006



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	20-2-06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	224/181

PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2006

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA PT. "X"

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

Oleh:

**INDRA DWIHARTO
NRP. 9102.201.205**

Disetujui oleh Tim Penguji Tesis:

**Tanggal Ujian : 24 Januari 2006
Periode Wisuda: Maret 2006**



1. Dr. Ir. Moses L. Singgih, M.Reg.Sc. (Pembimbing)

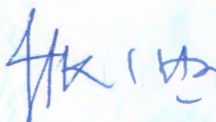


2. Dr. Ir. Udisubakti C., M.Eng.Sc. (Penguji)



3. Ir. Arman Hakim N., M.Eng. (Penguji)

Direktur Program Pascasarjana



4. Nurhadi Siswanto, ST., MSIE. (Penguji)



**Prof. Ir. Happy Ratna S., M.Sc., Ph.D.
NIP. 130 541 829**

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA PT. "X"

Oleh : Indra Dwiharto
NRP : 9102.201.205
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Moses L. Singgih, M.Reg.Sc.

ABSTRAK

PT. "X" merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan botol gelas. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi terdiri dari bahan baku impor dan bahan baku lokal. Bahan baku impor ini merupakan bahan baku utama, yaitu berupa *Soda Ash*, *Aluminium Hydroxide* dan *Sodium Sulfat*.

Produk yang dihasilkan memiliki tiga warna yang berbeda yaitu putih, hijau dan coklat. Selain dari variasi warna, produk botol gelas yang dihasilkan juga memiliki berbagai ukuran yang berbeda. Kendala yang dihadapi perusahaan dalam merancang sistem persediaan bahan baku adalah tidak adanya kepastian permintaan produk atau dapat dikatakan bahwa permintaan bersifat probabilistik. Ketidakpastian permintaan ini mengakibatkan perusahaan melakukan pemesanan bahan baku guna memenuhi kapasitas produksi maksimal untuk kurun waktu dua bulan.

Analisa pengendalian persediaan bahan baku dimulai dengan mencari model peramalan masing-masing bahan baku yang paling sesuai untuk pemakaian satu tahun ke depan. Metode peramalan yang digunakan adalah *simple moving average*, *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, metode *winter* dan metode *trend analysis*. Berdasarkan hasil peramalan tersebut, maka perkiraan pemakaian bahan baku dapat ditentukan yang selanjutnya digunakan sebagai masukan untuk menentukan jumlah pesanan yang optimal, titik pemesanan kembali dan persediaan pengaman yang optimal. Analisa pengendalian persediaan dilakukan pada tiga kondisi yang berbeda, yaitu kondisi optimis dengan asumsi 1 USD = Rp. 9.600,00, kondisi realistis dengan asumsi 1 USD = Rp.10.000,00, dan kondisi pesimis dengan asumsi 1 USD = Rp.12.000,00. Dari analisa perbandingan biaya persediaan yang dilakukan pada kondisi optimis dengan kondisi lalu dimana menggunakan asumsi nilai tukar rupiah yang sama, sistem yang diusulkan penulis membutuhkan investasi yang lebih kecil. Penghematan untuk bahan baku *Soda Ash* adalah sebesar 4,83%, *Aluminium Hydroxide* 15,63% dan *Sodium Sulfat* 7,41%.

Kata kunci: Analisa pengendalian persediaan, metode peramalan, perbandingan biaya persediaan.

RAW MATERIAL INVENTORY CONTROL AT PT. "X"

by : Indra Dwiharto
NRP : 9102.201.205
Thesis Advisor : Dr. Ir. Moses L. Singgih, M.Reg.Sc.

ABSTRACT

PT. "X" is a company dealing with the glass bottle manufacturing. Raw materials used in production process consisted of imported and locally raw materials. These imported materials, such as Soda Ash, Aluminum Hydroxide and Sodium Sulfate constituted the main materials in production process.

The products made in the company possessed three different color, green, white, and amber. Besides varying color, the glass bottle also has different sizes. The main constraint company recently faced in designing raw material inventory system was the probabilistic demand product occurred. The uncertainty of demand caused the company ordering raw material for two months maximum production capacity.

Inventory control analysis began by searching for the suitable forecasting method for each raw material to forecast the next period use. The forecasting methods applied in the analysis included simple moving average, single exponential smoothing, double exponential smoothing, winter method, and trend analysis. Based on forecasting output, raw materials usage for the next period can be properly estimated. This would become valuable input to determine the optimal order quantity, reorder point, and the optimal safety stock. Inventory control analysis was made in three different circumstances, namely optimistic condition with an assumption that 1USD = Rp.9.600, 00, realistic condition with an assumption that 1USD = Rp.10.000, 00 and pessimistic condition with an assumption that 1USD = Rp.12.000, 00. From the inventory total cost comparison between optimistic conditions versus the past condition in which the same exchange rate was used, the inventory system that the writer proposed required smaller amount of investment than the inventory system used in the company. Savings of the Soda Ash accounted for 4.83%, Aluminum Hydroxide 15.63%, and Sodium Sulfate 7.41%.

Keywords: Inventory control analysis, forecasting method, inventory total cost comparison.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas limpahan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “ PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA PT. ‘X’ ”, dengan baik.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah sudi meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan mendorong penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini, khususnya kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Happy Ratna S., M.Sc, Ph.D, selaku Direktur Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Program Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. Moses L. Singgih, M.Reg.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan perhatiannya.
4. Bapak Dr. Ir. Udisubekti C., M.Eng.Sc, selaku Dosen Penguji
5. Bapak Ir. I Ketut Gunarta , MT, selaku Dosen Penguji
6. Bapak Ir. Arman Hakim N., M.Eng., selaku Dosen Penguji
7. Bapak Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, selaku Dosen Penguji
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta, atas dorongan doa dan semangat, nasehat serta kasih sayang yang tiada henti yang sangat berharga dan berarti bagi penulis.

9. Pakde Dunidja dan Bude Ut, atas doa, perhatian, nasehat, dorongan semangat dan bantuan yang tak terhingga yang telah diberikan.
10. Kakakku Tini dan adik-adikku tersayang, Yani dan Ayas, terima kasih atas doa dan dorongan semangatnya.
11. Nunik & Mas Rahman, Mas Taufik & Mbak Dewi, atas doa dan bantuannya.
12. Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen dan karyawan MMT ITS yang telah memberikan dukungan dan membantu menyelesaikan tesis ini.
13. Sobat-sobatku : Mas'ud, Santi, Rurit, Nugroho, Ayu, Lawrence, Zainal, Reza, Wahyu dan pak Agus atas segala masukan dan bantuan yang diberikan.
14. Semua pihak yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu disini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan, karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu diharapkan saran maupun kritik yang bersifat konstruktif dari pembaca.

Hanya ucapan terima kasih dan doa yang bisa penulis sampaikan, semoga amal kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapatkan balasan yang lebih banyak dari Allah Subhanahu Wata'ala, Amien.

Surabaya, Januari 2006

Penulis,

DAFTAR ISI

JUDUL TESIS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan dan Asumsi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Peramalan.....	6
2.1.1 Pengertian Peramalan.....	6
2.1.2 Langkah-langkah Peramalan	7
2.1.3 Metode-metode dalam Peramalan	9
2.1.4 Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	10
2.1.4.1 Metode <i>Simple Moving Average</i> (Rata-rata Bergerak Sederhana)	10
2.1.4.2 Metode <i>Exponential Smoothing</i>	11
2.1.4.3 Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	12
2.1.4.4 Metode Winter	12
2.1.4.5 Metode <i>Trend Linear</i>	13
2.1.5 Pemilihan Model Yang Sesuai	14
2.2 Persediaan	15

2.2.1 Definisi Persediaan	15
2.2.2 Terminologi Sistem Persediaan	17
2.2.3 Biaya dalam Persediaan	18
2.2.4 Model Persediaan Deterministik	19
2.2.5 Model Persediaan Probabilistik	20
2.2.5.1 Jumlah Pesanan Optimal	21
2.2.5.2 Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan optimal (<i>Optimum probability of stock out</i>)	21
2.2.5.3 Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder Point</i>)	22
2.2.5.4 Ekspektasi Kekurangan Persediaan	23
2.2.5.5 Jumlah Persediaan Penyangga (<i>Safety Stock</i>)	24
2.2.5.6 Biaya Pembelian Barang (<i>Purchasing Cost</i>)	24
2.2.5.7 Biaya Penyimpanan Barang (<i>Holding Cost</i>)	24
2.2.5.8 Biaya Pemesanan Barang (<i>Ordering Cost</i>)	24
2.2.5.9 Biaya Kekurangan Barang (<i>Stockout Cost</i>)	25
2.2.5.10 Jumlah Biaya Keseluruhan (<i>Total Cost</i>)	25
2.3. Klasifikasi ABC	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Survey Pendahuluan	27
3.2 Perumusan Masalah	27
3.3 Penetapan Tujuan	27
3.4 Studi Kepustakaan	28
3.5 Pengumpulan Data	28
3.6 Pengolahan Data	28
3.7 Perencanaan Persediaan	29
3.8 Kesimpulan dan Saran	30
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA	32
4.1 Peramalan Pemakaian Bahan Baku	32
4.1.1. Peramalan Pemakaian Bahan Baku <i>Soda Ash</i>	32
4.1.2 Peramalan Pemakaian Bahan Baku <i>Aluminium Hydroxide</i>	33
4.1.3 Peramalan Pemakaian Bahan Baku <i>Sodium Sulfat</i>	35
4.2 Pengujian Distribusi Pemakaian Bahan Baku Selama <i>Lead Time</i>	37

4.2.1 Soda Ash.....	37
4.2.2 Almunium Hydroxide	38
4.2.3. Sodium Sulfat.....	39
4.3 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku	39
4.3.1 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Optimis.....	40
4.3.1.1 Soda Ash.....	40
4.3.1.2 Almunium Hydroxide	47
4.3.1.3 Sodium Sulfat	53
4.3.2 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Realistis.....	58
4.3.2.1 Soda Ash.....	59
4.3.2.2 Almunium Hydroxide	65
4.3.2.3 Sodium Sulfat	71
4.3.3 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Pesimis	76
4.3.3.1 Soda Ash.....	77
4.3.3.2 Almunium Hydroxide	82
4.3.3.3 Sodium Sulfat	88
4.4 Analisa Perbandingan Biaya Persediaan	93
4.4.1 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Optimis	94
4.4.2 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Realistis	95
4.4.3 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Pesimis.....	96
4.4.4 Perbandingan Kondisi Optimis dengan Kondisi Realistis	97
4.4.5 Perbandingan Kondisi Optimis dengan Kondisi Pesimis	98
4.4.6 Perbandingan Kondisi Realistis dengan Kondisi Pesimis	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Plot Data Pemakaian Soda Ash.....	32
Gambar 4.2 Plot Data Pemakaian Almunium Hydroxide.....	34
Gambar 4.3 Plot Data Pemakaian Sodium Sulfat.....	35
Gambar 4.4 Plot dan Uji Kenormalan Kebutuhan Bahan Baku Soda Ash selama <i>lead time</i> (waktu tunggu).....	37
Gambar 4.5 Plot dan Uji Kenormalan Kebutuhan Bahan Baku Almunium Hydroxide selama <i>lead time</i> (waktu tunggu).....	38
Gambar 4.6 Plot dan Uji Kenormalan Kebutuhan Bahan Baku Sodium Sulfat selama <i>lead time</i> (waktu tunggu).....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Peramalan untuk Soda Ash.....	33
Tabel 4.2	Hasil Peramalan untuk Almunium Hydroxide.....	34
Tabel 4.3	Hasil Peramalan untuk Sodium Sulfat.....	35
Tabel 4.4	Hasil Peramalan Pemakaian Bahan Baku.....	36
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Soda Ash.....	45
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Almunium Hydroxide.....	52
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Sodium Sulfat.....	57
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Soda Ash.....	63
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Almunium Hydroxide.....	70
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Sodium Sulfat.....	75
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Soda Ash.....	80
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Almunium Hydroxide.....	87
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan untuk Bahan Baku Sodium Sulfat.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Peramalan Pemakaian Bahan Baku dengan Menggunakan Program	
Minitab.....	A-1
A.1 Bahan Baku Soda Ash.....	A-1
A.2 Bahan Baku Almunium Hydroxide.....	A-8
A.3 Bahan Baku Sodium Sulfat.....	A-15
Lampiran B Perhitungan Biaya-biaya Persediaan.....	B-1
B.1 Biaya Pembelian (<i>Purchasing Cost</i>).....	B-1
B.1.1 Untuk Soda Ash.....	B-1
B.1.2 Untuk Almunium Hydroxide.....	B-1
B.1.3 Untuk Sodium Sulfat.....	B-2
B.2. Biaya Pemesanan (<i>Ordering Cost</i>).....	B-2
B.2.1. Biaya Pemesanan Soda Ash.....	B-2
B.2.2 Biaya Pemesanan Almunium Hydroxide.....	B-5
B.2.3. Biaya Pemesanan Sodium Sulfat.....	B-6
B.3. Biaya Penyimpanan (<i>Holding Cost</i>).....	B-6
B.2.1. Biaya Penyimpanan Soda Ash.....	B-6
B.2.2 Biaya Penyimpanan Almunium Hydroxide.....	B-7
B.2.3. Biaya Penyimpanan Sodium Sulfat.....	B-7
B.4. Biaya Akibat Tidak Adanya Bahan Baku dalam Gudang (<i>Stockout Cost</i>).....	B-8
B.4.1. Stockout Cost Pada Kondisi Optimis.....	B-8
B.4.2. Stockout Cost Pada Kondisi Realistis.....	B-14
B.4.3. Stockout Cost Pada Kondisi Pesimis.....	B-18
Lampiran C Data Pemakaian Bahan Baku.....	C-1
Lampiran D Tabel Distribusi Normal.....	D-1
Lampiran E Tabel Ordinat Distribusi Normal.....	E-1

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Dalam era globalisasi, tingkat persaingan dalam dunia industri menjadi semakin ketat karena dengan globalisasi maka pesaing yang dihadapi oleh perusahaan dalam suatu industri tidak hanya berasal dari dalam negeri, tetapi juga perusahaan dari luar negeri akan masuk untuk berkompetisi langsung. Agar tidak kalah dalam persaingan yang terjadi, maka perusahaan harus memiliki strategi yang tepat dalam mengelola sumber daya yang dimilikinya.

Dalam menjalankan proses produksinya, banyak sekali masalah yang ditemui oleh perusahaan manufaktur. Salah satu masalah yang sangat penting adalah masalah persediaan bahan baku, karena hal tersebut berpengaruh secara langsung terhadap kelancaran produksinya. Bila persediaan bahan baku terlalu besar akan menambah resiko bagi perusahaan atau merupakan tindakan pemborosan karena biaya yang dikeluarkan untuk penanganan bahan baku akan semakin besar, demikian pula sebaliknya persediaan bahan baku yang terlalu kecil juga dapat merugikan perusahaan karena dapat menyebabkan terhentinya produksi yang dilakukan bila terjadi kekurangan bahan baku. Oleh sebab itu, pengelolaan persediaan harus dilakukan dengan baik dan hati-hati sehingga tidak mempengaruhi jalannya produksi.

Pada penelitian ini akan dianalisa mengenai penanganan pengendalian persediaan pada PT. "X" yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan kemasan gelas dalam bentuk botol. Produk botol yang dihasilkan oleh

PT. "X" memiliki tiga warna yang berbeda yaitu putih, hijau dan coklat. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi ada 13 (tiga belas) jenis, yang terbagi ke dalam bahan baku impor dan bahan baku lokal. Untuk bahan baku impor ini merupakan bahan baku utama yang digunakan pada produksi ketiga jenis botol tersebut, yaitu *Soda Ash*, *Alumunium Hydroxide* dan *Sodium Sulfat*, dimana ketiganya memiliki harga paling tinggi dibandingkan bahan baku yang lain.

Kendala yang dihadapi perusahaan dalam merancang sistem persediaan bahan baku adalah tidak adanya kepastian permintaan produk, karena produk yang dihasilkan bervariasi dari warna dan ukuran, atau dapat dikatakan bahwa permintaan bersifat probabilistik. Ketidakpastian ini menyebabkan perusahaan melakukan pemesanan guna memenuhi kapasitas produksi maksimal untuk kurun waktu dua bulan. Dampaknya adalah *cash flow* kurang lancar dan biaya modal/*cost of capital* yang tinggi. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan persediaan bahan baku yang baik untuk meminimalisir hal-hal tersebut di atas.

1.2 Perumusan Masalah

Tesis ini mengajukan suatu permasalahan pengendalian persediaan bahan baku pada PT. "X" sehingga diketahui tingkat persediaan bahan baku yang optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan model peramalan pemakaian bahan baku yang sesuai untuk PT. "X"

2. Menentukan jumlah pesanan, titik pemesanan kembali, dan safety stock yang optimal.
3. Memperkirakan total biaya persediaan yang optimal di masa yang akan datang.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka diharapkan dapat memberikan sumbangan positif bagi perusahaan sebagai berikut:

1. Dengan adanya metode peramalan yang sesuai maka investasi perusahaan terhadap biaya material akan dapat direncanakan secara ekonomis.
2. Mengetahui perkiraan kebutuhan bahan baku di masa mendatang secara lebih akurat.
3. Dapat memperkirakan strategi pengelolaan persediaan untuk tercapainya keseimbangan dalam proses produksi, sehingga dengan demikian biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir.

1.5 Batasan dan Asumsi

Untuk lebih memfokuskan pembahasan masalah dalam penelitian ini, maka digunakan batasan dan asumsi sebagai berikut:

Batasan:

1. Permasalahan persediaan hanya sebatas pada tiga bahan baku yang memiliki kontribusi terbesar.
2. Data pemakaian bahan baku yang digunakan adalah data antara Januari 2001 sampai dengan Juni 2005.

Asumsi:

1. *Demand* berdistribusi normal selama periode perhitungan dilakukan
2. Penerimaan bahan dianggap sesuai dengan jumlah yang dipesan
3. Biaya yang terlibat diantara berbagai proses persediaan bahan baku dianggap sama pada setiap periode.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara singkat, sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai apa yang menjadi latar belakang permasalahan, tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan, beserta batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dari penelitian yang dilakukan. Beberapa teori tersebut antara lain mengenai Peramalan beserta prosedur dan metodenya, Pengendalian Persediaan dan teori-teori lain yang relevan dengan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah dari penelitian yang dilakukan, beserta metode dan *tool* yang digunakan pada masing-masing langkah tersebut.

BAB IV. ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini akan ditampilkan hasil pengumpulan data yang berhubungan dengan pengendalian persediaan beserta dengan pengolahan data dan hasilnya.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan dibuat beberapa kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dilakukan dan usulan pemilihan metode yang tepat untuk peramalan kebutuhan bahan baku dan pengendalian persediaannya sesuai dengan tujuan dan latar belakang dari dilaksanakannya penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peramalan

2.1.1. Pengertian Peramalan

Peramalan adalah mengestimasi tingkat permintaan suatu produk atau beberapa produk untuk periode mendatang. Dapat berupa penggunaan data historis yang kemudian diproyeksikan untuk masa depan dengan berbagai model matematis (model kuantitatif) dapat pula bersifat subyektif atau berdasarkan intuisi (model kualitatif), atau bahkan berupa kombinasi dari kedua model tersebut.

Peramalan adalah suatu hal yang vital dalam setiap organisasi bisnis dalam menentukan keputusan yang signifikan. Peramalan dijadikan dasar dalam setiap perencanaan yang akan datang, misalnya bagian pemasaran bergantung pada peramalan penjualan untuk merencanakan produk baru, bagian produksi menggunakan ramalan dalam perencanaan kapasitas.

Pada semua tehnik peramalan, tahapan-tahapan dasar yang harus dilakukan adalah:

1. Menentukan kegunaan peramalan
2. Memilih besaran yang akan diramalkan
3. Menentukan jangka waktu peramalan
4. Memilih tehnik peramalan
5. Mengumpulkan data-data yang diperlukan
6. Validasi model peramalan

7. Melakukan peramalan

8. Menerapkan dan memonitor hasil peramalan.

Berdasarkan waktu, peramalan dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Peramalan Jangka Pendek : waktu peramalan antara 3 – 6 bulan
2. Peramalan Jangka Menengah : waktu peramalan antara 6 bulan – 3 tahun
3. Peramalan Jangka Panjang : waktu peramalan lebih dari 3 tahun

Metode kuantitatif adalah metode peramalan yang didasarkan pada perhitungan matematis dan statistik dengan menggunakan data historis. Metode kualitatif adalah metode peramalan yang pengembangannya berdasarkan estimasi subyektif atau opini para ahli.

2.1.2. Langkah-langkah Peramalan

Langkah-langkah dalam sistem peramalan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data masa lalu

Berkaitan dengan peramalan permintaan, maka data masa lalu yang dikumpulkan adalah data aktual yang berupa data kebutuhan baku.

2. Identifikasi pola historis dari data aktual

Sebelum memilih suatu model peramalan tertentu, sebaiknya kita mengidentifikasi pola historis dari data aktual permintaan itu. Dalam hal ini kita membuat plot data aktual ke dalam grafik. Sehingga dapat diketahui pola datanya.

Pola data dapat dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu:

- a. Pola horizontal (H), terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan (deret seperti itu adalah stasioner terhadap nilai rata-ratanya).

- b. Pola musiman (S), terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu).
 - c. Pola siklis (C), terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomis jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis.
 - d. Pola Trend (T), terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.
 - e. Pola Acak/Random (R), terjadi bilamana pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu.
3. Memilih model peramalan yang sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan dan melakukan analisis berdasarkan peramalan yang dipilih.

Ada banyak metode yang tersedia, kita harus menentukan metode mana yang digunakan untuk masing-masing keadaan. Metode peramalan yang baik adalah yang memberikan hasil penyimpangan yang terkecil antara hasil peramalan dengan nilai kenyataannya.

4. Penerapan Metode Peramalan

Data masa lalu dimasukkan dalam model yang dapat menghasilkan suatu peramalan dengan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan, antara lain terdiri dari perubahan kebijakan-kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk perubahan kebijakan pemerintah dan perkembangan potensi masyarakat.

5. Evaluasi

Peramalan yang telah dilakukan dibandingkan dengan hasil nyata untuk menilai ketepatan penggunaan suatu metode, sehingga dapat ditentukan perlu tidaknya dilakukan perbaikan.

2.1.3. Metode-metode dalam Peramalan

Pada umumnya peramalan dapat digolongkan dalam beberapa segi tergantung sudut pandangnya, yaitu berdasarkan sifat-sifat penyusunannya. Pembagian jenis peramalan berdasarkan penyusunannya digolongkan atas dua macam, yaitu:

1. Peramalan subjektif, merupakan peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya. Peramalan jenis ini biasanya dilakukan oleh orang yang sudah berpengalaman di bidangnya, karena tidak berpegang pada teori apapun. Keandalan dari penyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil peramalan.
2. Peramalan objektif, yaitu peramalan yang didasarkan pada data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan tehnik dan metode penganalisaan tertentu.

Sedangkan berdasarkan sifatnya, jenis peramalan digolongkan menjadi dua, yaitu:

1. Peramalan kualitatif, yaitu peramalan yang didasarkan pada data kualitatif masa lalu. Hasil peramalan ini didasarkan pada pemikiran yang bersifat intuitif, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya. Biasanya peramalan secara kualitatif didasarkan atas hasil penyelidikan, seperti *Delphi*, *S-Search* dan *morphological search* atau didasarkan atas ciri-diri normatif seperti *Decision Matrices/Decision Trees*.

2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang didasarkan pada data kuantitatif masa lalu.

Tehnik yang dipakai dalam pembahasan ini adalah peramalan yang didasarkan atas analisa *time series* (deret waktu). Model-model peramalan dengan analisa *time series* adalah model peramalan dengan kejadian-kejadian di waktu yang akan datang dengan dasar serangkaian data masa lalu.

2.1.4 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisis deret waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut terdiri dari komponen-komponen Trend (T), Siklus (C), pola Musiman (S) dan Variasi Acak/*Random* (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Komponen-komponen tersebut kemudian dipakai sebagai dasar dalam membuat persamaan matematis. Analisis deret waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan di masa lalunya cukup konsisten dalam periode waktu yang lama, sehingga diharapkan pola tersebut masih akan tetap berlanjut.

2.1.4.1. Metode *Simple Moving Average* (Rata-rata Bergerak Sederhana)

Tujuan utama dari penggunaan rata-rata bergerak sederhana adalah untuk menghilangkan atau mengurangi keacakan dalam deret waktu. Tujuan ini dicapai dengan merata-ratakan beberapa nilai data bersama-sama dengan cara mana kesalahan-kesalahan positif dan negatif yang mungkin terjadi dapat dihilangkan. Tehnik peramalan dengan metode rata-rata bergerak sederhana dapat direpresentasikan dengan formula matematis sebagai berikut:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

F_t : Nilai ramalan untuk periode berikutnya

n : Jumlah periode yang dirata-ratakan

A_{t-1} : Periode sebelumnya

A_{t-2}, A_{t-3} , dan A_{t-n} : Dua periode, tiga periode dan seterusnya sampai n periode sebelumnya

2.1.4.2. Metode *Exponential Smoothing*

Metode exponential smoothing memperhatikan adanya karakteristik tertentu yang menunjukkan fluktuasi, oleh karena itu diperlukan adanya satu faktor penyesuaian akibat adanya fluktuasi tersebut yang dikenal dengan *Smoothing Constant* (α). Nilai konstanta ini tergantung pada tingkat fluktuasi data yang dimiliki, dimana penentuan nilai yang tepat seringkali digunakan trial and error.

Model *Exponential Smoothing* dengan parameter α digambarkan dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$F_n = \alpha Y_{n-1} + (1 - \alpha)F_{n-1} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

F_n : nilai peramalan untuk periode n

F_{n-1} : nilai peramalan pada satu periode sebelumnya ($n-1$)

Y_{n-1} : nilai riil pada satu periode sebelumnya ($n-1$)

α : konstanta pemulusan (*smoothing constant*) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

n : jumlah periode peramalan

2.1.4.3. Metode *Double Exponential Smoothing*

Metode ini digunakan bila data tidak mengandung pola musiman, siklus ataupun variasi yang lain tidak ditentukan. Perumusan secara matematis sebagai berikut:

$$F_n = \alpha Y_{n-1} + (1 - \alpha) F_{n-1} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$F_n = \alpha f_{n-1} + (1 - \alpha) F_{n-1} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$F_{n+1} = F_n$$

2.1.4.4. Metode Winter

Model ini mengakomodasi pola data berupa kecenderungan dan musiman, dengan rumusan yang dipakai adalah:

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + p T_t) S_{t-L+p} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_t - L} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma) S_{t-L} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : $\hat{Y}_{t+p}$ = peramalan pada periode p

A_t = nilai pemulusan yang baru

T_t = perkiraan kecenderungan

S_t = perkiraan musiman

α = konstanta pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

β = konstanta pemulusan untuk kecenderungan ($0 < \beta < 1$)

γ = konstanta pemulusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)

p = periode yang diramalkan

L = panjang dari musiman

2.1.4.5. Metode *Trend Linear*

Trend menunjukkan pola perubahan pada jangka panjang yang bisa bersifat positif jika menunjukkan pertambahan dan sebaliknya bersifat negatif jika menunjukkan pengurangan dengan berjalannya waktu. Terdapat beberapa metode trend yang biasa digunakan untuk peramalan diantaranya adalah metode *trend linear least squares*, *trend parabolik* dan *trend exponential*, dimana masing-masing mempunyai karakteristik tertentu. Diantara ketiga metode *trend* tersebut, metode *trend linear least square* adalah yang paling sering digunakan dalam peramalan.

Model *trend linear least squares* direpresentasikan dalam bentuk formula matematis berikut:

$$\hat{Y} = a + b(X) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

$\hat{Y}$ = nilai hasil peramalan (nilai *trend* atau nilai *forecast*)

a = nilai konstanta

b = slope yang menunjukkan kecondongan garis trend

X = tahun (waktu)

nilai a dan b pada persamaan di atas diperoleh dengan menggunakan formula matematis berikut:

$$\sum Y = na + b\sum X$$

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2$$

selanjutnya dengan operasi matematika sederhana dari kedua persamaan di atas, dapat diperoleh formula sederhana berikut:

$$a = \frac{\sum Y}{n} \quad ; \quad b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

2.1.5 Pemilihan Model Yang Sesuai

Dalam memilih model peramalan yang sesuai dilakukan dengan melihat mana yang memiliki nilai terkecil tiga ukuran penilaian sebagai berikut:

1. Mean Absolut Deviation (MAD)

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

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana:

Y_i : permintaan aktual pada periode i

$\hat{Y}_i$: ramalan permintaan untuk periode i

n : jumlah periode yang terlibat

2. Mean Square Deviation (MSD)

Mean Square Deviation dihitung dengan menjumlahkan kesalahan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode.

MSD dapat dirumuskan sebagai:

$$MSD = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis *MAPE* dapat dirumuskan sebagai:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.2. Persediaan

2.2.1. Definisi Persediaan

Dari beberapa literatur terdapat beberapa pernyataan yang mendefinisikan persediaan, diantaranya:

- *"Inventory as material held in an idle or incomplete state awaiting future sale or use (in the most sense, inventory is any idle resources)."* (Tersine, 1994)
- *"Raw material, semifinished parts and assemblies, and finished goods that are in the production system at any point in this time."* (Elsayed, 1994)
- *"Inventory is physical stock of physical goods held at spesific location at spesific time."* (McLeavey, et al, 1985)

Dari beberapa definisi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa persediaan adalah sumber daya yang dalam keadaan menganggur, yang berupa material, produk setengah jadi dan produk jadi, yang disimpan pada lokasi tertentu dan waktu tertentu untuk diproses lebih lanjut.

Pengendalian persediaan yang tepat akan memberikan kontribusi yang cukup berarti bagi sebuah perusahaan. Ini dapat dilihat dari fungsi yang dimunculkan dari persediaan (Tersine, 1994), yaitu:

1). Faktor waktu .

Terjadi akibat selang waktu yang panjang antara proses produksi dan distribusi sebelum produk sampai ke tangan konsumen. Dengan adanya persediaan, waktu tunggu yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen dikurangi.

2). Faktor diskontinuitas .

Persediaan akan dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan apabila terdapat diskontinuitas dalam pengiriman dari pihak pemasok.

3). Faktor Ketidakpastian.

Perusahaan akan mempunyai proteksi terhadap kejadian yang tidak terduga atau tidak terencana seperti kesalahan dalam mengantisipasi permintaan.

4). Faktor ekonomi.

Persediaan memungkinkan pihak perusahaan untuk mengambil keuntungan dari alternatif-alternatif pemotongan biaya, antara lain perusahaan dapat membeli atau memproduksi barang dalam jumlah yang ekonomis.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, fungsi persediaan dapat dikategorikan ke dalam salah satu kategori berikut:

- Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman atau sering pula disebut sebagai *buffer stock* adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan

dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi ketidakpastian tersebut akan menjadi kekurangan persediaan (*stockout*).

- Persediaan Antisipasi (*anticipation stock*)

Persediaan antisipasi/jaga-jaga atau sering pula disebut sebagai *stabilization stock* adalah persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.

2.2.2. Terminologi Sistem Persediaan

1. Permintaan.

Setiap keputusan mengenai persediaan selalu dibuat berdasarkan besarnya permintaan yang akan datang. Permintaan dapat bersifat deterministik atau probabilistik, statis atau dinamis. Tingkat permintaan merupakan jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan setiap satu satuan waktu.

2. Lead Time

Lead time merupakan interval waktu antara saat dilakukan pemesanan dan saat diterima dalam sistem persediaan.

3. Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Reorder Point adalah titik atau jumlah persediaan saat dilakukan pemesanan untuk pengadaan persediaan. *Reorder point* merupakan fungsi dari *lead time* permintaan.

4. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Safety stock merupakan persediaan yang diadakan untuk menghindari kehabisan persediaan (*stockout*) yang disebabkan oleh tidak pastinya permintaan atau proses pasokan dari *supplier*.

2.2.3. Biaya dalam Persediaan

Tujuan manajemen persediaan adalah untuk menyediakan jumlah material yang tepat dalam *lead time* yang tepat dengan biaya yang rendah. Biaya persediaan merupakan keseluruhan biaya operasi atas sistem persediaan.

Biaya persediaan didasarkan kepada parameter ekonomis yang relevan dengan jenis lainnya sebagai berikut:

- **Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)**

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan saat melakukan pembelian barang. Besarnya biaya ini tergantung pada jumlah barang dan harga satuan barang yang dibeli. Dalam sebagian besar teori sistem persediaan, komponen pembelian tersebut dimasukkan ke dalam biaya sistem persediaan karena diasumsikan harga satuan barang tidak dipengaruhi oleh besarnya jumlah barang yang dibeli sehingga tidak mempengaruhi optimalitas jumlah barang yang harus dibeli atau dipesan.

- **Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)**

Biaya pengadaan dibedakan menurut asal barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) jika berasal dari supplier, dan biaya pembuatan (*set up cost*) jika diperoleh dengan membuat sendiri. Biaya pemesanan diasumsikan tidak berubah secara langsung dengan jumlah pemesanan. Biaya membuat daftar permintaan, menganalisis supplier, membuat pesanan pembelian, penerimaan bahan, inspeksi bahan dan pelaksanaan proses transaksi merupakan bagian dari biaya pemesanan.

- **Biaya Simpan (*Holding Cost*)**

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan. Biaya

simpan dapat berupa biaya modal, pajak, asuransi, pemindahan persediaan, keuangan dan semua biaya yang dikeluarkan untuk memelihara persediaan.

Tujuan manajemen persediaan adalah meminimumkan biaya, oleh karena itu perusahaan perlu mengadakan analisis untuk menentukan tingkat persediaan yang dapat meminimumkan biaya atau paling ekonomis.

2.2.4. Model Persediaan Deterministik

Model deterministik digunakan pada kondisi permintaan yang tetap. Untuk menentukan kebijakan persediaan yang optimal, maka parameter-parameter yang dibutuhkan adalah :

- a. Permintaan
- b. Biaya Persediaan
- c. Waktu Tunggu

Pada model deterministik, semua parameter dan variabel diketahui atau bisa dihitung dengan pasti, sedangkan penambahan dan waktu tunggu dianggap konstan (Tersine, 1994). Model ini digunakan sebagai awal untuk mengetahui lebih dalam tentang persediaan atau kondisi idealisnya. Istilah-istilah yang dikenal dalam model ini adalah:

1) Jumlah Pesanan Optimal atau EOQ (*Economic Order Quantity*)

Yaitu jumlah pesanan yang meminimalkan biaya persediaan total. Disini total biaya persediaan per tahun dirumuskan sebagai berikut:

Total biaya tahunan = Biaya Pembelian + Biaya Pesan + Biaya Simpan

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{P} + \frac{HQ}{2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana : R = kebutuhan tahunan (unit)

P = biaya pembelian setiap jenis

C = biaya pemesanan tiap kali pesan

H = PF = biaya penyimpanan per unit per tahun

F = biaya penyimpanan



Q pada saat EOQ dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q = \frac{2CR}{H} = \frac{2CR}{PF} \dots\dots\dots(2.14)$$

2) Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Titik pemesanan kembali adalah tingkat persediaan bahan sewaktu dilaksanakan pemesanan kembali. Nilainya ditentukan berdasarkan dua variabel, yaitu waktu tunggu (L) dan tingkat kebutuhan (R). Rumus yang digunakan pada kondisi EOQ adalah :

$$B = \frac{RL}{12} \text{ (ekspresi bulan) } \dots\dots\dots(2.15)$$

$$B = \frac{RL}{52} \text{ (ekspresi minggu) } \dots\dots\dots(2.16)$$

2.2.5. Model Persediaan Probabilistik

Model persediaan probabilistik digunakan apabila permintaan dimasa datang tidak diketahui dengan pasti, tetapi dapat diketahui melalui masa lalu (Tersine, 1994). Pada persediaan probabilistik, permintaan bahan dan waktu tunggu merupakan variabel yang acak, sehingga faktor resiko dan ketidakpastian diperhitungkan dalam model-modelnya. Untuk itu diperlukan *safety stock* yang bertujuan untuk menghindari ketiadaan persediaan selama proses pemenuhan

permintaan produk, sebagai akibat dari keterlambatan pengiriman atau jumlah permintaan aktual lebih tinggi dari permintaan yang diperkirakan. Rumusan biaya dengan model probabilistik dijelaskan dibawah ini.

2.2.5.1. Jumlah Pesanan Optimal

Model ini digunakan bila permintaan pada waktu tunggu dan waktu tunggu mengikuti distribusi normal. Rumus yang dipergunakan untuk menghitung Q adalah:

$$Q = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B)]}{H}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana : R = kebutuhan tahunan (unit)

Q = perkiraan kebutuhan bahan selama satu periode

C = besarnya biaya pemesanan

A = biaya kekurangan bahan selama waktu tunggu

H = biaya penyimpanan

E(M>B) = ekspektasi kekurangan bahan

2.2.5.2. Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan optimal (*Optimum probability of stock out*)

Hal ini adalah kemungkinan yang paling optimal terjadinya kekosongan persediaan.

Rumus yang dipergunakan untuk menghitungnya adalah:

$$P(M>B) = P(S) = \frac{HQ}{AR} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$P(M \leq B) = 1 - P(M > B)$$

Berdasarkan tabel distribusi normal, maka dari probabilitas tersebut akan diperoleh nilai Z (deviasi normal standar).

2.2.5.3. Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Titik pemesanan kembali adalah suatu kondisi dari persediaan barang pada jumlah tertentu yang harus dilakukan pemesanan kembali bahan karena jumlahnya tidak mencukupi selama waktu tunggu pengadaan bahan dan akan mengganggu jalannya produksi. Dari nilai Z *probability of stock out* maka akan diperoleh nilai B dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{B - \bar{M}}{\sigma} \text{ sehingga } B = Z \sigma + \bar{M} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana : $\bar{M}$ = rata-rata permintaan bahan selama waktu tunggu.

σ = standar deviasi dari kebutuhan bahan selama waktu tunggu.

Yang mempengaruhi titik pemesanan kembali adalah permintaan selama waktu tunggu, tetapi permintaan dan waktu tunggu tidak selalu konstan. Rumus yang digunakan adalah:

$$B = M + S \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana : M = permintaan bahan selama waktu tunggu

S = persediaan penyangga

Bila permintaan variabel dan waktu tunggu konstan, maka rumus yang digunakan adalah :

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z \sigma \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana : $\bar{M} = \bar{D}L$ = rata-rata permintaan bahan selama waktu tunggu.

σ = standar deviasi dari kebutuhan bahan selama waktu tunggu.

Bila permintaan konstan dan waktu tunggu variabel, maka rumus yang digunakan yaitu:

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z \sigma \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana : $\bar{M} = D \bar{L}$ = rata-rata permintaan bahan selama waktu tunggu.

σ = standar deviasi dari kebutuhan bahan selama waktu tunggu.

Bila permintaan dan waktu tunggu variabel, maka rumus yang digunakan adalah:

$$B = \bar{M} + S = \bar{M} + Z \sigma \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana : $\bar{M} = \bar{D} \bar{L}$ = rata-rata permintaan bahan selama waktu tunggu.

$\bar{D}$ = rata-rata permintaan

$\bar{L}$ = rata-rata waktu tunggu

$$\sigma^2 = \bar{L} \sigma_D^2 + \bar{D}^2 \sigma_L^2$$

σ_D = standar deviasi dari distribusi permintaan

σ_L = standar deviasi dari distribusi waktu tunggu

2.2.5.4. Ekspektasi Kekurangan Persediaan

Ekspektasi ini dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E(M>B) = \sigma f \left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] + (M+B) g \left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right] \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana : $f \left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right]$ adalah tinggi fungsi padat peluang pada distribusi normal

$g \left[\frac{B - \bar{M}}{\sigma} \right]$ adalah fungsi distribusi kumulatif pada distribusi normal

2.2.5.5. Jumlah Persediaan Penyangga

Jumlah ini ditentukan oleh besarnya tingkat pemesanan kembali dan ekspektasi kebutuhan selama waktu tunggu. Bila kebutuhan selama waktu tunggu berdistribusi normal, maka besarnya ekspektasi persediaan penyangga adalah :

$$S = \int_0^{\infty} (B - M) f(M) dM = B - \bar{M} \dots\dots\dots(2.25)$$

2.2.5.6. Biaya Pembelian Barang (*Purchasing Cost*)

Besarnya biaya pembelian barang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$PC = R \times P \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana: P = biaya pembelian per unit

R = perkiraan kebutuhan bahan selama satu periode

2.2.5.7. Biaya Penyimpanan Barang (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$HC = H \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana : H = biaya penyimpanan per unit

2.2.5.8. Biaya Pemesanan Barang (*Ordering Cost*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya pemesanan barang adalah :

$$OC = \frac{RC}{Q} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana : C = besarnya biaya pemesanan setiap kali pesan

Q = jumlah pemesanan setiap kali pesan

R = perkiraan kebutuhan bahan selama satu periode

2.2.5.9. Biaya Kekurangan Barang (*Stockout Cost*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya kekurangan barang adalah :

$$SC = \frac{AR E(M > B)}{Q} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana : A = biaya kekurangan persediaan selama waktu tunggu

2.2.5.10. Jumlah Biaya Keseluruhan (*Total Cost*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah biaya keseluruhan adalah sebagai berikut:

Total Biaya = Biaya Pembelian + Biaya Simpan + Biaya Pesan + Biaya Kekurangan

$$TC = P + H + C + SC \dots\dots\dots(2.30)$$

$$TC = RP + \frac{R}{Q} [C + AE(M > B)] + \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \dots\dots\dots(2.31)$$

2.3. Klasifikasi ABC

Dalam suatu kelompok tertentu, sebagian kecil item pada kelompok mempunyai kontribusi nilai yang besar terhadap keseluruhan nilai pada kelompok tersebut. Sebagai contoh, 20% dari penduduk di suatu negara mengasai sebanyak 80% dari total kekayaan negara tersebut. Kenyataan tersebut menjadi konsep yang dapat dianalogikan pada kondisi sistem persediaan dalam rangka upaya pengendaliannya. Persediaan yang ada dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Item A.

Kelompok ini adalah persediaan yang relatif terdiri dari sedikit item dengan nilai sekitar 60% - 80% dari keseluruhan nilai rupiah persediaan. Biasanya kelompok ini terdiri dari 15% sampai 20% dari total item persediaan yang ada.

2. Item B.

Kelompok ini adalah kelompok menengah yang terdiri dari 30% - 40% item dengan nilai 15%-20% dari nilai rupiah persediaan.

3. Item C.

Kelompok ini terdiri dari sebagian besar persediaan yang ada, biasanya sekitar 60% - 65% dengan nilai hanya berkisar antara 5% sampai 10% dari total nilai rupiah persediaan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian memberikan gambaran proses penelitian secara menyeluruh yang dirancang secara sistematis sehingga mudah untuk diikuti alur pemikirannya. Tahap-tahap metodologi penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.1 Survey Pendahuluan

Penelitian dimulai dengan survey dan observasi lapangan, untuk mengetahui permasalahan yang ada pada perusahaan. Tahap ini penting dilakukan untuk membantu dalam perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian.

3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah disusun berdasarkan permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu bagaimana mengendalikan persediaan bahan baku pada PT. "X" sehingga diketahui tingkat persediaan bahan baku yang optimal (biaya minimum).

3.3 Penetapan Tujuan

Pada tahap ini ditetapkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian agar penelitian tidak keluar dari konteks permasalahan yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model peramalan pemakaian bahan baku yang sesuai untuk PT. "X", menentukan jumlah pesanan, titik pemesanan kembali, dan *safety stock*

yang optimal, serta memperkirakan total biaya persediaan yang optimal di masa yang akan datang.

3.4 Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan untuk mendapatkan landasan-landasan konseptual dan ilmiah dalam melakukan penelitian. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari konsep dan teori yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu berupa konsep dan teori tentang peramalan, persediaan dan analisa ABC.

3.5 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang akan digunakan untuk penelitian dan evaluasi. Adapun data-data yang dibutuhkan adalah :

1. Pemilihan bahan baku yang memiliki kontribusi tertinggi pada persediaan
2. Data pemakaian bahan baku selama 54 bulan, mulai bulan Januari 2001 sampai dengan bulan Juni 2005.
3. Data kebutuhan bahan baku selama waktu tunggu
4. Data harga beli bahan baku
5. Data mengenai gaji rata-rata per bulan dan jumlah tenaga kerja dari bagian departemen yang terkait dengan perhitungan pengendalian persediaan.

3.6 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan peramalan kebutuhan per bahan, karena bahan baku tersebut digunakan untuk beberapa produk dimana permintaan masing-masing

produk saling bergantian. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam peramalan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data historis pemakaian bahan baku kemudian dibuat plot data dalam bentuk grafik untuk mengetahui pola data tersebut.
2. Setelah polanya diketahui, langkah selanjutnya adalah memilih model peramalan yang sesuai dengan pola historis dari data aktual pemakaian bahan baku.
3. Pemilihan model dilakukan dengan menggunakan nilai parameter terkecil dari *Mean Absolute Percentage (MAPE)*, *Mean Absolute Deviation (MAD)*, dan *Mean Square Deviation (MSD)*.
4. Setelah model peramalan yang cocok diperoleh, berikutnya adalah dilakukan peramalan kebutuhan bahan baku untuk 1 tahun (12 bulan) ke depan.

3.7 Perencanaan Persediaan

Perencanaan sistem persediaan bahan baku dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Dalam menghitung jumlah pesanan optimal ($Q_{opt.}$), digunakan metode iterasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Iterasi pertama dicari nilai Q_1 dengan model deterministik, kemudian menentukan titik pemesanan kembali (B_1), $P(s)$ dan $E(M>B)$
 - Iterasi kedua, besar Q_2 dicari dengan model probabilistik, serta B_2 yang kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai $E(M>B_1)$.
 - Proses iterasi selanjutnya dilakukan dengan model probabilistik sebagaimana halnya pada iterasi kedua sampai diperoleh nilai $E(M>B_i)$

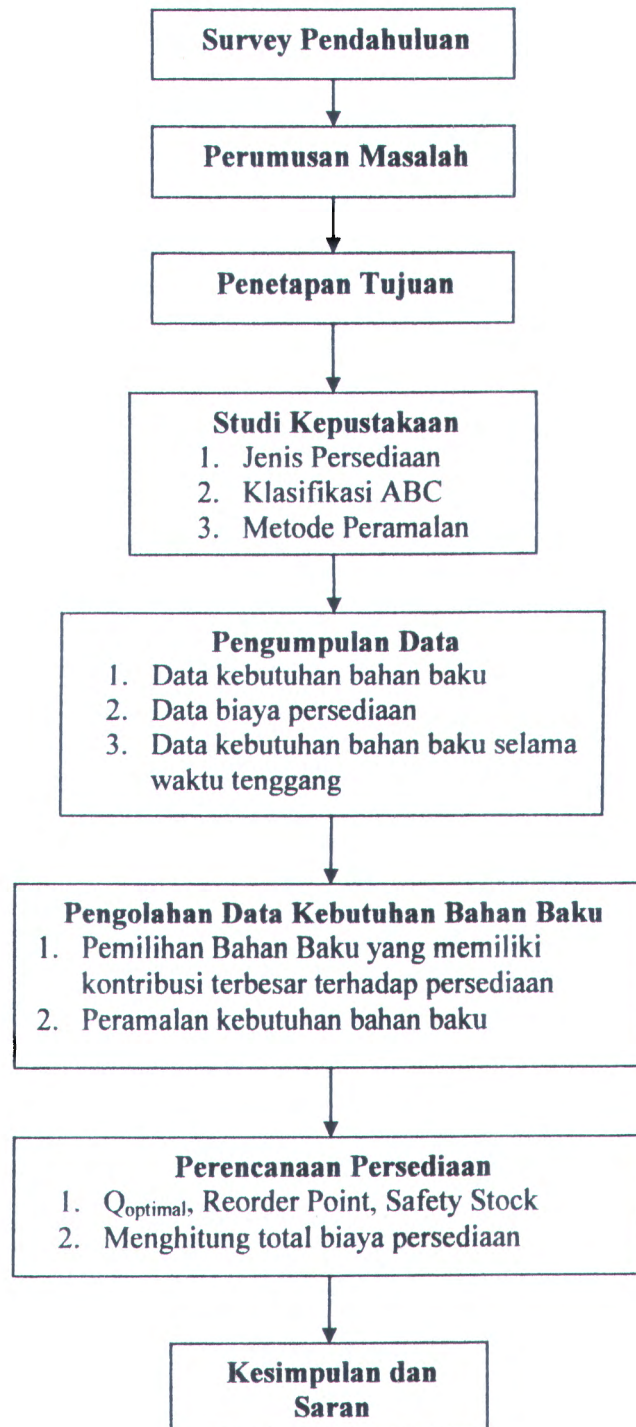
yang sama dengan $E(M > B_{i-1})$. Dengan kata lain, proses iterasi berhenti karena keadaan optimum telah tercapai.

- b. Menentukan besarnya persediaan pengaman (*safety stock*), yaitu persediaan tambahan yang harus diadakan untuk menjaga adanya kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku sebagai akibat adanya perbedaan pemakaian bahan baku selama waktu tunggu (*lead time*).
- c. Berikutnya adalah menghitung total biaya persediaan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan model peramalan yang telah ditentukan sebelumnya.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Hasil akhir dari penelitian ini adalah membuat kesimpulan yang diperoleh dari proses penelitian dan memberikan saran yang dapat digunakan perusahaan untuk memperbaiki perencanaan persediaan yang ada.

Secara diagram, metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

BAB IV

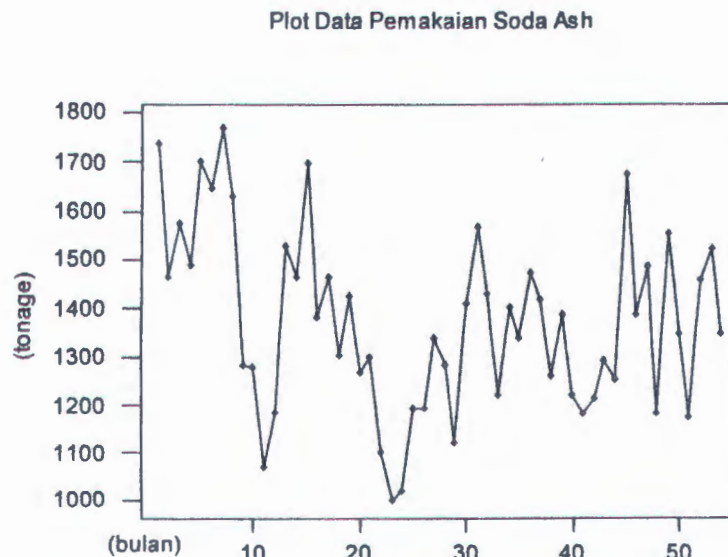
PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

4.1 Peramalan Pemakaian Bahan Baku

Peramalan pemakaian bahan baku untuk satu tahun (12 bulan) ke depan menggunakan data historis pemakaian bahan baku *Soda Ash* selama 54 bulan, yaitu mulai bulan Januari 2001 sampai dengan bulan Juni 2005. Sebagai dasar dalam penentuan metode peramalan yang akan digunakan adalah dengan melihat plot awal dari data historis yang ada.

4.1.1 Peramalan Pemakaian Bahan Baku *Soda Ash*

Untuk pemakaian bahan baku *Soda Ash*, plot data dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Plot Data Pemakaian Soda Ash

Dari gambar 4.1 terlihat bahwa pemakaian bahan baku *Soda Ash* mengandung komponen acak atau *random*. Oleh sebab itu, untuk menentukan metode peramalan yang paling sesuai didasarkan atas ukuran MAD, MSD dan MAPE dari tiap-tiap metode. Metode yang dipilih adalah metode yang menghasilkan nilai ukuran terkecil. Metode-metode yang akan dibandingkan antara lain: *Moving Average*, *Linear Trend Analysis*, *Quadratic Trend Analysis*, *Exponential Trend Analysis*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Winter*. Untuk memudahkan dalam melakukan peramalan, digunakan bantuan program Minitab dan hasilnya dapat dilihat di lampiran A.

Secara ringkas, hasil peramalan dari masing-masing metode untuk pemakaian bahan baku *Soda Ash* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Peramalan untuk *Soda Ash*

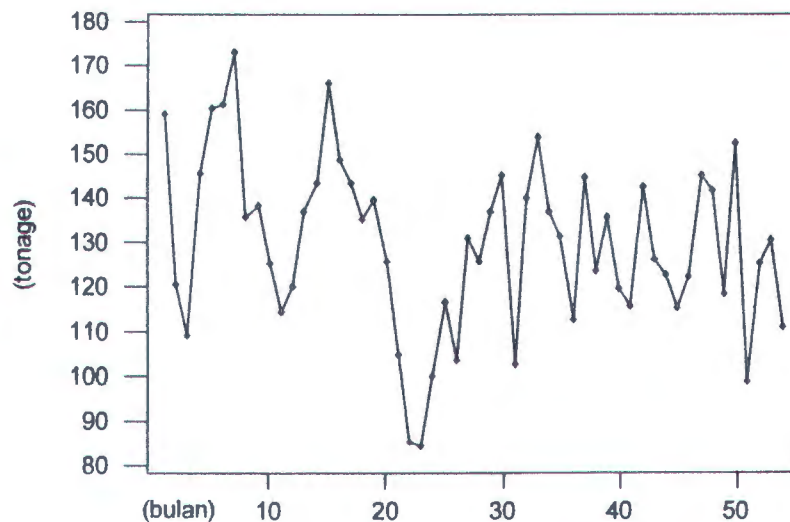
Metode	Nilai MAD	Nilai MSD	Nilai MAPE
Linear Trend Analysis	146,855	31.758,3	11,0317
Quadratic Trend Analysis	131,146	25.098,8	9,84757
Exponential Trend Analysis	147,306	31.828,9	10,9602
Moving Average	152,9	36.300,3	11,7
Single Exponential Smoothing	135,9	28.287,3	10,1
Double Exponential Smoothing	142,1	30.358,6	10,4
Winter	155,8	33.982,5	11,2

Dari tabel 4.1 dapat ditentukan bahwa metode terbaik untuk meramalkan pemakaian bahan baku *Soda Ash* adalah metode *Quadratic Trend Analysis*.

4.1.2 Peramalan Pemakaian Bahan Baku *Aluminium Hydroxide*

Untuk pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide*, plot data dapat dilihat pada gambar 4.2

Plot Data Pemakaian Almunium Hydroxide



Gambar 4.2. Plot Data Pemakaian Almunium Hydroxide

Secara ringkas, hasil peramalan dari masing-masing metode untuk pemakaian bahan baku *Almunium Hydroxide* dapat dilihat pada tabel 4.2.

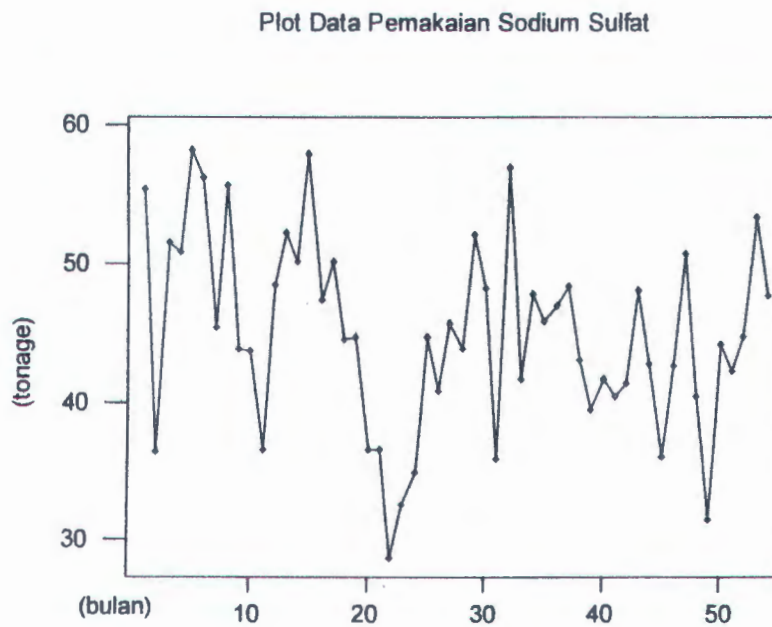
Tabel 4.2 Hasil Peramalan untuk *Almunium Hydroxide*

Metode	Nilai MAD	Nilai MSD	Nilai MAPE
Linear Trend Analysis	14,9837	352,436	12,2738
Quadratic Trend Analysis	14,9216	339,045	12,2001
Exponential Trend Analysis	15,1854	354,265	12,2832
Moving Average	16,853	401,519	13,733
Single Exponential Smoothing	16,233	352,741	13,032
Double Exponential Smoothing	17,094	422,657	13,508
Winter	18,228	475,195	14,448

Dari tabel 4.2 dapat ditentukan bahwa metode terbaik untuk meramalkan pemakaian bahan baku *Almunium Hydroxide* adalah metode *Quadratic Trend Analysis*.

4.1.3. Peramalan Pemakaian Bahan Baku Sodium Sulfat

Untuk pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat*, plot data dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3. Plot Data Pemakaian Sodium Sulfat

Secara ringkas, hasil peramalan dari masing-masing metode untuk pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Peramalan untuk *Sodium Sulfat*

Metode	Nilai MAD	Nilai MSD	Nilai MAPE
Linear Trend Analysis	5,24244	44,3141	12,4035
Quadratic Trend Analysis	4,98942	41,3345	11,8351
Exponential Trend Analysis	5,24760	44,5180	12,2628
Moving Average	5,7568	48,4495	13,5767
Single Exponential Smoothing	5,5991	45,5640	13,0846
Double Exponential Smoothing	5,8009	56,0899	13,1468
Winter	5,9693	52,7790	13,7852

Dari tabel 4.3 dapat ditentukan bahwa metode terbaik untuk meramalkan pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* adalah metode *Quadratic Trend Analysis*.

Hasil peramalan pemakaian bahan baku *Soda Ash*, *Aluminium Hydroxide* dan *Sodium Sulfat* untuk periode Juli 2005 sampai dengan Juni 2006 dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4. Hasil Peramalan Pemakaian Bahan Baku (ton)

Bulan	Bahan Baku (ton)		
	Soda Ash	Al. Hydroxide	Sodium Sulfat
Juli	1.481,04	130,163	45,8584
Agustus	1.499,05	130,808	46,1886
September	1.517,81	131,487	46,5437
Oktober	1.537,32	132,200	46,8967
November	1.557,58	132,947	47,2746
Desember	1.578,60	133,727	47,6684
Januari	1.600,36	134,541	48,0781
Februari	1.622,88	135,389	48,5031
Maret	1.646,15	136,270	48,5492
April	1.670,17	137,185	49,4026
Mei	1.694,94	138,134	49,8759
Juni	1.720,47	139,117	50,3651
Jumlah Total	19.126,37	1.611,968	575,2044

Dari hasil peramalan pemakaian bahan baku diketahui total peramalan pemakaian bahan baku Soda Ash untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan adalah 19.126,37 ton, sedangkan total peramalan pemakaian bahan baku untuk Aluminium Hydroxide selama 12 bulan (satu tahun) adalah 1.611,968 ton, dan total peramalan untuk Sodium Sulfat selama satu tahun adalah 575,2044 ton.

4.2. Pengujian Distribusi Pemakaian Bahan Baku Selama Lead Time

Pengujian distribusi pemakaian bahan baku Soda Ash, Aluminium Hydroxide dan Sodium Sulfat selama lead time (waktu tunggu) dilakukan untuk mengetahui apakah pemakaian bahan baku tersebut berdistribusi normal atau tidak. Pengujian distribusi ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan menggunakan software Minitab dalam perhitungannya.

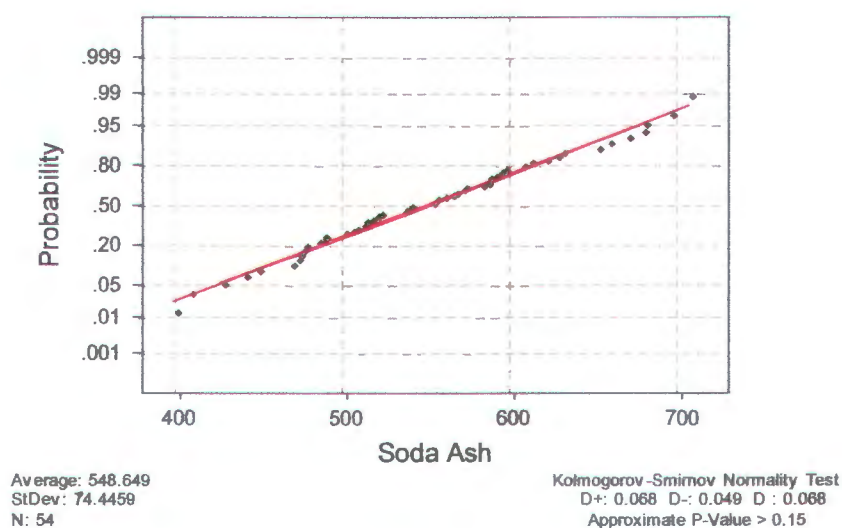
Hipotesa yang dipakai:

H_0 : Data kebutuhan bahan baku berdistribusi normal

H_1 : Data kebutuhan bahan baku tidak berdistribusi normal

4.2.1 Soda Ash

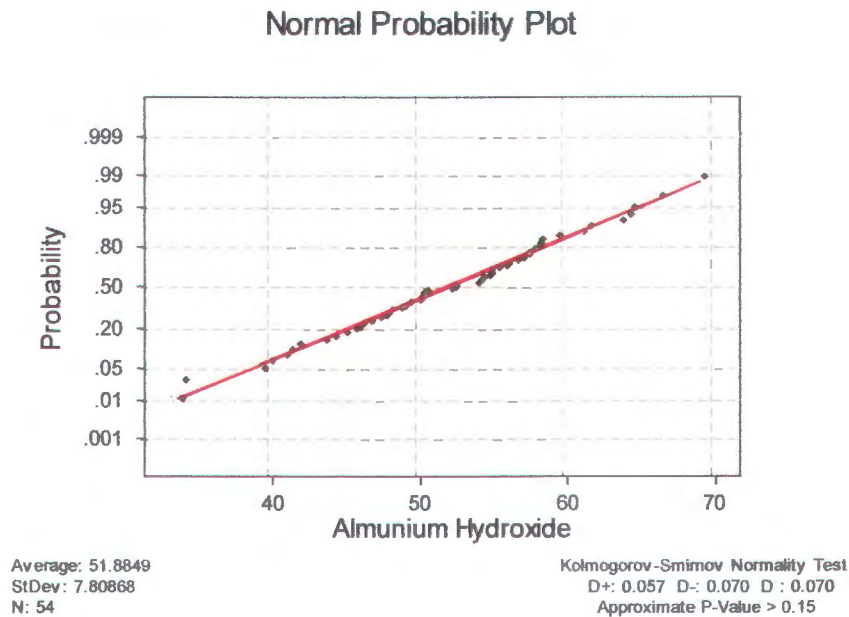
Normal Probability Plot



Gambar 4.4 Plot dan uji kenormalan kebutuhan bahan baku *Soda Ash* selama
lead time (waktu tunggu)

Dari gambar 4.5 didapatkan nilai p-value Kolmogorov-Smirnov $> 0,15$. Nilai ini lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima. Artinya adalah bahwa kebutuhan bahan baku *Soda Ash* selama *lead time* sesuai dengan distribusi normal.

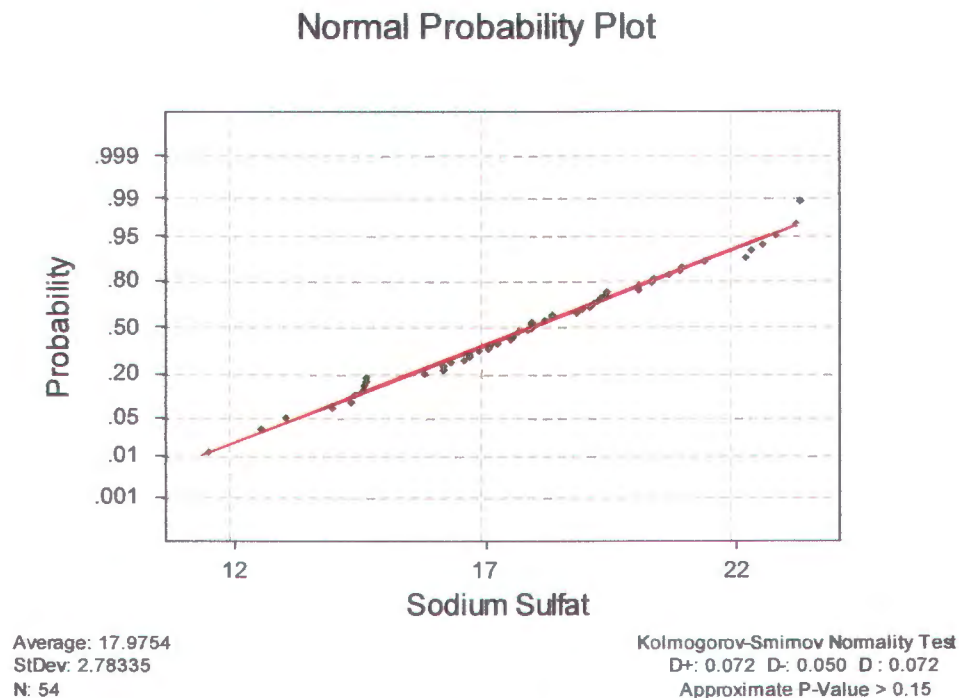
4.2.2. Almunium Hydroxide



Gambar 4.5 Plot dan uji kenormalan kebutuhan bahan baku *Almunium Hydroxide* selama *lead time* (waktu tunggu)

Dari gambar 4.5 didapatkan nilai P-value Kolmogorov-Smirnov $> 0,15$. Nilai ini lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima. Artinya adalah bahwa kebutuhan bahan baku *Almunium Hydroxide* selama *lead time* sesuai dengan distribusi normal.

4.2.3. Sodium Sulfat



Gambar 4.6 Plot dan uji kenormalan kebutuhan bahan baku Sodium Sulfat selama *lead time* (waktu tunggu)

Dari gambar 4.6 didapatkan nilai P-value Kolmogorov-Smirnov > 0,15. Nilai ini lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima. Artinya adalah bahwa kebutuhan bahan baku *Sodium Sulfat* selama *lead time* sesuai dengan distribusi normal.

4.3. Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku

Pada sub 4.1 telah diuraikan mengenai analisa data untuk menentukan model peramalan pemakaian bahan baku *Soda Ash*, *Aluminium Hydroxide* dan *Sodium Sulfat* untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan. Hasil peramalan ini, yaitu pemakaian bahan baku (R) digunakan sebagai salah satu masukan untuk mendapatkan tingkat jumlah bahan baku pada saat pemesanan bahan baku (B), besarnya persediaan penyangga

bahan baku (S), dan menentukan jumlah bahan baku yang optimal (Q), serta total biaya persediaan yang dikeluarkan.

Karena bahan baku yang diteliti merupakan bahan baku impor, dimana harga bahan baku tersebut dalam bentuk dollar Amerika sehingga pembelian dipengaruhi oleh nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika, maka untuk menyusun sistem persediaan bahan baku dilakukan dengan tiga kondisi, yaitu :

1. Kondisi Optimis, dengan asumsi US\$ 1 = Rp. 9.600,00
2. Kondisi Realistis, dengan asumsi US\$ 1 = Rp. 10.000,00
3. Kondisi Pesimis, dengan asumsi US\$ 1 = Rp.12.000,00

Hal ini dilakukan agar perencanaan persediaan dapat memberikan informasi yang lebih akurat berdasarkan tiga kondisi yang disusun. Untuk perhitungan biaya-biaya persediaan disajikan dalam lampiran B.

4.3.1. Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Optimis

Pada kondisi optimis, diasumsikan bahwa nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika adalah Rp. 9.600,00 per dollar. Sehingga untuk merancang sistem persediaan pada ketiga bahan baku menggunakan asumsi ini.

4.3.1.1. Soda Ash

Kebutuhan bahan baku (R) *Soda Ash* berdasarkan hasil peramalan untuk satu tahun ke depan adalah 19.126,37 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa:

Biaya pembelian (P) = Rp. 1.473.780,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp.515.823,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 3.902.888,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Soda Ash* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp. } 12.470.760,00) \times (19.126,37 \text{ ton})}{\text{Rp. } 515.823,00}} = 961,67 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B) &= \int_B^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp. } 515.823,00 \times (961,67 \text{ ton})}{\text{Rp. } 3.902.888,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00665 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,00665 \\ &= 0,99335 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, diperoleh nilai Z(deviasi normal standar) = 2,4775

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 548,649 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 74,4459 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,4775 = \frac{B_1 - 548,649 \text{ ton}}{74,4459 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (2,4775 \times 74,4459 \text{ ton}) + 548,649 \text{ ton}$$

$$B_1 = 733,089 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(2,4775) = 0,018535$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(2,4775) = 0,00665$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 74,4459 f(2,4775) + (548,649 - 733,089)g(2,4775) \\ &= 74,4459 (0,018535) + (548,649 - 733,089) 0,00665 \\ &= 0,153 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (19.126,37 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.3.902.888,00 \times 0,153 \text{ ton})]}{Rp.515.823,00}} \\ &= 984,428 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_2) = \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR}$$

$$= \frac{\text{Rp.} 515.823,00 \times (984,428 \text{ ton})}{\text{Rp.} 3.902.888,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00680$$

$$F(Z) = 1 - P(M > B_2)$$

$$= 1 - 0,00680$$

$$= 0,9932$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 2,47

Titik Pemesanan Kembali diperoleh:

$$Z = \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,47 = \frac{B_2 - 548,649 \text{ ton}}{74,44592 \text{ ton}}$$

$$B_2 = 548,649 \text{ ton} + (2,47 \times 74,4459 \text{ ton})$$

$$B_2 = 732,530 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f \left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \right] + (-B) g \left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \right]$$

Diketahui:

$$f(2,47) = 0,01888 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(2,47) = 0,00680 \text{ ; dari hasil } P(M > B_2)$$

$$E(M > B_2) = 74,4459 f(2,47) + (548,649 - 732,530)g(2,47)$$

$$= 74,4459 (0,01888) + (548,649 - 729,329) 0,00680$$

$$= 0,155 \text{ ton}$$

c. Iterasi ke-3

Jumlah pesanan bahan baku :

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_2)]}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times (19.126,37 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.3.902.888,00 \times 0,155 \text{ ton})]}{Rp.515.823,00}}$$

$$Q_3 = 984,721 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_3) = \int_{B_3}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_3}{AR}$$

$$= \frac{Rp.515.823,00 \times (984,721 \text{ ton})}{Rp.3.902.888,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00680$$

$$F(Z) = 1 - P(M > B_3)$$

$$= 1 - 0,00680$$

$$= 0,9932$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 2,47

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,47 = \frac{B_3 - 548,649 \text{ ton}}{74,4459 \text{ ton}}$$

$$B_3 = 548,649 \text{ ton} + (2,47 \times 74,4459 \text{ ton})$$

$$B_3 = 732,530 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_3) = \sigma f \left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma} \right] + (\bar{M} - B) g \left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma} \right]$$

Diketahui:

$$f(2,47) = 0,01888 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(2,47) = 0,00680 \text{ ; dari hasil } P(M > B_3)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_3) &= 74,4459 f(2,47) + (548,649 - 732,530)g(2,47) \\ &= 74,4459 (0,01888) + (548,649 - 732,530) 0,00680 \\ &= 0,155 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_3) = E(M > B_2)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned} S &= B - \bar{M} \\ &= 732,530 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton} \\ &= 183,881 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Soda Ash*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	961,670	0,00665	733,089	0,153
2	984,428	0,00680	732,530	0,155
3	984,721	0,00680	732,530	0,155

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku (Q) *Soda Ash* sebesar 984,721 ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan (B) tinggal sebesar 732,530 ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 183,881 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Soda Ash* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan :

$$R = 19.126,37 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp. } 1.473.780,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp. } 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 984,721 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp. } 513.823,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$A = \text{Rp. } 3.902.888,00 \text{ per ton.}$$

$$E(M > B) = 0,155 \text{ ton}$$

$$B = 732,530 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 548,649 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC &= (19.126,37 \text{ ton} \times \text{Rp. } 1.473.780,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{984,721 \text{ ton}} \right] \right) + \\ &\left((\text{Rp. } 3.902.888,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{984,721 \text{ ton}} \right] \times 0,155 \right) + \left(\text{Rp. } 513.823,00 \times \left[\frac{984,721 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\ &((\text{Rp. } 513.823,00 \times (732,530 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton}))) \\ TC &= \text{Rp. } 28.188.061.578,6 + \text{Rp. } 242.221.268,71 + \text{Rp. } 11.749.980,34 + \text{Rp.} \\ &253.970.870,19 + \text{Rp. } 94.850.049,06 \\ &= \text{Rp. } 28.790.853.746,90 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *soda ash* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 28.790.853.746,90. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 28.188.061.578,60, biaya pemesanan sebesar Rp. 242.221.268,71 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 11.221.268,71

biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 253.970.870,19 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 94.850.049,06

4.3.1.2. Almunium Hydroxide

Kebutuhan bahan baku *Almunium Hydroxide* (R) berdasarkan hasil peramalan untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan adalah 1.611,968 ton (tabel 4.4).

Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 2.220.000,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 777.000,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 3.902.888,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Almunium Hydroxide* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp. } 12.470.760,00) \times (1.611,968 \text{ ton})}{\text{Rp. } 777.000,00}} = 227,473 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_1) = \int_B^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR}$$

$$= \frac{\text{Rp.}777.000,00 \times (227,473 \text{ ton})}{\text{Rp.}3.902.888,00 \times (1.611,698 \text{ ton})} = 0,02772$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,02772 \\ &= 0,97228 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,915

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 7,80868 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,915 = \frac{B_1 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (1,915 \times 7,80868 \text{ ton}) + 51,8849 \text{ ton}$$

$$B_1 = 66,839 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,915) = 0,06380$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,915) = 0,02772$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$E(M > B_1) = 7,80868 f(1,915) + (51,8849 - 66,839) g(1,915)$$

$$E(M > B_1) = 7,80868(0,06380) + (51,8849 - 66,839)(0,02772) \\ = 0,084 \text{ ton}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ = \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.3.902.888,00 \times 0,084 \text{ ton})]}{Rp.777.000,00}} \\ = 230,443 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_2) = \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\ = \frac{Rp.777.000,00 \times (230,443 \text{ ton})}{Rp.3.902.888,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02846$$

$$F(Z) = 1 - P(M > B_2) \\ = 1 - 0,02846 \\ = 0,97154$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,904

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,904 = \frac{B_2 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}}$$

$$B_2 = 66,753 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,904) = 0,06512$; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,904) = 0,02846$; dari hasil $P(M > B_2)$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 7,80868 f(1,904) + (51,8849 - 66,753) g(1,904) \\ &= 7,80868 (0,06512) + ((51,8849 - 66,753) (0,02846)) \\ &= 0,085 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Iterasi ke-3

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_2)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.3.902.888,00 \times 0,085 \text{ ton})]}{Rp.777.000,00}} \\ &= 230,478 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_3) &= \int_0^\infty f(M) dM = \frac{HQ_3}{AR} \\ &= \frac{Rp.777.000,00 \times (230,478 \text{ ton})}{Rp.3.902.888,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02846 \end{aligned}$$

Menentukan Titik pesan Kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_3) \\ &= 1 - 0,02846 \end{aligned}$$

$$F(Z) = 0,97154$$

Dari lampiran D, didapat nilai $Z(\text{deviasi normal standar}) = 1,904$

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,904 = \frac{B_3 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}}$$

$$B_3 = 66,753 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_3) = \sigma f\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_3)g\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(1,904) = 0,06512 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(1,904) = 0,02846 \text{ ; dari hasil } P(M > B_3)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_3) &= 7,80868 f(1,904) + (51,8849 - 66,753) g(1,904) \\ &= 7,80868 (0,06512) + ((51,8849 - 66,753) (0,02846)) \\ &= 0,085 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_3) = E(M > B_2)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned} S &= B - \bar{M} \\ &= 66,753 - 51,8849 \\ &= 14,8681 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	227,473	0,02772	66,839	0,084
2	230,443	0,02846	66,753	0,085
3	230,478	0,02846	66,753	0,085

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Aluminium Hydroxide* sebesar $Q=230,478$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 66,753$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 14,8681 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan:

$$R = 1611,968 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp.} 2.220.000,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp.} 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 230,478 \text{ ton}$$

$$A = \text{Rp.} 3.902.888,00 \text{ per ton}$$

$$E(M > B) = 0,085 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp.} 777.000,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$B = 66,753 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 TC &= (1611,968 \text{ ton} \times \text{Rp. } 2.220.000,-) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{230,478 \text{ ton}} \right] \right) + \\
 &\quad \left((\text{Rp. } 3.902.888,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{230,478 \text{ ton}} \right] \times 0,085 \right) + \left(\text{Rp. } 777.000,00 \times \left[\frac{230,478 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\
 &\quad (\text{Rp. } 777.000,00 \times (66,753 \text{ ton} - 51,8849 \text{ ton})) \\
 TC &= \text{Rp. } 3.578.568.960,00 + \text{Rp. } 87.220.758,84 + \text{Rp. } 2.320.234,89 + \text{Rp. } \\
 &\quad 89.540.703,00 + \text{Rp. } 11.552.513,7 \\
 &= \text{Rp. } 3.769.203.170,43
 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 3.769.203.170,43. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 3.578.568.960,00 biaya pemesanan sebesar Rp. 87.220.758,84 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 2.320.234,89 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 89.540.703,00 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 11.552.513,7

4.3.1.3. Sodium Sulfat

Kebutuhan bahan baku *Sodium Sulfat* (R) berdasarkan hasil peramalan untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan adalah 575,2044 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 965.472,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 337.915,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 3.902.888,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp.}12.470.760,00) \times (575,2044 \text{ ton})}{\text{Rp.}337.915,00}} = 206,047 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_B^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp.}337.915,00 \times (206,047 \text{ ton})}{\text{Rp.}3.902.888,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,03101 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B) \\ &= 1 - 0,03101 \\ &= 0,96899 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,866

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 17,9754 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 2,78335 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,866 = \frac{B_1 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (1,866 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton}$$

$$B_1 = 23,169 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,866) = 0,07002$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,866) = 0,03101$; dari hasil P ($M > B_1$)

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 2,78335 f(1,866) + (17,9754 - 23,169) g(1,866) \\ &= 2,78335(0,07002) + (17,9754 - 23,169)(0,03101) \\ &= 0,034 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (575,2044 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.3.902.888,00 \times 0,034 \text{ ton})]}{Rp.337.915,00}} \\ &= 207,142 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_2) = \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR}$$

$$= \frac{\text{Rp.}337.915,00 \times (207,142 \text{ ton})}{\text{Rp.}3.902.888,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,03118$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_2) \\ &= 1 - 0,03118 \\ &= 0,96882 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 1,863

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,863 &= \frac{B_1 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$B_1 = (1,863 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton}$$

$$B_1 = 23,161 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(1,863) = 0,07041 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(1,863) = 0,03118 ; \text{ dari hasil } P(M > B_2)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 2,78335 f(1,863) + (17,9754 - 23,161) g(1,863) \\ &= 2,78335(0,07041) + (17,9754 - 23,161) 0,03118 \end{aligned}$$

$$E(M > B_2) = 0,034 \text{ ton}$$

Karena $E(M > B_2) = E(M > B_1)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.



$$\begin{aligned}
 S &= B - \overline{M} \\
 &= 23,161 - 17,9754 \\
 &= 5,1856 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	206,047	0,03101	23,169	0,034
2	207,142	0,03118	23,161	0,034

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Sodium Sulfat* sebesar $Q = 207,142$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 23,161$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 5,1856 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Sodium Sulfat* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \overline{M}) \right]$$

dengan:

- R = 575,2044 ton
- P = Rp.965.472,00 per ton
- C = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan
- Q = 207,142 ton
- A = Rp. 3.902.888,00 per ton
- E(M>B)= 0,034 ton
- H = Rp. 337.915,00 per ton per tahun

$$B = 23,161 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 17,78335 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC = & (575,2044 \text{ ton} \times \text{Rp. } 965.472,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{207,142 \text{ ton}} \right] \right) + \\ & \left((\text{Rp. } 3.902.888,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{207,142 \text{ ton}} \right] \times 0,034 \right) + \left(\text{Rp. } 337.915,00 \times \left[\frac{207,142 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\ & (\text{Rp. } 337.915,00 \times (23,161 \text{ ton} - 17,9754 \text{ ton})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC = & \text{Rp. } 555.343.742,47 + \text{Rp. } 34.629.558,58 + \text{Rp. } 368.484,34 + \text{Rp. } \\ & 34.998.194,47 + \text{Rp. } 1.752.292,02 \\ = & \text{Rp. } 627.092.271,88 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 627.092.271,88. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 555.343.742,47, biaya pemesanan sebesar Rp. 34.629.558,58 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 368.484,34 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 34.998.194,47 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 1.752.292,02

4.3.2 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Realistis

Pada kondisi realistis, untuk pembelian ketiga bahan baku menggunakan asumsi nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika adalah Rp. 10.000,00 per dollar. Pemilihan nilai ini berdasarkan pada pendapat beberapa pengamat yang mengatakan bahwa nilai tukar yang realistis untuk kondisi saat ini adalah Rp. 10.000,00 per dollar, karena dengan nilai ini tidak terlalu merugikan bagi pelaku eksportir maupun pelaku importir.

4.3.2.1. Soda Ash

Kebutuhan bahan baku (R) *Soda Ash* berdasarkan hasil peramalan untuk satu tahun ke depan adalah 19.126,37 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa:

Biaya pembelian (P) = Rp. 1.535.200,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp.537.320,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.071.039,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Soda Ash* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp.}12.470.760,00) \times (19.126,37 \text{ ton})}{\text{Rp.}537.320,00}} = 942,239 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp.}537.320,00 \times (942,239 \text{ ton})}{\text{Rp.}4.071.039,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,0065 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,0065 \end{aligned}$$

$$= 0,9935$$

Dari lampiran D, diperoleh nilai Z(deviasi normal standar) = 2,485

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 548,649$ ton
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 74,4459$ ton

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,485 = \frac{B_1 - 548,649 \text{ ton}}{74,4459 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (2,485 \times 74,4459 \text{ ton}) + 548,649 \text{ ton}$$

$$B_1 = 733,647 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(2,485) = 0,01819$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(2,485) = 0,0065$; dari hasil P ($M > B_1$)

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 74,4459 f(2,485) + (548,649 - 733,647)g(2,485) \\ &= 74,4459 (0,01819) + (548,649 - 733,647) 0,0065 \\ &= 0,152 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times (19.126,37 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.071.039,00 \times 0,152 \text{ ton})]}{Rp.537.320,00}}$$

$$= 965,333 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_2) = \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR}$$

$$= \frac{Rp.537.320,00 \times (965,333 \text{ ton})}{Rp.4.071.039,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00666$$

$$F(Z) = 1 - P(M > B_2)$$

$$= 1 - 0,00666$$

$$= 0,99334$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 2,477

Titik Pemesanan Kembali diperoleh:

$$Z = \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,477 = \frac{B_2 - 548,649 \text{ ton}}{74,44592 \text{ ton}}$$

$$B_2 = 548,649 \text{ ton} + (2,477 \times 74,4459 \text{ ton})$$

$$B_2 = 733,051 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (-B)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(2,477) = 0,018558 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(2,477) = 0,00666 ; \text{ dari hasil } P(M > B_2)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 74,4459 f(2,477) + (548,649 - 733,051)g(2,477) \\ &= 74,4459 (0,018558) + (548,649 - 733,051) 0,00666 \\ &= 0,153 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Iterasi ke-3

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_2)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (19.126,37 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.071.039,00 \times 0,153 \text{ ton})]}{Rp.537.320,00}} \\ &= 965,483 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_3) &= \int_B^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_3}{AR} \\ &= \frac{Rp.537.320,00 \times (965,483 \text{ ton})}{Rp.4.071.039,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00666 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B) \\ &= 1 - 0,00666 \\ &= 0,99334 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 2,477

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$2,477 = \frac{B_3 - 548,649 \text{ ton}}{74,4459 \text{ ton}}$$

$$B_3 = 548,649 \text{ ton} + (2,477 \times 74,4459 \text{ ton})$$

$$B_3 = 733,051 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_3) = \sigma f\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_3)g\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(2,477) = 0,018558 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(2,477) = 0,00666 \text{ ; dari hasil } P(M > B_3)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_3) &= 74,4459 f(2,477) + (548,649 - 733,051)g(2,477) \\ &= 74,4459 (0,018558) + (548,649 - 733,051) 0,00666 \\ &= 0,153 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_3) = E(M > B_2)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned} S &= B - \bar{M} \\ &= 733,051 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton} \\ &= 184,402 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Soda Ash*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	942,239	0,0065	733,647	0,152
2	967,019	0,00666	733,051	0,153
3	968,235	0,00666	733,051	0,153

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku (Q) Soda Ash sebesar 965,483 ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan (B) tinggal sebesar 733,051 ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 184,402 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Soda Ash* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan :

$$R = 19.126,37 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp. } 1.535.200,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp. } 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 965,483 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp. } 537.320,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$A = \text{Rp. } 4.071.039,00 \text{ per ton.}$$

$$E(M > B) = 0,153 \text{ ton}$$

$$B = 733,051 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 548,649 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC = & (19.126,37 \text{ ton} \times \text{Rp. } 1.535.200,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{965,483 \text{ ton}} \right] \right) + \\ & \left((\text{Rp. } 4.071.039,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{965,483 \text{ ton}} \right] \times 0,153 \right) + \left(\text{Rp. } 537.320,00 \times \left[\frac{965,483 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\ & (\text{Rp. } 537.320,00 \times (733,051 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TC &= \text{Rp. } 29.362.803.224,00 + \text{Rp. } 247.047.715,95 + \text{Rp. } 12.339.132,15 + \text{Rp. } \\
 &\quad 259.386.662,78 + \text{Rp. } 99.082.882,64 \\
 &= \text{Rp. } 29.980.659.617,52
 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *soda ash* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 29.980.659.617,52 Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 29.362.803.224,00 , biaya pemesanan sebesar Rp. 247.047.715,95 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 12.339.132,15 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 259.386.662,78 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 99.082.882,64

4.3.2.2. Almunium Hydroxide

Kebutuhan bahan baku *Almunium Hydroxide* (R) berdasarkan hasil peramalan untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan adalah 1.611,968 ton (tabel 4.4).

Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 2.321.250,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 812.348,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.071.039,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Almunium Hydroxide* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp.} 12.470.760,00) \times (1.611,968 \text{ ton})}{\text{Rp.} 812.348,00}} = 263,152 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp.} 812.348,00 \times (263,152 \text{ ton})}{\text{Rp.} 4.071.039,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,03258 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B) \\ &= 1 - 0,03258 \\ &= 0,96742 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 1,845

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 7,80868 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,845 &= \frac{B_1 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$B_1 = (1,845 \times 7,80868 \text{ ton}) + 51,8849 \text{ ton}$$

$$B_1 = 66,292 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,845) = 0,07275$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,845) = 0,03258$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 7,80868 f(1,845) + (51,8849 - 66,292) g(1,845) \\ &= 7,80868 (0,07275) + ((51,8849 - 66,292) (0,03258)) \\ &= 0,099 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.071.039,00 \times 0,099 \text{ ton})]}{Rp.812.348,00}} \\ &= 226,035 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_2) &= \int_0^\infty f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\ &= \frac{Rp.812.348,00 \times (226,035 \text{ ton})}{Rp.4.071.039,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02798 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_2) \\ &= 1 - 0,02798 \\ &= 0,97202 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 1,912

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,912 = \frac{B_2 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}}$$

$$B_2 = 66,815 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_2)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(1,912) = 0,06416 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(1,912) = 0,02798 ; \text{ dari hasil } P(M > B_2)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 7,809 f(1,912) + (51,885 - 66,815) g(1,912) \\ &= 7,809 (0,06416) + (51,885 - 66,815) 0,02798 \\ &= 0,083 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Iterasi ke-3

Jumlah pesanan bahan baku:

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_2)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.071.039,00 \times 0,083 \text{ ton})]}{Rp.812.348,00}} \\ &= 225,462 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$P(M > B_3) = \int_0^\infty f(M) dM = \frac{HQ_3}{AR}$$

$$= \frac{\text{Rp.}812.348,00 \times (225,462 \text{ ton})}{\text{Rp.}4.071.039,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02791$$

Menentukan Titik pesan Kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_3) \\ &= 1 - 0,02791 \\ &= 0,97209 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,912

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,912 &= \frac{B_3 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}} \\ B_3 &= 66,815 \text{ ton} \end{aligned}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_3) = \sigma f\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_3) g\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(1,912) = 0,06416 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(1,912) = 0,02791 ; \text{ dari hasil } P(M > B_3)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_3) &= 7,80868 f(1,912) + (51,8849 - 66,815) g(1,912) \\ &= 7,80868 (0,06416) + (51,8849 - 66,815) 0,02791 \\ &= 0,083 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_3) = E(M > B_2)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned}
 S &= B - \bar{M} \\
 &= 66,815 - 51,8849 \\
 &= 14,9301 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	263,152	0,03258	66,292	0,099
2	226,035	0,02798	66,815	0,083
3	225,462	0,02798	66,815	0,083

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Aluminium Hydroxide* sebesar $Q = 225,462$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 66,815$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar $14,9301$ ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan:

$$\begin{aligned}
 R &= 1611,968 \text{ ton} \\
 P &= \text{Rp.} 2.321.250,00 \text{ per ton} \\
 C &= \text{Rp.} 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan} \\
 Q &= 225,462 \text{ ton} \\
 A &= \text{Rp.} 4.071.039,00 \text{ per ton} \\
 E(M>B) &= 0,083 \text{ ton} \\
 H &= \text{Rp.} 812.438,00 \text{ per ton per tahun}
 \end{aligned}$$

$$B = 66,815 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC &= (1611,968 \text{ ton} \times \text{Rp. } 2.321.250,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{225,462 \text{ ton}} \right] \right) + \\ &\left((\text{Rp. } 4.071.039,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{225,462 \text{ ton}} \right] \times 0,083 \right) + \left((\text{Rp. } 812.438,00 \times \left[\frac{225,462 \text{ ton}}{2} \right] \right) \\ &+ (\text{Rp. } 812.438,00 \times (66,815 \text{ ton} - 51,8849 \text{ ton})) \\ TC &= \text{Rp. } 3.741.780.720,00 + \text{Rp. } 89.161.215,88 + \text{Rp. } 2.415.830,26 + \text{Rp. } \\ &91.586.948,18 + \text{Rp. } 12.129.780,58 \\ &= \text{Rp. } 3.937.074.494,90 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku Almunium Hydroxide selama satu tahun adalah sebesar Rp. 3.937.074.494,90. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 3.741.780.720,00 biaya pemesanan sebesar Rp.89.161.215,88 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp.2.415.830,26 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp.91.586.948,18 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 12.129.780,58

4.3.2.3. Sodium Sulfat

Kebutuhan bahan baku Sodium Sulfat (R) berdasarkan hasil peramalan untuk 12 bulan (satu tahun) ke depan adalah 575,2044 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 1.005.700,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 351.995,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.071.039,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp. } 12.470.760,00) \times (575,2044 \text{ ton})}{\text{Rp. } 351.995,00}} = 201,885 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp. } 351.995,00 \times (201,885 \text{ ton})}{\text{Rp. } 4.071.039,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,03035 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,03035 \\ &= 0,96965 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,876

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama lead time, $\bar{M} = 17,9754 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama lead time, $\sigma = 2,78335 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,876 = \frac{B_1 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (1,876 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton}$$

$$B_1 = 23,197 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,876) = 0,06872$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,876) = 0,03035$; dari hasil P ($M > B_1$)

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 2,78335 f(1,876) + (17,9754 - 23,197) g(1,876) \\ &= 2,78335(0,06872) + (17,9754 - 23,197) (0,03035) \\ &= 0,033 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (575,2044 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.071.039,00 \times 0,033 \text{ ton})]}{Rp.351.995,00}} \\ &= 202,970 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned}
 P(M > B_2) &= \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\
 &= \frac{\text{Rp.}351.995,00 \times (202,970 \text{ ton})}{\text{Rp.}4.071.039,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,03051
 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned}
 F(Z) &= 1 - P(M > B_2) \\
 &= 1 - 0,03051 \\
 &= 0,96949
 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 1,873

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \\
 1,873 &= \frac{B_2 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}} \\
 B_2 &= (1,873 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton} \\
 B_2 &= 23,189 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 f(1,873) &= 0,06911 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)} \\
 g(1,873) &= 0,03051 ; \text{ dari hasil } P(M > B_2) \\
 E(M > B_2) &= 2,78335 f(1,873) + (17,9754 - 23,189) g(1,873) \\
 &= 2,78335(0,06911) + (17,9754 - 23,189)(0,03051) \\
 &= 0,033 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_2) = E(M > B_1)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned} S &= B - \bar{M} \\ &= 23,189 - 17,9754 \\ &= 5,2136 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	201,885	0,03035	23,197	0,033
2	202,970	0,03051	23,189	0,033

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Sodium Sulfat* sebesar $Q = 202,970$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 23,189$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 5,2136 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Sodium Sulfat* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan:

- R = 575,2044 ton
- P = Rp. 1.005.700,00 per ton
- C = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan
- Q = 202,970 ton
- A = Rp. 4.071.039,00 per ton

$$E(M>B) = 0,033 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp. } 351.995,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$B = 23,189 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 17,78335 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC &= (575,2044 \text{ ton} \times \text{Rp. } 1.005.700,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{202,970 \text{ ton}} \right] \right) \\ &+ \left((\text{Rp. } 4.071.039,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{202,970 \text{ ton}} \right] \times 0,033 \right) + \left(\text{Rp. } 351.995,00 \times \left[\frac{202,970 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\ &(\text{Rp. } 351.995,00 \times (23,189 \text{ ton} - 17,9754 \text{ ton})) \\ TC &= \text{Rp. } 578.483.065,08 + \text{Rp. } 35.341.360,91 + \text{Rp. } 380.723,38 + \text{Rp. } \\ &35.722.212,58 + \text{Rp. } 1.835.161,13 \\ &= \text{Rp. } 655.189.039,53 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 655.189.039,53. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 578.483.065,08, biaya pemesanan sebesar Rp. 35.341.360,91 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 380.723,38 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 35.722.212,58 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 1.835.161,13

4.3.3 Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Pada Kondisi Pesimis

Pada kondisi pesimis, untuk pembelian ketiga bahan baku menggunakan asumsi nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika sebesar Rp. 12.000,00 per dollar. Berdasarkan data historis kurs rupiah terhadap dollar Amerika, nilai kurs rupiah ini merupakan kemungkinan terburuk yang dapat terjadi dan menurut pendapat penulis

pemerintah tentu tidak akan membiarkan kurs rupiah sampai pada nilai tersebut, karena implikasinya sangat banyak baik itu secara ekonomi maupun politis dalam hal ini menyangkut kredibilitas pemerintah. Sehingga kecil kemungkinannya terjadi kondisi pesimis, tetapi agar dapat memberikan gambaran perencanaan pengendalian persediaan yang lebih informatif, maka perlu disusun perencanaan untuk kondisi pesimis.

4.3.3.1 Soda Ash

Kebutuhan bahan baku (R) *Soda Ash* berdasarkan hasil peramalan untuk satu tahun ke depan adalah 19.126,37 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa:

Biaya pembelian (P) = Rp. 1.842.240,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp.664.784,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.835.469,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Soda Ash* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp. } 12.470.760,00) \times (19.126,37 \text{ ton})}{\text{Rp. } 664.784,00}} = 847,105 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned}
 P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\
 &= \frac{\text{Rp.}664.784,00 \times (847,105 \text{ ton})}{\text{Rp.}4.835.469,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00609
 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned}
 F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\
 &= 1 - 0,00609 \\
 &= 0,99391
 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, diperoleh nilai Z (deviasi normal standar) = 2,5055

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\bar{M} = 548,649 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\sigma = 74,4459 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma} \\
 2,5055 &= \frac{B_1 - 548,649 \text{ ton}}{74,4459 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

$$B_1 = (2,5055 \times 74,4459 \text{ ton}) + 548,649 \text{ ton}$$

$$B_1 = 735,173 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1) g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(2,5055) = 0,017269 ; \text{ dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)}$$

$g(2,5055) = 0,00609$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 74,4459 f(2,5055) + (548,649 - 735,173)g(2,5055) \\ &= 74,4459 (0,017269) + ((548,649 - 735,173) \times 0,00609) \\ &= 0,149 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (19.126,37 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.835.469,00 \times 0,149 \text{ ton})]}{Rp.664.784,00}} \\ &= 871,232 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_2) &= \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\ &= \frac{Rp.664.784,00 \times (871,232 \text{ ton})}{Rp.4.835.469,00 \times (19.126,37 \text{ ton})} = 0,00626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_2) \\ &= 1 - 0,00626 \\ &= 0,99374 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 2,497

Titik Pemesanan Kembali diperoleh:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \\ 2,497 &= \frac{B_2 - 548,649 \text{ ton}}{74,44592 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$B_2 = 548,649 \text{ ton} + (2,497 \times 74,4459 \text{ ton})$$

$$B_2 = 734,540 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f \left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \right] + (-B)g \left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \right]$$

Diketahui:

$$f(2,497) = 0,017638 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(2,497) = 0,00626 \text{ ; dari hasil } P(M > B_2)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 74,4459 f(2,497) + (548,649 - 734,540)g(2,497) \\ &= 74,4459 (0,017638) + (548,649 - 734,540) 0,00626 \\ &= 0,149 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_2) = E(M > B_1)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned} S &= B - \bar{M} \\ &= 734,540 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton} \\ &= 185,891 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Soda Ash*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	847,105	0,00609	735,173	0,149
2	871,232	0,00626	734,540	0,149

Dengan demikian pada kondisi optimal diperoleh volume optimum pemesanan bahan baku (Q) *Soda Ash* sebesar 871,232 ton. Pemesanan dilakukan

kembali pada saat persediaan (B) tinggal sebesar 734,540 ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 185,891 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Soda Ash* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan :

$$R = 19.126,37 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp. } 1.842.240,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp. } 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 871,232 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp. } 664.784,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$A = \text{Rp. } 4.835.469,00 \text{ per ton.}$$

$$E(M > B) = 0,149 \text{ ton}$$

$$B = 734,540 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 548,649 \text{ ton}$$

$$TC = (19.126,37 \text{ ton} \times \text{Rp. } 1.842.240,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{871,232 \text{ ton}} \right] \right)$$

$$+ \left((\text{Rp. } 4.835.469,00) \times \left[\frac{19.126,37 \text{ ton}}{871,232 \text{ ton}} \right] \times 0,149 \right) + \left(\text{Rp. } 664.784,00 \times \left[\frac{871,232 \text{ ton}}{2} \right] \right) +$$

$$(\text{Rp. } 664.784,00 \times (734,540 \text{ ton} - 548,649 \text{ ton}))$$

$$TC = \text{Rp. } 35.235.363.868,8 + \text{Rp. } 273.773.656,09 + \text{Rp. } 15.816.981,48 + \text{Rp.}$$

$$289.590.546,94 + \text{Rp. } 123.577.362,54$$

$$= \text{Rp. } 35.938.122.415,85$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *soda ash* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 35.938.122.415,85. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 35.235.363.868,80 , biaya pemesanan sebesar Rp. 273.773.656,09 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 15.816.981,48 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 289.590.546,94 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp.123.577.362,54



4.3.3.2 *Aluminium Hydroxide*

Kebutuhan bahan baku *Aluminium Hydroxide* (R) berdasarkan hasil peramalan untuk satu tahun (12 bulan) ke depan adalah 1.611,968 ton (tabel 4.4).

Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 2.775.000,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 971.250,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.879.891,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp.}12.470.760,00) \times (1.611,968 \text{ ton})}{\text{Rp.}971.250,00}} = 203,458 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp.}971.250,00 \times (203,458 \text{ ton})}{\text{Rp.}4.879.891,00 \times (1.611,698 \text{ ton})} = 0,02512 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,02512 \\ &= 0,97488 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,958

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\sigma = 7,80868 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,958 &= \frac{B_1 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$B_1 = (1,958 \times 7,80868 \text{ ton}) + 51,8849 \text{ ton}$$

$$B_1 = 67,174 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,958) = 0,058709$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,958) = 0,02512$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 7,80868 f(1,958) + (51,8849 - 67,174) g(1,958) \\ &= 7,80868(0,058709) + (51,8849 - 67,174) (0,02512) \\ &= 0,074 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.879.891,00 \times 0,074 \text{ ton})]}{Rp.971.250,00}} \\ &= 206,382 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_2) &= \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\ &= \frac{Rp.971.250,00 \times (206,382 \text{ ton})}{Rp.4.879.891,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02548 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B) \\ &= 1 - 0,02548 \\ &= 0,97452 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z (deviasi normal standar) = 1,952

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$Z = \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,952 = \frac{B_2 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}}$$

$$B_2 = 67,127 \text{ ton}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_2)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$f(1,952) = 0,059376 \text{ ; dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)}$$

$$g(1,952) = 0,02548 \text{ ; dari hasil } P(M > B_2)$$

$$\begin{aligned} E(M > B_2) &= 7,80868 f(1,952) + (51,8849 - 67,127) g(1,952) \\ &= 7,80868 (0,059376) + (51,8849 - 67,127) 0,02548 \\ &= 0,075 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Iterasi ke-3

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_2)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (1.611,968 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.879.891,00 \times 0,075 \text{ ton})]}{Rp.971.250,00}} \\ &= 206,422 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_3) &= \frac{\int_{B_3}^{\infty} f(M) dM}{AR} = \frac{HQ_3}{AR} \\ &= \frac{Rp.971.250,00 \times (206,422 \text{ ton})}{Rp.4.879.891,00 \times (1.611,968 \text{ ton})} = 0,02548 \end{aligned}$$

Menentukan Titik pesan Kembali:

$$\begin{aligned}
 F(Z) &= 1 - P(M > B_3) \\
 &= 1 - 0,02548 \\
 &= 0,97452
 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,952

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma} \\
 1,952 &= \frac{B_3 - 51,8849 \text{ ton}}{7,80868 \text{ ton}} \\
 B_3 &= 67,127 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_3) = \sigma f\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_3)g\left[\frac{B_3 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 f(1,952) &= 0,059376 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)} \\
 g(1,952) &= 0,02548 ; \text{ dari hasil } P(M > B_3) \\
 E(M > B_3) &= 7,80868 f(1,952) + (51,8849 - 67,127) g(1,952) \\
 &= 7,80868 (0,059376) + (51,8849 - 67,127) 0,02548 \\
 &= 0,075 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_3) = E(M > B_2)$ maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$\begin{aligned}
 S &= B - \bar{M} \\
 &= 66,127 - 51,8849 \\
 &= 15,2421 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Almunium Hydroxide*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	203,458	0,02512	67,174	0,074
2	206,382	0,02548	67,127	0,075
3	206,422	0,02548	67,127	0,075

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Almunium Hydroxide* sebesar $Q = 206,422$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 67,127$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 15,2421 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Almunium Hydroxide* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan:

$$R = 1611,968 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp.} 2.775.000,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp.} 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 206,422 \text{ ton}$$

$$A = \text{Rp.} 4.879.891,00 \text{ per ton}$$

$$E(M > B) = 0,075 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp.} 971.250,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$B = 67,127 \text{ ton}$$

$$\bar{M} = 51,8849 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 TC &= (1611,968 \text{ ton} \times \text{Rp. } 2.775.000,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{206,422 \text{ ton}} \right] \right) + \\
 &\left((\text{Rp. } 4.879.891,00) \times \left[\frac{1611,968 \text{ ton}}{206,422 \text{ ton}} \right] \times 0,075 \right) + \left(\text{Rp. } 971.250,00 \times \left[\frac{206,422 \text{ ton}}{2} \right] \right) \\
 &+ (\text{Rp. } 971.250,00 \times (67,127 \text{ ton} - 51,8849 \text{ ton})) \\
 TC &= \text{Rp. } 4.473.211.200,00 + \text{Rp. } 97.385.288,66 + \text{Rp. } 2.858.063,14 + \text{Rp. } \\
 &100.243.683,75 + \text{Rp. } 14.803.889,625 \\
 &= \text{Rp. } 4.688.502.124,515
 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 4.688.502.124,515. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 4.473.211.200,00 biaya pemesanan sebesar Rp. 97.385.288,66 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 2.858.063,14 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 100.243.683,75 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 14.803.889,625

4.3.3.3 Sodium Sulfat

Kebutuhan bahan baku *Sodium Sulfat* (R) berdasarkan hasil peramalan untuk satu tahun (12 bulan) ke depan adalah 575,2044 ton (tabel 4.4). Dari lampiran B diketahui bahwa :

Biaya pembelian (P) = Rp. 1.206.840,00 per ton

Biaya pemesanan (C) = Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan

Biaya penyimpanan (H) = Rp. 422.394,00 per ton per tahun

Biaya kekurangan bahan baku (A) = Rp. 4.879.891,00 per ton.

Komponen-komponen persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* ini dipergunakan untuk menentukan Q dan B.

Penentuan Q dan B dilakukan dengan menggunakan iterasi agar dicapai kondisi optimal. Pada tahap awal iterasi dilakukan dengan pendekatan deterministik untuk mendapatkan nilai Q. Kemudian pada tahap selanjutnya digunakan pendekatan probabilistik. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Iterasi ke-1

Jumlah pesanan bahan baku:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{Rp.} 12.470.760,00) \times (575,2044 \text{ ton})}{\text{Rp.} 422.394,00}} = 184,295 \text{ ton}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_1) &= \int_{B_1}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_1}{AR} \\ &= \frac{\text{Rp.} 422.394,00 \times (184,295 \text{ ton})}{\text{Rp.} 4.879.891,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,02773 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_1) \\ &= 1 - 0,02773 \\ &= 0,97227 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,915

Dari lampiran C disajikan pula:

- Rata-rata pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\bar{M} = 17,9754 \text{ ton}$
- Standar deviasi pemakaian bahan baku selama *lead time*, $\sigma = 2,78335 \text{ ton}$

Titik pemesanan kembali didapat:

$$Z = \frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}$$

$$1,915 = \frac{B_1 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}}$$

$$B_1 = (1,869 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton}$$

$$B_1 = 23,306 \text{ ton}$$

- Ekspektasi kekurangan bahan baku:

$$E[M > B_1] = \sigma f\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B_1)g\left[\frac{B_1 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$f(1,915) = 0,0638$; dari lampiran E (Tabel ordinat distribusi normal)

$g(1,915) = 0,02773$; dari hasil $P(M > B_1)$

$$\begin{aligned} E(M > B_1) &= 2,78335 f(1,915) + (17,9754 - 23,306) g(1,915) \\ &= 2,78335(0,0638) + (17,9754 - 23,306) (0,02773) \\ &= 0,029 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Iterasi ke-2

Jumlah pesanan bahan baku :

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B_1)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (575,2044 \text{ ton}) \times [(Rp.12.470.760,00) + (Rp.4.879.891,00 \times 0,029 \text{ ton})]}{Rp.422.394,00}} \\ &= 185,338 \text{ ton} \end{aligned}$$

Probabilitas kekurangan bahan baku:

$$\begin{aligned} P(M > B_2) &= \int_{B_2}^{\infty} f(M) dM = \frac{HQ_2}{AR} \\ &= \frac{Rp.422.394,00 \times (185,338 \text{ ton})}{Rp.4.879.891,00 \times (575,2044 \text{ ton})} = 0,02789 \end{aligned}$$

Menentukan titik pesan kembali:

$$\begin{aligned} F(Z) &= 1 - P(M > B_2) \\ &= 1 - 0,02789 \\ &= 0,97211 \end{aligned}$$

Dari lampiran D, didapat nilai Z(deviasi normal standar) = 1,913

Titik Pemesanan Kembali didapat:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma} \\ 1,913 &= \frac{B_2 - 17,9754 \text{ ton}}{2,78335 \text{ ton}} \\ B_2 &= (1,913 \times 2,78335 \text{ ton}) + 17,9754 \text{ ton} \\ B_2 &= 23,299 \text{ ton} \end{aligned}$$

Ekspektasi kekurangan bahan baku :

$$E(M > B_2) = \sigma f\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right] + (\bar{M} - B)g\left[\frac{B_2 - \bar{M}}{\sigma}\right]$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} f(1,913) &= 0,06404 ; \text{ dari lampiran E (tabel ordinat distribusi normal)} \\ g(1,913) &= 0,02789 ; \text{ dari hasil } P(M > B_2) \\ E(M > B_2) &= 2,78335 f(1,913) + (17,9754 - 23,299) g(1,913) \\ &= 2,78335(0,06404) + (17,9754 - 23,299) (0,02789) \\ &= 0,029 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena $E(M > B_2) = E(M > B_1)$, maka hasil ini sudah mencapai optimal dan dengan demikian jumlah persediaan penyangga (S) dapat pula ditentukan.

$$S = B - \bar{M}$$

$$= 23,299 - 17,9754$$

$$= 5,3236 \text{ ton}$$

Hasil perhitungan iterasi dapat disimpulkan pada tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Hasil perhitungan untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

Iterasi	Q(ton)	P(M>B)	B(ton)	E(M>B)(ton)
1	184,295	0,02773	23,306	0,029
2	185,338	0,02789	23,229	0,029

Dengan demikian pada kondisi optimal didapat volume optimum pemesanan bahan baku *Sodium Sulfat* sebesar $Q=185,338$ ton. Pemesanan dilakukan kembali pada saat persediaan tinggal sebesar $B = 23,299$ ton, dengan besar persediaan penyangga (S) sebesar 5,3236 ton.

Biaya total persediaan (TC) selama periode perencanaan untuk bahan baku *Sodium Sulfat* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$TC = RP + C \left[\frac{R}{Q} \right] + A \left[\frac{R}{Q} \right] E[M > B] + H \left[\left(\frac{Q}{2} \right) + (B - \bar{M}) \right]$$

dengan:

$$R = 575,2044 \text{ ton}$$

$$P = \text{Rp. } 1.206.840,00 \text{ per ton}$$

$$C = \text{Rp. } 12.470.760,00 \text{ tiap pesanan}$$

$$Q = 185,338 \text{ ton}$$

$$A = \text{Rp. } 4.879.891,00 \text{ per ton}$$

$$E(M > B) = 0,029 \text{ ton}$$

$$H = \text{Rp. } 422.394,00 \text{ per ton per tahun}$$

$$B = 23,299 \text{ ton}$$

$$\overline{M} = 17,78335 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} TC &= (575,2044 \text{ ton} \times \text{Rp. } 1.206.840,00) + \left((\text{Rp. } 12.470.760,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{185,338 \text{ ton}} \right] \right) \\ &+ \left((\text{Rp. } 4.879.891,00) \times \left[\frac{575,2044 \text{ ton}}{185,338 \text{ ton}} \right] \times 0,029 \right) + \left(\text{Rp. } 422.394,00 \times \left[\frac{185,338 \text{ ton}}{2} \right] \right) + \\ &(\text{Rp. } 422.394,00 \times (23,299 \text{ ton} - 17,9754 \text{ ton})) \\ TC &= \text{Rp. } 694.179.678,096 + \text{Rp. } 38.703.536,37 + \text{Rp. } 439.203,55 + \text{Rp. } \\ &39.142.829,59 + \text{Rp. } 2.248.656,70 \\ &= \text{Rp. } 774.713.904,306 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 774.713.904,306. Total biaya ini terdiri dari biaya pembelian sebesar Rp. 694.179.678,096, biaya pemesanan sebesar Rp. 38.703.536,37 biaya akibat kekurangan bahan baku sebesar Rp. 439.203,55 biaya penyimpanan persediaan sebesar Rp. 39.142.829,59 dan biaya penyimpanan persediaan penyangga sebesar Rp. 2.248.656,70

4.4 Analisa Perbandingan Biaya Persediaan

Analisa perbandingan biaya persediaan ini dilakukan untuk melihat perbedaan biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan antara kondisi lalu dengan kondisi optimis, kondisi realistis, dan kondisi pesimis.

4.4.1 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Optimis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi optimis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada periode sebelumnya.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 28.790.853.746,90. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 30.253.018.950,00. Sehingga penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini sebesar 4,83%.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 3.769.203.170,43. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 4.467.750.000,00. Penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini adalah sebesar 15,63%.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 627.092.271,88. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar

Rp.677.278.608,00. Penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini adalah sebesar 7,41%.

4.4.2 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Realistis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi realistis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada periode sebelumnya.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 29.980.659.617,52. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 30.253.018.950,00. Sehingga penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini adalah sebesar 0,9%.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 3.937.074.494,90. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.4.467.750.000,00. Penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini adalah sebesar 11,88%.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar

Rp.655.189.039,53. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.677.278.608,00. Penghematan yang terjadi bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini adalah sebesar 3,26%.

4.4.3 Perbandingan Kondisi Lalu dengan Kondisi Pesimis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi pesimis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada periode sebelumnya.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp. 35.938.122.415,85. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp. 30.253.018.950,00. Sehingga yang bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini, terjadi pemborosan sebesar Rp. 5.685.103.465,85 atau 15,82%.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar. Rp. 4.687.530.874,52. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.4.467.750.000,00. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka terjadi pemborosan sebesar Rp. 219.780.874,52 atau 4,69%.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini maka pemakaian bahan baku ini mengeluarkan biaya persediaan total sebesar Rp.774.713.904,306. Sedangkan bila menggunakan sistem yang sekarang diterapkan maka biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.677.278.608,00. Bila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis maka terjadi pemborosan sebesar Rp. 97.435.296,306 atau 12,58%.

4.4.4 Perbandingan Kondisi Optimis dengan Kondisi Realistis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi optimis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada kondisi realistis.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi realistis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 1.189.805.870,62 atau sebesar 3,97%. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 1.189.805.870 atau sebesar 3,97%. Nilai tersebut diperoleh dari total biaya persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 29.980.659.617,52 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 28.790.853.746,90.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi realistis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 167.871.324,47 atau sebesar 4,26%. Bila yang terjadi sebaliknya maka perusahaan

akan mencapai penghematan sebesar Rp. 167.871.324,47 atau sebesar 4,26%. Nilai tersebut diperoleh dari total biaya persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 3.937.074.494,90 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 3.769.203.170,43.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi realistis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp 28.096.767,65 atau sebesar 4,29%. Bila yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp 28.096.767,65 atau sebesar 4,29%. Nilai tersebut diperoleh dari total biaya persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 655.189.039,53 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 627.092.271,88.

4.4.5 Perbandingan Kondisi Optimis dengan Kondisi Pesimis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi optimis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada kondisi pesimis.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 7.147.268.668,95 atau sebesar 19,89%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi pesimis sebesar Rp. 35.938.122.415,85 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 28.790.853.746,90. Jika yang terjadi

sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp.7.147.268.668,95 atau sebesar 19,89%.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 919.298.954,09 atau sebesar 19,61%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi pesimis sebesar Rp. 4.688.502.124,52 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 3.769.203.170,43. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 919.298.954,09 atau sebesar 19,61%.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Jika yang diterapkan kondisi optimis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp 147.621.632,426 atau sebesar 19,05%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 774.713.904,306 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi optimis sebesar Rp. 627.092.271,88. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 147.621.632,426 atau sebesar 19,05%.

4.4.6 Perbandingan Kondisi Realistis dengan Kondisi Pesimis

Analisa perbandingan biaya persediaan menggunakan hasil perhitungan biaya persediaan pada kondisi realistis dengan biaya persediaan total yang dikeluarkan perusahaan pada kondisi pesimis.

Pemakaian bahan baku *Soda Ash* untuk satu tahun ke depan sebesar 19.126,37 ton. Jika yang diterapkan kondisi realistis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 5.957.462.798,33 atau sebesar 16,58%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi pesimis sebesar Rp. 35.938.122.415,85 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 29.980.659.617,52. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 5.957.462.798,33 atau sebesar 16,58%.

Pemakaian bahan baku *Aluminium Hydroxide* untuk satu tahun ke depan sebesar 1.611,968 ton. Jika yang diterapkan kondisi realistis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 751.427.629,62 atau sebesar 16,03%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi pesimis sebesar Rp. 4.688.502.124,52 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 3.937.074.494,90. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 751.427.629,62 atau sebesar 16,03%.

Pemakaian bahan baku *Sodium Sulfat* untuk satu tahun ke depan sebesar 575,2044 ton. Jika yang diterapkan kondisi realistis sedangkan yang terjadi adalah kondisi pesimis, maka perusahaan akan menderita kerugian sebesar Rp. 119.524.864,776 atau sebesar 15,43%. Nilai kerugian ini diperoleh dari total biaya persediaan kondisi pesimis sebesar Rp. 774.713.904,306 dikurangi dengan biaya total persediaan kondisi realistis sebesar Rp. 655.189.039,53. Jika yang terjadi sebaliknya maka perusahaan akan mencapai penghematan sebesar Rp. 119.524.864,776 atau sebesar 15,43%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut ;

1. Model peramalan yang sesuai untuk bahan baku *soda ash*, *aluminium hydroxide* dan *sodium sulfat* adalah metode *Quadratic trend analysis*.
2. Model peramalan tersebut digunakan untuk meramalkan pemakaian ketiga bahan baku untuk satu tahun ke depan dan hasilnya untuk *soda ash* adalah 19.126,37 ton, *aluminium hydroxide* 1.611,968 ton, dan *sodium sulfat* 575,2044 ton.
3. Hasil dari analisa perancangan sistem persediaan bahan baku dengan menggunakan pendekatan model probabilistik pada kondisi optimis, dimana 1 USD = Rp. 9.600,00, adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk bahan baku *Soda Ash*
 - Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 984,721 ton.
 - Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 732,530 ton.
 - Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 183,881 ton.
 - Total biaya pengadaan persediaan bahan baku selama satu tahun adalah Rp. 28.790.853.746,90.
 - b. Untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*
 - Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 230,478 ton.

- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 66,753 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 14,8681 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 3.769.203.170,43.

c. Untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 207,142 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 23,161 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 5,1856 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 627.092.271,88.

4. Hasil dari analisa perancangan sistem persediaan bahan baku dengan menggunakan pendekatan model probabilistik pada kondisi realistis, dimana 1 USD = Rp. 10.000,00 adalah sebagai berikut:

a. Untuk bahan baku *Soda Ash*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 965,483 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 733,051 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 184,402 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *soda ash* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 29.980.659.617,52.

b. Untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 225,462 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 66,815 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 14,9301 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 3.937.074.494,90.

c. Untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 202,970 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 23,189 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 5,2136 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 655.189.039,53.

5. Hasil dari analisa perancangan sistem persediaan bahan baku dengan menggunakan pendekatan model probabilistik pada kondisi pesimis, dimana 1 USD = Rp. 12.000,00 adalah sebagai berikut:

a. Untuk bahan baku *Soda Ash*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 871,232 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 734,540 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 185,891 ton.

- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *soda ash* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 35.938.122.415,85.

b. Untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 206,422 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 67,127 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 15,2421 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Aluminium Hydroxide* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 4.688.502.125,515.

c. Untuk bahan baku *Sodium Sulfat*

- Jumlah pemesanan sekali pesan yang optimal adalah sebesar 185,338 ton.
- Titik pemesanan kembali adalah pada saat persediaan tinggal 23,299 ton.
- Persediaan penyangga yang harus tetap ada di dalam gudang adalah sebesar 5,3236 ton.
- Biaya total pengadaan persediaan bahan baku *Sodium Sulfat* selama satu tahun adalah sebesar Rp. 774.713.904,306.

6. Berdasarkan analisa perbandingan biaya persediaan antara kondisi lalu dengan kondisi optimis dimana menggunakan asumsi nilai tukar rupiah yang sama, diketahui bahan baku *Soda Ash* apabila menggunakan sistem yang dibahas dalam tesis ini terdapat penghematan sebesar 4,83%. Untuk bahan baku *Aluminium Hydroxide*, penghematan yang dapat dicapai sebesar 15,63%. Untuk bahan baku *Sodium Sulfat*, penghematan yang terjadi adalah sebesar 7,41%.

5.2 Saran

Berdasarkan analisa data maka saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah :

1. Peramalan kebutuhan bahan baku berdasarkan data masa lalu dapat digunakan sebagai panduan untuk memperkirakan pemakaian bahan baku agar pengeluaran biaya pengadaan persediaan dapat diminimalisir.
2. Dalam melakukan perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku, sebaiknya perusahaan perlu memperhatikan peramalan kebutuhan bahan baku dengan kondisi aktualnya. Data ini untuk kemudian digunakan kembali dalam menentukan model peramalan yang sesuai untuk periode yang akan datang.
3. Pengendalian persediaan bahan baku akan lebih baik apabila mengikuti sistem pengendalian persediaan bahan baku berdasarkan probabilistik seperti yang dibahas dalam tesis ini, karena memperhitungkan kondisi ketidakpastian yang ada berdasarkan data masa lalu. Terbukti juga bahwa total biaya yang terjadi lebih rendah bila dibandingkan menggunakan sistem yang selama ini digunakan oleh perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Elsayed, A. E. and T.O. Boucher (1994) *Analysis and Control of Production System*, Prentice Hall International Inc, 2nd Edition.
- Chase, R.B., N.J.Acquilano and F.R. Jacobs (2001) *Operation Management For Competitive Advantage*, McGraw Hill, Ninth Edition.
- Peters M.C., K.D. Timmerhaus and R.E. West (2003) *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, McGraw Hill, Fifth Edition.
- Makridakis, S., S.C.Wheelwright, and V.E. McGee. (1999) *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Revisi, terjemahan Ir. Hari Suminto, Penerbit Binarupa Aksara.
- Mc Leavey , Dennis W., Narashiman, Sheetorana M.L. (1985) *Production Planning and Inventory Control*, Allyn & Baron Inc.
- Nasution, A.H. (1999) *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Penerbit Guna Widya Jakarta.
- Tersine, R.J. (1994) *Principles of Inventory and Material Management*, Prentice Hall International Inc, Fourth Edition.
- Yamit, Z. (1999) *Manajemen Persediaan*, Penerbit Ekonisia FE UII, Yogyakarta.

LAMPIRAN A

PERAMALAN PEMAKAIAN BAHAN BAKU DENGAN MENGUNAKAN PRORAM MINITAB

A.1. BAHAN BAKU SODA ASH

1). Linear Trend Analysis

Data Soda Ash
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 1455.11 - 3.03592 \cdot t$

Accuracy Measures

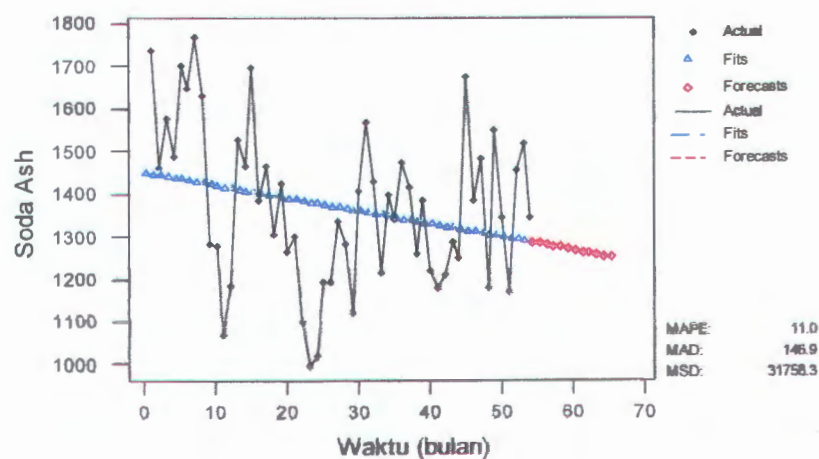
MAPE: 11.0317
MAD: 146.855
MSD: 31758.3

Row	Period	FORE1
1	55	1288.14
2	56	1285.10
3	57	1282.06
4	58	1279.03
5	59	1275.99
6	60	1272.96
7	61	1269.92
8	62	1266.88
9	63	1263.85
10	64	1260.81
11	65	1257.78
12	66	1254.74

Peramalan Soda Ash

Linear Trend Model

$$Y_t = 1455.11 - 3.03592 \cdot t$$



2). Quadratic Trend Analysis

Data Soda Ash
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 1648.02 - 23.7043t + 0.375788t^{**2}$$

Accuracy Measures

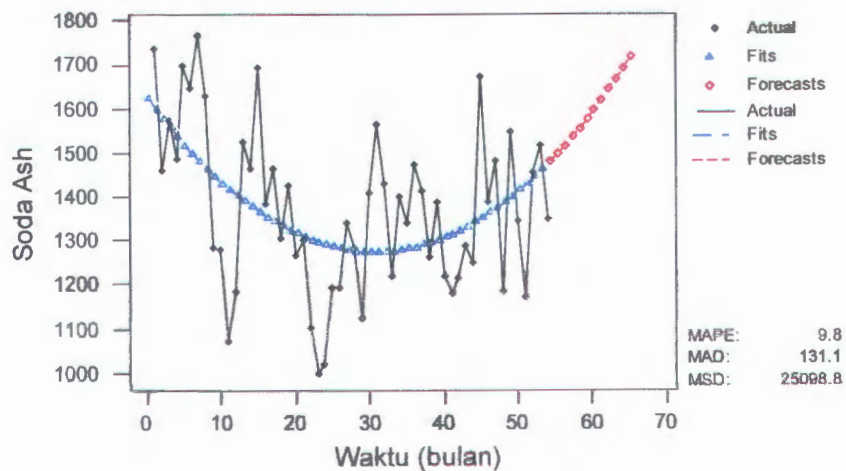
MAPE: 9.84757
MAD: 131.146
MSD: 25098.8

Row	Period	FORE2
1	55	1481.04
2	56	1499.05
3	57	1517.81
4	58	1537.32
5	59	1557.58
6	60	1578.60
7	61	1600.36
8	62	1622.88
9	63	1646.15
10	64	1670.17
11	65	1694.94
12	66	1720.47

Peramalan Soda Ash

Quadratic Trend Model

$$Y_t = 1648.02 - 23.7043t + 0.375788t^{**2}$$



3). Exponential Trend Analysis

Data Soda Ash
 Length 54.0000
 NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 1435.50 * (0.998017^{**t})$

Accuracy Measures

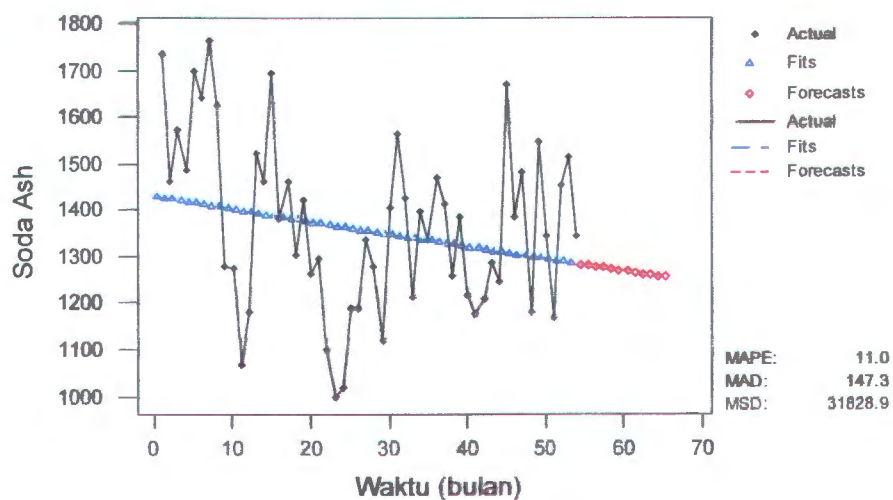
MAPE: 10.9602
 MAD: 147.306
 MSD: 31828.9

Row	Period	FORE3
1	55	1287.01
2	56	1284.46
3	57	1281.91
4	58	1279.37
5	59	1276.83
6	60	1274.30
7	61	1271.77
8	62	1269.25
9	63	1266.74
10	64	1264.22
11	65	1261.72
12	66	1259.21

Peramalan Soda Ash

Growth Curve Model

$$Y_t = 1435.50 * (0.998017^{**t})$$



4). Moving average

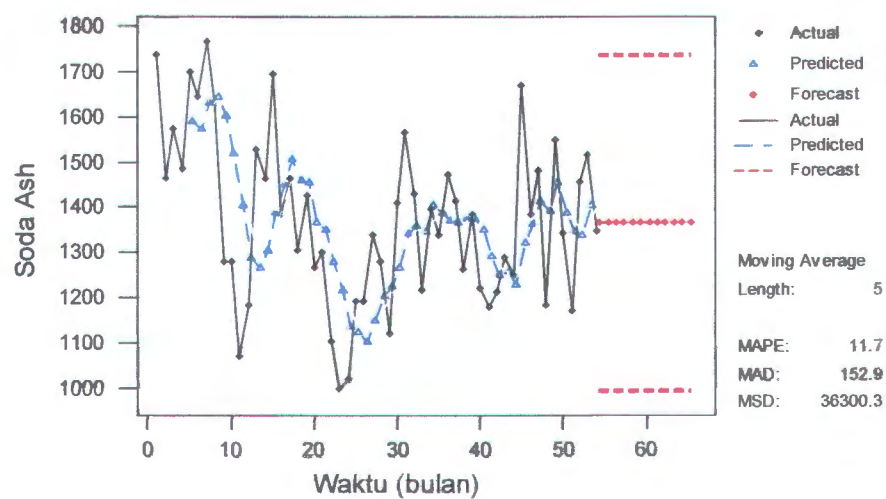
Data Soda Ash
Length 54.0000
NMissing 0

Moving Average
Length: 5

Accuracy Measures
MAPE: 11.7
MAD: 152.9
MSD: 36300.3

Row	Period	FORE4	LOWE4	UPPE4
1	55	1367.34	993.909	1740.77
2	56	1367.34	993.909	1740.77
3	57	1367.34	993.909	1740.77
4	58	1367.34	993.909	1740.77
5	59	1367.34	993.909	1740.77
6	60	1367.34	993.909	1740.77
7	61	1367.34	993.909	1740.77
8	62	1367.34	993.909	1740.77
9	63	1367.34	993.909	1740.77
10	64	1367.34	993.909	1740.77
11	65	1367.34	993.909	1740.77
12	66	1367.34	993.909	1740.77

Peramalan Soda Ash



5). Single Exponential Smoothing

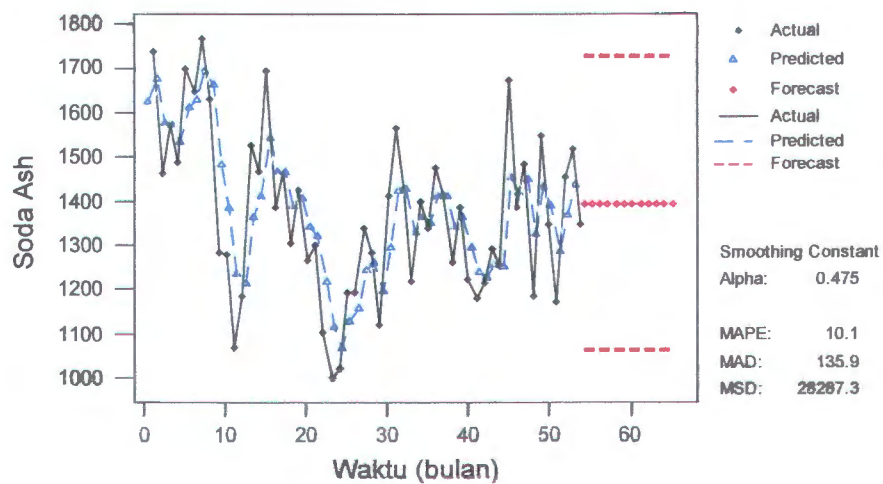
Data Soda Ash
 Length 54.0000
 NMissing 0

Smoothing Constant
 Alpha: 0.474689

Accuracy Measures
 MAPE: 10.1
 MAD: 135.9
 MSD: 28287.3

Row	Period	FORE7	LOWE7	UPPE7
1	55	1394.99	1061.93	1728.06
2	56	1394.99	1061.93	1728.06
3	57	1394.99	1061.93	1728.06
4	58	1394.99	1061.93	1728.06
5	59	1394.99	1061.93	1728.06
6	60	1394.99	1061.93	1728.06
7	61	1394.99	1061.93	1728.06
8	62	1394.99	1061.93	1728.06
9	63	1394.99	1061.93	1728.06
10	64	1394.99	1061.93	1728.06
11	65	1394.99	1061.93	1728.06
12	66	1394.99	1061.93	1728.06

Peramalan Soda Ash



6). Double Exponential Smoothing

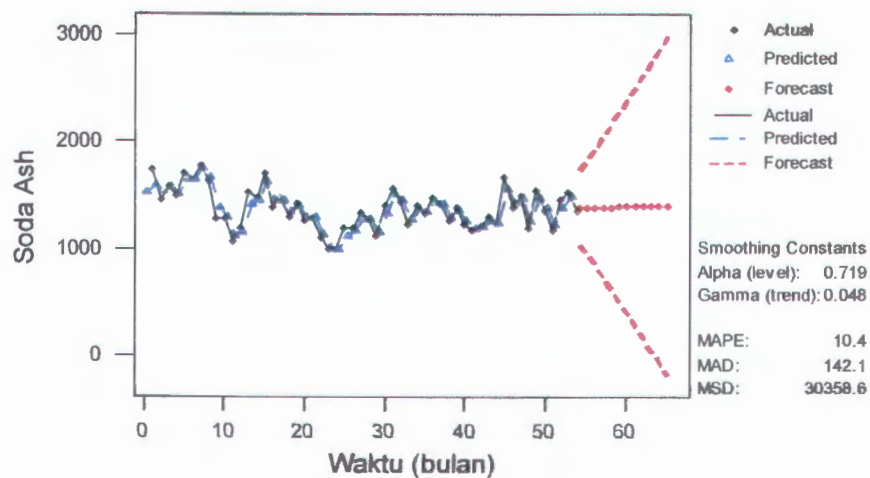
Data Soda Ash
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constants
Alpha (level): 0.719379
Gamma (trend): 0.047643

Accuracy Measures
MAPE: 10.4
MAD: 142.1
MSD: 30358.6

Row	Period	FORE8	LOWE8	UPPE8
1	55	1388.04	1039.80	1736.28
2	56	1389.28	944.55	1834.02
3	57	1390.53	841.13	1939.92
4	58	1391.77	733.44	2050.11
5	59	1393.02	623.28	2162.76
6	60	1394.27	511.59	2276.94
7	61	1395.51	398.89	2392.13
8	62	1396.76	285.49	2508.02
9	63	1398.00	171.59	2624.42
10	64	1399.25	57.31	2741.19
11	65	1400.49	-57.26	2858.24
12	66	1401.74	-172.04	2975.52

Peramalan Soda Ash



7). Winters' multiplicative model

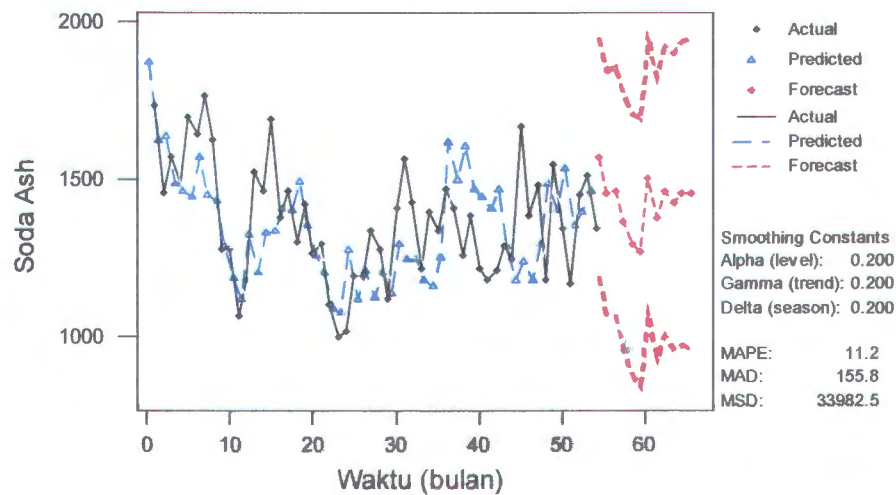
Data Soda Ash
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constants
Alpha (level): 0.2
Gamma (trend): 0.2
Delta (seasonal): 0.2

Accuracy Measures
MAPE: 11.2
MAD: 155.8
MSD: 33982.5

Row	Period	FORE9	LOWE9	UPPE9
1	55	1574.47	1192.85	1956.09
2	56	1460.79	1071.22	1850.37
3	57	1464.91	1066.77	1863.05
4	58	1368.34	961.07	1775.61
5	59	1299.53	882.59	1716.48
6	60	1271.28	844.16	1698.39
7	61	1509.91	1072.15	1947.66
8	62	1380.99	932.18	1829.81
9	63	1466.65	1006.36	1926.93
10	64	1432.71	960.59	1904.83
11	65	1458.88	974.58	1943.18
12	66	1459.21	962.41	1956.01

Peramalan Soda Ash



A.2. BAHAN BAKU ALMUNIAM HYDROXIDE

1). Linear Trend Analysis

Data Almuniam Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 137.912 - 0.298188 \cdot t$

Accuracy Measures

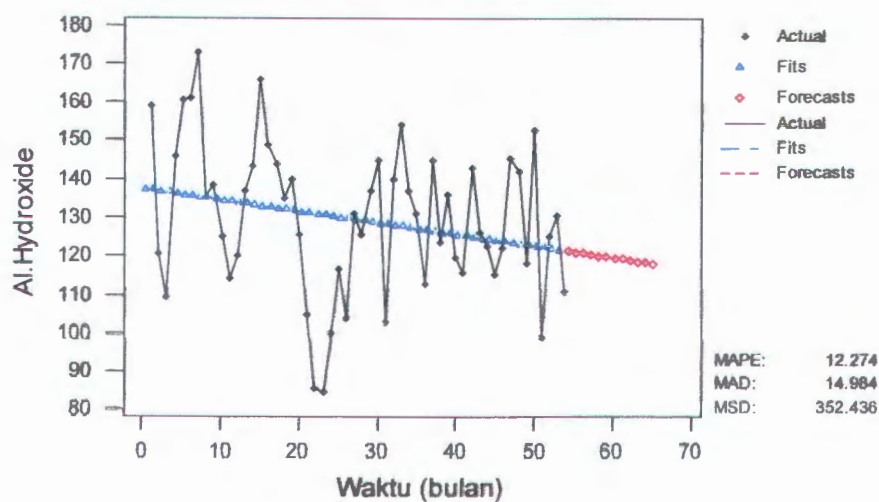
MAPE: 12.2738
MAD: 14.9837
MSD: 352.436

Row	Period	FORE11
1	55	121.512
2	56	121.214
3	57	120.916
4	58	120.618
5	59	120.319
6	60	120.021
7	61	119.723
8	62	119.425
9	63	119.127
10	64	118.828
11	65	118.530
12	66	118.232

Peramalan Almuniam Hydroxide

Linear Trend Model

$$Y_t = 137.912 - 0.298188 \cdot t$$



2). Quadratic Trend Analysis

Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 146.563 - 1.22502*t + 1.69E-02*t**2$$

Accuracy Measures

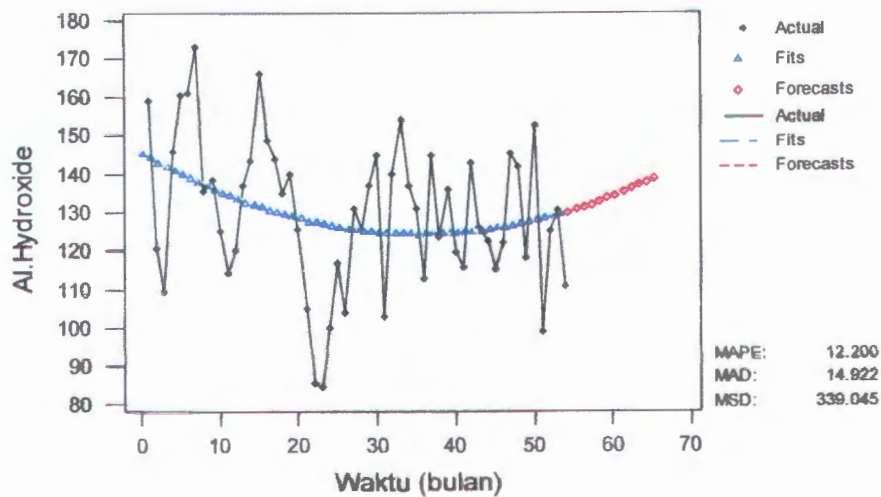
MAPE: 12.2001
MAD: 14.9216
MSD: 339.045

Row	Period	FORE12
1	55	130.163
2	56	130.808
3	57	131.487
4	58	132.200
5	59	132.947
6	60	133.727
7	61	134.541
8	62	135.389
9	63	136.270
10	64	137.185
11	65	138.134
12	66	139.117

Peramalan Almunium Hydroxide

Quadratic Trend Model

$$Y_t = 146.563 - 1.22502*t + 1.69E-02*t**2$$



3). Exponential Trend Analysis

Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 135.796 \cdot (0.997912^{**t})$

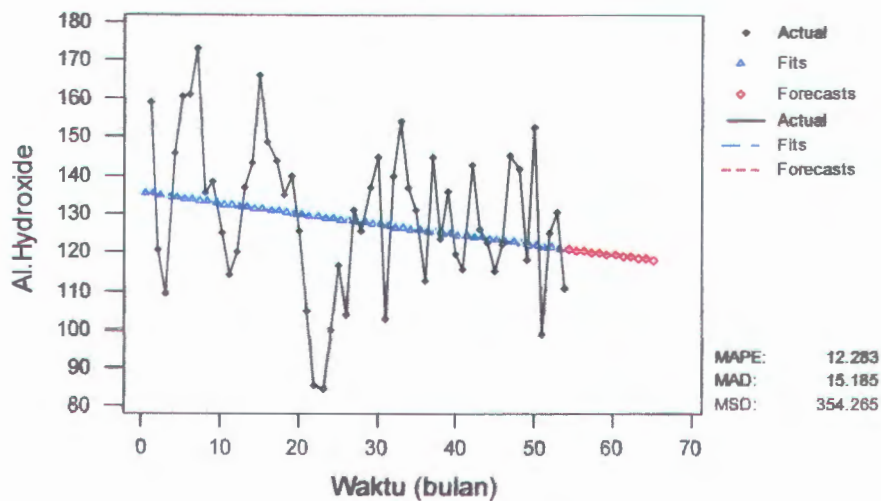
Accuracy Measures

MAPE: 12.2832
MAD: 15.1854
MSD: 354.265

Row	Period	FORE13
1	55	121.052
2	56	120.799
3	57	120.547
4	58	120.295
5	59	120.044
6	60	119.793
7	61	119.543
8	62	119.294
9	63	119.045
10	64	118.796
11	65	118.548
12	66	118.301

Peramalan Almunium Hydroxide

Growth Curve Model
 $Y_t = 135.796 \cdot (0.997912^{**t})$



4). Moving average

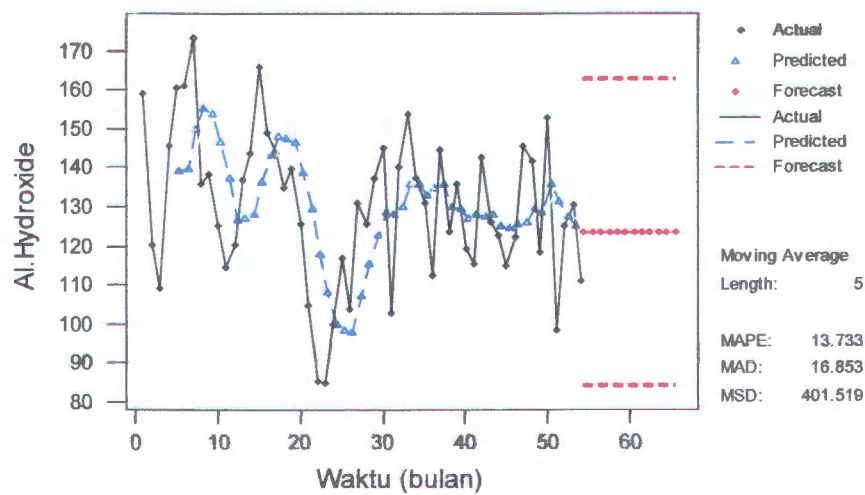
Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Moving Average
Length: 5

Accuracy Measures
MAPE: 13.733
MAD: 16.853
MSD: 401.519

Row	Period	FORE14	LOWE14	UPPE14
1	55	123.603	84.3282	162.877
2	56	123.603	84.3282	162.877
3	57	123.603	84.3282	162.877
4	58	123.603	84.3282	162.877
5	59	123.603	84.3282	162.877
6	60	123.603	84.3282	162.877
7	61	123.603	84.3282	162.877
8	62	123.603	84.3282	162.877
9	63	123.603	84.3282	162.877
10	64	123.603	84.3282	162.877
11	65	123.603	84.3282	162.877
12	66	123.603	84.3282	162.877

Peramalan Almunium Hydroxide



5). Single Exponential Smoothing

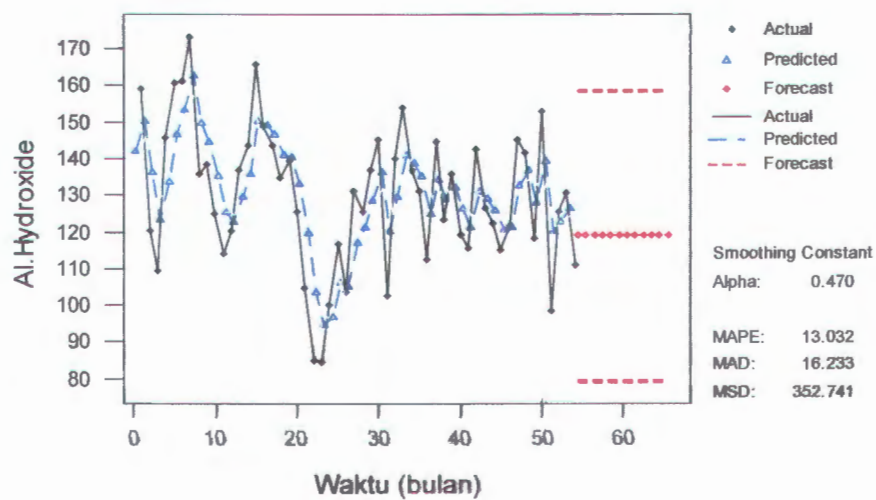
Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constant
Alpha: 0.470184

Accuracy Measures
MAPE: 13.032
MAD: 16.233
MSD: 352.741

Row	Period	FORE17	LOWE17	UPPE17
1	55	119.080	79.3100	158.850
2	56	119.080	79.3100	158.850
3	57	119.080	79.3100	158.850
4	58	119.080	79.3100	158.850
5	59	119.080	79.3100	158.850
6	60	119.080	79.3100	158.850
7	61	119.080	79.3100	158.850
8	62	119.080	79.3100	158.850
9	63	119.080	79.3100	158.850
10	64	119.080	79.3100	158.850
11	65	119.080	79.3100	158.850
12	66	119.080	79.3100	158.850

Peramalan Almunium Hydroxide



6). Double Exponential Smoothing

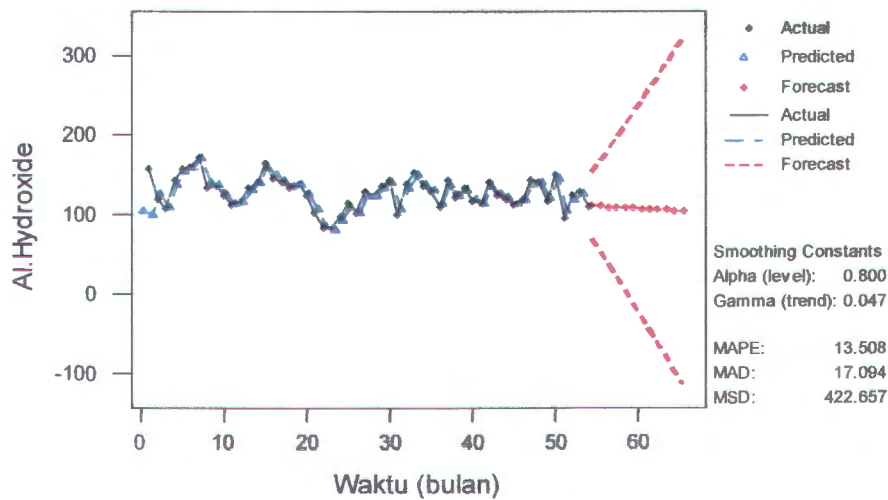
Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constants
Alpha (level): 0.799737
Gamma (trend): 0.047024

Accuracy Measures
MAPE: 13.508
MAD: 17.094
MSD: 422.657

Row	Period	FORE16	LOWE16	UPPE16
1	55	113.824	71.945	155.703
2	56	113.203	57.025	169.381
3	57	112.582	41.038	184.127
4	58	111.961	24.543	199.380
5	59	111.341	7.774	214.907
6	60	110.720	-9.157	230.597
7	61	110.099	-26.194	246.392
8	62	109.478	-43.302	262.258
9	63	108.857	-60.460	278.174
10	64	108.236	-77.654	294.127
11	65	107.616	-94.877	310.108
12	66	106.995	-112.121	326.110

Peramalan Almunium Hydroxide



7). Winters' multiplicative model

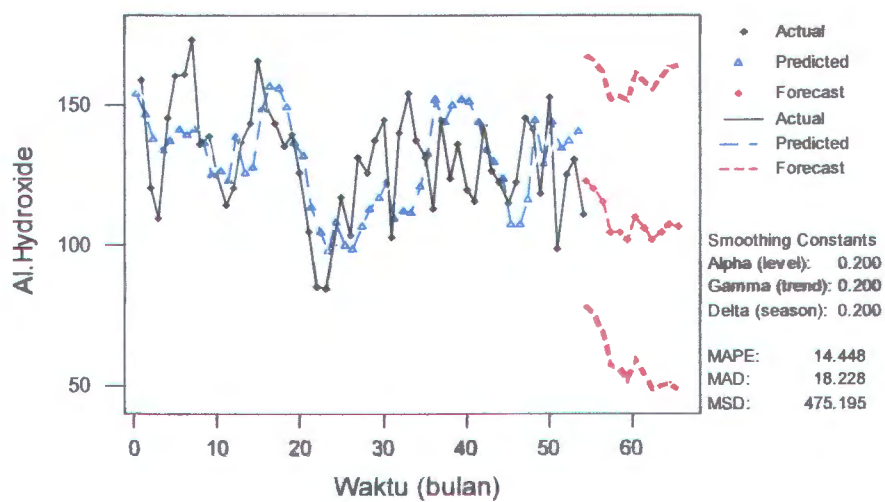
Data Almunium Hydroxide
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constants
Alpha (level): 0.2
Gamma (trend): 0.2
Delta (seasonal): 0.2

Accuracy Measures
MAPE: 14.448
MAD: 18.228
MSD: 475.195

Row	Period	FORE18	LOWE18	UPPE18
1	55	123.314	78.6550	167.973
2	56	120.402	74.8125	165.992
3	57	115.540	68.9483	162.132
4	58	104.661	57.0001	152.322
5	59	104.718	55.9255	153.511
6	60	101.908	51.9254	151.891
7	61	110.492	59.2648	161.720
8	62	106.194	53.6714	158.716
9	63	102.329	48.4651	156.194
10	64	104.981	49.7316	160.231
11	65	107.109	50.4337	163.784
12	66	106.628	48.4904	164.766

Peramalan Almunium Hydroxide



A.3. BAHAN BAKU SODIUM SULFAT

1). Linear Trend Analysis

Data Sodium Sulfat
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 48.0987 - 0.114919 \cdot t$

Accuracy Measures

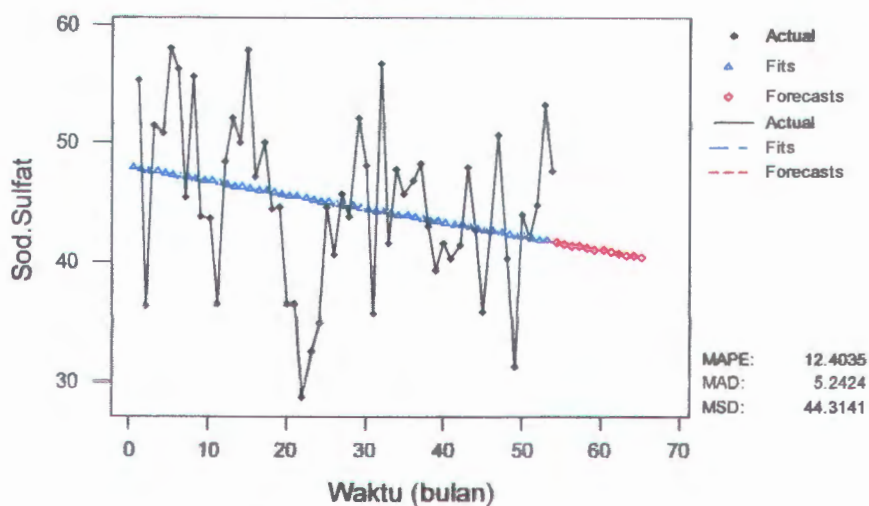
MAPE: 12.4035
MAD: 5.24244
MSD: 44.3141

Row	Period	FORE20
1	55	41.7781
2	56	41.6632
3	57	41.5483
4	58	41.4334
5	59	41.3184
6	60	41.2035
7	61	41.0886
8	62	40.9737
9	63	40.8588
10	64	40.7439
11	65	40.6289
12	66	40.5140

Peramalan Sodium Sulfat

Linear Trend Model

$$Y_t = 48.0987 - 0.114919 \cdot t$$



2). Quadratic Trend Analysis

Data Sodium Sulfat
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 52.1790 - 0.552096*t + 7.95E-03*t**2$$

Accuracy Measures

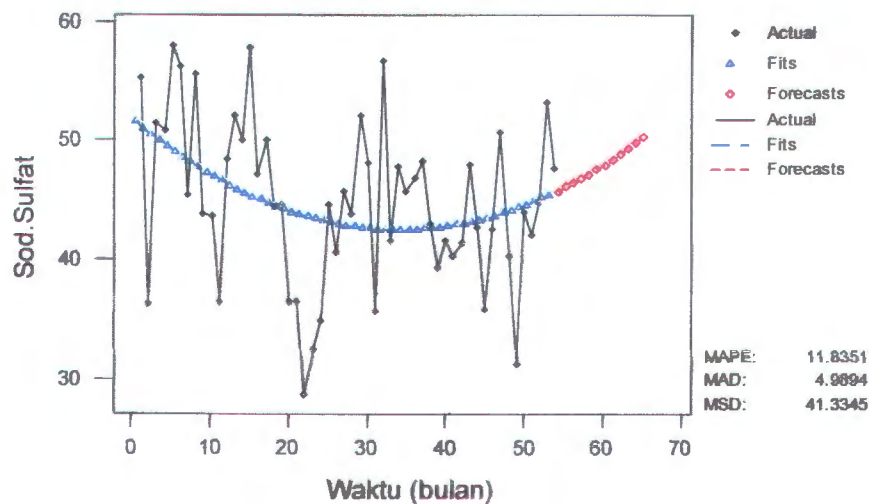
MAPE: 11.8351
MAD: 4.98942
MSD: 41.3345

Row	Period	FORE21
1	55	45.8584
2	56	46.1886
3	57	46.5347
4	58	46.8967
5	59	47.2746
6	60	47.6684
7	61	48.0781
8	62	48.5037
9	63	48.9452
10	64	49.4026
11	65	49.8759
12	66	50.3651

Peramalan Sodium Sulfat

Quadratic Trend Model

$$Y_t = 52.1790 - 0.552096*t + 7.95E-03*t**2$$



3). Exponential Trend Analysis

Data Sodium Sulfat
Length 54.0000
NMissing 0

Fitted Trend Equation
 $Y_t = 47.3566 * (0.997650^{**t})$

Accuracy Measures

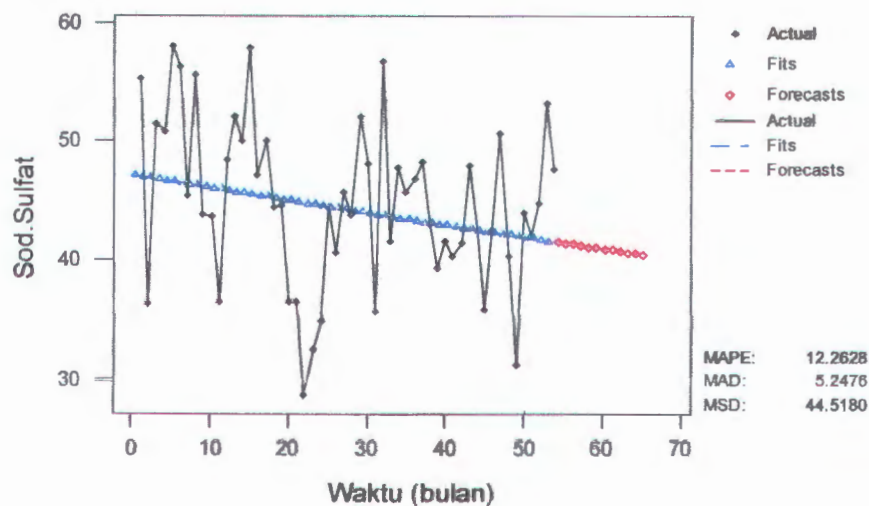
MAPE: 12.2628
MAD: 5.24760
MSD: 44.5180

Row	Period	FORE22
1	55	41.6092
2	56	41.5114
3	57	41.4139
4	58	41.3166
5	59	41.2195
6	60	41.1227
7	61	41.0260
8	62	40.9296
9	63	40.8335
10	64	40.7375
11	65	40.6418
12	66	40.5463

Peramalan Sodium Sulfat

Growth Curve Model

$$Y_t = 47.3566 * (0.997650^{**t})$$



4). Moving average

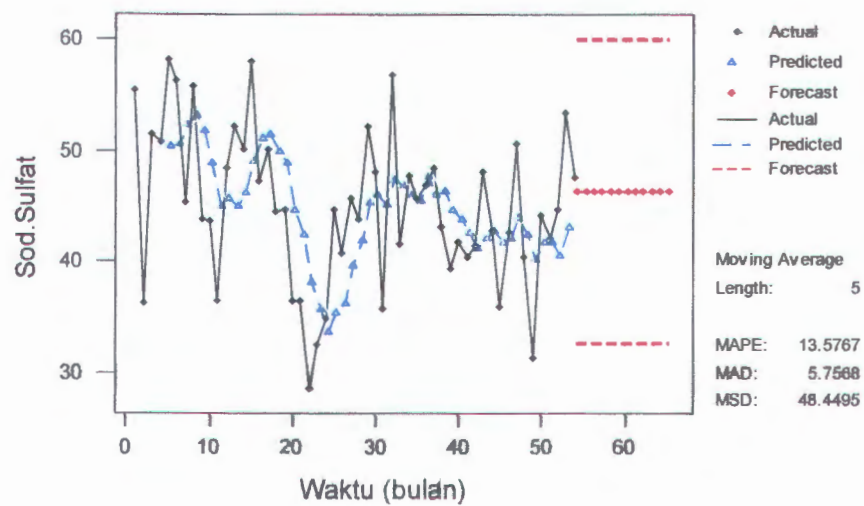
Data Sodium Sulfat
Length 54.0000
NMissing 0

Moving Average
Length: 5

Accuracy Measures
MAPE: 13.5767
MAD: 5.7568
MSD: 48.4495

Row	Period	FORE23	LOWE23	UPPE23
1	55	46.4032	32.7605	60.0459
2	56	46.4032	32.7605	60.0459
3	57	46.4032	32.7605	60.0459
4	58	46.4032	32.7605	60.0459
5	59	46.4032	32.7605	60.0459
6	60	46.4032	32.7605	60.0459
7	61	46.4032	32.7605	60.0459
8	62	46.4032	32.7605	60.0459
9	63	46.4032	32.7605	60.0459
10	64	46.4032	32.7605	60.0459
11	65	46.4032	32.7605	60.0459
12	66	46.4032	32.7605	60.0459

Peramalan Sodium Sulfat



5). Single Exponential Smoothing

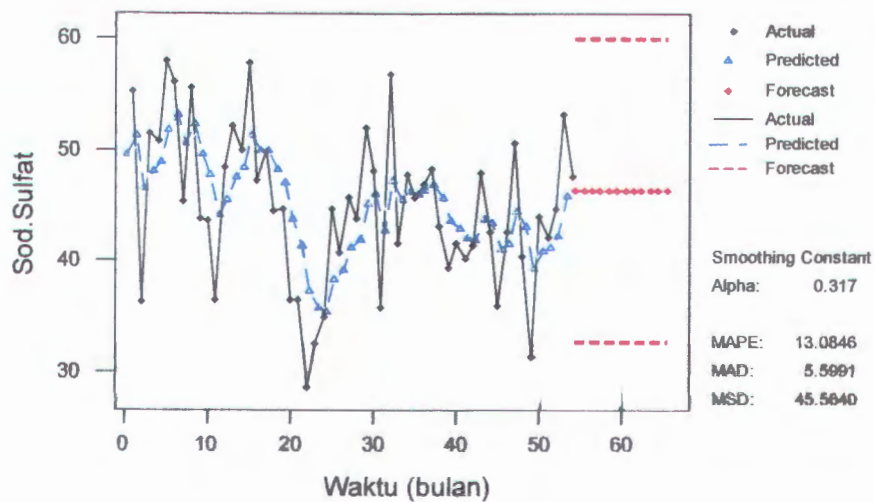
Data Sodium Sulfat
 Length 54.0000
 NMissing 0

Smoothing Constant
 Alpha: 0.317100

Accuracy Measures
 MAPE: 13.0846
 MAD: 5.5991
 MSD: 45.5640

Row	Period	FORE24	LOWE24	UPPE24
1	55	46.4343	32.7165	60.1521
2	56	46.4343	32.7165	60.1521
3	57	46.4343	32.7165	60.1521
4	58	46.4343	32.7165	60.1521
5	59	46.4343	32.7165	60.1521
6	60	46.4343	32.7165	60.1521
7	61	46.4343	32.7165	60.1521
8	62	46.4343	32.7165	60.1521
9	63	46.4343	32.7165	60.1521
10	64	46.4343	32.7165	60.1521
11	65	46.4343	32.7165	60.1521
12	66	46.4343	32.7165	60.1521

Peramalan Sodium Sulfat



6). Double Exponential Smoothing

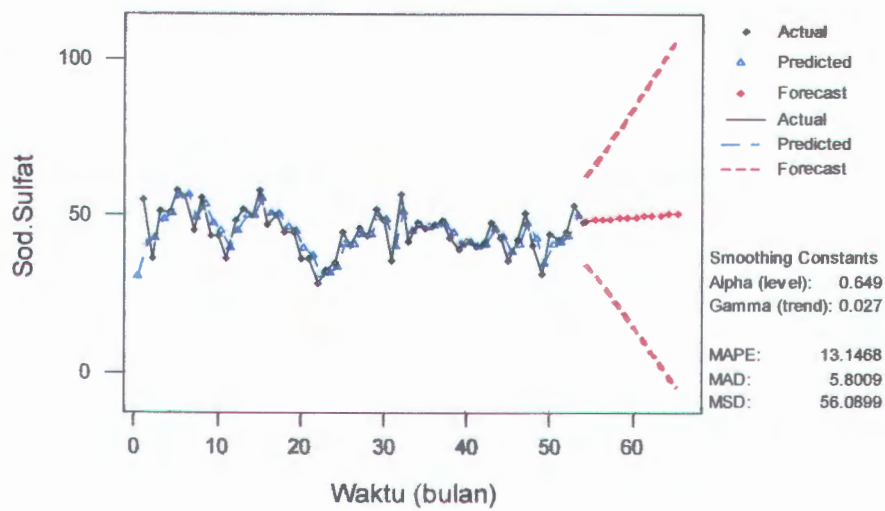
Data Sodium Sulfat
 Length 54.0000
 NMissing 0

Smoothing Constants
 Alpha (level): 0.649360
 Gamma (trend): 0.026955

Accuracy Measures
 MAPE: 13.1468
 MAD: 5.8009
 MSD: 56.0899

Row	Period	FORE25	LOWE25	UPPE25
1	55	48.7509	34.5388	62.963
2	56	48.9457	31.5198	66.372
3	57	49.1405	28.2037	70.077
4	58	49.3354	24.7173	73.953
5	59	49.5302	21.1266	77.934
6	60	49.7250	17.4684	81.982
7	61	49.9198	13.7642	86.075
8	62	50.1147	10.0275	90.202
9	63	50.3095	6.2670	94.352
10	64	50.5043	2.4885	98.520
11	65	50.6991	-1.3038	102.702
12	66	50.8940	-5.1069	106.895

Peramalan Sodium Sulfat



7). Winters' multiplicative model

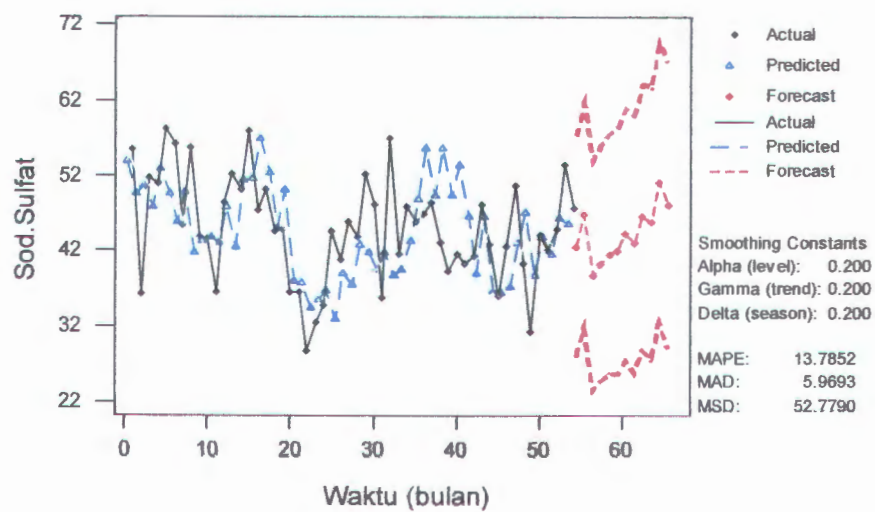
Data Sodium Sulfat
Length 54.0000
NMissing 0

Smoothing Constants
Alpha (level): 0.2
Gamma (trend): 0.2
Delta (seasonal): 0.2

Accuracy Measures
MAPE: 13.7852
MAD: 5.9693
MSD: 52.7790

Row	Period	FORE26	LOWE26	UPPE26
1	55	42.6553	28.0307	57.2800
2	56	46.8843	31.9549	61.8137
3	57	38.7479	23.4904	54.0055
4	58	40.4137	24.8060	56.0213
5	59	41.6005	25.6222	57.5788
6	60	41.9810	25.6129	58.3491
7	61	44.2816	27.5060	61.0573
8	62	42.9863	25.7866	60.1860
9	63	46.5041	28.8650	64.1433
10	64	45.7642	27.6714	63.8570
11	65	51.1907	32.6311	69.7504
12	66	48.0849	29.0462	67.1235

Peramalan Sodium Sulfat



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN BIAYA-BIAYA PERSEDIAAN

Jenis bahan baku yang digunakan untuk perhitungan biaya-biaya adalah sebagai berikut:

1. Soda Ash
2. Almunium Hydroxide
3. Sodium Sulfat

B.1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

B.1.1. Untuk Soda Ash

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari staf pembelian, harga Soda Ash adalah US\$ 153,52 per ton. Karena nilai tukar rupiah yang tidak tentu maka dibuat skenario nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika dengan tiga kondisi yaitu:

1. Kondisi Optimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 9.600,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 1.473.780,00 per ton.
2. Kondisi Realistis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 10.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 1.535.200,00 per ton.
3. Kondisi Pesimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 12.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 1.842.240,00 per ton.

B.1.2. Untuk Almunium Hydroxide

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari staf pembelian, harga Almunium Hydroxide adalah US\$ 231,25 per ton. Karena nilai tukar rupiah yang tidak tentu

maka dibuat skenario nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika dengan tiga kondisi yaitu:

1. Kondisi Optimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 9.600,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 2.220.000,- per ton.
2. Kondisi Realistis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 10.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 2.321.250,00 per ton.
3. Kondisi Pesimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 12.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 2.775.000,00 per ton.

B.1.3. Untuk Sodium Sulfat

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari staf pembelian, harga Soda Ash adalah US \$ 100,57 per ton. Karena nilai tukar rupiah yang tidak tentu maka dibuat skenario nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika dengan tiga kondisi yaitu:

1. Kondisi Optimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 9.600,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 965.472,00 per ton.
2. Kondisi Realistis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 10.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 1.005.700,00 per ton.
3. Kondisi Pesimis, dengan asumsi bahwa 1 US\$ = Rp. 12.000,00 berarti harga Soda Ash adalah sebesar Rp. 1.206.840,00 per ton.

B.2. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

B.2.1. Biaya Pemesanan Soda Ash

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul pada saat suatu perusahaan membeli barang dari supplier. Biaya pemesanan meliputi biaya surat-menyurat, biaya

telepon (facsimile), biaya penulisan dan pengiriman order, biaya tenaga kerja, dan biaya pengecekan order pada saat barang datang.

Perhitungan biaya pemesanan ditentukan dengan cara estimasi biaya.

Perhitungan estimasi biayanya adalah sebagai berikut:

a. Data yang didapat dari lapangan berdasarkan wawancara dengan staf pengadaan dan personalia:

- Jumlah staf pengambil keputusan penambahan bahan baku adalah 11 orang yang terdiri dari staf pemasaran, staf pengadaan, 3 staf produksi (staf produksi 1,2 dan 3), 2 staf material, 2 staf QC, staf anggaran, staf laborat.
- Gaji rata-rata ke-11 staf tersebut adalah Rp. 5.500.000,00
- Waktu keputusan untuk menambah bahan baku sampai penempatan order adalah 10 hari kerja. Selama 10 hari tersebut, ke-11 staf pengambil keputusan mengadakan pertemuan untuk membahas pengambilan keputusan penambahan bahan baku selama 2 jam per hari.
- Untuk bahan baku yang tiba di gudang, diadakan pemeriksaan kualitas yang dilakukan oleh bagian *quality control*. Jumlah staf QC yang terlibat dalam pemeriksaan tersebut adalah 15 orang dan waktu pemeriksaan berlangsung dua hari kerja.
- Gaji rata-rata staf di bagian QC adalah sebesar Rp. 3.000.000,00 per orang.
- Perusahaan mengadakan pengiriman facsimile kepada perusahaan supplier sebanyak dua kali, yang pertama adalah pengiriman surat penawaran harga, dan yang kedua adalah pengiriman purchase order. Biaya pengiriman facsimile untuk satu kali pengiriman adalah Rp. 70.000,00

b. Estimasi biaya pemesanan

- Biaya staf pengambil keputusan

Jumlah jam rata-rata per bulan adalah 180 jam, dengan demikian upah rata-rata per jam untuk staf pengambil keputusan penambahan bahan baku adalah:

$$= \frac{Rp.5.500.000,00}{180 \text{ jam}} \approx Rp. 30.556,00 \text{ per jam}$$

Waktu keputusan untuk menambah bahan baku sampai penempatan order adalah

$$= 10 \text{ hari kerja} \times 2 \text{ jam} = 20 \text{ jam.}$$

Dengan demikian biaya staf pengambil keputusan adalah:

$$= 20 \text{ jam} \times Rp. 30.556,00 \text{ per jam orang} \times 11 \text{ orang} = Rp. 6.722.320,00$$

- Biaya komunikasi dengan supplier (pengiriman facsimile)

Terdapat dua kali pengiriman facsimile ke perusahaan supplier, maka dengan demikian biaya komunikasi adalah :

$$= 2 \times Rp. 70.000,00 = Rp. 140.000,00$$

- Biaya pemeriksaan bahan baku yang datang di bagian QC.

Jumlah jam kerja rata-rata per bulan adalah 180 jam, dengan demikian upah rata-rata per jam untuk staf QC adalah:

$$= \frac{Rp.3.000.000,00}{180 \text{ jam}} \approx Rp. 16.667,00 \text{ per jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan barang yang tiba adalah 2 hari kerja (16 jam), dengan demikian biaya pemeriksaan bahan baku adalah :

$$= 16 \text{ jam} \times Rp. 16.667,00 \text{ per jam per orang} \times 15 \text{ orang} = Rp. 4.000.080,00$$

- Biaya administrasi

Biaya administrasi yang dimaksud adalah biaya yang berkaitan dengan pengambilan keputusan penambahan bahan baku dan pemeriksaan bahan baku yang tiba di bagian QC. Menurut Peters and Timmerhaus (2003), dasar estimasi biayanya adalah biaya tenaga kerja operasi. Dalam hal ini biaya tenaga kerja operasi yang terkait adalah biaya staf pengambil keputusan dan biaya pemeriksaan bahan baku yang datang di bagian QC. Untuk estimasi yang cepat, menurut Peters dan Timmerhaus (2003), biaya ini dapat diambil 15% dari biaya tenaga kerja operasi. Dengan demikian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya administrasi} &= 15\% \times (\text{biaya staf pengambil keputusan} + \text{biaya pemeriksaan bahan baku}). \\
 &= 15\% \times (\text{Rp. 6.722.320,00} + \text{Rp. 4.000.080,00}) \\
 &= 15\% \times (\text{Rp. 10.722.400,00}) \\
 &= \text{Rp. 1.608.360,-}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian total biaya pemesanan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{biaya staf pengambil keputusan} + \text{biaya komunikasi dengan supplier} + \\
 &\quad \text{biaya pemeriksaan bahan baku} + \text{biaya administrasi}. \\
 &= \text{Rp. 6.722.320,-} + \text{Rp. 140.000} + \text{Rp. 4.000.080,-} + \text{Rp. 1.608.360,-} \\
 &= \text{Rp. 12.470.760,-} \text{ tiap pesanan}
 \end{aligned}$$

B.2.2 Biaya Pemesanan Aluminium Hydroxide

Data yang terkait dengan perhitungan biaya pemesanan untuk Aluminium Hydroxide adalah sama dengan Soda Ash (lampiran B.2.1). Waktu keputusan untuk menambah bahan baku sampai penempatan order untuk Aluminium Hydroxide juga

sama selama 10 hari kerja. Dengan demikian biaya pemesanan adalah sebesar Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan.

B.2.3 Biaya Pemesanan Sodium Sulfat

Data yang terkait dengan perhitungan biaya pemesanan untuk Sodium Sulfat adalah sama dengan Soda Ash (lampiran B.2.1). Waktu keputusan untuk menambah bahan baku sampai penempatan order untuk Sodium Sulfat juga sama, yaitu selama 10 hari kerja. Dengan demikian biaya pemesanan adalah sebesar Rp. 12.470.760,00 tiap pesanan.

B.3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

B.3.1. Biaya Penyimpanan Soda Ash

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan sebagai akibat adanya persediaan dalam gudang. Biaya ini terdiri dari *cost of capital*, utilitas, tenaga kerja gudang, asuransi, keamanan, pajak, dan biaya akibat adanya item yang hilang atau rusak.

Karena biaya-biaya tersebut sulit diukur, maka digunakan *holding cost rate* untuk mendapatkan biaya penyimpanan. Menurut Tersine (1994), *holding cost rate* adalah 20% sampai dengan 40% dari biaya pembelian. Basis ini dinyatakan dengan biaya penyimpanan satu unit barang dalam persediaan dalam satu tahun. Untuk perhitungan biaya penyimpanan bahan baku Soda Ash dipilih *holding cost rate* sebesar 35% dari biaya pembelian yang terdiri dari bunga bank 20% dan biaya-biaya lain sebesar 15%.

Dengan demikian biaya penyimpanan bahan baku Soda Ash adalah:

1. Pada kondisi optimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 1.473.780,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 515.823,00 \text{ per ton per tahun}$$

2. Pada kondisi realistis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 1.535.200,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 537.320,00 \text{ per ton per tahun}$$

3. Pada kondisi pesimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 1.842.240,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 644.784,00 \text{ per ton per tahun}$$

B.3.2. Biaya Penyimpanan Almunium Hydroxide

Biaya penyimpanan bahan baku Almunium Hydroxide adalah:

1. Pada kondisi optimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 2.220.000,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 777.000,00 \text{ per ton per tahun}$$

2. Pada kondisi realistis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 2.321.250,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 812.438,00 \text{ per ton per tahun}$$

3. Pada kondisi pesimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 2.775.000,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 971.250,00 \text{ per ton per tahun}$$

B.3.3. Biaya Penyimpanan Sodium Sulfat

Biaya penyimpanan bahan baku Sodium Sulfat adalah:

1. Pada kondisi optimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 965.472,00 \text{ per ton} = \text{Rp. } 337.915,00 \text{ per ton per tahun}$$

2. Pada kondisi realistis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 1.005.700,- \text{ per ton} = \text{Rp. } 351.995,- \text{ per ton per tahun}$$

3. Pada kondisi pesimis:

$$= 35\% \times \text{Rp. } 1.206.840,- \text{ per ton} = \text{Rp. } 422.394,- \text{ per ton per tahun}$$

B.4. Biaya Akibat Tidak adanya Bahan Baku dalam Gudang (*Stockout Cost*)

B.4.1. *Stockout Cost* Pada Kondisi Optimis

Menurut Tersine (1994), biaya akibat kekurangan bahan baku (*shortage cost*) adalah biaya akibat dari habisnya bahan baku secara eksternal (*external shortage*) maupun internal (*internal shortage*). Secara eksternal berarti bahwa tidak terpenuhinya pesanan pelanggan, sedangkan secara internal berarti tidak terpenuhinya pesanan dari suatu kelompok atau departemen dalam suatu perusahaan. Tersine (1994) menjelaskan pula bahwa habisnya bahan baku secara internal mengakibatkan mengganggu sumber-sumber daya karena proses produksi berhenti dan penundaan waktu penyelesaian produksi. Dalam kasus pada produsen botol gelas ini, bila terjadi kehabisan bahan baku berarti bagian gudang tidak dapat memenuhi pesanan bagian produksi (*internal shortage*), sehingga proses produksi akan terhenti beberapa waktu. Untuk menghitung biaya akibat kehabisan bahan baku, maka total biaya tenaga kerja operasi per hari digunakan sebagai dasar. Adapun tenaga kerja operasi yang dimaksud adalah yang berkaitan dengan proses produksi (formulasi) produk. Perhitungan estimasi biayanya adalah sebagai berikut:

a. Berdasarkan wawancara dengan staf personalia diperoleh data sebagai berikut:

- Gaji rata-rata tenaga kerja operasi per bulan (yang berkaitan dengan proses produksi) adalah Rp. 3.000.000,00 / orang
- Jumlah tenaga kerja operasi sebanyak 273 orang.

b. Dasar estimasi:

Total biaya tenaga kerja operasi = gaji rata-rata per orang per bulan x jumlah tenaga kerja operasi.

$$= \text{Rp. } 3.000.000,00 \times 273 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp. } 819.000.000,- \text{ per bulan}$$

$$= \text{Rp. } 32.760.000,- \text{ per hari (1 bulan=25 hr kerja)}$$

Menurut Peters dan Timmerhaus (2003), biaya tenaga kerja operasi adalah 10% sampai 20% dari biaya total produk. Prosentase estimasi yang dipilih adalah sebesar 15%.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi biaya total produk} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{15\%} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{15\%} \\ &= \text{Rp. } 218.400.000,00 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Peters dan Timmerhaus (2003) juga berpendapat bahwa biaya bahan baku total adalah 10% sampai dengan 60% dari biaya total produk. Prosentase estimasi yang dipilih adalah sebesar 30%.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi biaya bahan baku total} &= 30\% \times \text{biaya total produk} \\ &= 30\% \times \text{Rp. } 218.400.000,00 \text{ per hari} \\ &= \text{Rp. } 65.520.000,00 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan informasi dari manajemen diketahui bahan baku *Soda Ash*, *Aluminium Hydroxide* dan *Sodium Sulfat* memiliki persentase sebesar 63,57% dari nilai persediaan, sehingga dapat diasumsikan termasuk ke dalam kelompok A pada klasifikasi ABC. Ketiga bahan baku tersebut merupakan bahan baku utama yang digunakan pada produksi tiga jenis botol gelas (botol hijau, botol coklat dan botol putih).

Harga bahan baku total untuk kelompok A merupakan penjumlahan harga bahan baku yang termasuk dalam kelompok ini. Dimana diketahui harganya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Harga bahan baku total} &= \text{harga Soda Ash} + \text{harga Almunium Hydroxide} + \text{harga Sodium Sulfat} \\ &= \text{Rp. 1.473.780,00} + \text{Rp. 2.220.000,00} + \text{Rp. 965.472,00} \\ &= \text{Rp. 4.659.272,00}\end{aligned}$$

Dengan demikian estimasi biaya bahan baku Soda Ash adalah :

$$\begin{aligned}&= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\ &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.1.473.780,00}}{\text{Rp.4.659.272,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari} \\ &= \text{Rp. 13.174.699,00 per hari}\end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Soda Ash adalah :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\ &= \frac{\text{Rp.13.174.699,00 per hari}}{\text{Rp.1.473.780,00 per ton}} \\ &= 8,94 \text{ ton per hari}\end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. } 2.384.585,- \text{ per ton} \times 10\% = \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 238.458,5 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Soda Ash adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{8,94 \text{ ton per hari}} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.664.429,5 \text{ per ton} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.902.888,00 \text{ per ton} \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku Aluminium Hydroxide:

$$\begin{aligned} &63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Aluminium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\ &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp. } 2.220.000,00}{\text{Rp. } 4.659.272,00} \times \text{Rp. } 65.520.000,00 \text{ per hari} \\ &= \text{Rp. } 19.845.453,00 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Aluminium Hydroxide adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Aluminium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 19.845.453,00 \text{ per hari}}{\text{Rp. } 2.220.000,00 \text{ per ton}} \\ &= 8,94 \text{ ton per hari} \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya



tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. } 2.384.585,- \text{ per ton} \times 10\% = \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 238.458,5 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Almunium Hydroxide adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{8,94 \text{ ton per hari}} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.664.429,5 \text{ per ton} + \text{Rp. } 238.458,5 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.902.888,00 \text{ per ton} \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku Sodium Sulfat adalah :

$$\begin{aligned} &= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Sodium Sulfat}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\ &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp. } 965.470,00}{\text{Rp. } 4.659.272,00} \times \text{Rp. } 65.520.000,00 \text{ per hari} \\ &= \text{Rp. } 8.630.716,00 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Sodium Sulfat adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Almunium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 8.630.716,00 \text{ perhari}}{\text{Rp. } 965.470,00 \text{ perton}} \\ &= 8,94 \text{ ton per hari} \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. 2.384.585,- per ton} \times 10\% = \text{Rp. 238.458,5 per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 238.458,5 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Sodium Sulfat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp.238.458,5 per ton} \\ &= \frac{\text{Rp.32.760.000,00 per hari}}{8,94 \text{ ton per hari}} + \text{Rp.238.458,5 per ton} \\ &= \text{Rp. 3.664.429,5 per ton} + \text{Rp. 238.458,5 per ton} \\ &= \text{Rp. 3.902.888,00 per ton} \end{aligned}$$

B.4.2. Stockout Cost Pada Kondisi Realistik

Data yang terkait dengan biaya stockout pada kondisi realistis sama dengan biaya stockout pada kondisi optimis, kecuali pada biaya pembeliannya. Proses perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Harga bahan baku total} &= \text{harga Soda Ash} + \text{harga Almunium Hydroxide} + \text{harga} \\ &\quad \text{Sodium Sulfat} \\ &= \text{Rp. 1.535.200,00} + \text{Rp. 2.321.250,00} + \text{Rp.1.005.700,00} \\ &= \text{Rp. 4.862.150,00} \end{aligned}$$

Dengan demikian estimasi biaya bahan baku untuk Soda Ash adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\
 &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.1.535.200,00}}{\text{Rp.4.862.150,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari} \\
 &= \text{Rp. 13.151.119,00 per hari}
 \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Soda Ash adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\
 &= \frac{\text{Rp.13.151.119,00 per hari}}{\text{Rp.1.535.200,00 per ton}} \\
 &= 8,57 \text{ ton per hari}
 \end{aligned}$$

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan, dimana harga penjualan mengikuti kenaikan harga bahan baku, yaitu sebesar 4,17%, sehingga harga penjualan diestimasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. 2.384.585,00 per ton} + (4,17\% \times \text{Rp.2.384.585,00 per ton}) \\
 &= \text{Rp. 2.384.585,00 per ton} + \text{Rp. 99.437,19 per ton} \\
 &= \text{Rp. 2.484.022,19 per ton}
 \end{aligned}$$

Maka estimasi keuntungan yang diperoleh:

$$= \text{Rp. 2.484.022,19 per ton} \times 10\% = \text{Rp. 248.402,22 per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 248.402,22 per tonnya.

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya

tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Soda Ash adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp.248.402,22 per ton} \\
 &= \frac{\text{Rp.32.760.000,00 per hari}}{8,57 \text{ ton per hari}} + \text{Rp.248.402,22 per ton} \\
 &= \text{Rp. 3.822.637,11 per ton} + \text{Rp. 248.402,22 per ton} \\
 &\approx \text{Rp. 4.071.039,00 per ton}
 \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku Almunium Hydroxide:

$$\begin{aligned}
 &63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Almunium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\
 &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.2.321.250,00}}{\text{Rp.4.862.150,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari} \\
 &= \text{Rp. 19.884.728,42 per hari}
 \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Almunium Hydroxide adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Almunium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\
 &= \frac{\text{Rp.19.884.728,42 per hari}}{\text{Rp.2.321.250,00 per ton}} \\
 &= 8,57 \text{ ton per hari}
 \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. } 2.484.022,19 \text{ per ton} \times 10\% = \text{Rp. } 248.402,22 \text{ per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 248.022,22 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Aluminium Hydroxide adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp. } 248.022,22 \text{ per ton} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{8,57 \text{ ton per hari}} + \text{Rp. } 248.022,22 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.822.637,11 \text{ per ton} + \text{Rp. } 248.402,22 \text{ per ton} \\ &\approx \text{Rp. } 4.071.039,00 \text{ per ton} \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku Sodium Sulfat adalah :

$$\begin{aligned} &= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Sodium Sulfat}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\ &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp. } 1.005.700,00}{\text{Rp. } 4.862.150,00} \times \text{Rp. } 65.520.000,00 \text{ per hari} \\ &= \text{Rp. } 8.615.216,53 \text{ per hari} \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Sodium Sulfat adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Sodium Sulfat}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 8.615.216,53 \text{ perhari}}{\text{Rp. } 1.005.700,00 \text{ perton}} \\ &= 8,57 \text{ ton per hari} \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya

tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. } 2.484.022,19 \text{ per ton} \times 10\% = \text{Rp. } 248.402,22 \text{ per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 248.402,22 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Sodium Sulfat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp. } 248.402,22 \text{ per ton} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{8,57 \text{ ton per hari}} + \text{Rp. } 248.022,22 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 3.822.637,11 \text{ per ton} + \text{Rp. } 248.402,22 \text{ per ton} \\ &\approx \text{Rp. } 4.071.039,00 \text{ per ton} \end{aligned}$$

B.4.3. Stockout Cost Pada Kondisi Pesimis

Data yang terkait dengan biaya stockout pada kondisi pesimis sama dengan biaya stockout pada kondisi optimis, kecuali pada biaya pembeliannya. Proses perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Harga bahan baku total} &= \text{harga Soda Ash} + \text{harga Almunium Hydroxide} + \text{harga} \\ &\quad \text{Sodium Sulfat} \\ &= \text{Rp. } 1.842.240,00 + \text{Rp. } 2.775.000,00 + \text{Rp. } 1.206.840,00 \\ &= \text{Rp. } 5.824.080,00 \end{aligned}$$

Dengan demikian estimasi biaya bahan baku untuk Soda Ash adalah :

$$= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total}$$

$$= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.1.842.240,00}}{\text{Rp.5.824.080,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari}$$

$$= \text{Rp. 13.174.828,67 per hari}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Soda Ash adalah :

$$= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Soda Ash}}{\text{harga bahan baku per ton}}$$

$$= \frac{\text{Rp.13.174.828,67 per hari}}{\text{Rp.1.824.240,00 per ton}}$$

$$= 7,22 \text{ ton per hari}$$

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan, dimana harga penjualan mengikuti kenaikan harga bahan baku, yaitu sebesar 25%, sehingga harga penjualan diestimasi sebagai berikut:

$$= \text{Rp. 2.384.585,00 per ton} + (25\% \times \text{Rp.2.384.585,00 per ton})$$

$$= \text{Rp. 2.384.585,00 per ton} + \text{Rp. 596.146,25 per ton}$$

$$= \text{Rp. 2.980.731,25 per ton}$$

Maka estimasi keuntungan yang diperoleh:

$$= \text{Rp. 2.980.731,25 per ton} \times 10\% = \text{Rp. 298.073,12 per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 298.073,12 per tonnya.

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Soda Ash adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } \textit{stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp.298.073,12 per ton} \\
 &= \frac{\text{Rp.32.760.000,00 per hari}}{7,22 \text{ ton per hari}} + \text{Rp.298.073,12 per ton} \\
 &= \text{Rp. 4.537.396,12 per ton} + \text{Rp. 298.073,12 per ton} \\
 &\approx \text{Rp. 4.835.469,00 per ton}
 \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku Almunium Hydroxide:

$$\begin{aligned}
 &63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Almunium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\
 &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.2.775.000,00}}{\text{Rp.5.824.080,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari} \\
 &= \text{Rp. 19.845.486,77 per hari}
 \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku Almunium Hydroxide adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Almunium Hydroxide}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\
 &= \frac{\text{Rp.19.845.486,77 per hari}}{\text{Rp.2.775.000,00 per ton}} \\
 &= 7,15 \text{ ton per hari}
 \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. 2.980.731,25 per ton} \times 10\% = \text{Rp. 298.073,12 per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 298.073,12 per tonnya.

Dengan demikian biaya *stockout* *Aluminium Hydroxide* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } \textit{stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp.298.073,12 per ton} \\
 &= \frac{\text{Rp.32.760.000,00 per hari}}{7,15 \text{ ton per hari}} + \text{Rp.298.073,12 per ton} \\
 &= \text{Rp. 4.581.818,18 per ton} + \text{Rp. 298.073,12 per ton} \\
 &\approx \text{Rp. 4.879.891,00 per ton}
 \end{aligned}$$

Estimasi biaya bahan baku *Sodium Sulfat* adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 63,57\% \times \frac{\text{Harga bahan baku Sodium Sulfat}}{\text{harga bahan baku total}} \times \text{estimasi biaya bahan baku total} \\
 &= 0,6357 \times \frac{\text{Rp.1.206.840,00}}{\text{Rp.5.824.080,00}} \times \text{Rp.65.520.000,00 per hari} \\
 &= \text{Rp. 8.630.748,56 per hari}
 \end{aligned}$$

Estimasi kebutuhan bahan baku *Sodium Sulfat* adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Estimasi biaya bahan baku Sodium Sulfat}}{\text{harga bahan baku per ton}} \\
 &= \frac{\text{Rp.8.630.748,56 perhari}}{\text{Rp.1.206.840,00 perton}} \\
 &= 7,15 \text{ ton per hari}
 \end{aligned}$$

Untuk biaya *stockout* dinyatakan sebagai kerugian karena adanya tenaga kerja operasi yang menganggur per ton bahan baku, dan juga perusahaan menjadi kehilangan keuntungan karena kehilangan penjualan. Biaya ini dihitung dari biaya tenaga kerja operasi per hari dibagi dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan baku di atas ditambah dengan keuntungan yang hilang per tonnya.

Estimasi keuntungan yang diperoleh adalah 10% dari harga penjualan:

$$= \text{Rp. } 2.980.731,25 \text{ per ton} \times 10\% = \text{Rp. } 298.073,12 \text{ per ton}$$

Jadi apabila terjadi kekurangan produksi sebesar 1 ton, maka perusahaan akan kehilangan profit sebesar Rp. 298.073,12 per tonnya.

Dengan demikian biaya stockout Sodium Sulfat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya stockout} &= \frac{\text{Biaya tenaga kerja operasi}}{\text{kebutuhan bahan baku}} + \text{Rp. } 298.073,12 \text{ per ton} \\ &= \frac{\text{Rp. } 32.760.000,00 \text{ per hari}}{7,15 \text{ ton per hari}} + \text{Rp. } 298.073,12 \text{ per ton} \\ &= \text{Rp. } 4.581.818,18 \text{ per ton} + \text{Rp. } 298.073,12 \text{ per ton} \\ &\approx \text{Rp. } 4.879.891,00 \text{ per ton} \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

DATA PEMAKAIAN BAHAN BAKU

C.1. Pemakaian Bahan Baku Total Selama 54 Bulan

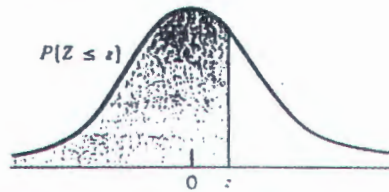
Tahun	Bulan	Pemakaian Bahan Baku (ton)		
		Soda Ash	Al.Hydroxide	Sodium Sulfat
2001	Januari	1738.804	159.324	55.438
	Februari	1463.274	120.455	36.295
	Maret	1576.050	109.274	51.565
	April	1488.041	145.760	50.866
	Mei	1700.914	160.612	58.143
	Juni	1646.423	161.275	56.280
	Juli	1768.086	173.192	45.439
	Agustus	1630.353	135.652	55.731
	September	1281.758	138.354	43.815
	Oktober	1277.886	125.175	43.682
	November	1068.521	114.230	36.526
	Desember	1184.735	120.050	48.485
2002	Januari	1528.133	136.814	52.237
	Februari	1465.474	143.550	50.095
	Maret	1696.055	166.136	57.977
	April	1383.346	148.736	47.287
	Mei	1466.320	143.633	50.124
	Juni	1303.995	135.030	44.575
	Juli	1426.103	139.693	44.749
	Agustus	1266.797	125.601	36.467
	September	1299.075	104.638	36.516
	Oktober	1102.021	85.211	28.630
	November	998.054	84.545	32.504
	Desember	1020.195	99.933	34.874
2003	Januari	1191.504	116.713	44.729
	Februari	1192.176	103.540	40.752
	Maret	1338.222	131.085	45.745
	April	1281.512	125.530	43.806
	Mei	1120.832	137.119	52.127
	Juni	1409.585	145.075	48.184
	Juli	1567.166	102.575	35.796
	Agustus	1429.929	140.068	56.880
	September	1217.841	154.028	41.630
	Oktober	1399.342	137.072	47.834
	November	1339.274	131.188	45.781

	Desember	1474.036	112.593	46.969
2004	Januari	1415.191	144.624	48.376
	Februari	1261.060	123.527	43.107
	Maret	1386.863	135.850	39.407
	April	1219.870	119.492	41.699
	Mei	1179.753	115.562	40.328
	Juni	1211.959	142.661	41.429
	Juli	1289.117	126.275	48.066
	Agustus	1250.203	122.463	42.736
	September	1673.520	115.040	35.958
	Oktober	1386.200	122.067	42.598
	November	1484.151	145.379	50.733
	Desember	1181.487	141.732	40.387
2005	Januari	1549.730	118.320	31.301
	Februari	1344.716	152.739	44.100
	Maret	1172.162	98.615	42.168
	April	1454.997	125.274	44.756
	Mei	1517.764	130.523	53.339
	Juni	1347.065	110.862	47.653

C.2. Pemakaian Bahan Baku Selama Lead Time

Tahun	Bulan	Pemakaian Bahan Baku Selama Lead time (ton)		
		Soda Ash	Al.Hydroxide	Sodium Sulfat
2001	Januari	695,522	63,730	22,175
	Februari	585,310	48,182	14,518
	Maret	630,420	43,710	20,626
	April	595,216	58,304	20,346
	Mei	680,366	64,245	23,257
	Juni	658,569	64,510	22,512
	Juli	707,234	69,277	18,176
	Agustus	652,141	54,261	22,292
	September	512,703	55,342	17,526
	Oktober	511,154	50,070	17,473
	November	427,408	45,692	14,610
	Desember	473,894	48,020	19,394
2002	Januari	611,253	54,726	20,895
	Februari	586,190	57,420	20,038
	Maret	678,422	66,454	23,191
	April	553,338	59,494	18,915
	Mei	586,528	57,453	20,050
	Juni	521,598	54,012	17,830
	Juli	570,441	55,877	17,900
	Agustus	506,719	50,240	14,587
	September	519,630	41,855	14,606

	Oktober	440,808	34,084	11,452
	November	399,222	33,818	13,002
	Desember	408,078	39,973	13,950
2003	Januari	476,602	46,685	17,892
	Februari	476,870	41,416	16,301
	Maret	535,289	52,434	18,298
	April	512,605	50,212	17,522
	Mei	448,333	54,848	20,851
	Juni	563,834	58,030	19,274
	Juli	626,866	41,030	14,318
	Agustus	571,972	56,027	22,752
	September	487,136	61,611	16,652
	Oktober	559,737	54,829	19,134
	November	535,710	52,475	18,312
	Desember	589,614	45,037	18,788
2004	Januari	566,076	57,850	19,350
	Februari	504,424	49,411	17,243
	Maret	554,745	54,340	15,763
	April	487,948	47,797	16,680
	Mei	471,901	46,225	16,131
	Juni	484,784	57,064	16,572
	Juli	515,647	50,510	19,226
	Agustus	500,081	48,985	17,094
	September	669,408	46,016	14,383
	Oktober	554,480	48,827	17,039
	November	593,660	58,152	20,293
	Desember	472,595	56,693	16,155
2005	Januari	619,892	47,328	12,520
	Februari	537,886	61,096	17,640
	Maret	468,865	39,446	16,867
	April	581,999	50,110	17,902
	Mei	607,106	52,209	21,336
	Juni	538,826	44,345	19,061
	TOTAL	29.627,056	2801,786	970,670
	Rata-Rata	548,649	51,8849	17,9754
	Std. Deviasi	74,4459	7,8087	2,7834

[illegible]

LAMPIRAN E
TABEL ORDINAT DISTRIBUSI NORMAL

TABLE 5-3 Standard Normal Distribution*

Standard Normal Deviate Z	Probability of a Stockout, $1 - F(Z)$	Ordinate $f(Z)$	Partial Expectation $\bar{z}(Z)$
-4.00	.9999	.0001	
0.00	.5000	.3989	.3989
0.05	.4801	.3984	.3744
0.10	.4602	.3969	.3509
0.15	.4404	.3945	.3284
0.20	.4207	.3910	.3069
0.25	.4013	.3867	.2863
0.30	.3821	.3814	.2668
0.35	.3632	.3752	.2481
0.40	.3446	.3683	.2304
0.45	.3264	.3605	.2137
0.50	.3086	.3521	.1978
0.55	.2912	.3429	.1828
0.60	.2743	.3332	.1687
0.65	.2579	.3229	.1554
0.70	.2420	.3123	.1429
0.75	.2267	.3011	.1312
0.80	.2119	.2897	.1202
0.85	.1977	.2780	.1100
0.90	.1841	.2661	.1004
0.95	.1711	.2541	.0916
1.00	.1587	.2420	.0833
1.05	.1469	.2300	.0757
1.10	.1357	.2179	.0686
1.15	.1251	.2059	.0621
1.20	.1151	.1942	.0561
1.25	.1057	.1826	.0506
1.30	.0968	.1714	.0455
1.35	.0886	.1604	.0409
1.40	.0808	.1497	.0367
1.45	.0736	.1394	.0328
1.50	.0669	.1295	.0293
1.55	.0606	.1200	.0261
1.60	.0548	.1109	.0232
1.65	.0495	.1023	.0206
1.70	.0446	.0940	.0183
1.75	.0401	.0863	.0162
1.80	.0360	.0790	.0143
1.85	.0322	.0721	.0126
1.90	.0288	.0656	.0111

(continued)

TABLE 5-3 (continued)

Standard Normal Deviate Z	Probability of a Stockout, $1 - F(Z)$	Ordinate $f(Z)$	Partial Expectation $E(Z)$
1.95	.0256	.0596	.0097
2.00	.0228	.0540	.0085
2.05	.0202	.0488	.0074
2.10	.0179	.0440	.0065
2.15	.0158	.0396	.0056
2.20	.0140	.0355	.0049
2.25	.0122	.0317	.0042
2.30	.0107	.0283	.0037
2.35	.0094	.0252	.0032
2.40	.0082	.0224	.0027
2.45	.0071	.0198	.0023
2.50	.0062	.0175	.0020
2.55	.0054	.0154	.0017
2.60	.0047	.0136	.0015
2.65	.0040	.0119	.0012
2.70	.0035	.0104	.0011
2.75	.0030	.0091	.0009
2.80	.0026	.0079	.0008
2.85	.0022	.0069	.0006
2.90	.0019	.0059	.0005
2.95	.0016	.0051	.00045
3.00	.0015	.0044	.00038
3.10	.0010	.0033	.00027
3.20	.0007	.0024	.00018
3.30	.0005	.0017	.00013
3.40	.0004	.0012	.00009
3.50	.0003	.0009	.00006
3.60	.0002	.0006	.00004
3.80	.0001	.0003	.00002
4.00	.00003	.0001	.00001

$$Z = \frac{B - \bar{M}}{\sigma}, \quad t = \frac{M - \bar{M}}{\sigma},$$

$$f(Z) = \frac{e^{-Z^2/2}}{\sqrt{2\pi}} = \sigma f(B), \quad F(Z) = \int_{-\infty}^Z f(t) dt = 1 - P(M > B),$$

$$E(Z) = \int_Z^{\infty} (t - Z)f(t) dt = \frac{E(M > B)}{\sigma}.$$