

RANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU AIR BRAKE SYSTEM MENGGUNAKAN MODEL PERSEDIAAN STOKASTIK *JOINT REPLENISHMENT* DI PT. PINDAD(PERSERO)*

FAUZIA MUFTIATI, EMSOSFI ZAINI, ALEX SALEH

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: fauziamuftiati@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas sistem pengendalian persediaan bahan baku Air Brake System dengan model persediaan stokastik joint replenishment. Jenis bahan baku ini berasal dari supplier yang sama yaitu berasal dari Jerman. Model persediaan yang akan digunakan yaitu model persediaan stokastik untuk kasus joint replenishment (Eynan & Kropp, 1998), melalui metode ini sistem persediaan akan dikontrol setiap interval waktu tertentu. Sehingga pengendalian persediaan bahan baku dapat berjalan dengan lancar dan ongkos total persediaan menjadi minimum. Saat ini sistem pemesanan bahan baku yang dilakukan perusahaan secara terpisah, jadi setiap bahan bakunya berbeda saat pemesanannya sedangkan rancangan yang dilakukan menghasilkan frekuensi pemesanan sebanyak 5 kali. Total ongkos persediaan hasil rancangan sebesar Rp 913.053.667/tahun.

Kata kunci : Sistem Pengendalian Persediaan, Interval Pemesanan, Joint Replenishment, Stokastik.

ABSTRACT

This research discusses the raw material inventory control system Air Brake System with a stochastic inventory model joint replenishment. Type of raw material is derived from the same supplier that is coming from Germany. Inventory model that will be used is a stochastic inventory model for the case of joint replenishment (Eynan & Kropp, 1998), with this method inventory system will be controlled at regular intervals. So that the raw material inventory control can run smoothly and total inventory costs to a minimum. Currently the raw material ordering system of the company separately, so each different when ordering raw materials, while the design is done to produce as much as five times the frequency of booking. Total cost of inventory designed by Rp 913 053 667 / year.

Keywords : Inventory Control System, Interval Order, Joint Replenishment, Stochastic.

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Persediaan bahan baku dapat membantu perusahaan dalam menjamin pemenuhan permintaan barang dan meredam ketidakpastian dari sisi *supplier* barang maupun dari sisi pemakai barang (konsumen), namun dengan adanya persediaan bahan baku berdampak pada ongkos pengeluaran perusahaan karena ditambah dengan adanya ongkos persediaan dan bila persediaan menjadi sumber daya menganggur keberadaannya dapat dipandang sebagai pemborosan. Oleh karena itu suatu perusahaan perlu pengendalian persediaan bahan baku yang tepat untuk menjamin keadaan bahan baku ketika pemesanan dengan jumlah yang tepat, penyimpanan dengan jumlah yang tepat dan penggunaan bahan baku dengan jumlah yang tepat.

PT. Pindad (Persero) memproduksi berbagai macam peralatan militer yang dikelola oleh angkatan darat. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi produk *Air Brake System* terdiri dari berbagai macam jenis bahan baku (*multi-item*) dengan kebutuhan yang bersifat stokastik karena kepastian untuk permintaannya tidak tentu di setiap periodenya. PT. Pindad (Persero) khususnya pada divisi mijas memiliki pelanggan tetap yaitu PT. INKA dan PT.KAI. Dari sekian banyak *supplier* terdapat satu *supplier* yang memasok 4 jenis bahan baku dari Jerman untuk memproduksi *Air Brake System*.

Sistem pemesanan yang dilakukan oleh perusahaan berdasarkan intuisi. Jadi perusahaan memesan bahan baku dilakukan secara terpisah atau sendiri-sendiri di setiap bahan bakunya. Sistem persediaan yang dilakukan oleh perusahaan saat ini masih mengalami kekurangan atau kelebihan bahan baku, sehingga memungkinkan perusahaan mengeluarkan ongkos persediaan yang besar.

1.2 RUMUSAN MASALAH

PT. Pindad (Persero) dalam sistem persediaannya tidak melakukan proses pemesanan secara gabungan. PT. Pindad (Persero) melakukan sistem *multi-item* dengan permintaan bersifat stokastik dengan tujuan untuk meminimasi total biaya persediaan yang dapat dikeluarkan oleh perusahaan. Salah satu penyebab adanya kenaikan total biaya persediaan adalah tidak optimalnya jumlah bahan baku yang dipesan pada *supplier* sehingga menambah biaya persediaan bahan baku. Karena perusahaan tidak menggunakan suatu metode tertentu, maka perusahaan memesan bahan baku secara terpisah meskipun *supplier* dari bahan baku tersebut sama.

Oleh sebab itu, model persediaan yang akan digunakan yaitu model persediaan stokastik untuk kasus *joint replenishment* (Eynan & Kropp, 1998), melalui metode ini sistem persediaan akan dikontrol setiap interval waktu tertentu dan besarnya pemesanan merupakan selisih antara *inventory* maksimum yang diinginkan dengan *inventory* yang ada pada saat pemesanan dilakukan, sehingga pengendalian persediaan bahan baku dapat berjalan dengan lancar dan ongkos total persediaan menjadi minimum.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan rancangan sistem persediaan yang dapat menghasilkan ongkos total persediaan yang minimum.

2. STUDI LITERATUR

2.1 SISTEM PERSEDIAAN

Sistem persediaan adalah serangkaian kebijaksanaan dan pengendalian yang mengatur tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus disediakan, kapan melakukan pemesanan bahan baku, dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Biaya persediaan adalah semua biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan sebagai akibat dari persediaan bahan baku. Biaya yang dikeluarkan untuk persediaan bahan baku ini yaitu:

1. Biaya Pembelian (*Purchasing cost* = c)
2. Biaya Pengadaan (*Procurement cost*)
3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost* = h)
4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost* = p)

2.2 MODEL PERSEDIAAN PERSEDIAAN

Sistem persediaan untuk kasus *independent demand* menurut pengembangan Model Wilson (1929) dalam buku Armand dan Yudha (2008) terbagi menjadi dua jenis, yaitu *fixed order size inventory system* (Model-Q) dan *fixed order interval inventory system* (Model-P). Berikut pembahasan mengenai kedua model sistem persediaan tersebut.

Sistem persediaan Model Q atau *reorder point-lot size model* merupakan sistem persediaan dimana pemesanan sejumlah Q akan dilakukan apabila persediaan mencapai *reorder point* (r).

Model-P (*periodic review system*) merupakan sistem pengendalian persediaan yang didasarkan kebijakan periode waktu pemesanan tetap tetapi dengan ukuran pemesanan bervariasi, yang dihitung dengan mengurangi secara langsung jumlah persediaan yang ada dari jumlah persediaan sebelumnya yang telah ditentukan.

Model persediaan stokastik untuk kasus *Joint Replenishment* ini menggunakan Model-P karena dapat memesan bahan baku secara gabungan dengan periode waktu pemesanan yang sama untuk setiap bahan bakunya.

Pada model ini apabila terjadi kondisi dimana distribusi kebutuhan bahan baku tidak berdistribusi normal, maka model ini harus bisa dimodifikasi dengan bentuk yang sesuai dengan distribusinya. Langkah-langkah dalam merancang sistem persediaan bahan baku menggunakan model persediaan *periodic review* diantaranya:

1. Penentuan Interval Pemesanan Dasar atau *Basic Cycle* (T)

Berikut ini langkah langkah penentuan interval antar pemesanan.

Langkah 1: Menentukan nilai T_i^* dan T_0 dengan menggunakan persamaan:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2a_i}{h_1 D_1}} \quad (1)$$

$$T_i = \sqrt{\frac{2 a_i}{h_1 \left(D_1 + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right)}} \quad (2)$$

Langkah 2: Identifikasi nilai T_i^* *item* yang memiliki T_i^* paling kecil dinotasikan sebagai *item* 1, dengan nilai $k_1 = 1$. Dan *item* yang lainnya dinotasikan sebagai *item* 2,3,4.... n

Langkah 3: Tentukan nilai T dengan menggunakan persamaan:

$$T = \sqrt{\frac{2 (A + a_i)}{h_i \left(D_i + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{T_0 + L_i}} \right)}} \quad (3)$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2 (A + a_i)}{h_1 D_1}} \quad (4)$$

Langkah 4: Cari nilai k_i , jika $k_i = q$, maka nilai q harus memenuhi persamaan

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{(k+1)k} \quad (5)$$

Langkah 5: Tentukan nilai T dengan menggunakan persamaan:

$$T = \sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_1 k_1 \left(D_1 + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right)}} \quad (6)$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_1 k_1 D_1}} \quad (7)$$

Langkah 6: Hitung ongkos total gabungan (OT) dengan menggunakan Persamaan:

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_i}{T_i} + \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i}}{T} + \frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i} + \sum_{i=1}^n \left[\frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \quad (2.8)$$

Ulangi langkah 4 dan 5 sehingga ongkos total persediaan gabungan yang dihasilkan pada setiap iterasi menghasilkan nilai yang sama atau hampir sama.

2. Penentuan Interval Pemesanan Tiap Jenis Bahan Baku (T_i^*)
Setelah menentukan besarnya interval pemesanan (T) dan k_i kemudian menentukan interval pemesanan dari setiap jenis bahan baku. Penentuan interval pemesanan tiap jenis bahan baku (T_i^*) dihitung dengan menggunakan persamaan
Interval pemesanan $item\ i = k_i T$ (9)
3. Penentuan *Inventory Level* (IL_i)
Penentuan besarnya *inventory level* (IL) ditetapkan sesuai besarnya permintaan selama interval pemesanan serta sesuai besarnya dengan *safety stock* selama interval pemesanan dan *lead time*. Untuk menghitung besarnya *safety stock* $item$ bahan baku selama interval pemesanan dan *lead time* yaitu dan untuk menghitung *inventory level* tiap jenis bahan baku dihitung dengan menggunakan persamaan:
Safety stock $item\ i$ selama T dan $L_i = z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$ (10)
Inventory level $item\ i = D_i(k_i T + L_i) + z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$ (11)
4. Perhitungan Ongkos Total Persediaan Gabungan (OT)
Perhitungan ongkos total persediaan gabungan (OT) didapatkan pada saat melakukan perhitungan interval pemesanan dasar (T) yang terdapat pada Langkah 6 iterasi terakhir.

2.3 MODEL PERSEDIAAN STOKASTIK UNTUK KASUS *JOINT REPLENISHMENT*

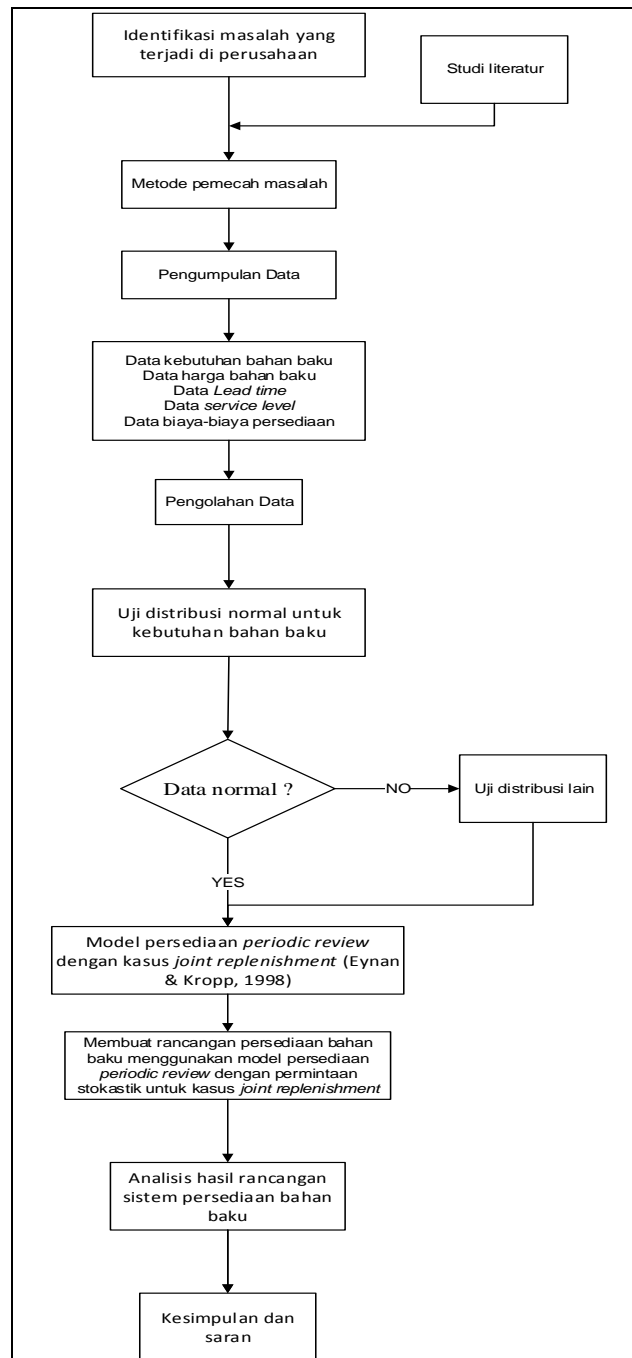
Model persediaan stokastik untuk kasus *joint replenishment* dikembangkan oleh Eynan & Kropp (1998). Pada model ini pendekatan yang digunakan adalah pendekatan Model- P atau model *periodic review*.

Pada persediaan dengan sistem *periodic review*, tingkat persediaan dilihat setiap interval tertentu dan pemesanan dilakukan dengan jumlah untuk mencapai titik persediaan maksimum. Sistem persediaan *periodic review* dapat diterapkan untuk kasus *single item* dan *multi-item*. Model *periodic review* terbagi kedalam dua bagian yaitu model *periodic review* dengan permintaan yang bersifat deterministik dan model *periodic review* dengan permintaan stokastik. Bila data bersifat stokastik, maka diperlukan adanya uji distribusi normal. Pengujian distribusi ini bertujuan untuk menguji hipotesis awal (H_0) dan menentukan bentuk distribusi kebutuhan. Uji distribusi

yang digunakan adalah uji distribusi *Kolmogorov-Smirnov* karena jumlah datanya lebih kecil dari 30.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini, selain itu berisikan tentang identifikasi masalah dan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah yang ada dalam penelitian ini. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGUMPULAN DATA

Pada sub bab pengumpulan data ini berisikan data jumlah kebutuhan bahan baku *Air Brake System*, harga bahan baku, *lead time*, dan biaya-biaya persediaan. Data harga bahan baku, *lead time*, dan biaya-biaya persediaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Harga bahan baku, *lead time*, dan biaya-biaya persediaan

Nama Bahan Baku	Harga Per unit (Euro)	Harga Per unit (Rupiah)	<i>Lead Time</i>	Biaya Pesan Mayor	Biaya Pesan Minor
<i>Valve Head</i>	€ 20,15	Rp 279.120	2	Rp 29.829.635	Rp 85.000
<i>Compression Spring</i>	€ 3,47	Rp 48.067	2	Rp 29.829.635	Rp 85.000
<i>Knorr K-Ring</i>	€ 3,28	Rp 45.435	2	Rp 29.829.635	Rp 85.000
<i>Valve Body</i>	€ 275,78	Rp 3.820.135	2	Rp 29.829.635	Rp 85.000

Data jumlah kebutuhan bahan baku *Air Brake System* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Jumlah Kebutuhan Bahan Baku *Air Brake System*

Bulan	Jumlah Kebutuhan Bahan Baku (Unit)			
	<i>Valve Head</i>	<i>Compression Spring</i>	<i>Knorr K-Ring</i>	<i>Valve Body</i>
Jan-14	8	25	30	5
Feb-14	10	20	15	8
Mar-14	25	18	18	4
Apr-14	10	28	20	6
Mei-14	14	105	50	20
Jun-14	20	90	108	15
Jul-14	24	86	122	18
Agu-14	35	155	80	22
Sep-14	88	75	98	28
Okt-14	95	116	118	25
Nov-14	108	124	135	20
Des-14	124	150	145	23
Jumlah	561	992	939	194
Rata-Rata	47	83	79	17
Standar Deviasi	44	51	50	9

4.2 PENGOLAHAN DATA

Data-data yang sudah dikumpulkan akan digunakan untuk menentukan variabel-variabel keputusan. Variabel keputusan yang dihasilkan adalah interval penentuan dasar, interval pemesanan tiap jenis bahan baku, *inventory level*, dan ongkos total persediaan gabungan.

4.2.1 Uji Distribusi Data Kebutuhan Bahan Baku dengan *Kolmogorov-Smirnov*

Uji distribusi *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan untuk mengetahui bentuk distribusi data kebutuhan bahan baku. Uji distribusi ini dilakukan untuk semua jenis bahan baku, dengan dilakukannya uji distribusi ini dapat diketahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Berikut contoh data uji distribusi untuk bahan baku *Compression Spring*.

1. Penentuan hipotesa :
 H_0 : Data berdistribusi normal
 H_1 : Data tidak berdistribusi normal
2. Penentuan taraf keberartian
 Besarnya $\alpha = 0,02$.
3. Daerah Kritis
 Dtabel dengan $n=12$ dan $\alpha = 0,02$ maka didapat Dtabel = 0,419
4. Statistik Hitung
 Pada langkah ini dilakukan perhitungan D_{max} perhitungan untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* dan data kebutuhan bahan baku diurutkan berdasarkan nilai data terkecil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kolmogorov-Smirnov Knorr K-Ring

Periode	Xi	fi	f Kumulatif	Fs (x)	Zi	Ft(x)	D
1	15	1	1	0,083	-1,286	0,099	0,016
2	18	1	2	0,167	-1,225	0,110	0,056
3	20	1	3	0,250	-1,185	0,118	0,132
4	30	1	4	0,333	-0,981	0,163	0,170
5	50	1	5	0,417	-0,574	0,283	0,134
6	80	1	6	0,500	0,036	0,514	0,014
7	98	1	7	0,583	0,402	0,656	0,073
8	108	1	8	0,667	0,605	0,727	0,061
9	118	1	9	0,750	0,808	0,791	0,041
10	122	1	10	0,833	0,890	0,813	0,020
11	135	1	11	0,917	1,154	0,876	0,041
12	145	1	12	1	1,357	0,913	0,087
Rata-rata	78,250	12					
Standar Deviasi	49,173						

5. Menentukan nilai rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ)

$$\mu = \frac{\sum Xi}{n} = 78,250$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \mu)^2}{n - 1}} = 49,173$$
 Dimana : X_i = Data permintaan ke- i
 n = Jumlah Data
6. $Fs(x) = \frac{fkumulatif}{\sum fi} = \frac{1}{12} = 0,083$
7. $Z_i = \frac{xi - \bar{x}}{\sigma} = \frac{(8 - 78,250)}{49,173} = -0,981$
8. $Ft(x)$ = penentuan hasil peluang dari table distribusi normal.
9. $D = |Fs(x) - Ft(x)| = |0,083 - 0,099| = 0,016$
10. D_{max} = Nilai terbesar dari D
 Dilihat dari Tabel 4.7 nilai D terbesar adalah sebesar 0,170
 Maka $D_{max} = 0,170$
11. Kesimpulan: $D_{max} < D_{tabel}$ ($0,170 < 0,419$) maka terima H_0 , berarti cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal.

Dari hasil pengujian uji distribusi data kebutuhan bahan baku dengan *kolmogorov-smirnov* didapat bahwa semua data kebutuhan bahan baku berdistribusi normal. Rekapitulasi hasil uji distribusi untuk seluruh bahan baku dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Distribusi Seluruh Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	Dmax	Dtabel	Kesimpulan
1	Valve Head	0,283	0,419	Terima H0, cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal
2	Compression Spring	0,196	0,419	Terima H0, cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal
3	Knorr K-Ring	0,170	0,419	Terima H0, cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal
4	Valve Body	0,259	0,419	Terima H0, cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal

4.2.2 Perancangan Sistem Persediaan

Untuk melakukan perancangan sistem persediaan, maka harus dilakukan perhitungan interval pemesanan dasar (T), interval pemesanan tiap bahan baku (T_i), *inventory level* (IL_i) dan ongkos total gabungan (OT).

1. Penentuan Nilai Interval Pemesanan Dasar/*Basic Cycle* (T)

Penentuan nilai interval pemesanan dasar/*basic cycle* (T) memerlukan data-data bahan baku, diantaranya data ongkos pesan, ongkos simpan, rata-rata kebutuhan bahan baku, standar deviasi, *service level*, dan waktu ancap. Rekapitulasi data bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Data Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	Kode	Ongkos Pesan (a_i) (Rp)	Ongkos Simpan (h_i) (Rp)	D_i	Koefisien Normal (Z_i)	Standar Deviasi (σ_i)	Lead Time (Tahun)	Lead Time (Bulan)
1	Valve Head	B40608	Rp 85.000	Rp 603.866	561,000	2,054	152,420	0,1667	2
2	Compression Spring	A30485	Rp 85.000	Rp 142.016	992,000	2,054	176,669	0,1667	2
3	Knorr K-Ring	462357	Rp 85.000	Rp 116.725	939,000	2,054	173,205	0,1667	2
4	Valve Body	I11916	Rp 85.000	Rp 1.992.041	194,000	2,054	31,177	0,1667	2

Iterasi 1

Iterasi ini merupakan tahap awal dalam penentuan nilai T . Proses pencarian nilai T ini dilakukan untuk berbagai iterasi. Iterasi akan berhenti jika ongkos yang dihasilkan dari iterasi sebelumnya sama dengan ongkos yang dihasilkan pada iterasi sesudahnya.

Langkah 1 : Menentukan nilai T_i^* tiap jenis-jenis bahan baku dengan persamaan (1) dan (2)

Langkah 2 : Identifikasi nilai T_i^* terkecil. Bahan baku yang memiliki nilai T_i^* terkecil dinotasikan sebagai *item* 1 dengan nilai $k_1 = 1$.

Langkah 3 : Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan (3) dan (4)

Langkah 4 : Menentukan nilai k *item* lainnya yaitu $k_2, k_3,$ dan k_4 . Penentuan nilai k_i ditentukan dengan *trial and error* sehingga nilai k_i yang diperoleh dapat memenuhi persamaan (5)

Langkah 5 : Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan (6) dan (7)

Nilai-nilai *input* untuk perhitungan T pada iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai-Nilai *Input* Perhitungan T Iterasi 1

No	Nama Bahan Baku	Kode	a_i (Rp)	h_i (Rp)	D_i	z_i	σ_i	L_i (Tahun)	L_i (Bulan)	k_i	$\frac{a_i}{k_i}$	$\frac{D_i(k_i T + L_i) h_i}{2}$	$\sigma_i h_i z_i \sqrt{k_i T + L_i}$
1	Valve Head	B40608	Rp85.000	Rp 603.866	561	2,054	152,420	0,1667	2	1	85.000,00	Rp 121.376.603,80	Rp 160.034.994,36
2	Compression Spring	A30485	Rp85.000	Rp 142.016	992	2,054	176,669	0,1667	2	1	85.000,00	Rp 50.475.672,28	Rp 43.624.531,72
3	Knorr K-Ring	462357	Rp85.000	Rp 116.725	939	2,054	173,205	0,1667	2	1	85.000,00	Rp 39.269.889,49	Rp 35.152.341,07
4	Valve Body	I11916	Rp85.000	Rp 1.992.041	194	2,054	31,177	0,1667	2	1	85.000,00	Rp 138.462.379,64	Rp 107.984.826,02
Total											Rp 340.000	Rp 349.584.545	Rp 346.796.693

Langkah 6 : Menghitung Ongkos Total (OT)

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_i}{T} + \frac{\sum_{i=2}^n \frac{a_i}{k_i}}{T} + \frac{D(T_1 + L_1)h_1}{2} + Z_1 \sigma_1 h_i + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D(T_1 + L_1)h_1}{2} + Z_1 \sigma_1 \sqrt{k_1 T + L_1} \right]$$

$$OT = \text{Rp } 167.885.112 + \text{Rp } 478.391 + \text{Rp } 1.913.564 + \text{Rp } 24.255.753 + \text{Rp } 30.241.066 + \text{Rp } 346.796.693 = \text{Rp } 571.570.581/\text{Tahun}$$

Iterasi 2 :

Iterasi 2 dimulai dari langkah 4. Langkah ini dilakukan untuk menentukan nilai k_1 , k_2 , k_3 , dan k_4 . Penentuan nilai k_i ditentukan dengan *trial and error* sehingga nilai k_i yang diperoleh dapat memenuhi persamaan (5).

Nilai k_i yang diperoleh pada iterasi 2 sama dengan nilai k_i pada iterasi 1, sehingga perhitungan iterasi berhenti dan nilai T serta ongkos total yang dihasilkan akan sama dengan nilai perhitungan ongkos total pada iterasi 1. Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh nilai T sebesar 0,220 tahun.

2. Penentuan Interval Pemesanan Tiap *Item*/Jenis Bahan Baku (T_i)

Besarnya nilai interval pemesanan tiap *item* atau jenis bahan baku diperoleh dari perkalian antara k_i dengan T . Rekapitulasi besarnya nilai interval pemesanan setiap bahan baku dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Interval Pemesanan Setiap Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	Kode	K_i	T_i (Tahun)	T_i (Bulan)
1	<i>Valve Head</i>	B40608	1	0,178	2,132
2	<i>Compression Spring</i>	A30485	1	0,178	2,132
3	<i>Knorr K-Ring</i>	462357	1	0,178	2,132
4	<i>Valve Body</i>	I11916	1	0,178	2,132

Contoh perhitungan bahan baku *Valve Head* :

$$T_1 = k_1 \times T = 1 \times 0,178 = 0,178 \text{ tahun}$$

3. Penentuan *Inventory Level* (IL_i)

Besarnya *inventory level* ditetapkan untuk memenuhi permintaan selama interval pemesanan dan untuk mengantisipasi permintaan yang berfluktuatif selama interval pemesanan dan *lead time*. Untuk mengantisipasi permintaan yang berfluktuatif diperlukan adanya *safety stock*. Sehingga besarnya *inventory level* ini meliputi besarnya permintaan selama interval pemesanan dan *safety stock* selama interval pemesanan dan *lead time*. Rekapitulasi nilai *safety stock* dan *inventory level* untuk setiap bahan baku dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi *Safety Stock* dan *Inventory Level*

No	Nama Bahan Baku	Kode	<i>Safety Stock</i> (unit)	<i>Inventory Level</i> (unit)
1	<i>Valve Head</i>	B40608	184	377
2	<i>Compression Spring</i>	A30485	213	555
3	<i>Knorr K-Ring</i>	462357	209	532
4	<i>Valve Body</i>	I11916	38	104

Contoh perhitungan untuk bahan baku *Valve Head*.

a. *Safety stock item i* = $Z_i \times \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$

$$\text{Safety stock} = 2,054 \times 152,420 \times \sqrt{0,178 + 0,167} = 184 \text{ unit}$$

b. *Inventory level i* = $D_i(k_i T + L_i) + Z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$

$$\text{Inventory level} = 193 + 184 = 377 \text{ unit}$$

4. Penentuan Ongkos Total Persediaan Gabungan (*OT*)

Ongkos total persediaan gabungan (*OT*) yang didapatkan pada saat penentuan nilai *T* iterasi ke-2, yaitu sebesar Rp 571.570.581/Tahun yang dapat dilihat di Langkah 6.

5. ANALISIS RANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU

5.1 PERHITUNGAN ONGKOS TOTAL PERSEDIAAN BERDASARKAN HASIL RANCANGAN TERHADAP DATA MASA LALU

Perhitungan ongkos total ini akan dibandingkan antara ongkos total berdasarkan metode perusahaan dengan hasil rancangan terhadap data masa lalu. Nilai interval pemesanan atau *T* pada hasil rancangan didapat dari perhitungan pada Bab IV, *T* yang didapat sebesar 2,132 bulan. *Lead time* pemesanan bahan baku sebesar 2 bulan atau 8 minggu. Rincian dari perhitungan total ongkos dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Total Ongkos Hasil Rancangan Terhadap Data Masa Lalu

No	Nama Bahan Baku	Permintaan (Unit/Tahun)	Ongkos (Rp/Tahun)
1	<i>Valve Head</i>	329	Rp 91.830.485
2	<i>Compression Spring</i>	718	Rp 34.511.978
3	<i>Knorr K-Ring</i>	659	Rp 29.941.613
4	<i>Valve Body</i>	151	Rp 576.840.369
5	Ongkos Simpan		Rp 29.081.047
6	Total Ongkos Pesan (Mayor + Minor)		Rp 150.848.175
Total Ongkos Persediaan			Rp 913.053.667

Jadi total ongkos persediaan berdasarkan hasil rancangan terhadap data masa lalu sebesar Rp 913.053.667/tahun.

5.2 PERHITUNGAN ONGKOS TOTAL PERSEDIAAN BERDASARKAN METODE PERUSAHAAN TERHADAP DATA MASA LALU

Sistem pemesanan yang dilakukan oleh perusahaan berdasarkan intuisi. Sebenarnya perusahaan sudah menerapkan sistem ini sebelumnya tetapi masih ada beberapa bahan baku yang dipesan sendiri-sendiri atau terpisah dengan bahan baku lainnya. Simbol *x* menandakan bahwa perusahaan melakukan pemesanan bahan baku. Data yang diperoleh hanya data jadwal pemesanan bahan baku saja. Dalam 1 tahunnya perusahaan melakukan pemesanan sebanyak 13 kali pemesanan untuk seluruh bahan baku. Rekapitulasi kondisi pemesanan bahan baku untuk metode perusahaan dapat dilihat pada Tabel 10.

5.3 Verifikasi Sistem Persediaan Berdasarkan Hasil Rancangan Terhadap Data *Random*

Perhitungan sistem persediaan terhadap data *random* menggunakan data bilangan *random* agar dapat diterapkan pada perusahaan dalam kondisi nyata. Kebutuhan bahan baku berdasarkan bilangan *random*. Rincian dari perhitungan total ongkos dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 10. Rekapitulasi Kondisi Pemesanan Metode Perusahaan

Bulan	Minggu	Valve Head	Compression Spring	Knorr K-Ring	Valve Body
Jan-14	1				
	2				
	3				
	4				
Feb-14	1	x		x	
	2				
	3				
	4				
Mar-14	1		x		x
	2				
	3				
	4				
Apr-14	1	x			
	2				
	3				
	4				
Mei-14	1				
	2			x	
	3				
	4				
Jun-14	1		x		
	2	x			
	3				
	4				
Jul-14	1				x
	2				
	3				
	4				
Agu-14	1			x	
	2				
	3				
	4				
Sep-14	1				x
	2		x		
	3				
	4				
Okt-14	1	x			
	2			x	
	3				
	4				
Nov-14	1				x
	2				
	3				
	4				
Des-14	1				
	2				
	3				
	4				

Tabel 11. Total Ongkos Hasil Rancangan Terhadap Data Random

No	Nama Bahan Baku	Permintaan (Unit/Tahun)	Ongkos (Rp/Tahun)
1	<i>Valve Head</i>	418	Rp 116.672.167
2	<i>Compression Spring</i>	671	Rp 32.252.837
3	<i>Knorr K-Ring</i>	657	Rp 29.850.743
4	<i>Valve Body</i>	138	Rp 527.178.616
5	Ongkos Simpan		Rp 30.432.137
6	Total Ongkos Pesan (Mayor + Minor)		Rp 150.848.175
Total Ongkos Persediaan			Rp 887.234.675

5.4 ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM PERSEDIAAN BERDASARKAN RANCANGAN DENGAN METODE YANG DIPAKAI PERUSAHAAN

Berdasarkan hasil rancangan yang telah dibuat, variabel yang dihasilkan adalah interval pemesanan (T) dan *inventory level* (IL). Sistem persediaan bahan baku akan dievaluasi setiap interval waktu T dengan jumlah pemesanan untuk mencapai *inventory level*. Dengan demikian, rancangan termasuk kedalam Model- P . Sedangkan sistem pemesanan yang dilakukan oleh perusahaan berdasarkan intuisi. Jadi perusahaan memesan bahan baku dilakukan secara terpisah atau sendiri-sendiri di setiap bahan bakunya.

Berdasarkan perhitungan metode perusahaan terhadap data masa lalu dan terhadap data *random* pemesanan untuk bahan bakunya dilakukan secara terpisah. Untuk bahan baku *Valve Head*, *Knorr K-Ring*, dan *Valve Body* dilakukan pemesanan sebanyak 4 kali sedangkan *Compression Spring* pemesanan bahan baku dilakukan sebanyak 3 kali pemesanan dalam 1 tahunnya.

Berdasarkan perhitungan hasil rancangan terhadap data masa lalu dan data *random* pemesanan bahan baku dilakukan secara gabungan dengan interval waktu yang telah ditentukan. Untuk seluruh bahan baku dilakukan pemesanan sebanyak 5 kali dalam satu tahun. Untuk metode perusahaan dalam satu tahunnya dapat melakukan pemesanan sebanyak 13 kali sedangkan hasil rancangan hanya melakukan pemesanan sebanyak 5 kali. Hal ini akan mempengaruhi ongkos pesan mayor sehingga ongkos pesan mayor pada metode perusahaan lebih besar dibandingkan hasil rancangan. Dapat dilihat pemesanan gabungan ini dapat meminimasi jumlah frekuensi pemesanan dalam satu tahunnya. Total ongkos persediaan untuk hasil rancangan berdasarkan data masa lalu sebesar Rp 913.053.667/tahun sedangkan untuk hasil rancangan berdasarkan data *random* sebesar Rp 887.234.675/tahun. Apabila terdapat persediaan bahan baku yang tidak terpenuhi, maka dapat diantisipasi dengan cara *backorder*.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan dapat diambil dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku pembentuk *Air Brake System* yaitu *Valve Head*, *Compression Spring*, *Knorr K-Ring*, dan *Valve Body* berasal dari *supplier* yang sama, sehingga dapat memesan secara gabungan dengan model *Joint Replenishment*.
2. Model *Joint Replenishment* merupakan model pemesanan gabungan. *Joint Replenishment* ini menggunakan pendekatan Model-*P* sehingga memiliki nilai interval pemesanan atau *T* yang sama untuk setiap jenis bahan bakunya. Nilai interval pemesanan atau *T* yang didapat yaitu 0,178 tahun.
3. Pemesanan 1 tahunnya perusahaan memesan bahan bakunya berbeda-beda setiap bahan bakunya, karena tidak dilakukannya sistem pemesanan gabungan. Total pemesanan yang dilakukan dalam 1 tahun sebesar 13 kali pemesanan. Sedangkan untuk hasil rancangan, setiap bahan bakunya memesan sebanyak 5 kali pemesanan. Pemesanan ini sama untuk setiap bahan bakunya karena sudah dilakukannya pemesanan secara gabungan.
4. Total ongkos persediaan untuk hasil rancangan berdasarkan data masa lalu sebesar Rp Rp 913.053.667/tahun sedangkan untuk hasil rancangan berdasarkan data *random* sebesar Rp 887.234.675/tahun.

REFERENSI

- Assauri, S., 1999, Manajemen Produksi dan Operasi, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Eynan, A., & Kropp, Dean H., 1998, *Periodic Reviewed Joint Replenishment In Stochastic Demand Environment*, IIE Transaction, Washington
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y., 2008, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Tersine, R. J., 1994, *Principle of Inventory and Materials Management*, 3rd Edition, Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York.