

RANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU PRODUK *STEERING GEAR* MENGGUNAKAN MODEL PERSEDIAAN STOKASTIK *JOINT REPLENISHMENT* DI PT PINDAD (PERSERO)*

IQBAL M. CHIDQI, EMSOSFI ZAINI, ALEX SALEH

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: iqbalmchidqi@gmail.com

ABSTRAK

Pengendalian persediaan bahan baku yang dijalankan oleh suatu perusahaan dengan tujuan yaitu untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam waktu dan jumlah yang sesuai agar ongkos persediaan minimum. PT Pindad (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Individual Order yang digunakan perusahaan pada pemesanan bahan baku produk steering gear. Solusinya adalah sistem pemesanan beberapa bahan baku yang dipasok dari satu supplier dilakukan secara gabungan (joint replenishment) dimana pemesanan periodic review dengan melihat jumlah frekuensi pemesanan yang sekaligus dapat meminimumkan ongkos simpan. Sedangkan perusahaan saat ini masih menggunakan model-Q yaitu apabila jumlah persediaan bahan baku digudang telah mendekati safety stock. Akibat pemesanan bahan baku dilakukan secara terpisah atau pemesanan sendiri-sendiri (individual order) yang akibatnya persediaan bahan baku mengalami pemborosan ongkos.

Kata kunci: Inventory, Joint replenishment, Stokastik

ABSTRACT

Inventory control of raw materials which are run by a company with the aim of which is to meet the needs of raw materials in the appropriate amount of time and that the minimum inventory costs. PT Pindad (Persero) is a company engaged in manufacturing. Individual orders used by the company on ordering raw materials steering gear. The solution is a system of ordering some raw materials are supplied from one supplier is done jointly (joint replenishment) where ordering periodic review by looking at the number of bookings at the same frequency can minimize the cost savings. While the company is still using a model-Q that is when the amount of raw material inventory in warehouse has approached safety stock. Therefore, it is possible the occurrence of ordering raw materials is done separately or booking their own (individual orders) are consequently experiencing wastage of raw material inventory costs.

Keywords: inventory, stochastic, joint replenishment.

* 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 Pengantar

Persaingan di dunia industri untuk sekarang semakin berkembang, hal ini didasari dengan banyaknya industri manufaktur yang berdiri di dunia. Dengan banyaknya perusahaan industri manufaktur berdirinya maka perusahaan harus dituntut untuk mengeluarkan inovasi atau ide yang akan siap bersaing dengan perusahaan-perusahaan yang ada ini. Menurut Bahagia (2006) keberadaan persediaan dalam unit usaha perlu diatur sedemikian rupa sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan pemakai dapat dijamin, tetapi ongkos yang ditimbulkan sekecil mungkin. Pengendalian persediaan bahan baku merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan oleh perusahaan, demi menjaga kelancaran proses produksinya.

PT Pindad (Persero) adalah perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur yang memproduksi komponen-komponen alat-alat militer, alat dan *spare part*. Untuk memenuhi permintaan dan kepuasan konsumen, perusahaan ini selalu berusaha melaksanakan yang terbaik dalam kegiatan produksinya.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT Pindad (Persero) maka perusahaan membutuhkan penyelesaian untuk mengurangi pemborosan ongkos persediaan yang terjadi dalam kondisi aktualnya dengan melihat pemborosan ongkos yaitu ongkos pemesanan yang diakibatkan tidak ada prosedur yang jelas tentang pemesanannya seperti kapan memesan, berapa jumlah yang ideal untuk memesan dan tidak ada evaluasi dari dampak yang ditimbulkannya. Selain itu berdampak juga kepada ongkos produksi keseluruhan. Dalam hal ini metode *stokastik joint replenishment* dengan *multi item* dapat membantu perusahaan mengatasi permasalahan yang ada dan memberikan tingkat ketersediaan dan efisiensi sistem pemesanan yang tinggi. Selain itu dapat memberikan ketersediaan maupun efisiensi bahan baku bagi perusahaan yang menyebabkan ongkos persediaan bahan baku akan minimum.

1.2 Identifikasi Masalah

PT Pindad (Persero) melakukan pemesanan secara *individual order* terdapat pada pemesanan bahan baku untuk membuat produk *steering gear* yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dalam bentuk ongkos pesan maupun ongkos keseluruhan dalam produksinya dalam melakukan maka dari itu, sistem pengendalian *multi-item* dengan permintaan yang bersifat stokastik dengan tujuan meminimisasi ongkos total persediaan gabungan. Dan hanya berfokus pada ketersediaan bahan baku saja dan tanpa melihat biaya yang ditimbulkan, oleh sebab itu dampaknya pemborosan biaya yang dikeluarkan pada persediaan bahan baku yang diperlukan dan diperoleh dari beberapa *supplier*. Melalui metode ini sistem persediaan akan dimonitor setiap interval tertentu dan pemesanan besarnya merupakan selisih antara inventori maksimum yang diinginkan dengan inventori yang ada pada saat pemesanan dilakukan, sehingga diharapkan pengendalian persediaan bahan baku dapat berjalan dengan lancar dan ongkos total persediaan menjadi minimum.

2. STUDI LITERATUR

2.1 PENGERTIAN PERSEDIAAN

Menurut Bahagia (2006) Pada Prinsipnya, persediaan adalah suatu sumber daya mengganggu (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut.

2.2 BENTUK DAN JENIS PERSEDIAAN

Menurut Bahagia (2006) dalam suatu sistem manufaktur, inventori dapat ditemui sedikitnya

dalam tiga bentuk sesuai dengan keberadaannya.

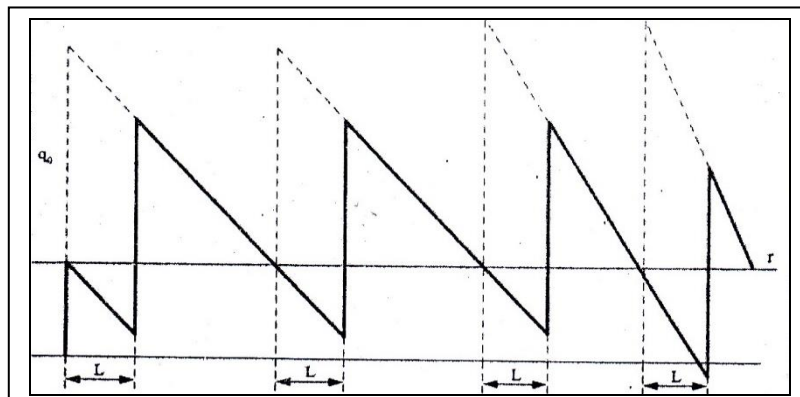
1. Bahan Baku (*raw material*)
2. Barang Setengah Jadi (*work in process*)
3. Barang Jadi (*finish good*)

2.3 MODEL PROBABILISTIK PERSEDIAAN

Menurut Bahagia (2006) Secara *statistik* fenomena probabilistik adalah fenomena yang dapat diprediksi parameter populasi, baik ekspektasi, variansi, maupun pola distribusi kemungkinannya.

2.3.1 Sistem Persediaan Model- Q

Pada Sistem persediaan Model- Q merupakan sistem persediaan dimana pemesanan sejumlah Q akan dilakukan apabila persediaan mencapai *reorder point* (r). Variabel keputusan dalam metode ini ialah nilai Q dan r optimal yang akan dapat memberikan ongkos total penyimpanan yang minimum. Titik pemesanan kembali (*reorder point*) adalah nilai persediaan yang ada digudang agar dapat memenuhi kebutuhan selama *lead time* (menunggu datangnya pesanan). Berikut ini Gambar 1 yang menjelaskan sistem persediaan Model- Q .



Gambar 1. Sistem Persediaan Model- Q

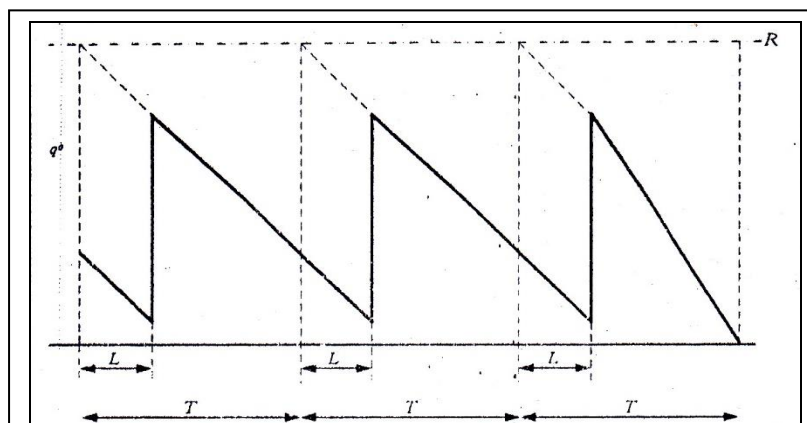
Tingkat Pelayanan (*Service level*) Pada Sistem Persediaan Model- Q

Pada sistem persediaan Model- Q , yang dimaksud dengan tingkat pelayanan yaitu probabilitas bahwa semua pesanan akan dipenuhi hanya dengan menggunakan bahan yang tersedia di persediaan, selama *lead time* suatu siklus pemesanan kembali. Untuk menjaga kemungkinan kehabisan bahan baku akibat permintaan yang berubah-ubah, perusahaan harus menetapkan persediaan pengaman (*safety stock*). Penentuan jumlah persediaan bila persediaan bila persediaan pengaman ini harus ditentukan dengan hati-hati dan harus memperhatikan keseimbangan antara ongkos penanganan tersebut tidak tersedia. Karena biaya kekurangan persediaan tidak mudah dihitung maka perusahaan harus terlebih dahulu menetapkan tingkat pelayanan (*service level*) yang akan dipenuhi dan kemudian menentukan jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan untuk memenuhi tingkat pelayanan tersebut. Tingkat pelayanan dari suatu sistem persediaan diindikasikan melalui kemampuan sistem dalam memenuhi permintaan dari stok yang dimilikinya. Tingkat pelayanan dapat dihitung berdasarkan satuan unit, rupiah, transaksi maupun pesanan.

2.3.2 Sistem Persediaan Model- P

Pada sistem persediaan Model- P , persediaan diperiksa secara berkala setiap jangka waktu tertentu, dan jangka waktu itu bersifat tetap dari waktu ke waktu. Pemesanan dilakukan dengan jumlah pemesanan (Q) yang besarnya berubah-ubah, tetapi dengan interval waktu yang tetap. Karena interval waktu pemesanan yang tetap dan dilakukan secara berkala maka

sistem persediaannya Model- P ini disebut juga *periodic review system* atau disebut juga *periodic order system*. Pada sistem persediaan Model- P ditetapkan suatu target persediaan. Target persediaan adalah tingkat persediaan yang harus dicapai setiap pemesanan dilakukan. Hal ini berarti bahwa jumlah pemesanan adalah selisih antara target persediaan dengan jumlah persediaan yang ada digudang. Berikut ini Gambar 2 yang menjelaskan sistem persediaan Model- P .



Gambar 2. Sistem Persediaan Model- P

Pemesanan pada sistem persediaan Model- P dilakukan dalam kurun waktu yang tetap dan tidak dapat dilakukan pada setiap saat. Sehingga *inventory position* pada awal suatu kurun waktu harus cukup untuk memenuhi kebutuhan hingga diterimanya pesanan pada kurun waktu berikutnya. Hal ini berarti bahwa *inventory position* harus cukup untuk memenuhi kebutuhan selama interval waktu T_1 ditambah kebutuhan selama *lead time* LT_2 . Jumlah kurun waktu ini $(T_1 + LT_2)$ disebut *protection interval*.

Model- P berfungsi dengan cara yang berbeda dibandingkan dengan Model- Q karena hal-hal berikut.

1. Model- P tidak memiliki titik pemesanan kembali, tetapi lebih menekankan pada target persediaan.
2. Model- P , tidak memiliki nilai *EOQ* karena pemesanan akan bervariasi tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan.
3. Dalam Model- P , interval pemesanannya tetap sedangkan kuantitas pesannya berubah-ubah.

Menurut Bahagia (2006) terdapat karakteristik kebijakan *inventory* model P ditandai oleh 2 elemen dasar sebagai berikut.

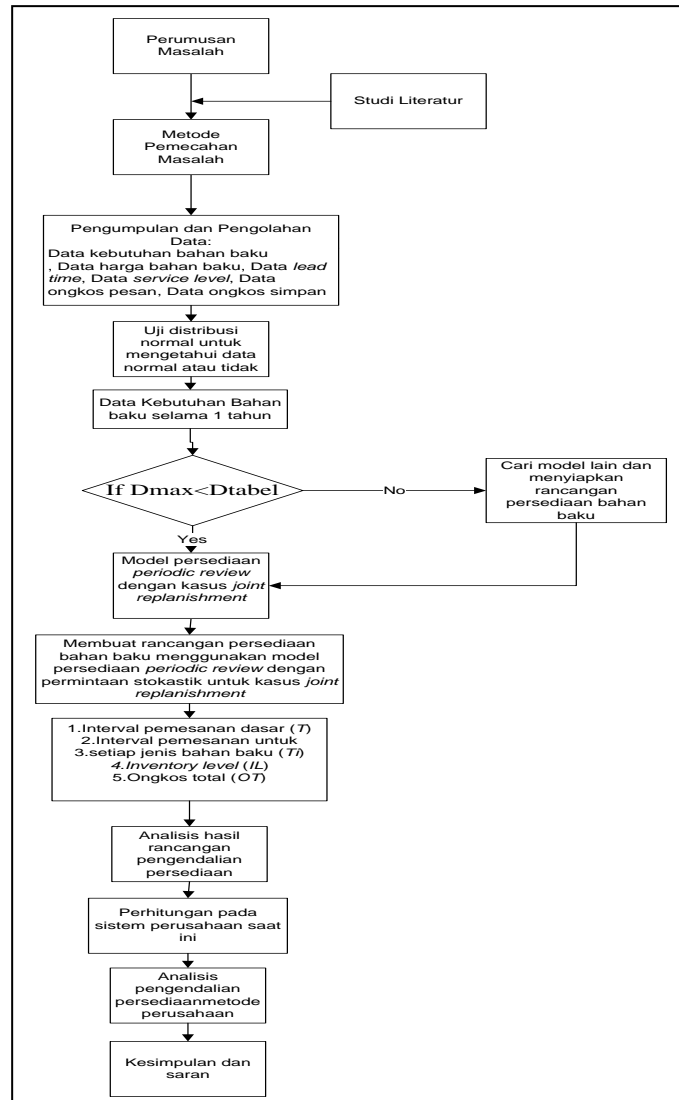
1. Pemesanan dilakukan menurut suatu selang interval waktu yang tetap (T)
2. Ukuran *lot* pemesanan (q_0) besarnya merupakan selisih antara *inventory* maksimum atau *inventory level* yang diinginkan (R) dengan *inventory* yang ada atau *current inventory* pada saat pemesanan dilakukan (r).

2.4 MODEL PERSEDIAAN STOKASTIK UNTUK KASUS *JOINT REPLENISHMENT*

Model persediaan untuk kasus *joint replenishment* dikembangkan oleh Eynan & Kropp (1998). Pada model ini pendekatan yang digunakan ialah pendekatan Model- P atau model *periodic review*. Pada persediaan dengan sistem *periodic review*, tingkat persediaan dimonitor setiap interval tertentu dan pemesanan dilakukan dengan jumlah untuk mencapai titik persediaan maksimum. Sistem persediaan *periodic review* dapat diterapkan untuk kasus *single item* (jumlah *item* satu) dan *multi-item* (jumlah *item* banyak).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Urutan proses dan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Urutan Proses dan Langkah-langkah Penelitian

Langkah atau urutan proses yang terdapat pada gambar 3 di atas merupakan, urutan proses dalam penelitian ini. Urutan proses tersebut membantu dalam garis besar penelitiannya dimulai dengan rumusan masalah, studi literatur, menemukan metode yang tepat sesuai dengan rumusan masalah sampai output terakhir yang bertujuan untuk meminimasi ongkos persediaan bahan baku.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGUMPULAN DATA

Pada pengumpulan data ini yaitu mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian, yaitu sejarah singkat PT Pindad(Persero) Sarana, visi dan misi PT Pindad (Persero) sarana, kondisi umum PT Pindad(Persero), data kebutuhan bahan baku, data harga bahan baku, data waktu anchang (*lead time*), data *service level*, data ongkos persediaan bahan baku.

4.2 PENGOLAHAN DATA

Pada tahap ini, data-data yang telah terkumpul akan digunakan untuk menentukan 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*

Untuk mengetahui bentuk distribusi data kebutuhan bahan baku, maka dilakukan uji distribusi dengan menggunakan uji distribusi *Kolmogorov-Smirnov*. Uji distribusi dilakukan untuk semua jenis bahan baku, dengan uji ini dapat diketahui apakah data observasi membentuk distribusi normal atau tidak. Berikut contoh langkah langkah uji distribusi untuk bahan baku jenis BUSH.

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. Mengurutkan data kebutuhan bahan baku.

Pada langkah ini data kebutuhan bahan baku diurutkan berdasarkan nilai data terkecil hingga data terbesar, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Kebutuhan BUSH Setelah Diurutkan

Periode	X_i
1	144
2	155
3	156
4	167
5	170
6	195
7	200
8	240
9	244
10	266
11	270
12	300

5. Statistik Hitung
 Pada langkah ini dilakukan perhitungan D_{max} , perhitungan untuk uji *Kolmogorov-Smirnov*.

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

$$\mu = \frac{\sum X_i}{n} = 209$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n - 1}} = 53,04$$

Dimana : X_i = Data permintaan ke- i
 n = Jumlah Data

7. $F_s(x) = f$ Kumulatif / $\sum f_i$

8. $Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$

9. $F_t(x)$ = penentuan hasil peluang dari table distribusi normal.
10. $D = |F_s(x) - F_t(x)|$
11. D_{\max} = Nilai terbesar dari D
Dilihat dari Tabel 1 nilai D terbesar adalah sebesar 0,185
Maka $D_{\max} = 0,185$
12. Kesimpulan: $D_{\max} < D_{\text{tabel}}$ maka terima H_0 , berarti cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal.

4.2.2 Perancangan Sistem Persediaan

Dalam merancang sistem persediaan langkah yang harus dilakukan yaitu dengan melakukan perhitungan interval pemesanan dasar (T), interval pemesanan tiap bahan baku (T_i), *inventory level* (IL_i) dan ongkos total gabungan (OT). Berikut ini langkah-langkah penentuan T , T_i , IL_i , dan OT .

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

Penentuan nilai interval pemesanan dasar / *basic cycle* (T) memerlukan data-data seperti data ongkos pesan, ongkos simpan, rata-rata kebutuhan bahan baku beserta data standar deviasi, *service level*, dan waktu anjang (*lead time*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	Kode	Ongkos Pesan (a)(Rp)	Ongkos Simpan (h)(Rp)	Rata-rata (D)	Koefisien Normal (Z)	Standar Deviasi (σ)	Lead Time (Tahun)	Lead Time (Hari)
1	PIPE SCH60-D165T8,1	GP3SG05-12.1700-0	60000	156000	285	2,054	45	0,0141	5
2	BUSH	GP4SG05-12.1701-0	60000	115500	2507	2,054	183,746	0,0141	5
3	CYLINDER PIN	GP4SG05-12.1702-0	60000	7762,5	5350	2,054	481,239	0,0141	5
4	SPACER	GP4SG05-12.1703-0	60000	13297,5	220	2,054	12,0303	0,0141	5
5	TILLER PIN	GP4SG05-12.1704-0	60000	12600	4084,75	2,054	78,9224	0,0141	5
6	HEX NUT M58X1,5	GP3SG05-12.1711-0	60000	7875	1891,5	2,054	39,4078	0,0141	5
7	SDP FOR STEERING GEAR	GP4SG05-12.1712-0	60000	8250	670	2,054	52,1362	0,0141	5
8	ROD EYE MOUNTING B125R70	GP4SG05-12.1713-0	60000	225000	990	2,054	119,202	0,0141	5
9	Washer	GP4SG05-12.1705-0	60000	9795	483	2,054	28,8743	0,0141	5
10	Split Pin	GP4SG05-12.1714-0	60000	11287,5	870	2,054	71,7952	0,0141	5
11	Lubricating Nipple	GP4SG05-12.1715-0	60000	4500	3030	2,054	157,797	0,0141	5

❖ Iterasi 1

Iterasi ini merupakan tahap awal dalam penentuan nilai T . Proses pencarian nilai T ini dilakukan untuk berbagai iterasi. Iterasi akan terhenti apabila 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.

$$T_i^* = \sqrt{\frac{2a_i}{h_i \left(D_i + \frac{Z_i \sigma_i}{\sqrt{T_o + L_i}} \right)}}, \text{ dengan } T_o = \sqrt{\frac{2a_i}{h_i D_i}} \quad (1)$$

• **Langkah 2 :**

Identifikasi nilai T_i^* terkecil. Bahan baku yang memiliki T_i^* paling kecil dinotasikan sebagai *item* 1, dengan nilai $k_i = 1$. Berdasarkan langkah 1, diperoleh bahwa T_i^* yaitu bahan baku *BUSH* memiliki nilai yang paling kecil sehingga *item* ini disebut dengan *item* 1 dengan nilai $k_i = 1$. Sedangkan bahan baku *PIPE SCH60-D165T8,1*, *CYLINDER PIN*, *SPACER*, *TILLER PIN*, *HEX NUT M58X1,5*, *SPD FOR STEERING GEAR*, *ROD EYE MOUNTING B125R70*, *WASHER*, *SPLIT PIN*, *LUNRICATING NIPPLE* berturut-turut disebut sebagai *item* 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11.

• **Langkah 3 :** Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan2.

$$T = \sqrt{\frac{2(A + a_1)}{h_1(D_1 + \frac{z_1\sigma_1}{T_0 + L_1})}} \quad , \text{ dengan } T_0 = \sqrt{\frac{2(A + a_1)}{h_1 D_1}} \quad (2)$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(2207956 + 60000)}{115.500 \times 2507}} = 0,125 \text{ tahun}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(2207956 + 60000)}{115.500(2507 + \frac{2,054 \times 183,75}{0,125 + 0,0141})}} = 0,105 \text{ tahun}$$

• **Langkah 4 :**

Menentukan nilai k *item* lainnya yaitu $k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8, k_9, k_{10}$ dan k_{11} .

Penentuan nilai k_i ditentukan dengan *trial and error* sehingga nilai k_i yang diperoleh dapat memenuhi persamaan:

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{(k+1)k} \quad , \quad k_i = q, \text{ dengan } T = 0,105 \text{ tahun.} \quad (3)$$

Contoh :

Perhitungan nilai k_2

Jika $k_2 = 1$, maka : $\sqrt{(1-1)1} \leq \frac{0,015}{0,105} \leq \sqrt{(1+1)1}$, nilai $k_2 = 1$ tersebut memenuhi persamaan, sehingga $k_2 = 1$.

Langkah 5 : Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan:

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_1 k_i (D_1 + \frac{z_1 \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i})}} \quad , \text{ dengan } T_0 = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_1 k_i D_1}} \quad (4)$$

Setelah melakukan langkah 3 dan melakukan langkah 5 dan menghasilkan input interval pemesanan (T). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(2207956 + 630.000)}{714935347,50}} = 0,089 \text{ tahun}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(2207956 + 630.000)}{1346194051,32}} = 0,065 \text{ tahun}$$

• **Langkah 6 :**

Menghitung Ongkos Total (OT)

Nilai-nilai input untuk perhitungan ongkos total pada iterasi 1 dan nilai ongkos total untuk iterasi 1. Untuk lebih jelas hasil dari total ongkos pada iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Input Perhitungan T untuk iterasi 1

No	Nama Bahan Baku	Kode	Ongkos Pesan (a)(Rp)	Ongkos Simpan (hi) (Rp)	Rata-rata (Di)	Koefisien Normal (Zi)	Standar Deviasi (σi)	Lead Time (Tahun)	Lead Time (Hari)	k_i	$\frac{a_i}{k_i}$	$h_i \times k_i \times D_i$	$h_i \times k_i \times (D_i + \frac{Z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}})$
1	PIPE SCH60-D165T8,1	GP3SG05-12.1700-0	60000	156000	285	2,054	45	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 44.460.000	Rp 100.563.911
2	BUSH	GP4SG05-12.1701-0	60000	115500	2507	2,054	183,746	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 289.558.500,00	Rp 524.390.962,42
3	CYLINDER PIN	GP4SG05-12.1702-0	60000	7762,5	5350	2,054	481,239	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 41.529.375,00	Rp 70.985.406,25
4	SPACER	GP4SG05-12.1703-0	60000	13297,5	220	2,054	12,0303	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 2.925.450,00	Rp 3.631.416,39
5	TILLER PIN	GP4SG05-12.1704-0	60000	12600	4084,75	2,054	78,9224	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 51.467.850,00	Rp 59.645.473,88
6	HEX NUT M58X1,5	GP3SG05-12.1711-0	60000	7875	1891,5	2,054	39,4078	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 14.895.562,50	Rp 16.873.526,24
7	SDP FOR STEERING GEAR	GP4SG05-12.1712-0	60000	8250	670	2,054	52,1362	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 5.527.500,00	Rp 7.726.298,93
8	ROD EYE MOUNTING B12SR70	GP4SG05-12.1713-0	60000	225000	990	2,054	119,202	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 222.750.000,00	Rp 507.951.245,80
9	Washer	GP4SG05-12.1705-0	60000	9795	483	2,054	28,8743	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 4.730.985,00	Rp 6.126.192,18
10	Split Pin	GP4SG05-12.1714-0	60000	11287,5	870	2,054	71,7952	0,0141	5	1	Rp 60.000	Rp 9.820.125,00	Rp 14.534.879,22
11	Lubricating Nipple	GP4SG05-12.1715-0	60000	4500	3030	2,054	157,797	0,0141	5	2	Rp 30.000	Rp 27.270.000,00	Rp 33.764.738,52
Total											Rp 630.000,00	Rp 714.935.347,50	Rp 1.346.194.051,32

Tabel 4. Nilai Ongkos Total Pada Iterasi 1

$\frac{A}{T}$	$\frac{a_1}{T}$	$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i}}{T}$	$\frac{D(T_1 + L_1)h_1}{2}$	$Z_1 \sigma_1 \sqrt{T + L_1}$	$\sum_{i=2}^n \left[\frac{D(T_1 + L_1)h_i}{2} + Z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \right]$	OT
Rp 34.003.719	Rp 924.032,52	Rp 9.702.341,49	Rp 11.442.306,53	Rp 12.254.710,54	Rp 87.320.393,12	Rp 155.647.503,42

Iterasi 2 :

Iterasi 2 dimulai dari langkah 4. Langkah ini dilakukan untuk menentukan nilai $k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, dan k_8$. Penentuan nilai k_i ditentukan dengan *trial and error* sehingga nilai k_i yang diperoleh dapat memenuhi persamaan:

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{(k+1)k}, k_i = q, \text{ dengan } T = 0,065 \text{ tahun.} \tag{5}$$

Contoh :

Perhitungan nilai k_2

Jika $k_2 = 1$, maka : $\sqrt{(1-1)1} \leq \frac{0,015}{0,065} \leq \sqrt{(1+1)1}$, nilai $k_2 = 1$ tersebut memenuhi persamaan, sehingga $k_2 = 1$.

Nilai k_i yang diperoleh pada iterasi 2 sama dengan nilai k_i pada iterasi 1, sehingga perhitungan iterasi berhenti dan nilai T dan ongkos total yang dihasilkan akan sama dengan nilai perhitungan ongkos total pada iterasi 2. Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh nilai T sebesar 0,065 tahun.

4.2.2.2 Penentuan Interval Pemesanan Tiap Item/Jenis Bahan Baku (T_i)

Besarnya interval pemesanan tiap bahan baku diperoleh dari perkalian antara k_i dengan T . Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai T_i untuk *item* 1 atau bahan baku *BUSH*:

$$T_1 = k_1 \times T = 1 \times 0,065 = 0,065 \text{ tahun}$$

4.2.2.3 Penentuan Inventory Level (IL_i)

Besarnya *inventory level* ditetapkan untuk memenuhi permintaan selama interval pemesanan

dan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan selama interval pemesanan dan *lead time*. Untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan diperlukan adanya *safety stock*. Sehingga besarnya *inventory level* ini meliputi besarnya permintaan selama interval pemesanan dan *safety stock* selama interval pemesanan dan *lead time*.

$$1. \text{ Safety Stock item } i = z_i \times \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan besarnya *safety stock* (*SS*) selama interval pemesanan untuk bahan baku PIPE SCH60-D165T8,1 (Pcs) :

$$\text{Safety Stock} = 2,054 \times 45 \sqrt{0.065 + 0,0141} = 26 \text{ Pcs.}$$

$$2. \text{ Inventory Level } i = D_i(K_i T + L_i) + z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan besarnya *inventory level* untuk bahan baku PIPE SCH60-D165T8,1 (Pcs):

$$\text{Inventory Level} = 285(1 \times 0.065 + 0,0141) + 2,054 \times 45 \sqrt{0.065 + 0,0141} = 49 \text{ Pcs.}$$

4.2.2.4 Penentuan Ongkos Total Persediaan Gabungan (*OT*)

Ongkos total persediaan gabungan telah diperoleh pada saat penentuan nilai (*T*) , yaitu sebesar Rp 155.647.503,42 /tahun.

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i}}{T} + \frac{D(T_1 + L_1)h_1}{2} + z_1 \sigma_1 \sqrt{T + L_1} + \sum_{i=1}^n \left[\frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \right]$$

$$OT = \text{Rp } 34.003.719 + \text{Rp } 924.032,52 + 9.702.341,49 + 11.442.306,53 + 12.254.710,54 + 87.320.393,12 = \text{Rp } 155.647.503,42$$

5. ANALISIS RANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU

5.1 ANALISIS PADA VERIFIKASI TOTAL ONGKOS SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU DARI HASIL RANCANGAN TERHADAP DATA MASA LALU

Pada verifikasi pemesanan dan total ongkos ini, hasil dari rancangan pengendalian persediaan yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan metode perusahaan dibandingkan dengan kondisi yang aktual terjadi di perusahaan dan dapat diterapkan dengan kondisi *real* di perusahaan. Berikut adalah Tabel 5 yang berisi total ongkos persediaan menurut hasil rancangan.

Tabel 5. Total Ongkos Persediaan Berdasarkan Verifikasi Rancangan

No	Jenis-jenis Ongkos (Rp)	Ongkos (Rp)
1	Ongkos Simpan	11.750.405,88
2	Total Ongkos Pesan (Mayor+Minor)	264.954.720,00
3	Total Purchast Cost	9.350.671.300,00
	TOTAL	9.627.376.425,88

Berdasarkan Tabel 5 di atas, dapat diputuskan untuk total ongkos perusahaan dengan menggunakan metode rancangan didapatkan sebesar Rp 11.750.405,88 + Rp 264.954.720 + Rp 9.350.671.300 = Rp 9.627.376.425,88

5.2 ANALISIS PEMESANAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU BERDASARKAN METODE PERUSAHAAN TERHADAP DATA MASA LALU

Dalam pemesanan perusahaan menggunakan atau melakukan pengendalian persediaan tergantung kepada *safety stock* saja. Dimana perusahaan mengasumsikan jika dalam pemesanan harus memesan lebih untuk mengantisipasi jika terjadi cacat pada bahan baku pada saat di perjalanan, cacat pada saat proses atau permesinan dan ukuran dari bahan baku yang tidak sesuai.

5.3 VERIFIKASI PEMESANAN SISTEM PERSEDIAAN MENGGUNAKAN PEMBANGKIT BILANGAN DATA *RANDOM*

Pada verifikasi pemesanan sistem persediaan terhadap data *random*, hasil metode perusahaan dan rancangan pengendalian persediaan yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan model yang akan dibandingkan dengan menggunakan bilangan *random*. Tujuan menggunakan bilangan *random* sendiri ialah agar dapat diterapkan dengan kondisi nyata.

5.3.1 Verifikasi Sistem Persediaan Hasil Model Rancangan Terhadap Data *Random*

Pada verifikasi total ongkos menggunakan data *random* ini, hasil dari rancangan pengendalian persediaan yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan metode perusahaan menggunakan data *random* akan dibandingkan kembali berdasarkan frekuensi pemesanan yang akan mempengaruhi ongkos pesan *minor* perusahaannya. Berikut adalah Tabel 6 yang berisi total ongkos persediaan menurut hasil rancangan.

Tabel 6. Total Ongkos Persediaan Berdasarkan Verifikasi Rancangan Terhadap Data *Random*

No	Jenis-jenis Ongkos (Rp)	Ongkos (Rp)
1	Ongkos Simpan	10.744.386,03
2	Total Ongkos Pesan (Mayor+Minor)	264.954.720,00
3	Total Purchast Cost	9.350.671.300,00
TOTAL		9.626.370.406,03

Berdasarkan Tabel 6 di atas, dapat diputuskan untuk total ongkos perusahaan dengan menggunakan metode rancangan didapatkan sebesar Rp 10.744.386,03 + Rp 264.954.720,00 + Rp 9.350.671.300 = Rp 9.626.370.406.03

5.3.2 Verifikasi Sistem Persediaan Hasil Metode Perusahaan Terhadap Data *Random*

Ada verifikasi sistem persediaan terhadap data *random*, hasil rancangan pengendalian persediaan yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan metode perusahaan dan model rancangan dibandingkan dengan menggunakan bilangan *random*.

5.4 ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM PERSEDIAAN RANCANGAN DENGAN METODE YANG DIGUNAKAN OLEH PERUSAHAAN

Perbandingan antara sistem persediaan rancangan dan metode perusahaan akan menemukan kesimpulan berdasarkan hasil dari Analisis Pemesanan. Yang pertama berdasarkan hasil rancangan variabel keputusan yang menghasilkan nilai interval pemesanan (T) dan *inventory level*/persediaan maksimum (IL). Sistem persediaan bahan baku akan dievaluasi dan diperbaiki di setiap interval waktu (T) dengan jumlah pemesanan agar mencapai *inventory level*. Oleh sebab itu rancangan termasuk kedalam Model- P (*Periodic Review*). Pada sistem pengendalian persediaan diperusahaan atau yang dilakukan perusahaan dengan metodenya, perusahaan melakukan cara dengan menetapkan nilai persediaan yang aman atau bisa disebut *safety stock*. *Safety stock* sendiri memiliki fungsi yaitu sebagai *reorder point* sehingga sistem persediaan yang dipakai perusahaan termasuk kedalam Model- Q karena berdasarkan langkah yang dilakukan perusahaan selama ini.

6. KESIMPULAN

6.1 KESIMPULAN

1. Model persediaan yang digunakan adalah Model-*P* atau *periodic review* dengan pemesanan gabungan (*joint replenishment*), model ini sesuai dengan perusahaan yang memiliki pola permintaan stokastik yang bertujuan untuk meminimisasi ongkos pesan. Dengan Model-*P* ini persediaan bahan baku akan dicek dan di evaluasi apabila terjadi kesalahan pada setiap interval waktu tertentu.
2. Besarnya *inventory level* ditetapkan untuk memenuhi permintaan selama interval pemesanan dan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan selama interval pemesanan dan *lead time*.
3. Berdasarkan perhitungan hasil rancangan dan perhitungan dengan menggunakan metode perusahaan, maka untuk perhitungan total ongkos persediaan dengan menggunakan data masa lalu dan data bilangan *random*.

REFERENSI

Bahagia, Senator Nur., 2006, Sistem Inventori, Penerbit ITB, Bandung.

Eynan, A., & Kropp D. H. K., 1998, *Periodic Reviewed Joint Replenishment In Stochastic*

Silver, E. A., & Rhen P., 1985, *Decision System for Inventory Management and Production Planning*, 2nd Edition, Jhon Wiley & Sons, Inc., New York