
RANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU MENGGUNAKAN MODEL PERSEDIAAN *STOCHASTIC JOINT REPLENISHMENT*

Oleh :

Edi Susanto

Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: edsusanto@itenas.ac.id

Mutiara Cahaya Putri

Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

Emsosfi Zaini

Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

Dedeng Abdul Gani Amrulloh

Program Studi Manajemen – STIE DR KHEZ Muttaqien

Email : dedeng.amrullah@gmail.com

Article Info

Article History :

Received 30 July - 2020

Accepted 20 August - 2020

Available Online

07 Sept - 2020

Abstract

Control of raw material inventory is necessary for companies to ensure the smooth running of the production process. PT. SEA is a company engaged in making Al-Quran. The supply system carried out by the company still uses intuition, by placing separate orders for each type of raw material if the raw material inventory in the warehouse is deficient. Orders for raw materials are made without considering other raw materials from the same supplier. Which resulted in high inventory costs. The right solution to this problem is to use the stochastic inventory model in the joint replenishment case. This method produces a combined order time interval and maximum inventory for each type of raw material. The frequency of orders made by the company based on past data is made 13 times to 5 times per year. This resulted in a savings in the frequency of ordering time of 61.58%. Meanwhile, savings in supply costs from the start is IDR 989,840,767.50 per year per year. The total cost of supplies using the design results was valued at Rp. 982,254,563.75 per year, saving about Rp. 7,586.20375 per year or down about 0.7%.

Keyword :

Stochastic, Joint

Replenishment, Inventory

Control

1. PENDAHULUAN

Persaingan di dunia industri saat ini semakin berkembang, hal ini didasari dengan banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur. Semakin banyak perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur, maka mengharuskan perusahaan untuk memiliki ide yang kreatif untuk bersaing dengan perusahaan-perusahaan lainnya.

PT. SEA merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur. Produk yang dihasilkan oleh PT. SEA adalah Al-Quran. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Al-Quran terdiri dari berbagai jenis

bahan baku (multi item). Kebutuhan bahan baku yang digunakan memiliki sifat yang tidak pasti pada setiap periodenya. PT. SEA bekerja sama dengan beberapa supplier untuk memasok bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Al-Quran, salah satunya adalah PT. CMI yang memasok jenis bahan baku paling banyak dari supplier yang lain. Sistem persediaan yang dilakukan oleh perusahaan masih menggunakan intuisi, sehingga perusahaan melakukan pemesanan secara terpisah pada setiap jenis bahan baku apabila persediaan bahan baku di gudang mengalami kekurangan.

Perusahaan tidak menggunakan suatu metode yang dilakukan untuk melakukan pengendalian pada persediaan bahan baku. Pengendalian bahan baku tanpa menggunakan metode yang tepat akan mengakibatkan masalah yaitu seperti tingginya ongkos yang dikeluarkan akibat adanya penyimpanan bahan baku berlebih dan tingginya ongkos pesan karena frekuensi pemesanan yang sering.

I. Perusahaan melakukan pemesanan secara terpisah pada setiap jenis bahan baku, walaupun bahan baku yang dipesan tersebut berasal dari satu supplier yang sama. Hal tersebut mengakibatkan tingginya ongkos yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Pada umumnya hal tersebut dapat diminimasi dengan pemesanan item bahan baku yang dilakukan secara gabungan dari satu pemasok yang sama, karena metode Joint replenishment digunakan karena sesuai dengan karakteristik perusahaannya yaitu hanya memiliki satu pemasok (Rahmadika, dkk, 2016). Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah metode *joint replenishment*. Dengan menggunakan metode ini, pemesanan bahan baku akan dilakukan setiap interval waktu tertentu dan jumlah pemesanan yang sama, dengan selisih inventori maksimum dengan inventori yang ada pada saat pemesanan akan dilakukan.

Dengan dilakukannya pemesanan secara bersama ini membuat syarat minimum order dapat terpenuhi. Kebijakan inventori terkait dengan berapa jumlah barang yang akan dipesan, kapan saat pemesanan dilakukan, serta berapa jumlah inventori pengamannya (Wangke, 2014)

Sehingga diharapkan pengendalian persediaan bahan baku dapat berjalan dengan lancar dan ongkos total persediaan menjadi minimum, karena menggabungkan

2. KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Persediaan

Menurut Bahagia (2006) persediaan adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut di sini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti yang dijumpai pada sistem distribusi, ataupun kegiatan konsumsi seperti dijumpai pada sistem rumah tangga, perkantoran, dan sebagainya.

Fungsi Persediaan

Menurut Bahagia (2006), fungsi dari persediaan terbagi menjadi tiga jenis motif, yaitu motif

transaksi, motif berjaga-jaga, dan motif berspekulasi; 1) Motif Transaksi (*Transaction Motive*); motif transaksi digunakan untuk menjamin pemenuhan permintaan barang, 2) Motif Berjaga-Jaga (*Precautionary Motive*), 3) Motif berjaga-jaga digunakan untuk meredam ketidakpastian. Motif ini timbul bila terjadi adanya ketidakpastian baik dari sisi pasokan (*supplier*) abarang ataupun dari sisi pemakai barang (*user*). 4) Motif Berspekulasi (*Speculative Motive*) Keberadaan persediaan pada motif berspekulasi timbul karena adanya keinginan untuk mendapatkan keuntungan yang berlipat ganda dari kenaikan harga barang di masa yang akan mendatang.

Model Persediaan

Menurut Bahagia (2006) secara statistik, fenomena yang dapat diprediksi parameter populasinya baik ekspektasi, variansi, maupun pola distribusi kemungkinannya. Untuk menentukan kebijakan dalam permasalahan inventori, dapat dipecahkan dengan menggunakan model Q dan model P.

Sistem Persediaan Model-Q

Sistem persediaan Model-Q berkaitan dengan penentuan besarnya ukuran lot pemesanan yang ekonomis (q_0) dan penentuan indikator saat pemesanan ulang dilakukan atau yang disebut dengan reorder point (r). Karakteristik pada kebijakan inventori Model-Q ditandai oleh dua hal yang mendasar yaitu sebagai berikut; 1) Besarnya ukuran lot pemesanan (q_0) selalu tetap untuk setiap kali pemesanan dilakukan. 2) Pemesanan dilakukan apabila jumlah inventori yang dimiliki telah mencapai suatu tingkat tertentu (r) yang disebut sebagai titik pemesanan ulang (*reorder point*).

Sistem Persediaan Model-P

Sistem persediaan Model-P disebut juga sebagai *periodic review*. Sistem persediaan dengan menggunakan Model-P ini dilakukan dengan memeriksa persediaan dalam interval waktu tertentu (T). Dimana interval waktu tersebut bernilai tetap antara satu siklus pemesanan dengan siklus pesan yang lain. Penentuan jumlah pesanan (q_0) dilakukan setiap periode T dan besarnya akan berbeda-beda antara satu pemesanan dengan pemesanan yang lain. Karakteristik kebijakan inventori Model-P ditandai oleh dua elemen dasar sebagai berikut;

- Pemesanan dilakukan menurut suatu selang interval waktu yang tetap (T).
- Ukuran lot pemesanan (q_0) besarnya merupakan selisih antara inventori maksimum yang diinginkan (R) dengan inventori yang ada pada saat pemesanan dilakukan (r).

Pengendalian dengan menggunakan Model-P dilakukan menurut interval waktu (T) dan jumlah yang dipesan berubah-ubah sesuai dengan selisih inventori maksimum dengan inventori yang ada di gudang.

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.

Model Persediaan Stokastik Untuk Kasus Joint Replenishment

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

Model-P terbagi kedalam dua bagian yaitu Model-P dengan permintaan yang bersifat deterministik dan Model-P dengan permintaan stokastik. Model-P dengan permintaan deterministik digunakan apabila data bersifat tetap untuk setiap periode, sedangkan Model-P stokastik digunakan apabila data jumlah permintaan bersifat tidak tetap untuk setiap periodenya. membuktikan dihasilkan berupa interval review, reorder point, jumlah maksimum inventori, safety stock, serta penghematan terhadap total ongkos persediaan (Rosyada, dkk., 2017). Hanya saja dalam penelitiannya tidak mempertimbangkan frekuensi waktu pemesanan.

Kasus Multi Item

Pada kasus *multi-item* penerapan model *periodic review* memerlukan koordinasi pemesanan. Pada kasus ini penentuan interval relatif sulit dibandingkan dengan kasus *single item* dan penentuan interval pemesanan hanya sebatas mendekati optimal (*near optimal*). Dengan model multi item berdasarkan penelitian Noh, dkk, (2019), dapat menghasilkan pengisian bersama multi item, dan algoritma untuk menemukan siklus dasar meminimalkan biaya,

pengganda interval pesanan, dan faktor keselamatan diusulkan. Hasil percobaan komputasinya, menunjukkan bahwa algoritma dapat menemukan solusi yang hampir optimal untuk masalah tersebut.

1. Asumsi Model

Model yang digunakan mengasumsikan bahwa pola permintaan berdistribusi normal.

2. Notasi Yang Digunakan

Berikut ini adalah notasi-notasi yang digunakan oleh kasus *single item*.

a_i = Ongkos pesan minor *item i*.

h_i = Ongkos simpan *item i* per unit waktu.

D_i = Rata-rata permintaan *item i* selama unit waktu.

z_i = Koefisien normal/faktor pengali σ (ditentukan berdasarkan *service level*).

σ_i = Standar deviasi dari permintaan *item i*.

T_0 = Interval antar pemesanan optimal/*cycle time*.

L_i = *Lead time item ke-i*.

A = Ongkos pesan mayor.

3. Formulasi Model

a. Ongkos Pesan

Ongkos pesan terbagi menjadi ongkos pesan mayor dan ongkos pesan minor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$a. \text{ Ongkos mayor total} = \frac{A}{T} \quad (1)$$

$$b. \text{ Ongkos pesan minor item } i = \frac{a_i}{T_i} \quad (2)$$

$$c. \text{ Ongkos pemesanan total} = \frac{A}{T} + \text{Ongkos Simpan} \quad (3)$$

Besarnya ongkos simpan yaitu besarnya unit yang disimpan meliputi rata-rata jumlah permintaan selama interval pemesanan dan *lead time* serta *safety stock* untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan selama interval pemesanan dan *lead time*. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Ongkos total simpangan gabungan} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right]$$

b. Ongkos Total Persediaan Gabungan (OT)

Ongkos total persediaan gabungan adalah ongkos total persediaan dari sejumlah n *item*. Besarnya ongkos total persediaan gabungan adalah:

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

Penentuan Interval Pemesanan Dasar

Pemesanan gabungan (*joint replenishment*) dilakukan dengan menggunakan model *periodic review*. Model ini dilakukan dengan melakukan pemesanan setiap interval waktu tertentu. Interval waktu pemesanan tersebut bernilai tetap. Model persediaan *periodic review* dikembangkan oleh Eynan dan Kropp (1998). Variabel keputusan yang akan ditentukan adalah penentuan interval pemesanan dasar (T), penentuan interval pemesanan setiap jenis bahan baku (T_i^*), penentuan *inventory level* (IL_i) dan perhitungan ongkos total persediaan gabungan (OT), berikut merupakan langkah dalam penentuan interval pemesanan dapat dilihat dibawah ini.

Langkah 1:

Menentukan nilai T_{0i} dengan menggunakan

persamaan $\sqrt{\frac{2a_i}{h_1 D_1}}$, selanjutnya menentukan nilai T_i^* dengan menggunakan

$$\text{persamaan } \sqrt{\frac{2 a_i}{h_1 \left(D_1 + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right)}} \quad (6)$$

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

$$\text{persamaan } \sqrt{\frac{2 (A + a_i)}{h_i \left(D_i + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{T_0 + L_i}} \right)}} \text{ dengan}$$

nilai T_0 menggunakan persamaan

$$\sqrt{\frac{2 (A + a_i)}{h_1 D_1}} \quad (7)$$

Langkah 4:

Cari nilai k_i , jika $k_i = q$, sehingga nilai q harus memenuhi persamaan

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{k(k+1)} \quad (8)$$

Langkah 5:

Tentukan nilai T dengan menggunakan

$$\text{persamaan } \sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_i k_i \left(D_i + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right)}}$$

dengan nilai T_0 menggunakan persamaan

$$\sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_i k_i D_i}} \quad (9)$$

Langkah 6:

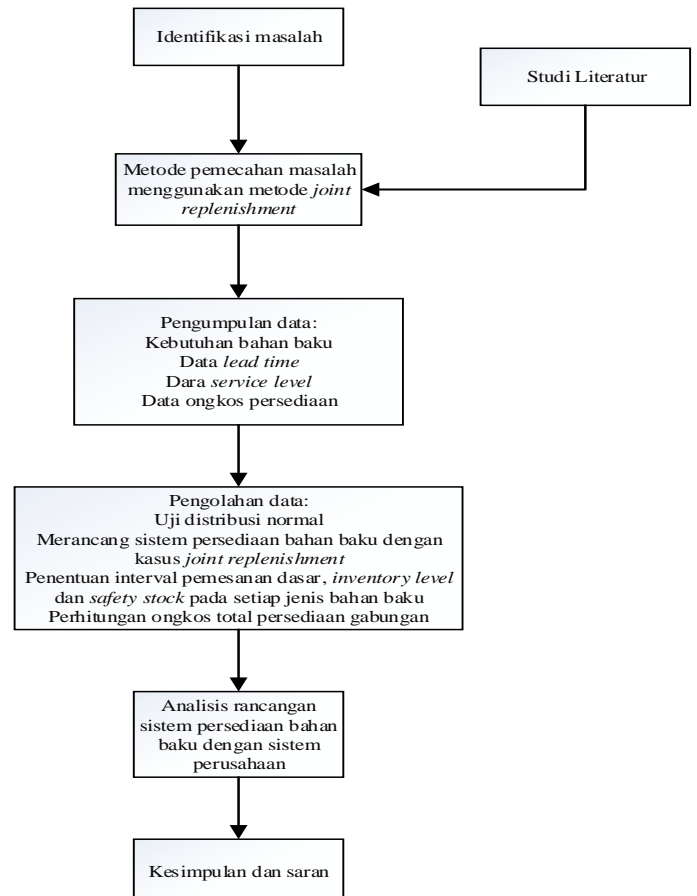
Hitung ongkos total gabungan (OT) dengan menggunakan persamaan

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_i}{T_i} + \frac{\sum_{i=2}^n \frac{a_i}{2k_i}}{T} + \frac{D (T_i + L_i) h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{T_i + L_i} + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D (T_i + L_i) h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \quad (10)$$

Ulangi Langkah 4 dan Langkah 5 sehingga ongkos total persediaan gabungan yang didapatkan pada iterasi tersebut dan iterasi sebelumnya bernilai sama.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian untuk mendapatkan pemecahan masalah dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Langkah-langkah Pemecahan Masalah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data berisikan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian. Data-data yang dibutuhkan yaitu data kebutuhan bahan baku,

harga beli bahan baku, lead time, ongkos-ongkos pesan yaitu ongkos pesan mayor dan ongkos pesan minor. Data kebutuhan untuk setiap jenis bahan baku pada bulan Januari hingga Desember tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kebutuhan Bahan Baku

Bahan Baku	QPP (rim)	Art Paper 150 gr (rim)	Art Carton 210 gr (rim)		Art Carton 260 gr (rim)	
			65x100 cm	79x109 cm	65x100 cm	79x109 cm
Januari	171	15	4	8	3	7
Februari	163	12	2	8	3	6
Maret	176	16	4	5	3	9
April	142	9	2	5	2	5
Mei	184	17	3	6	4	7
Juni	204	23	5	11	6	12
Juli	155	16	3	9	2	7
Agustus	152	14	4	10	5	5
September	165	12	5	8	4	7
Oktober	178	16	4	8	4	8
November	139	8	4	7	3	10
Desember	166	13	5	6	4	11

Data harga beli bahan baku, lead time, ongkos-ongkos pesan yaitu ongkos pesan mayor dan ongkos pesan minor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Harga Bahan Baku, Lead Time dan Ongkos Pesan

Bahan baku	Ukuran (cm)	Harga beli (Rp/rim)	Lead time (hari)	Ongkos Pesan Mayor (Rp)	Ongkos Pesan Minor (Rp)
QPP	70x100	248.000	7	850.000	1.100.400
Art Paper	79x109	722.000	7	850.000	400
Art Carton 210 gr	65x100	750.000	7	850.000	400
Art Carton 210 gr	79x109	994.000	7	850.000	400
Art Carton 260 gr	65x100	929.500	7	850.000	400
Art Carton 260 gr	79x109	1.231.000	7	850.000	400

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan variabel keputusan dari hasil penelitian. Variabel keputusan tersebut meliputi interval penentuan dasar, interval pemesanan tiap jenis bahan baku, inventory level, dan ongkos total persediaan gabungan.

Uji Distribusi Data Kebutuhan Bahan Baku Menggunakan Kolmogorov – Smirnov

Uji distribusi dengan menggunakan kolmogorov – smirnov dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Langkah-langkah

yang dilakukan dalam melakukan uji distribusi pada bahan baku QPP dapat dilihat dibawah ini.

1. Penentuan Hipotesa:
 H_0 : data berdistribusi normal
 H_1 : data tidak berdistribusi normal
2. Penentuan Taraf Keberartian
 $\alpha = 0,02$
3. Daerah Kritis
 Nilai D_{tabel} dengan jumlah $n = 12$ dan nilai $\alpha = 0,02$ adalah 0,419
4. Mengurutkan Data Kebutuhan Bahan Baku.

Data kebutuhan bahan baku diurutkan berdasarkan jumlah yang paling kecil

5. Statistik Hitung
 Perhitungan terhadap point 5 dilakukan untuk menentukan nilai D_{max} untuk setiap kebutuhan jenis bahan baku.
6. Penentuan nilai rata – rata (μ) dan standar deviasi (σ)

$$\mu = \frac{\sum Xi}{n}$$

Dimana, X_i : data

$$\begin{aligned} \text{permintaan ke-} i & \quad (11) \\ & = \frac{1996}{12} = 167 \end{aligned}$$

n : jumlah data

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \mu)^2}{n-1}} = 18,26 \quad (12)$$

$$\begin{aligned} 7. F_s(x) & = \frac{f \text{ kumulatif}}{\sum fi} \quad (13) \\ & = \frac{1}{12} = 0,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7. Z_i & = \frac{x_i - \bar{x}}{\frac{\sigma}{18,26}} \quad (14) \\ & = \frac{139 - 167}{18,26} = -1,53 \end{aligned}$$

8. $F_t(x)$ = penentuan hasil peluang dari tabel distribusi normal

$$\begin{aligned} 9. D & = |F_s(x) - F_t(x)| \quad (15) \\ & = |0,08 - 0,063| \\ & = 0,020 \end{aligned}$$

10. D_{max} = nilai terbesar dari D
 Sehingga nilai $D_{max} = 0,108$

11. Kesimpulan

$D_{max} < D_{tabel}$ ($0,108 < 0,419$) maka terima H_0 , cukup alasan untuk menerima bahwa data berdistribusi normal.

Berdasarkan hasil pengujian kolmogorov-smirnov tersebut, seluruh bahan baku termasuk dalam data yang berdistribusi normal.

Perancangan Sistem Persediaan

Perancangan terhadap sistem persediaan bahan baku dilakukan dengan menghitung interval

pemesanan dasar (T), interval pemesanan setiap bahan baku (T_i), inventory level (IL_i) dan ongkos total gabungan (OT).

Penentuan Nilai Interval Pemesanan Dasar / Basic Cycle (T)

Penentuan nilai interval pemesanan dasar memerlukan beberapa data seperti ongkos pesan, ongkos simpan, rata-rata kebutuhan bahan baku, standar deviasi, *service level* dan data *lead time*. Rekapitulasi *input* yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Input

Bahan Baku	Ukuran (cm)	Ongkos pesan (a_i) (Rp)	Ongkos simpan (h_i) (Rp)	D_i (bulan)	Koefisien normal (Z_i)	σ_i	Lead time (L_i) (hari)
QPP	70 x 100	1.100.400	1.860	167	2,054	18,26	0,292
Art Paper	79 x 109	400	5.415	15	2,054	3,96	0,292

Bahan Baku	Ukura n (cm)	Ongkos pesan (a_i) (Rp)	Ongkos simpan (h_i) (Rp)	D_i (bulan)	Koefisi en norma l (Z_i)	σ_i	Lead time (L_i) (hari)
Art Carto n 210 gr	65 x 100	400	5.625	4	2,054	1,06	0,292
Art Carto n 260 gr	79 x 109	400	7.455	8	2,054	1,88	0,292
Art Carto n 210 gr	65 x 100	400	6.971	4	2,054	1,16	0,292
Art Carto n 260 gr	79 x 109	400	9.233	8	2,054	2,25	0,292

Iterasi 1

Iterasi 1 merupakan tahap awal yang dilakukan dalam penentuan nilai T . Perhitungan iterasi ini dapat dilakukan hingga berbagai iterasi. Iterasi ini akan berhenti apabila ongkos yang dihasilkan sama dengan ongkos yang dihasilkan pada iterasi sebelumnya.

Langkah 1: Menentukan nilai T_i^* pada setiap jenis bahan baku dengan menggunakan persamaan:

$$T_i^* = \sqrt{\frac{2(a_i)}{h_i(D_i + \frac{Z_i \sigma_i}{\sqrt{T_0 + L_i}})}}, \text{ dengan nilai } T_0 = \sqrt{\frac{2(a_i)}{h_i D_i}} \quad (16)$$

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 yang dihasilkan, urutan nilai T_i^* mulai dari yang paling kecil adalah *art carton 210gr*, *art carton 260gr*, *art paper* dan QPP. Nilai T_i^* yang paling kecil berada pada jenis bahan baku *art carton 210gr* sehingga bahan baku *art carton 210gr* disebut sebagai *item 1* dengan nilai $k_1 = 1$. Sedangkan lain memiliki urutan item 2, 3, 4, 5 dan

6.

Langkah 3: Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan

$$T = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1(D_1 + \frac{Z_1 \sigma_1}{\sqrt{T_0 + L_1}})}} \text{ dengan nilai}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1 D_1}} \quad (17)$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1 D_1}} = \sqrt{\frac{2(850000+400)}{5415 \times 15}} = 4,576 \text{ bulan}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1(D_1 + \frac{Z_1 \sigma_1}{\sqrt{T_0 + L_1}})}} = \sqrt{\frac{2(850000+400)}{5415(15 + \frac{2,054 \times 3,96}{\sqrt{4,576 + 0,292}})}}$$

yang diperoleh adalah 4,100 bulan

Langkah 4: Menentukan nilai k pada *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:

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{(k+1)k} \quad (18)$$

Nilai T yang digunakan adalah 4,100 bulan.

Langkah 5: Menentukan nilai T dengan menggunakan persamaan:

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_i k_i (D_i + \frac{Z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}})}} \quad \text{dimana}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum h_i k_i D_i}} \quad (19)$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum h_i k_i D_i}} = \sqrt{\frac{2(850000+1102400)}{575730}}$$

= 2,604 bulan

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_i k_i (D_i + \frac{Z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}})}} = \sqrt{\frac{2(850000+1102400)}{731145,09}}$$

= 2,311 bulan

Langkah 6: Menentukan Total Biaya (OT)

Penentuan total biaya persediaan memerlukan beberapa input, seperti nilai $a_i, k_i, Z_i, \sigma_i, L_i$ dan h_i . Penentuan total biaya (OT) dapat digunakan dengan menggunakan persamaan:

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

$$z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \quad (20)$$

$$OT = \frac{850.000}{2,311} + \frac{400}{2,311} + \frac{1.101.600}{2,311} +$$

$$\frac{15(2,311 + 0,292)5.415}{2} + 2,054 \times 3,96 \times 5.415$$

$$\sqrt{2,311 + 0,292}$$

$$+ 547.396,75 + 205.587,94$$

$$= \text{Rp } 1.774.350,76 / \text{bulan}$$

Iterasi 2

Pada iterasi ke 2 ini dimulai dari langkah 4. Langkah 4 ini dilakukan untuk menentukan nilai k_2 , k_3 dan k_4 . Penentuan nilai k_i ini dilakukan dengan menggunakan *trial and error* sehingga nilai k_i yang diperoleh dapat memenuhi persamaan (3) dengan menggunakan nilai T sebesar 2,311 bulan.

Nilai k_i perhitungan iterasi berhenti ketika nilai k_i yang dihasilkan sama dari iterasi sebelumnya. Dari hasil perhitungan tersebut, maka diperoleh nilai T yaitu sebesar 2,311 bulan.

Penentuan Interval Pemesanan Pada Setiap Jenis Bahan Baku (T_i)

Penentuan interval pemesanan untuk setiap jenis bahan baku (T_i) didapatkan dengan mengkalikan nilai k_i dengan nilai T . Rekapitulasi interval pemesanan pada setiap jenis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Interval Pemesanan Pada Setiap Jenis Bahan Baku

No	Bahan Baku	Ukuran (cm)	k_i	T	T_i	
					Bulan	Minggu
1	QPP	70 x 100	1	2,311	2,311	10
2	Art Paper	79 x 109	1	2,311	2,311	10
3	Art Carton	65 x 100	1	2,311	2,311	10
4	210 gr	79 x 109	1	2,311	2,311	10
5	Art Carton	65 x 100	1	2,311	2,311	10
6	260 gr	79 x 109	1	2,311	2,311	10

Contoh perhitungan interval pemesanan (T_i) pada bahan baku QPP:

$$T_i \text{ (bulan)} = k_i \times T$$

$$T_i \text{ (minggu)} = T_i \text{ (bulan)} \times 4 \text{ minggu}$$

$$= 1 \times 2,311$$

$$= 2,311 \times 4$$

$$= 2,311 \text{ bulan}$$

$$= 9,244 = 10 \text{ minggu}$$

Penentuan Inventory Level (IL_i)

Inventory level digunakan untuk memenuhi permintaan selama interval waktu pemesanan dan *lead time*. Untuk menanggulangi fluktuasi permintaan maka diperlukan perhitungan terhadap

safety stock. Perhitungan *inventory level* dan *safety stock* untuk setiap jenis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penentuan Inventory Level dan Safety Stock

No	Bahan Baku	Ukuran (cm)	Safety Stock (rim)	Inventory Level (rim)
1	QPP	70 x 100	61,00	496,00
2	Art Paper	79 x 109	14,00	53,00
3	Art Carton 210	65 x 100	4,00	14,00
4	gr	79 x 109	7,00	28,00
5	Art Carton 260	65 x 100	4,00	15,00
6	gr	79 x 109	8,00	29,00

Contoh perhitungan terhadap *safety stock* dan *inventory level* pada bahan baku QPP:

$$a. \text{ Safety stock} = z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i} \quad (21)$$

$$= 2,054 \times 18,26 \sqrt{2,311 + 0,292}$$

$$= 61 \text{ rim}$$

$$b. \text{ Inventory level} = D_i (k_i T + L_i) + z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i} \quad (22)$$

$$= 167 (1 \times 2,311 + 0,292) + 2,054$$

$$\times$$

$$18,26 \sqrt{2,311 + 0,292}$$

$$= 496 \text{ rim}$$

4.2.2.4 Penentuan Ongkos Total Persediaan Gabungan (OT)

Ongkos total persediaan gabungan didapat dari perhitungan pada iterasi 1. Dengan nilai T sebesar 2,472 bulan.

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_i}{T_i} + \frac{\sum_{i=2}^n \frac{a_i}{T}}{T} + \frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{T_i + L_i} + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D(T_i + L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \quad (23)$$

$$OT = \frac{850.000}{2,311} + \frac{400}{2,311} + \frac{1.101.600}{2,311} +$$

$$\frac{15(2,311 + 0,292)5.415}{2} + 2,054 \times 3,96 \times 5.415$$

$$\sqrt{2,311 + 0,292}$$

$$+ 547.396,75 + 205.587,94$$

$$= \text{Rp } 1.774.350,76 / \text{bulan}$$

ANALISIS RANCANGAN SISTEM

PERSEDIAAN BAHAN BAKU

Total Ongkos Persediaan Hasil Rancangan Berdasarkan Data Masa Lalu

Perhitungan total ongkos persediaan ini dilakukan berdasarkan hasil rancangan dan metode perusahaan menggunakan data masa lalu. Setelah dilakukan perhitungan kedua ongkos total tersebut, dilakukan perbandingan total ongkos akhir yang dihasilkan paling minimum. Total ongkos persediaan hasil rancangan berdasarkan data masa lalu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Ongkos Persediaan Berdasarkan Hasil Rancangan

No	Jenis Ongkos	Ongkos (Rp/tahun)
1	Ongkos Simpan	Rp 9.705.063,75
2	Ongkos Pesan (Mayor + Minor)	Rp 9.762.000,00
3	Ongkos Pembelian	Rp 961.687.500,00
Total		Rp 981.154.563,75

Total Ongkos Persediaan Yang Dijalankan Oleh Perusahaan

Pemesanan bahan baku secara terpisah untuk masing-masing bahan baku, tanpa mempertimbangkan jenis bahan baku lain yang berasal dari *supplier* yang sama. Frekuensi pemesanan perusahaan selama satu tahun dilakukan yaitu sebanyak 13 kali. Total ongkos persediaan yang dijalankan oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Total Ongkos Persediaan Berdasarkan Perusahaan

No	Jenis Ongkos	Ongkos (Rp/tahun)
1	Ongkos Simpan	2.778.067,50
2	Ongkos Pesan (Mayor + Minor)	25.375.200,00
3	Ongkos Pembelian	961.687.500,00
Total		989.840.767,50

Analisis Perbandingan Sistem Persediaan Rancangan Dengan Metode Yang Digunakan Oleh Perusahaan

Rancangan pada sistem persediaan bahan baku tersebut dikategorikan termasuk dalam Model-P. Pemesanan terhadap bahan baku yang telah dilakukan perusahaan dilakukan ketika persediaan mendekati titik pemesanan kembali (*reorder point*). Sehingga sistem persediaan yang digunakan oleh perusahaan menggunakan Model-Q. Pemesanan yang dilakukan secara gabungan (*joint replenishment*) dapat mempengaruhi frekuensi pemesanan dalam satu tahun. Jumlah pemesanan yang telah dilakukan perusahaan dalam 1 tahun yaitu sebanyak 13 kali. Sedangkan hasil rancangan terhadap data masa lalu menghasilkan 5 kali pemesanan per tahunnya. Berdasarkan hasil

rancangan total ongkos persediaan yang dihasilkan yaitu sebesar Rp 982.254.563,75 per tahun, sedangkan total ongkos persediaan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu sebesar Rp 989.840.767,50 per tahun. Sehingga dapat dilihat bahwa total ongkos persediaan berdasarkan hasil rancangan menghasilkan nilai yang lebih minimum jika dibandingkan dengan total ongkos persediaan yang dilakukan oleh perusahaan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

- Frekuensi pemesanan yang telah dilakukan oleh perusahaan sebanyak 13 kali pemesanan per tahun. Sedangkan, berdasarkan hasil rancangan dengan menggunakan data masa lalu dan data bilangan *random*, frekuensi pemesanan dilakukan 5 kali per tahun. Sehingga menghasilkan penghematan frekuensi waktu pemesanan sebesar 61,58%.
- Total ongkos persediaan dengan metode perusahaan berdasarkan data masa lalu yaitu sebesar Rp 989.840.767,50 per tahun per tahun. Total ongkos persediaan dengan menggunakan hasil rancangan bernilai Rp 982.254.563,75 per tahun. menghemat sekitar Rp. 7.586.20375 pertahun atau turun sekitar 0,7%.

6. REFERENSI

- Bahagia, S. N.(2006). Sistem Inventori, Penerbit ITB, Bandung.
- Eynan, A., & Kropp, D. H., (1998). *Periodic Reviewed Joint Replenishment In Stochastic Demand Environment*, IIE Transaction, Washington.
- Heizer, (2012). *Operation Management*. Salemba Empat. Jakarta.
- Noh, J.S., Kim, J.S. & Sarkar, B. (2019). Stochastic joint replenishment problem with quantity discounts and minimum order constraints. *Operational Research International Journal*, 19, 151–178. Springer.
- Rosyada, P., Iqbal, M., dan Astuti, M.D., (2017). Perencanaan Kebijakan Persediaan Kategori Floor Tile Dengan Model P Dan Joint Replenishment Untuk Meminimasi Total Biaya Persediaan Pada Central Warehouse PT.Xyz Karawang, *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, 4(2), 124 -129.
- T. I. Rahmadika, D. D. Damayanti and B. Santosa. (2016) "Penentuan Kebijakan Persediaan Darah di Bank Darah Rumah Sakit XYZ Menggunakan Metode *Joint Replenishment* untuk Meningkatkan *Service Level*," in *e-Proceeding Telkom University*, Bandung.

Tersine, R. J., (1994). Principle of Inventory and Materials Management, 3rd Edition, Elsevier S
Wanke, P. (2014). Production and Inventory Management Journal, *Production and Inventory Management Journal*, 49 (1).