

RANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAIN *COTTON* MENGUNAKAN MODEL STOKASTIK *JOINT* *REPLENISHMENT* DI PT. C59*

AAM SAFITRI RD. DZULFAH, EMSOSFI ZAINI, FIFI HERNI MUSTOFA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: aam_safitri@yahoo.com

ABSTRAK

Makalah ini membahas sistem pengendalian persediaan bahan baku kain cotton menggunakan model stokastik joint replenishment yang dilakukan pada PT.C59. Sistem pengendalian bahan baku pada PT.C59 masih melakukan pembelian bahan baku secara eceran. Sehingga dibutuhkan penelitian mengenai sistem pengendalian bahan baku untuk kasus joint replenishment dengan permintaan stokastik. Supplier yang memasok bahan baku kain cotton adalah PT. Kahatex dengan jenis item yang dapat dipesan sebanyak 4 jenis kain cotton. Metode ini memonitor sistem persediaan setiap interval waktu pemesanan selama 9 hari, sehingga didapatkan ongkos total persediaan gabungan sebesar Rp.5.191.197,- per minggu.

Kata Kunci: *Sistem Pengendalian, Stokastik, Joint Replenishment*

ABSTRACT

This paper discusses the raw material inventory control system of cotton cloth using a stochastic model of joint replenishment performed on PT.C59. Raw material control system at PT.C59 still make the purchase of raw materials to retail. So that it takes research on raw material control system for joint replenishment case with stochastic demand. Supplier of raw material suppliers of cotton fabric is PT. Kahatex the types of items that can be ordered as many as 4 types of cotton. This method monitors the inventory system each time interval reservation for 9 days, so we get the total cost of the combined inventory of Rp.5.191.197,-/week.

Keywords: *Control Systems, 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

Sistem manufaktur merupakan suatu sistem yang terdiri dari kumpulan peralatan dan sumber daya manusia yang terintegrasi dan berfungsi menjalankan satu atau lebih proses atau operasi perakitan yang dimulai dari bahan baku ataupun suatu *part*/bagian. Peralatan yang terintegrasi terdiri dari mesin dan perkakas produksi, penanganan material dan posisi kerja serta posisi peralatan, dan sistem komputer. Sedangkan sumber daya manusia diperlukan baik secara terus-menerus maupun secara periodik untuk menjaga sistem tetap berjalan. (Groover, 2008)

Kebutuhan bahan baku merupakan salah satu bagian dari sistem manufaktur yang membutuhkan pengendalian persediaan. Pengendalian persediaan bahan baku dibutuhkan karena setiap perusahaan harus memiliki persediaan bahan baku saat terjadi permintaan yang melebihi rencana. PT. C59 (Caladi Lima Sembilan) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yaitu pembuatan kaos, *polo shirt* dan berbagai macam *merchandise*. Perusahaan memiliki 2 lini bisnis yaitu *costum made* dan *retail*. Permintaan pada bisnis *custom made* yang terjadi pada perusahaan bersifat *make to order* (berproduksi pada saat terdapat pesanan). Bahan baku yang digunakan untuk membuat berbagai jenis kaos sangat beragam (*multi-item*) dengan kebutuhan yang bersifat stokastik karena jumlah permintaan yang tidak diketahui setiap periodenya, selain itu terdapat pesanan dari konsumen yang datang secara bersamaan dalam satu waktu yang sama. Bahan baku yang digunakan yaitu kain yang didapat dari beberapa *supplier*.

Sistem pengendalian bahan baku pada PT. C59 dilakukan berdasarkan intuisi dan hanya berfokus pada tingkat ketersediaan bahan baku tanpa melihat aspek biaya yang ditimbulkan. Perusahaan melakukan pemesanan secara terpisah saat persediaan bahan baku digudang mengalami kekurangan. Apabila kebutuhan bahan baku diperlukan pada hari itu juga, maka perusahaan harus membeli langsung kepada eceran dengan harga yang apabila dikalkulasikan berbeda sangat jauh dengan harga *supplier*. Oleh karena itu, perusahaan dapat melakukan pemesanan beberapa jenis *item* tersebut secara gabungan (*joint replenishment*) agar perusahaan tidak melakukan pembelian secara terpisah kepada eceran yang membuat ongkos menjadi lebih tinggi.

Model yang digunakan dalam pemesanan secara gabungan (*joint replenishment*) dengan beberapa jenis *item* yang akan dipesan yaitu menggunakan sistem pengendalian persediaan Model-*P*, sehingga dapat meminimasi ongkos persediaan. Perusahaan mempunyai beberapa *supplier* yang memasok bahan baku. Salah satu *supplier* dapat menyediakan beberapa *item* bahan baku, sehingga pemesanan dapat dilakukan secara gabungan (*joint replenishment*). Model untuk mengurangi ongkos total persediaan salah satunya adalah menggunakan model stokastik *joint replenishment*. (Eynan & Kroop, 1998)

2. STUDI LITERATUR

2.1 Persediaan

Menurut Herjanto (2008), persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah, bahan pembantu, bahan dalam proses, barang jadi, ataupun suku cadang.

Beberapa fungsi penting persediaan dalam memenuhi kebutuhan perusahaan, yaitu:

1. Menghilangkan resiko keterlambatan pengiriman bahan baku atau barang yang dibutuhkan perusahaan.
2. Menghilangkan resiko jika material yang dipesan tidak baik sehingga harus dikembalikan.
3. Menghilangkan resiko terhadap kenaikan harga barang secara musiman atau inflasi.
4. Untuk menyimpan bahan baku yang dihasilkan secara musiman sehingga perusahaan tidak akan kesulitan jika bahan itu tidak tersedia di pasaran.

2.2 Klasifikasi dan Kategori Sistem Persediaan

Menurut Tersine (1994), persediaan dapat dikelompokkan kedalam empat jenis, yakni *safety stock*, *anticipation stock*, *pipeline stock*, dan *decoupling stock*. Pada masalah persediaan dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara, yaitu:

1. Berdasarkan Pengulangan Pemesanan (*Repetitiveness*)
 - a. Pesanan tunggal (*single order*)
 - b. Pesanan berulang (*repeat order*)
2. Berdasarkan Sumber Pemasok (*Supply*)
 - a. Berasal dari luar (*outside supply*)
 - b. Berasal dari dalam (*inside supply*)
3. Berdasarkan Permintaan
 - a. Permintaan tetap (konstan)
 - b. Permintaan variabel (berubah)
 - c. Permintaan independen
 - d. Permintaan dependen
4. Berdasarkan tenggang waktu (*Lead Time*)
 - a. *Constant lead time*
 - b. *Variable lead time*
5. Berdasarkan sistem persediaan
 - a. Kontinu (terus menerus)
 - b. Periodik
 - c. *Material Requirement Planning*
 - d. *Distribution Requirement Planning*
 - e. Pesanan tunggal

2.3 Sistem Persediaan Model-Q (*Lot Size-Reorder Point Model*)

Ada kondisi *stockout* (tidak ada persediaan barang) barang dihasilkan dari *lead time* yang probabilistik. Apabila tidak menginginkan terjadinya *stockout*, maka pemesanan kembali dapat dipesan lebih awal dari waktu yang ditentukan dengan model deterministic dengan cara menambahkan jumlah pesanan yang disebut dengan stok aman atau *safety stock* dan memesan ketika stok di tangan telah menyentuh titik *reorder point*. Karakteristik utama dari model *Q* diantaranya sebagai berikut:

1. Permintaannya probabilistik dan harganya merupakan nilai ekpektasi
2. Ongkos sistemik dan ongkos pembelian diabaikan.

Kekurangan persediaan dapat dihitung berdasarkan tiga cara, yaitu jumlah barang yang kurang per tahun, lamanya terjadi kekurangan persediaan, dan frekuensi kekurangan persediaan per tahun.

2.4 Sistem Persediaan Model-P (*Periodic Review Model*)

Model ini menyarankan untuk mengadakan pemeriksaan terhadap kondisi sistem persediaan secara berkala atau *periodic*. Model ini tidak melakukan pemeriksaan secara terus menerus dan pengambilan keputusan hanya mengetahui keadaan sistem persediaan tersebut pada

saat dilakukan pemeriksaan. Karakteristik utama dari model P adalah periode antar pemesanan adalah tetap dan jumlah barang yang dipesan bervariasi tergantung dari kebutuhan dari periode sebelumnya. Adapun variabel keputusan dalam model ini adalah sebagai berikut:

1. Tingkat persediaan maksimum (R)
2. Periode antar pemesanan (T)

2.5 Model Persediaan Stokastik Untuk Kasus *Joint Replenishment*

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

Model *periodic review* terbagi kedalam dua bagian yaitu model *periodic review* dengan permintaan yang bersifat deterministik dan model *periodic review* dengan permintaan stokastik. Model *periodic review* dengan permintaan deterministik digunakan apabila data bersifat tetap untuk setiap periode, sedangkan model *periodic review* dengan permintaan stokastik digunakan apabila data jumlah permintaan bersifat tidak tetap untuk tiap-tiap periodenya.

2.5.1 Kasus *Single-Item*

Model *periodic review* untuk permintaan yang bersifat stokastik ini tidak melibatkan ongkos kekurangan persediaan karena sudah tercukupi dengan besarnya *safety stock* dengan tingkat pelayanan (*service level*) tertentu.

2.5.2 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*). Pada kasus ini pemesanan akan *item* dapat dilakukan secara gabungan (*joint replenishment*) asalkan item tersebut dipasok dari *supplier* yang sama.

Pengendalian persediaan dengan pemesanan gabungan (*joint replenishment*) *family* dari *item-item* yang di-*supply* dari satu pemasok. Tiap-tiap *item* memiliki ongkos pesan yang tidak tergantung pada jumlah yang dipesan. Pada model persediaan *joint replenishment*, pemesanan akan *item* dapat dilakukan secara bersama dalam waktu yang bersamaan ke pemasok. Menurut Silver & Peterson (1985) terdapat beberapa keuntungan sistem pengendalian persediaan dengan *joint replenishment*, yaitu dapat menghemat ongkos pembelian, menghemat ongkos transportasi, menghemat ongkos pesan, dan mempermudah dalam penjadwalan pemesanan.

Selama ini banyak pendekatan yang dilakukan untuk memecahkan masalah persediaan, tetapi sebagian besar pendekatan dilakukan dengan menganggap bahwa persediaan hanya melibatkan satu *item* dan permintaannya diasumsikan deterministik. Padahal dalam dunia nyata justru dihadapkan dengan masalah persediaan *multi item* dengan permintaan yang bersifat stokastik. *Item-item* ini jumlahnya bisa mencapai ratusan, ribuan, bahkan puluhan ribu *item* serta saling berhubungan dan berinteraksi secara simultan.

Pemecahan masalah persediaan *multi item* yang menggunakan pendekatan satu *item* sering kali membuat biaya keseluruhan yang dihasilkan menjadi jauh dari nilai optimalnya. Model ini diperoleh siklus dasar pemesanan (T) yang mendekati optimal agar dapat meminimasi ongkos total gabungan. Dengan diketahuinya siklus dasar pemesanan akan diperoleh siklus pemesanan bahan baku per *item* yang diperoleh dengan mengalikan siklus dasar pemesanan dengan faktor pengali k_i . Sehingga variabel yang dicari dengan model ini adalah interval pemesanan dasar/siklus pemesanan dasar (T) dan nilai faktor pengali k dengan diketahuinya nilai T dan k_i , interval pemesanan masing-masing *item* dapat dicari.

2.6 Uji Distribusi Normal

Secara garis besar ada dua jenis distribusi, yaitu distribusi kemungkinan diskrit dan distribusi kontinu. Distribusi diskrit terjadi jika variabel-variabelnya memiliki nilai diskrit seperti pelemparan koin, penarikan undian dan sebagainya. Sedangkan distribusi kontinu memiliki variabel yang hanya terukur, misalnya ukuran tinggi badan, jarak, waktu dan sebagainya.

Distribusi normal merupakan jenis distribusi yang cukup dikenal dan banyak digunakan dalam aplikasi. Dengan memiliki 2 parameter yaitu μ dan σ . Ada beberapa alasan kenapa distribusi normal mempunyai peranan penting dalam sistem permintaan:

1. Distribusi normal mudah untuk dikerjakan dan cocok untuk penggunaan tabulasi.
2. Distribusi normal dapat menentukan perkiraan yang lebih baik dalam distribusi permintaan yang lebih berhubungan dengan interval waktu.
3. Distribusi normal mempunyai rata-rata dan variansi yang merupakan rata-rata dan variansi dari distribusi yang tepat untuk dipertimbangkan.

Rumus standar deviasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Pengujian distribusi di perlukan mengingat kebutuhan bersifat probabilistik. Agar mengetahui karakteristik kebutuhan, maka diperlukan uji distribusi kebutuhan. Pengujian distribusi ini bertujuan untuk menguji hipotesis awal (H_0) dan menentukan bentuk distribusi kebutuhan.

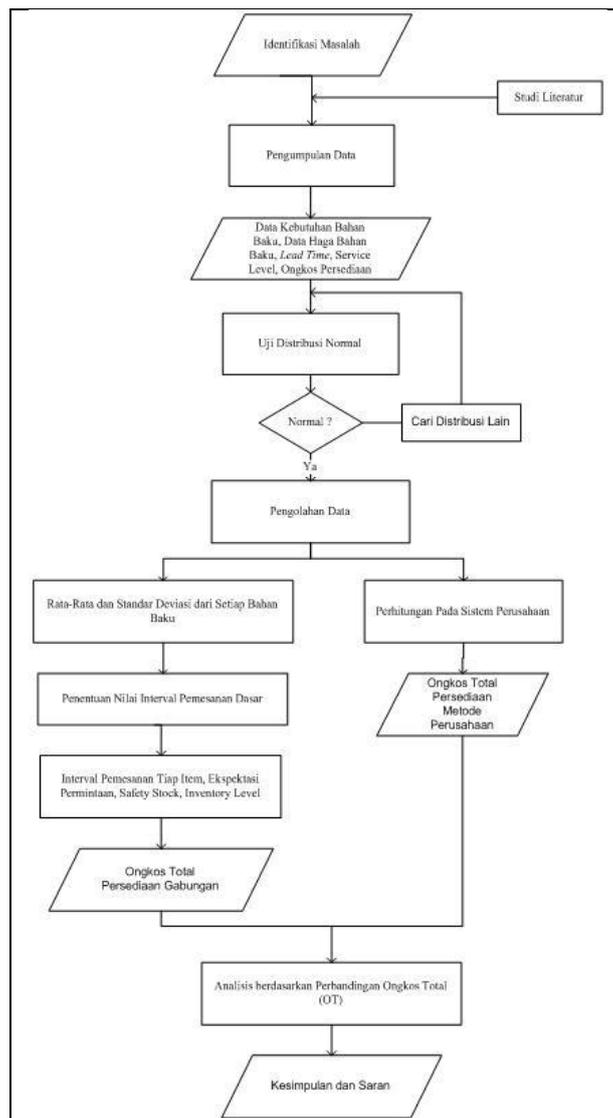
Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan salah satu uji kebaikan suai yang digunakan untuk membandingkan tingkat kesesuaian *sample* dengan suatu distribusi tertentu seperti normal, *uniform*, *poisson*, dan eksponensial. Uji ini didasarkan pada perbandingan frekuensi kumulatif dari data dengan frekuensi kumulatif dari distribusi teoritis. Berikut adalah langkah dalam pengujian *kolmogorov-smirnov*:

1. Tentukan frekuensi kumulatif data hasil observasi (F_0).
2. Tentukan frekuensi kumulatif distribusi data teoritis (F_e).
3. Tentukan nilai D_n dengan menghitung *absolute* dari selisih $F_0 - F_e$.
4. Tentukan D_n Maksimal dari langkah nomor 3.
5. Tentukan nilai kritis tabel D_n Tabel = $\frac{D_n^\alpha}{\sqrt{n}}$ dari tabel nilai kritis D untuk uji *kolmogorov-smirnov*.
6. Jika D_n Max Hitung < D_n Tabel maka terima hipotesis yang mengatakan bahwa data mengikuti pola distribusi yang dihipotesiskan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan mengenai langkah-langkah penelitian untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada pendahuluan. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Rancangan Sistem Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kain Cotton Menggunakan Model Stokastik Joint Replenishment di PT. C59



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penjelasan mengenai langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Sistem pengendalian bahan baku pada PT. C59 dilakukan berdasarkan pengalaman dan hanya berfokus pada tingkat ketersediaan bahan baku tanpa melihat aspek biaya yang ditimbulkan. Perusahaan melakukan pemesanan secara terpisah saat persediaan bahan baku digudang mengalami kekurangan. Apabila kebutuhan bahan baku diperlukan pada hari itu juga, maka perusahaan harus membeli langsung kepada eceran dengan harga yang apabila dikalkulasikan lebih mahal dibandingkan dengan harga *supplier*.

2. Studi Literatur

Literatur yang menjadi dasar penelitian yaitu dilakukan oleh Eynan & Kropp (1998) dengan judul "*Periodic Review and Joint Replenishment In Stochastic Demand Environments*" serta didukung dengan teori-teori dasar persediaan dan statistik. Teori-teori dasar persediaan yang dipakai seperti Tersine (1994), Silver & Peterson (1985), Herjanto (2008), Groover (2008). Sedangkan teori-teori dasar untuk statistik yang digunakan adalah Walpole (1985).

3. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data ini digunakan untuk memperoleh informasi serta data-data yang dibutuhkan agar dapat melakukan perhitungan pengendalian bahan baku. Informasi serta data-data yang diperoleh didapat dengan meminta dari perusahaan. Data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan, yaitu kebutuhan bahan baku, harga bahan baku, *lead time*, *service level*, data ongkos pesan, serta data ongkos simpan.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang sistem persediaan bahan baku menggunakan model persediaan *periodic review* adalah sebagai berikut:

a. Uji Distribusi Normal

Pengujian distribusi normal dilakukan untuk melihat apakah data yang digunakan pada penelitian termasuk kedalam pola distribusi normal. Pengolahan uji distribusi normal pada penelitian ini menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS)* dengan melihat hasil dari tabel *Kormogolov-Smirnov*.

b. Penentuan Interval Pemesanan Dasar (T)

Pada model *periodic review* dengan pemesanan gabungan (*joint replenishment*) salah satu variabel keputusan yang dihasilkan adalah interval pemesanan (T). Berikut ini langkah-langkah penentuan interval antar pemesanan.

Langkah 1 : Menentukan nilai T_i^* dengan menggunakan Persamaan:

$$T_{i+1} = \sqrt{\frac{2a_i}{h_i(D_i + \frac{z_i\sigma_i}{\sqrt{T_0+L_i}})}} \quad i = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

dengan T_0 dengan menggunakan Persamaan:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2a}{hD}} \quad (3)$$

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

Langkah 3 : Tentukan nilai T dengan menggunakan Persamaan:

$$T = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1(D_1 + \frac{z_1\sigma_1}{\sqrt{T_0+L_1}})}} \quad (4)$$

$$\text{dengan } T_0 = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1D_1}} \quad (5)$$

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

$$\sqrt{(k-1)k} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{(k+1)k} \quad (6)$$

Langkah 5 : Tentukan nilai T dengan menggunakan Persamaan:

$$T = \sqrt{2\left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i}\right) / \sum_{i=1}^n h_i k_i \left(D_i + \left(\frac{z_i\sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}}\right)\right)} \quad (7)$$

$$\text{dimana } T_0 = \sqrt{2\left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i}\right) / \sum_{i=1}^n h_i k_i D_i} \quad (8)$$

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

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_1}{T} + \frac{\sum_{i=2}^n \frac{a_i}{k_i}}{T} + \frac{D_1(T+L_1)h_1}{2} + z_1\sigma_1 h_1 \sqrt{T+L_1} + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D_i(T+L_i)h_i}{2} + z_i\sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \quad (9)$$

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

c. Penentuan Interval Pemesanan Tiap *Item* (T_i), Ekspektasi Permintaan Selama Interval Pemesanan, *Safety Stock* dan *Inventory Level*

Tahap selanjutnya setelah menentukan besarnya interval pemesanan (T) dan k_i

yaitu menentukan interval pemesanan tiap jenis bahan baku. Penentuan interval pemesanan tiap jenis bahan baku T_i^* dihitung dengan menggunakan Persamaan:
Interval pemesanan item $i = k_i T$ (10)

Penentuan *inventory level* ditetapkan sesuai besarnya permintaan selama interval pemesanan serta sesuai besarnya *safety stock* selama interval pemesanan dan *lead time*. Perhitungan besarnya *safety stock* item bahan baku selama interval pemesanan dan *lead time* yaitu dengan menggunakan Persamaan:

$$\text{Safety stock item } i \text{ selama } T_i \text{ dan } L_i = z_i \sigma_i \sqrt{T_i + L_i} \quad (11)$$

Sedangkan untuk menghitung besarnya *inventory level* tiap jenis bahan baku dihitung dengan menggunakan Persamaan:

$$\text{Inventory level item } i = D_i(k_i T + L_i) + z_i \sigma_i h_i \sqrt{T_i + L_i} \quad (12)$$

d. 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 menggunakan Persamaan (8).

5. Analisis

Analisis dilakukan untuk mengetahui bagaimana secara pengumpulan data yang didapatkan dari perusahaan serta mengolahnya hingga menghasilkan ongkos total persediaan. Selain itu, pada analisis uji verifikasi dilakukan uji verifikasi sesuai dengan rancangan hingga dibandingkan dengan metode perusahaan yang dilakukan.

6. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang didapatkan dari pengolahan data serta saran yang akan diberikan untuk perusahaan yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Rancangan dengan model *joint replenishment* merupakan bahan baku yang akan dipesan harus diperoleh dari satu *supplier* yang sama. Data jenis-jenis bahan baku beserta harga setiap bahan baku dari satu *supplier* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Bahan Baku Beserta Harga

No.	Nama Bahan Baku	Jenis Bahan Baku	Harga Bahan Baku (Rp./kg)	Supplier
1.	Cotton Combed	24'S	Rp. 84.000,-	PT. Kahatex
2.		30'S	Rp. 92.000,-	PT. Kahatex
3.	Cotton Cardet	30'S	Rp. 78.000,-	PT. Kahatex
4.		Campuran 36'S	Rp. 75.000,-	PT. Kahatex

Data *lead time* setiap jenis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Lead Time Setiap Bahan Baku

No.	Nama Bahan Baku	Jenis Bahan Baku	Lead Time (minggu)
1.	Cotton Combed	24'S	2
2.		30'S	2
3.	Cotton Cardet	30'S	2
4.		Campuran 36'S	2

Data kebutuhan bahan baku dari perusahaan PT. C59 dapat dilihat pada Tabel 3. Pada penelitian ini, data *service level* yang diberikan perusahaan adalah sebesar 95%. Tingkat pelayanan 95% tersebut menunjukkan bahwa probabilitas ketersediaan bahan baku kain *cotton* tersebut sebesar 0,95. Ongkos yang digunakan penelitian untuk setiap jenis bahan

baku dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Kebutuhan Bahan Baku (Kg)

Minggu Ke-	Combed		Cardet	
	24'S	30's	30's	Campuran 36's
1	86,72	0	0	13,11
2	2253,33	149,79	7,53	8,04
3	403,71	109,81	11,08	75,35
4	1474,98	25,15	0	17,19
5	1513,72	86,63	101,25	299,63
6	804,44	0	310,06	135,11
7	2051,62	260,85	23,45	10,08
8	2325,31	134,28	1,05	0
9	1224,41	0	0	53,15
Total	12138,24	766,51	454,42	611,66

Tabel 4. Ongkos Simpan Setiap Jenis Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	Harga Bahan Baku (Rp./kg)	Ongkos Simpan (Rp./kg/minggu)	Ongkos Pesan Mayor (Rp./pengiriman)	Ongkos Pesan Mayor (Rp./pesanan)
1	<i>Cotton Combed 24'S</i>	Rp. 84.000	Rp. 438	Rp. 750.000	Rp. 15.000
2	<i>Cotton Combed 30'S</i>	Rp. 92.000	Rp. 479		
3	<i>Cotton Cardet 30'S</i>	Rp. 78.000	Rp. 406		
4	<i>Cotton Campuran 36'S</i>	Rp. 75.000	Rp. 391		

4.2 Pengolahan Data

Pada pengolahan data terdiri dari perhitungan permintaan beserta standar deviasi, penentuan nilai interval pemesanan dasar (T), penentuan interval pemesanan tiap *item* (T_i), *safety stock* dan *inventory level*, dan penentuan ongkos total persediaan gabungan (OT).

4.2.1 Perhitungan Permintaan Beserta Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi setiap jenis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standar Deviasi Kebutuhan Bahan Baku

Minggu Ke-	Combed		Cardet	Campuran
	24'S	30's	30's	36's
1	86,72	0	0	13,11
2	2253,33	149,79	7,53	8,04
3	403,71	109,81	11,08	75,35
4	1474,98	25,15	0	17,19
5	1513,72	86,63	101,25	299,63
6	804,44	0	310,06	135,11
7	2051,62	260,85	23,45	10,08
8	2325,31	134,28	1,05	0
9	1224,41	0	0	53,15
Total	12138,24	766,51	454,42	611,66
\bar{x}_k	1348,69	127,75	75,74	76,46
S_{xk}	798,96	78,46	120,58	100,29

4.2.2 Penentuan Nilai Interval Pemesanan Dasar (T)

Penentuan nilai interval pemesanan dasar (T) memerlukan data-data diantaranya, data ongkos pesan, ongkos simpan, rata-rata kebutuhan bahan baku beserta data standar deviasinya, *service level*, dan *lead time*. Rekapitulasi data bahan baku yang digunakan dapat

dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Data Bahan Baku

No	Nama Bahan Baku	a_i (Rp)	h_i (Rp)	D_i (Kg)	z_i	σ_i (kg)	L (minggu)
1	Cotton combed 24°S	Rp 15.000	Rp 438	1348,6933	1,64	798,9574	2
2	Cotton combed 30°S		Rp 479	127,7517		78,4646	2
3	Cotton Cardet 30°S		Rp 406	75,7367		120,5844	2
4	Cotton campuran 36°S		Rp 391	76,4575		100,2875	2

Nilai z pada Tabel 6 diatas diperoleh dari tabel normal dengan probabilitas 0,95 (nilai *service level*). *Service level* tiap bahan baku bernilai sama dengan probabilitas z .

Iterasi 1 : Data *input* untuk mencari nilai T , dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Input Untuk Mencari Nilai T

No	Nama Bahan Baku	a_i (Rp)	h_i (Rp)	D_i (Kg)	z_i	σ_i (kg)	L (minggu)	k_i	$\frac{a_i}{k_i}$	$h_i k_i D_i$	$\sum_{i=1}^n h_i k_i \left(D_i + \left(\frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T + L_i}} \right) \right)$
1	Cotton combed 24°S	Rp 15.000	Rp 438	1348,6933	1,64	798,9574	2	1	Rp 15.000	Rp 590.053	Rp 891.753
2	Cotton combed 30°S		Rp 479	127,7517		78,4646	2	1	Rp 15.000	Rp 61.214	Rp 93.666
3	Cotton Cardet 30°S		Rp 406	75,7367		120,5844	2	1	Rp 15.000	Rp 30.768	Rp 73.050
4	Cotton campuran 36°S		Rp 391	76,4575		100,2875	2	1	Rp 15.000	Rp 29.866	Rp 63.679
Total									Rp 60.000	Rp 711.902	Rp 1.122.148

Dengan menggunakan langkah-langkah pada metodologi penelitian, maka dapat dicari nilai T sebagai berikut:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_i k_i D_i}} = \sqrt{\frac{2(750000 + 60000)}{711902}} = 1,5085 \text{ minggu}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_i k_i \left(D_i + \left(\frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right) \right)}} = \sqrt{\frac{2(750000 + 60000)}{1122148}} = 1,2015 \text{ minggu}$$

Sehingga, Ongkos Total (OT) menggunakan penerapan model adalah sebagai berikut:

$$OT = \frac{A}{T} + \frac{a_1}{T} + \frac{\sum_{i=2}^n \frac{a_i}{k_i}}{T} + \frac{D_1(T+L_1)h_1}{2} + z_1 \sigma_1 h_1 \sqrt{T + L_1} + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D_i(T+L_i)h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right]$$

$$= \frac{750000}{1,2015} + \frac{15000}{1,2015} + \frac{60000}{1,2015} + \frac{1348,6933(1,2015+2)438}{2} + 1,64(798,9574)(438)\sqrt{1,2015 + 2} + 1139585 + 1394740$$

$$= \text{Rp. 5.191.197,-/minggu}$$

Iterasi 2: Iterasi ini dimulai dari langkah 4. Langkah ini untuk menentukan nilai k item lainnya yaitu $k_2, k_3,$ dan k_4 .

Nilai k_i pada iterasi 1 sama dengan nilai k_i yang diperoleh pada iterasi 2, sehingga perhitungan iterasi berhenti dan nilai T dan ongkos total yang akan dihasilkan akan sama dengan nilai perhitungan ongkos total pada iterasi 1. Hasil perhitungan tersebut adalah nilai T sebesar 1,2015 atau 9 hari.

4.2.3 Penentuan Interval Pemesanan Tiap Item (T_i), Safety Stock Dan Inventory Level

Rekapitulasi dari nilai interval pemesanan tiap *item*, *safety stock*, dan *inventory level* untuk setiap jenis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 8.

4.2.4 Penentuan Ongkos Total Persediaan Gabungan (OT).

Ongkos total persediaan gabungan telah diperoleh pada saat pengolahan data dalam

penentuan interval pemesanan dasar (T), yaitu sebesar Rp. 5.191.197,-/minggu.

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

No	Nama Bahan Baku	T_i (minggu)	<i>Safety Stock</i> (kg)	<i>Inventory Level</i> (kg)
1	<i>Cotton Combed 24'S</i>	1,20	2344,48	6662,35
2	<i>Cotton Combed 30'S</i>	1,20	230,25	639,25
3	<i>Cotton Cardet 30'S</i>	1,20	353,85	596,32
4	<i>Cotton Campuran 36'S</i>	1,20	294,29	539,07

5. ANALISIS

5.1 Analisis Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data pemakaian bahan baku yang didapatkan dari perusahaan adalah per hari, sedangkan *lead time* yang digunakan yaitu per minggu, sehingga standar deviasi setiap jenis bahan baku dikelompokkan per minggu. Sedangkan ongkos yang digunakan pada penelitian merupakan ongkos yang dikeluarkan perusahaan seperti transportasi, administrasi, dan pencetakan giro maksimal selama 2 bulan sekali. Penggunaan metode ini berakhir pada iterasi kedua, sehingga menghasilkan ongkos total persediaan gabungan sebesar Rp.5.191.197,-/minggu. Penelitian ini tidak hanya menghasilkan nilai ongkos total persediaan, tetapi terdapat hasil *safety stock*, serta *inventory level* yang dapat dilihat pada Tabel 8.

5.2 Analisis Hasil Rancangan

Ongkos total yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan menjumlahkan ongkos yang dikeluarkan untuk bahan baku dan ongkos persediaan seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Ongkos Keseluruhan

No	Nama Bahan Baku	Harga Bahan Baku (Rp. /kg)	Banyaknya Permintaan (kg)	Total Biaya (Rp.)
1	<i>Cotton Combed 24'S</i>	Rp. 84.000	10427,34	Rp. 875.896.560,00
2	<i>Cotton Combed 30'S</i>	Rp. 92.000	656,13	Rp. 60.363.960,00
3	<i>Cotton Cardet 30'S</i>	Rp. 78.000	228,44	Rp. 17.818.338,20
4	<i>Cotton Campuran 36'S</i>	Rp. 75.000	662,12	Rp. 49.659.000,00
Total Biaya Bahan Baku				Rp.1.003.737.858,20
Total Biaya Simpan				Rp. 21.712.371,21
Total Biaya Pesan				Rp. 9.225.000,00
Total Keseluruhan				Rp.1.034.675.229,41

5.3 Perbandingan Ongkos Total Persediaan Berdasarkan Metode Perusahaan Terhadap Hasil Rancangan

Ongkos yang dikeluarkan perusahaan adalah sebesar Rp.1.076.447.401,-, sedangkan menggunakan hasil rancangan yang didapatkan pada Tabel 8 sebesar Rp.1.034.675.229,41. Hasil tersebut merupakan ongkos minimum yang dikeluarkan perusahaan, sehingga perusahaan dapat menerapkan metode pemesanan secara gabungan (*joint replenishment*).

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Ongkos total persediaan gabungan dengan hasil rancangan yaitu sebesar Rp.5.191.197,-/minggu. Sehingga, didapatkan ongkos total yang dikeluarkan oleh

- perusahaan dengan menjumlahkan ongkos yang dikeluarkan untuk bahan baku dan ongkos persediaan sebesar Rp.1.034.675.229,41.
2. *Safety stock* untuk bahan baku *cotton combed 24's* adalah 2.344,48 kg, bahan baku *cotton combed 30's* adalah 230,25 kg, bahan baku *cotton cardet 30's* adalah 353,85 kg, bahan baku *cotton* campuran 36's adalah 294,29 kg.
 3. *Inventory level* untuk bahan baku *cotton combed 24's* adalah 6662,35 kg, bahan baku *cotton combed 30's* adalah 639,25 kg, bahan baku *cotton cardet 30's* adalah 596,32 kg, bahan baku *cotton* campuran 36's adalah 539,07 kg.

REFERENSI

Eynan A., Kropp, 1998, *Periodic Review and Joint Replenishment In Stochastic Demand Environment*, IIE Transaction, 30, p.1025-1033, Washington.

Groover, Mikell P., 2008, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, Edisi ketiga, New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Herjanto E., 2008, *Manajemen Operasi*, Edisi Ketiga, Grasindo, Jakarta, Indonesia.

Silver, E. A., Peterson, R., 1985, *Decision System for Inventory Management and Production Planning*, Edisi Kedua, Jhon Wiley & Sons Inc., New York.

Tersine R. J., 1994, *Principles of Inventory and Materials Management*, Edisi Keempat, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York.

Walpole, R.E., & Raymond, H.M., 1985, *Probability and Statistics for Engineers and Science*, New York.