

Penentuan Jumlah Pemesanan Optimal Bahan Baku Kain Dengan Kendala Anggaran*

SILMA BUDIAWATI, HENDRO PRASSETIYO, RISPIANDA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: silmabudiawati08@gmail.com

ABSTRAK

Persediaan bahan baku merupakan faktor yang berpengaruh dalam penanaman modal perusahaan, sehingga diperlukan pengelolaan yang optimal agar persediaan bahan baku menjadi efektif dan efisien. PT. X adalah perusahaan garment yang memproduksi baju muslim. Permintaan konsumen yang bersifat probabilistik dan keterbatasan anggaran menyulitkan perusahaan dalam menentukan jumlah persediaan optimum. Model persediaan multi item dengan kendala anggaran dapat digunakan pada PT. X, model yang dipilih adalah Model Q. Model ini dapat menentukan jumlah pesanan yang optimal berdasarkan anggaran yang sudah ditetapkan perusahaan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan baku kritis dengan menggunakan metode ABC adalah kelas A yaitu katun, kpc, dan ksm, dengan jumlah pemesanan optimal untuk masing-masing item kelas A adalah 3253,02 yard, 3151,37 yard, dan 2902,12 yard.

Kata kunci: *Persediaan bahan baku, jumlah pemesanan optimal, Model Q dengan kendala anggaran*

ABSTRACT

Raw material inventory is a factor that influence the company in investment, so that the best management is needed in order make raw material inventory to be effective and efficient. PT. X, a garment company, manufactures moslem clothes. The probabilistic demand of consumer and the limited budget of company are difficult for company to determine the optimum amount of inventory. Multi item inventory model with limited can be used on a PT. X, the chosen model is a Model Q. The model can determine the optimal order quantities based on the budget that has been set by the company. The result showed that the critical raw materials by using the ABC method of class A is cotton, kfc, and ksm. The optimal order quantity for each item in class A is 3253,02 yards, 3151,37 yards, and 2902,12 yards.

Keywords: *Inventory of raw materials, the optimum order quantity, Model Q with limited budget*

* Makalah ini merupakan ringkasan 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 yang semakin ketat dan permintaan konsumen yang meningkat, mengharuskan perusahaan menetapkan pengendalian terhadap persediaan bahan baku secara tepat. Kebutuhan akan sistem pengendalian persediaan ini dasarnya muncul karena adanya permasalahan yang sering dihadapi perusahaan berupa terjadinya kelebihan atau kekurangan persediaan. Persediaan bahan baku yang berlebih dapat menyebabkan biaya simpan semakin besar dan terjadinya modal tidak berputar, sebaliknya jika perusahaan mengalami kekurangan persediaan, maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen dalam jumlah besar, sehingga perusahaan kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan dan hilangnya kepercayaan konsumen.

PT. X adalah perusahaan yang bergerak pada bidang *garment*, dengan produk akhirnya adalah baju busana muslim. Selama ini kuantitas pemesanan bahan baku ke *supplier* berdasarkan intuisi, sehingga perusahaan sering mengalami ketidaktepatan dalam penentuan jumlah persediaan bahan baku yang diperlukan. Dalam memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut, perusahaan memiliki kendala yaitu keterbatasan anggaran pembelian bahan baku. Adanya keterbatasan anggaran ini, mengharuskan perusahaan melakukan pemesanan bahan baku dalam jumlah kecil agar tidak terjadi penumpukkan material, dan hal ini yang mengakibatkan perusahaan sering mengalami kekurangan persediaan.

1.2 Identifikasi Masalah

PT.X adalah sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang *garment*, dengan produk akhirnya adalah baju busana muslim. Permintaan konsumen yang bersifat probabilistik (tidak pasti) dan adanya keterbatasan anggaran, mengakibatkan perusahaan sulit dalam menentukan jumlah persediaan optimum. Akibat kesulitan ini, perusahaan sering dihadapkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen, ini terjadi karena perusahaan sering mengalami kekurangan persediaan.

Maka tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah pesanan optimal (Q) bahan baku kain dengan kendala anggaran terbatas. Dengan model yang digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah model persediaan multi item yang dikembangkan oleh Hadley dan Within (1963) dengan memperhatikan kendala anggaran pembelian terbatas.

2. STUDI LITERATUR

Persediaan dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang. Persediaan terdiri dari persediaan bahan baku, persediaan barang setengah jadi, dan persediaan barang jadi (Ristono, 2009).

Menurut Herjanto (2007), fungsi persediaan adalah sebagai berikut:

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

a. Model Pengendalian Persediaan Tanpa Kendala Anggaran Terbatas

Model persediaan yang digunakan adalah Model Q (*Continuous Review Method*), model persediaan ini disarankan untuk melakukan pemeriksaan terus menerus terhadap posisi

sistem persediaan. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui ukuran lot pemesanan (Q) dan kapan saat pemesanan dilakukan (r) (Bahagia, 2006). Aturan pemesanan dalam model Q adalah sebagai berikut:

1. Besarnya ukuran pemesanan (Q_0) selalu tetap untuk setiap kali pemesanan dilakukan.
2. Pemesanan akan dilakukan jika jumlah persediaan yang dimiliki mencapai suatu tingkat tertentu (r) yang disebut titik pemesanan kembali (*Reorder Point*).

Asumsi dari metode ini:

1. Permintaan bersifat probabilistik dan rata-rata permintaan yang datang konstan sepanjang waktu.
2. Pemesanan barang sejumlah Q dilakukan saat persediaan mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*).
3. Dalam satu siklus pemesanan hanya terjadi satu kali pemesanan.
4. Jika terjadi pemesanan untuk multi item diasumsikan item-item tersebut tidak saling bergantung (*independent*).
5. Harga satuan barang konstan dan tidak dipengaruhi oleh ukuran pemesanan.

b. Model Pengendalian Persediaan Dengan Kendala Anggaran Terbatas

Apabila tiap unit dari item ke- i mempunyai harga sebesar C_i satuan harga sedangkan anggaran biaya adalah B satuan harga maka permasalahan anggaran biaya akan terbentuk pertidaksamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^n C_i Q_i \leq B \quad (1)$$

Prosedur untuk menyelesaikan masalah dengan kendala anggaran, pertama menyelesaikan masalah tanpa kendala anggaran yaitu dengan menghitung ukuran lot pemesanan optimal dari masing-masing item. Apabila pemesanan optimal memenuhi kendala seperti pada persamaan (1) maka Q adalah optimal, namun jika sebaliknya jika Q tidak memenuhi kendala maka dikatakan kendala aktif, maka untuk mendapatkan Q optimal digunakan penggali *langrange*.

$$J(Q, r, \theta) = \left(\sum_{i=1}^n C_i \lambda_i + A_i \frac{\lambda_i}{Q_i} + h_i \left[\frac{1}{2} Q_i + r_i - \mu_i + \eta(r_i) \right] + \pi_i \frac{\lambda_i}{Q_i} \eta(r_i) \right) + (\theta (\sum_{i=1}^n C_i Q_i - B)) \quad (2)$$

Dimana parameter θ merupakan penggali *langrange*. Selanjutnya untuk mendapatkan Q dan r optimal, maka syarat harus terpenuhi adalah

$$\frac{\partial J}{\partial Q_i} = \frac{\partial J}{\partial r_i} = 0 \quad (3)$$

Untuk mendapatkan Q optimum:

$$Q_i = \sqrt{\frac{2\lambda_i(A_i + \pi_i \eta(r_i))}{h_i + 2\theta C_i}} \quad (4)$$

Untuk mendapatkan r optimal

$$F(r_i) = \frac{h_i}{h_i + \pi_i \frac{\lambda_i}{Q_i}} = \frac{h_i Q_i}{h_i Q_i + \pi_i \lambda_i} \quad (5)$$

Notasi yang digunakan sebagai berikut:

- A : Ongkos tiap kali pesan
 h : Ongkos simpan perunit
 π : Ongkos kekurangan persediaan perunit
 λ : Kebutuhan bahan baku
 $\eta(r_i)$: Jumlah terjadinya kekurangan
 μ : rata-rata permintaan selama *lead time*

c. Klasifikasi Nilai Persediaan

Metode umum yang digunakan untuk mengelompokkan item-item bahan baku dapat dilakukan dengan analisis ABC. Klasifikasikan kedalam kelas A, B, dan C menurut aturan berdasarkan nilai berdasarkan kriteria berikut ini (Heizer dan Render,2005):

- Kelas A : Kelas ini menyerap modal sebesar 70%-80% dari seluruh modal yang tertanam dalam persediaan. Jenis barang / item dalam kelompok ini berjumlah 15 - 25% dari seluruh jenis barang / item yang ada.
- Kelas B : Kelas ini menyerap modal sebesar 10%-15% dari jumlah modal keseluruhan dan jumlah barang/ item adalah 30%-40% dari jumlah barang / item yang ada.
- Kelas C : Kelas ini menyerap modal sebesar 5%-10% dari jumlah modal keseluruhan, dan jumlah barang/ item meliputi 40% dari seluruh barang/ item yang ada.

Suatu item dikatakan kritis jika item tersebut memiliki nilai investasi yang tinggi, sehingga item ini diperlukan pengawasan yang ketat, karena ketidak akuratan dalam pengawasan item ini dapat menimbulkan kerugian yang besar.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini terbagi ke dalam empat bagian utama yaitu:

1. Tahapan Pendahuluan. Tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan di PT. X, kemudian tahap selanjutnya adalah pemilihan metode, pemilihan ini di dapat dari studi literatur, model yang digunakan adalah Model Q .
2. Tahapan Pengumpulan data. Tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, data ini merupakan data input untuk model yang sudah terpilih. Data yang dibutuhkan yaitu data permintaan, data kebutuhan bahan baku berdasarkan ukuran baju, data harga kain, *lead time* kain, ongkos persediaan bahan baku, jumlah anggaran yang diinvestasikan pada bahan baku, data harga jual produk dan harga produksi.
3. Tahapan Penerapan Model. Model yang diuji pertama adalah model pengendalian persediaan tanpa kendala anggaran pembelian bahan baku, hal ini dimaksud untuk melihat kendala aktif atau tidak. Kendala menjadi aktif apabila investasi maksimum persediaan melebihi dari anggaran yang diberikan, apabila kendala aktif maka selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan model pengendalian persediaan dengan kendala anggaran.
4. Tahapan Analisis. Tahap ini berisi analisis mengenai model pengendalian persediaan tanpa kendala anggaran pembelian bahan baku, model pengendalian persediaan dengan kendala anggaran pembelian bahan baku dan sistem persediaan perusahaan, yang dianalisis pada model pengendalian persediaan ini yaitu analisis terhadap Q , r , T , s , F , dan total persediaan, sedangkan sistem perusahaan yaitu analisis terhadap Q , F , dan CQ .
5. Tahapan Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran dari peneliti.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini berupa hasil perhitungan perencanaan bahan baku dengan membandingkan Model Q tanpa kendala anggaran dengan Model Q dengan kendala anggaran yang dikembangkan oleh Hadley dan Within (1963), serta membandingkan sistem perusahaan dengan hasil perencanaan Model Q dengan kendala anggaran. Kebutuhan bahan baku selama setahun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan Produk Thn 2012 (psc)

Jenis Bahan	Yogya	Outlet	Distributor	Agen	Sub Agen	Total
Katun	2960	2140	7828	5932	4036	22896
kpc	4440	2124	7314	5584	3854	23316
ksm	4440	1154	6648	4817	2986	20045
salur	2960	163	652	489	326	4590
kcl 0265	1110	146	583	437	292	2568
rayon	1480	155	622	466	311	3034
kcl 0165	1480	156	623	467	312	3038
ksl 008	1110	155	618	464	309	2656
ksl0324	1110	152	608	456	304	2630
silky	1110	152	606	455	303	2626
dobby	740	156	626	469	313	2304

Kebutuhan Bahan Baku berdasarkan ukuran baju, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Baku Berdasarkan Ukuran Baju

Ukuran	Tunik / Koko (yard)	Gamis (yard)
S	1,8	3
M	1,8	3
L	2,2	3
XL	2,2	3

Data permintaan produk dikonversikan terhadap kebutuhan bahan baku berdasarkan ukuran baju. Hasil rekapitulasi data kebutuhan bahan baku tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 3. Selanjutnya uji normalitas, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku berbentuk distribusi normal atau bukan, mengetahui nilai rata-rata kebutuhan bahan baku dan standar deviasi. Pengujian ini akan dilakukan dengan uji Klomogorov-smirnov dengan α 5 % , Kesimpulan dari semua item adalah data berpola distribusi normal, dimana D hitung < D tabel. Pembagian jenis bahan baku kedalam kelas ABC menurut kriteria masing-masing kelas, dapat dilihat pada Tabel 4. Data ongkos yang dibutuhkan dalam perencanaan persediaan bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5.

4.2 Penerapan Model Persediaan

Tahap pertama menggunakan model pengendalian persediaan tanpa kendala anggaran, ini dimaksud untuk melihat kendala aktif atau tidak. Kendala menjadi aktif apabila investasi maksimum persediaan melebihi dari anggaran yang diberikan, apabila kendala aktif maka selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan model pengendalian persediaan dengan kendala anggaran. Data anggaran pembelian bahan baku yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3. Data Rekapitulasi kebutuhan bahan baku (yard)

Jenis Bahan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Total
Katun	4044,4	4066,4	1867	2021	7334	5658,6	6781,8	7115,4	4536	5335,8	1377,6	1956	52094
kpc	3304	4044	1746,4	1772,4	3778	4992,6	6529,4	8108,2	5520	5916,2	1406,4	1944	49061,6
ksm	1998	3060	1028,8	1255,6	2672	3811,8	5472,4	6404	6072	6628	1276	1437	41115,6
salur	357	396	259	310	330,8	1694	1702	2520,4	463,2	1130	238,8	284,8	9686
kcl 0265	284	322,8	162	194	370	980	270	1090	288	1027,2	176	208	5372
rayon	355,2	412,8	260	320	308	1014	1042,4	1101,6	263,2	1015,6	219,6	248	6560,4
kcl 0165	298,8	431,2	189,6	314,4	316,4	956,4	1723,6	1028,0	447,6	375,2	190,0	289,2	6560,4
ksl 008	279,2	340	168	276	385,8	1000,6	1004	1110	406	373,6	151,6	310	5804,8
ksl0324	272	240	233,6	232	441,8	1020	1013	1080	360	354,4	250	280	5776,8
silky	280	234	240	218,8	431,8	1048,2	300	1080	302,8	981,2	220,4	326,2	5663,4
dobby	248	267,6	251,6	280,8	387,6	892,4	249,2	250	326,8	1012	234,8	250,4	4651,2

Tabel 4. Pembagian jenis bahan baku kedalam kelas ABC

Jenis Bahan	Jumlah Permintaan per tahun (yard)	Harga	Total pemakaian modal	Persentase pemakaian modal (%)	Kumulatif pemakaian modal (%)	Kelas	Kumulatif Persentase (%)
Katun	52094	Rp 16.500	Rp 859.551.000	31,19	31,19	A	77,89
kpc	49061,6	Rp 14.500	Rp 711.393.200	25,81	57,00	A	
ksm	41115,6	Rp 14.000	Rp 575.618.400	20,89	77,89	A	
salur	9686	Rp 11.500	Rp 111.389.000	4,04	81,93	B	12,56
kcl 0265	5372	Rp 15.000	Rp 80.580.000	2,92	84,85	B	
rayon	6560,4	Rp 12.000	Rp 78.724.800	2,86	87,71	B	
kcl 0165	6560,4	Rp 11.500	Rp 75.444.600	2,74	90,45	B	9,55
ksl 008	5804,8	Rp 12.500	Rp 72.560.000	2,63	93,08	C	
ksl0324	5776,8	Rp 12.000	Rp 69.321.600	2,52	95,59	C	
silky	5663,4	Rp 12.000	Rp 67.960.800	2,47	98,06	C	9,55
dobby	4651,2	Rp 11.500	Rp 53.488.800	1,94	100,00	C	
TOTAL		Rp 143.000	Rp2.756.032.200	100			100

Tabel 5. Data-Data Yang Dibutuhkan Dalam Perhitungan Pengendalian Persediaan

Item	Jenis Bahan	Lead Time (Minggu)	Harga per yard	Demand per tahun (yard)	Ongkos Simpan per yard	Ongkos kekurangan (yard)	Rata-rata kebutuhan (yard/bln)	Standar Deviasi kebutuhan (yard/bln)	Rata-rata kebutuhan (yard/lead time)	Standar Deviasi kebutuhan (yard/lead time)	Distribusi	Ongkos pesan
			C	λ	h	n	μ	σ	μ	σ		
1	Katun	1	Rp 16.500	52094	Rp 780	Rp 23.440	4341,17	2164,02	1085,29	542,65	Normal	Rp 83.800
2	kpc	1	Rp 14.500	49061,6	Rp 780	Rp 23.848	4088,47	2167,51	1022,12	511,06	Normal	Rp 83.800
3	ksm	1	Rp 14.000	41115,6	Rp 780	Rp 21.936	3426,30	2179,17	856,58	428,29	Normal	Rp 83.800
4	salur	1	Rp 11.500	9686	Rp 780	Rp 15.786	807,17	774,40	201,79	100,90	Normal	Rp 83.800
5	kcl 0265	2	Rp 15.000	5372	Rp 780	Rp 22.252	447,67	358,60	223,83	158,27	Normal	Rp 83.800
6	rayon	1	Rp 12.000	6560,4	Rp 780	Rp 18.684	546,70	371,48	136,68	68,34	Normal	Rp 83.800
7	kcl 0165	1	Rp 11.500	6560,4	Rp 780	Rp 17.312	546,70	461,14	136,68	68,34	Normal	Rp 83.800
8	ksl 008	2	Rp 12.500	5804,8	Rp 780	Rp 19.401	483,73	346,17	241,87	171,03	Normal	Rp 83.800
9	ksl0324	1	Rp 12.000	5776,8	Rp 780	Rp 18.187	481,40	341,83	120,35	60,18	Normal	Rp 83.800
10	silky	1	Rp 12.000	5663,4	Rp 780	Rp 17.548	471,95	346,28	117,99	58,99	Normal	Rp 83.800
11	dobby	1	Rp 11.500	4651,2	Rp 780	Rp 19.178	387,60	276,74	96,90	48,45	Normal	Rp 83.800

Tabel 6. Data Anggaran pembelian bahan baku

Kelas	Anggaran
A	Rp 140.017.625
B	Rp 22.707.343
C	Rp 17.275.032

Nilai $Q, r, T, F,$ dan $s,$ didapat dari hasil iterasi yang terpilih, iterasi tidak dilanjutkan jika r dari hasil iterasi selanjutnya lebih besar atau tidak berubah dari nilai r dari hasil iterasi sebelumnya. Contoh perhitungan katun tanpa kendala pada iterasi 1:

Jumlah pemesanan

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2\lambda_i A_i}{h_i}} \tag{6}$$

Penentuan Jumlah Pemesanan Optimal (Q) Bahan Baku Kain Dengan Kendala Anggaran

$$Q_1 = 3345,67 \text{ yard}$$

Peluang terjadinya kekurangan

$$F(r_i) = \frac{h_i Q_i}{h_i Q_i + \pi_i \lambda_i}$$

$$F(r_1) = 0,002 \Rightarrow Z_{Tabel} = 2,86$$

Titik pemesanan kembali

$$Z = \frac{r_i - \mu_i}{\sigma_i} \tag{7}$$

$$r_1 = 2637,26 \text{ yard}$$

Untuk mencari ordinat kurva dibawah distribusi normal:

$$\phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right) e^{-Z^2/2} \tag{8}$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14}}\right) e^{-(2,86)^2/2} = 0,01$$

Jumlah terjadinya kekurangan

$$\eta(r_i) = (\mu_1 - r_1) \Phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right) + \sigma_1 \phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right) \tag{9}$$

$$\eta(r_1) = 0,32 \text{ yard}$$

Safety stock

$$S = r_i - \mu + \eta(r_i) \tag{10}$$

$$= 1552,28 \text{ yard}$$

Periode antar pemesanan

$$T = \frac{Q_i}{\lambda} \tag{11}$$

$$= 0,06$$

Frekuensi pemesanan

$$f = \frac{1}{T} \tag{12}$$

$$= 15,57 \sim 16 \text{ kali}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan iterasi pada bahan baku kain jenis lainnya berdasarkan kelas dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Iterasi Kelas A Dengan Kendala

Item	Qi	F (ri)	Z tabel	ri	φ (z)	η(ri)	si	Ti	Fi	Iterasi	OB	OP	OS	OK	OT	CX Q
1	3253,02	0,002	2,87	2642,69	0,01	0,30	1557,69	0,06	16,01	2	Rp 859.551.000	Rp 1.341.977	Rp 2.483.674	Rp 110.781	Rp 863.487.433	Rp 53.674.808
2	3151,37	0,002	2,87	2488,85	0,01	0,24	1466,98	0,06	15,57	2	Rp 711.393.200	Rp 1.304.627	Rp 2.373.280	Rp 90.737	Rp 715.161.844	Rp 45.694.869
3	2902,12	0,003	2,81	2060,06	0,01	0,29	1203,77	0,07	14,17	2	Rp 575.618.400	Rp 1.187.231	Rp 2.070.770	Rp 88.710	Rp 578.965.111	Rp 40.629.696
Total														Rp 2.157.614.388	Rp 139.999.373	

Tabel 8. Hasil Perhitungan Iterasi Kelas B Dengan Kendala

Item	Qi	F(ri)	Z tabel	ri	$\phi(z)$	$\eta(ri)$	si	Ti	Fi	Iterasi	OB	OP	OS	OK	OT	CX Q
4	560,55	0,003	2,76	480,26	0,01	0,10	278,57	0,06	17,28	2	Rp 111.389.000	Rp 1.448.024	Rp 435.900	Rp 27.033	Rp 113.299.956	Rp 6.446.302
5	369,35	0,002	2,82	670,17	0,01	0,11	446,44	0,07	14,54	1	Rp 80.580.000	Rp 1.218.841	Rp 492.272	Rp 36.265	Rp 82.327.378	Rp 5.540.185
6	449,74	0,003	2,76	325,29	0,01	0,07	188,68	0,07	14,59	1	Rp 78.724.800	Rp 1.222.396	Rp 322.568	Rp 18.177	Rp 80.287.940	Rp 5.396.892
7	460,44	0,003	2,73	323,24	0,01	0,07	186,63	0,07	14,25	2	Rp 75.444.600	Rp 1.193.985	Rp 325.144	Rp 16.963	Rp 76.980.692	Rp 5.295.088
Total															Rp 352.895.967	Rp 22.678.466

Tabel 9. Hasil Perhitungan Iterasi Kelas C Dengan Kendala

Item	Qi	F(ri)	Z tabel	ri	$\phi(z)$	$\eta(ri)$	si	Ti	Fi	Iterasi	OB	OP	OS	OK	OT	CX Q
8	363,08	0,003	2,81	722,45	0,01	0,11	480,69	0,06	15,99	1	Rp 72.560.000	Rp 1.339.766	Rp 516.542	Rp 34.642	Rp 74.450.949	Rp 4.538.501
9	368,86	0,003	2,78	287,64	0,01	0,05	167,33	0,06	15,66	1	Rp 69.321.600	Rp 1.312.407	Rp 274.376	Rp 13.422	Rp 70.921.805	Rp 4.426.332
10	365,22	0,003	2,76	280,81	0,01	0,06	162,88	0,06	15,51	1	Rp 67.960.800	Rp 1.299.462	Rp 269.483	Rp 15.463	Rp 69.545.208	Rp 4.382.671
11	338,67	0,003	2,75	230,14	0,01	0,05	133,28	0,07	13,73	2	Rp 53.488.800	Rp 1.150.891	Rp 236.043	Rp 12.499	Rp 54.888.233	Rp 3.894.689
Total															Rp 269.806.196	Rp 17.242.193

Berdasarkan tabel di atas disimpulkan bahwa investasi maksimum persediaan (CQ) dari masing-masing kelas, lebih besar dari anggaran yang ditetapkan perusahaan sehingga kendala aktif, maka solusi ini bukan merupakan solusi optimal. Agar mencari solusi yang optimal, dilakukan perhitungan dengan menggunakan metoda *langrage* multiplier (θ). Nilai penggali *langrage* (θ) ini didapat dengan cara dicoba-coba. Nilai penggali *langrage* (θ) untuk kelas A adalah 0,0036 kelas B adalah 0,0194, dan kelas C adalah 0,264. Contoh perhitungan katun dengan kendala pada iterasi 1:

Jumlah pemesanan

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2\lambda_i A_i}{h_i + 2\theta C_i}} \quad (13)$$

$$= 3116,73 \text{ yard}$$

Peluang terjadinya kekurangan

$$F(r_i) = \frac{h_i Q_i}{h_i Q_i + \pi_i \lambda_i}$$

$$F(r_1) = 0,002 \Rightarrow Z_{Tabel} = 2,88$$

Titik pemesanan kembali

$$Z = \frac{r_i - \mu_i}{\sigma_i}$$

$$r_1 = 2648,11 \text{ yard}$$

Untuk mencari ordinat kurva dibawah distribusi normal:

$$\phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right) e^{-Z^2/2}$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14}}\right) e^{-(2,88)^2/2} = 0,01$$

Jumlah terjadinya kekurangan

$$\eta(r_i) = (\mu_1 - r_1)\Phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right) + \sigma_1\phi\left(\frac{r_1 - \mu_1}{\sigma_1}\right)$$

$$\eta(r_1) = 0,32 \text{ yard}$$

Safety stock

$$S = r_i - \mu + \eta(r_i)$$

$$= 1563,14 \text{ yard}$$

Periode antar pemesanan

$$T = \frac{Q_i}{\lambda}$$

$$= 0,06$$

Frekuensi pemesanan

$$f = \frac{1}{T}$$

$$= 16,71 \sim 17 \text{ kali}$$

Rekapitulasi perhitungan model persediaan dengan kendala anggaran dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan Model Persediaan Dengan Kendala

Kelas	Item	Jenis Bahan	Jumlah Pesanan (Q)	Titik pemesanan kembali (r)	Safety stock (s)	Periode pemesanan (T)	Frekuensi Pemesanan (F)	OT	CX Q
A	1	Katun	3253,02	2642,69	1557,69	0,06	16,01	Rp 863.487.433	Rp 53.674.808
	2	kpc	3151,37	2488,85	1466,98	0,06	15,57	Rp 715.161.844	Rp 45.694.869
	3	ksm	2902,12	2060,06	1203,77	0,07	14,17	Rp 578.965.111	Rp 40.629.696
B	4	salur	560,55	480,26	278,57	0,06	17,28	Rp 113.299.956	Rp 6.446.302
	5	kcl 0265	369,35	670,17	446,44	0,07	14,54	Rp 82.327.378	Rp 5.540.185
	6	rayon	449,74	325,29	188,68	0,07	14,59	Rp 80.287.940	Rp 5.396.892
	7	kcl 0165	460,44	323,24	186,63	0,07	14,25	Rp 76.980.692	Rp 5.295.088
C	8	ksl 008	363,08	722,45	480,69	0,06	15,99	Rp 74.450.949	Rp 4.538.501
	9	ksl0324	368,86	287,64	167,33	0,06	15,66	Rp 70.921.805	Rp 4.426.332
	10	silky	365,22	280,81	162,88	0,06	15,51	Rp 69.545.208	Rp 4.382.671
	11	dobby	338,67	230,14	133,28	0,07	13,73	Rp 54.888.233	Rp 3.894.689

4.3 Analisis Terhadap Model Persediaan Tanpa Kendala Dan Model Persediaan Dengan Kendala Anggaran

Hasil rekapitulasi perhitungan model persediaan tanpa kendala dan model persediaan dengan kendala anggaran dapat dilihat pada Tabel 11. Berdasarkan Tabel 11 dapat di analisis bahwa selisih jumlah pemesanan (Q) tanpa kendala dengan jumlah pemesanan (Q) kendala anggaran untuk kelas A lebih kecil dibandingkan selisih jumlah pemesanan (Q) untuk kelas B dan C, ini karena kelas A merupakan bahan baku yang menyerap modal dalam *persentase* yang besar 77,89% dalam persediaan, sehingga jumlah pemesanan (Q) pada kelas A lebih besar dibandingkan kelas B dan C. Jumlah pemesan (Q) dapat dipengaruhi oleh anggaran pembelian bahan baku, anggaran yang kecil akan mengakibatkan ukuran lot pemesanan pun semakin kecil. Ukuran lot pemesanan yang kecil menyebabkan jarak antar pemesanan (T) dalam memenuhi permintaan pun menjadi semakin kecil, hal ini mengakibatkan semakin seringnya terjadi pemesanan. Dilihat dari ongkos total menunjukkan

bahwa ongkos total pada model tanpa kendala lebih kecil dibandingkan dengan ongkos total pada model dengan kendala anggaran. Ini terjadi karena semakin kecilnya anggaran, ukuran lot pemesanan juga semakin kecil, sehingga untuk memproteksi persediaan dari kekurangan persediaan diperlukan persediaan pengaman yang besar hal ini mengakibatkan ongkos simpan semakin besar.

4.4 Analisis Terhadap Model Persediaan Dengan Kendala Anggaran Dengan Sistem Persediaan Perusahaan

Tabel 12. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Persediaan

Kelas	Item	Jenis Bahan	Jumlah Pesanan (Q_i)		Frekuensi Pemesanan (F_i)		CX Q	
			Sistem Perusahaan	Kendala anggaran	Sistem Perusahaan	Kendala anggaran	Sistem Perusahaan	Kendala anggaran
A	1	Katun	3100	3253,02	16	17	Rp 51.150.000	Rp 53.674.808
	2	kpc	3000	3151,37	15	16	Rp 43.500.000	Rp 45.694.869
	3	ksm	2900	2902,12	14	15	Rp 40.600.000	Rp 40.629.696
B	4	salur	540	560,55	17	17	Rp 6.210.000	Rp 6.446.302
	5	kcl 0265	350	369,35	15	15	Rp 5.250.000	Rp 5.540.185
	6	rayon	450	449,74	14	15	Rp 5.400.000	Rp 5.396.892
	7	kcl 0165	450	460,44	13	15	Rp 5.175.000	Rp 5.295.088
C	8	ksl 008	385	363,08	15	16	Rp 4.812.500	Rp 4.538.501
	9	ksl0324	350	368,86	15	16	Rp 4.200.000	Rp 4.426.332
	10	silky	420	365,22	14	16	Rp 5.040.000	Rp 4.382.671
	11	dobby	455	338,67	12	14	Rp 5.232.500	Rp 3.894.689

Berdasarkan Tabel 12 dapat di analisis bahwa jumlah pemesan (Q) dengan kendala anggaran lebih besar dibandingkan jumlah pemesan (Q) sistem perusahaan (kecuali silky, doobby, ksl 008, dan rayon), ini karena investasi yang dilakukan perusahaan untuk membeli bahan baku katun, kpc, ksm, kcl 0265, kcl 0165, ksl 0324, dan salur dengan anggaran yang kecil, sehingga ukuran lot pemesanan pun kecil. Hal ini bisa terjadi karena investasi modal untuk bahan baku sebagian tertanam pada jenis bahan baku lainnya seperti rayon, ksl 008, silky dan doobby. Selisih frekuensi pemesanan (F) sistem perusahaan dengan frekuensi pemesanan (F) kendala anggaran, untuk jenis bahan katun, kpc, ksm, kcl 0265, ksl 008, ksl 0324, rayon dan salur, lebih kecil dibandingkan dengan jenis bahan-bahan kcl 0165, silky dan doobby, ini terjadi karena ukuran lot pemesanan untuk jenis bahan katun, kpc, ksm, kcl 0265, ksl 008, ksl 0324, rayon dan salur dalam ukuran kecil sehingga perusahaan seringnya melakukan pemesanan bahan baku. Investasi max (CQ) pada model kendala anggaran (kecuali silky, doobby, ksl 008, dan rayon) lebih besar dibandingkan dengan investasi max (CQ) sistem perusahaan, ini terjadi karena perusahaan menentukan jumlah pemesanannya berdasarkan intuisi sehingga jumlah pemesanan tidak optimal, ini dapat dilihat dari nilai investasi modal untuk bahan baku silky, doobby, ksl 008, dan rayon yang berlebih.

Penentuan Jumlah Pemesanan Optimal (Q) Bahan Baku Kain Dengan Kendala Anggaran

Tabel 11. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Persediaan

Kelas	Item	Jenis Bahan	Jumlah Pesanan (Q_i)		Titik pemesanan kembali (r_i)		Safety stock (si)		Periode pemesanan (T_i)		Frekuensi Pemesanan (F_i)		Ongkos Total		CX Q	
			Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran	Tanpa kendala	Kendala anggaran
A	1	Katun	3491,00	3253,02	2631,83	2642,69	1546,83	1557,69	0,07	0,06	14,92	16,01	Rp 863.471.299	Rp 863.487.433	Rp 57.601.582	Rp 53.674.808
	2	kpc	3413,02	3151,37	2473,52	2488,85	1451,73	1466,98	0,07	0,06	14,37	15,57	Rp 715.171.374	Rp 715.161.844	Rp 49.488.725	Rp 45.694.869
	3	ksm	3133,17	2902,12	2047,21	2060,06	1191,01	1203,77	0,08	0,07	13,12	14,17	Rp 578.975.343	Rp 578.965.111	Rp 43.864.319	Rp 40.629.696
B	4	salur	1476,71	560,55	446,97	480,26	245,45	278,57	0,15	0,06	6,56	17,28	Rp 112.733.938	Rp 113.299.956	Rp 16.982.194	Rp 6.446.302
	5	kcl 0265	1141,63	369,35	609,23	670,17	385,81	446,44	0,21	0,07	4,71	14,54	Rp 81.763.321	Rp 82.327.378	Rp 17.124.392	Rp 5.540.185
	6	rayon	1210,75	449,74	302,53	325,29	166,02	188,68	0,18	0,07	5,42	14,59	Rp 79.797.421	Rp 80.287.940	Rp 14.528.973	Rp 5.396.892
	7	kcl 0165	1209,60	460,44	300,69	323,24	164,19	186,63	0,18	0,07	5,42	14,25	Rp 76.515.810	Rp 76.980.692	Rp 13.910.391	Rp 5.295.088
C	8	ksl 008	1170,41	363,08	654,04	722,45	412,60	480,69	0,20	0,06	4,96	15,99	Rp 73.794.969	Rp 74.450.949	Rp 14.630.115	Rp 4.538.501
	9	ksl0324	1114,12	368,86	264,77	287,64	144,58	167,33	0,19	0,06	5,19	15,66	Rp 70.318.819	Rp 70.921.805	Rp 13.369.483	Rp 4.426.332
	10	silky	1121,74	365,22	258,39	280,81	140,57	162,88	0,20	0,06	5,05	15,51	Rp 68.945.291	Rp 69.545.208	Rp 13.460.849	Rp 4.382.671
	11	dobby	1015,53	338,67	211,97	230,14	115,21	133,28	0,22	0,07	4,58	13,73	Rp 54.370.785	Rp 54.888.233	Rp 11.678.649	Rp 3.894.689

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pengendalian persediaan dengan menggunakan Model Q dengan kendala anggaran pada perusahaan ternyata menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perencanaan yang digunakan perusahaan selama ini. Hal ini dapat dilihat dari hasil penghitungan yang mendapatkan jumlah pemesanan (Q) optimal. Hasil Analisis ABC menunjukkan bahwa bahan baku yang kritis adalah bahan baku kelas A dengan modal yang diserap 77,89 %. Item yang termasuk kelas A yaitu katun, kpc, dan ksm, dengan jumlah pemesanan optimal untuk masing-masing item ini adalah 3253,02 *yard*, 3151,37 *yard*, dan 2902,12 *yard*. Ketiga item ini memerlukan pengawasan yang ketat, karena ketidakakuratan dalam pengawasan untuk item ini dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Ongkos total persediaan berdasarkan kendala anggaran untuk kelas A ini adalah Rp 139.999.373. Jumlah pemesanan dengan kendala anggaran untuk masing-masing kelas lainnya adalah sebagai berikut: kelas B (salur=560,55 *yard*, kcl 0265=369,35 *yard*, dan rayon = 449,74 *yard*) dengan ongkos total persediaannya Rp 22.678.466 dan kelas C (kcl 0165 = 460,44 *yard*, ksl 008 = 363,08 *yard*, ksl0324 = 368,86 *yard*, silky =365,22 *yard*, dan doobby = 338,67 *yard*) dengan ongkos total persediaannya Rp 17.242.193.

5.2 Saran

Bila memilih Model Q , perusahaan perlu melakukan pencatatan mengenai jumlah persediaan kain yang ada di gudang, karena data jumlah persediaan bahan baku ini dibutuhkan untuk informasi dalam melakukan pemesanan kembali. Model ini memerlukan pengawasan dan ketelitian, maka perusahaan lebih baik membuat program persediaan bahan baku. Cara ini dapat mempermudah perusahaan dalam melakukan pemantauan jumlah persediaan kain didalam gudang

REFERENSI

Hadley, G. Dan Within, T.M., 1963, *Analysis of Inventory System*, Printice- Hall-In., Englewood Cliffts, New Jersey.

Heizer J. Barry Render, 2005, *Prinsip - Prinsip Manajemen Operasi*, Salemba Empat, Jakarta

Herjanto, Eddy, 2007, *Manajemen Oprasi Edisi Kesebelas*, PT Gramedia Widia Sarana Indonesia, Jakarta.

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

Ristono, Agus, 2009, *Manajemen Persediaan Edisi 1*, Graha ilmu, Yogyakarta.