

IMPLEMENTASI MODEL PERSEDIAAN PROBABILISTIK *MULTI ITEM* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FLUKTUASI PERMINTAAN DAN HARGA BARANG

(Studi Kasus : P.T. Purinusa Eka Persada)

Rifki Muhammad¹⁾, Ary Arvianto²⁾

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
JL. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239
Email: sarombost@gmail.com¹⁾; aryarvi@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Material merupakan aspek penting dalam kegiatan produksi. Ketersediaannya akan sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi. Pengadaan persediaan yang terlalu banyak akan menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang besar untuk menyimpan bahan baku/barang tersebut, seperti biaya perawatan, biaya sewa, atau biaya asuransi. Namun sebaliknya, pengadaan persediaan yang sedikit akan menyebabkan biaya pesan (order cost) yang meningkat dan terjadi kemungkinan terhentinya proses produksi akibat kekurangan bahan baku yang dapat mengakibatkan kehilangan pendapatan potensial dan hilangnya kepercayaan konsumen karena konsumen berpindah pada perusahaan/produk lain. P.T. Purinusa Ekapersada merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri kemasan dengan berbahan baku kertas gulung (paper roll) yang memproduksi carton box (kartus), paper tube (kertas tabung), dan paper cone (kertas kerucut). Permintaan akan produk yang dihasilkan selalu dalam kuantitas yang tinggi karena P.T. Purinusa Ekapersada merupakan penguasa pasar di area Jawa Tengah.

Kelebihan persediaan bahan baku dan kekurangan bahan baku dalam periode tahun 2013 hingga kuartal pertama tahun 2014 disebabkan karena pemesanan bahan baku kartus (kertas gulung) yang dilakukan P.T. Purinusa Ekapersada belum optimal dengan hanya mempertimbangkan stok gudang, jumlah pesanan yang tertahan di pemasok, serta rata-rata pemakaian 3 bulan terakhir pemakaian. Sedangkan dalam keadaan nyata, terjadi peristiwa fluktuasi permintaan, perubahan harga bahan baku dengan frekuensi yang sering, dan keberagaman jenis bahan baku, sehingga diperlukan analisis yang lebih lanjut dalam hal bagaimana menentukan kebijakan persediaan yang optimal menggunakan model yang sesuai dengan kriteria tersebut

Kata kunci: Pengadaan Bahan Baku, Multi Item, Model Probabilistik, Harga Fluktuatif

ABSTRACT

Material is an important aspect in production activities. The availability of the materials will have an effect to production flows. Too much procurement caused the company will have to pay more cost due to saving cost, such as maintenance cost, leasing cost, or insurance cost from the materials. In the otherside, too few procurement caused the company will have the order cost increased and production activities stopped due to shortage and caused the consumers move to the other product. Purinusa Ekapersada is a Company deals with paper packaging products. the main raw material is paper roll, and the production processes will change it to carton box, paper tube, and paper cone. The demand of the product always on a high quantity because the company is a market leader ini central java area. Too much inventories and shortage during the 2013 period until first quartal in 2014 occurred because of the order policy is not optimal, because only considering the quantity of inventories in the warehouse, the order released but not received

yet, and the average of usage in last three months in order policy. While in the real condition the fluctuating demand, multi item materials, and fluctuating price is not considered yet by the order policy of the company. Furthermore, it needs to be analyzed in order to find the optimal order policy for the procurement system in the company using an appropriate model.

Keyword : Raw Material Procurement, Multi Item, Probabilistic Model, Fluctuating Prices

1. PENDAHULUAN

Material merupakan aspek penting dalam kegiatan produksi. Ketersediaannya akan sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi. Pengadaan persediaan yang terlalu banyak akan menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang besar untuk menyimpan bahan baku/barang tersebut, seperti biaya perawatan, biaya sewa, atau biaya asuransi. Namun sebaliknya, pengadaan persediaan yang sedikit akan menyebabkan biaya pesan (*setup cost*) yang meningkat dan terjadi kemungkinan terhentinya proses produksi akibat kekurangan bahan baku yang dapat mengakibatkan kehilangan pendapatan potensial dan hilangnya kepercayaan konsumen karena konsumen berpindah pada perusahaan/produk lain.

P.T. Purinusa Eka Persada merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri kemasan dengan berbahan baku kertas gulung (*paper roll*) yang memproduksi *carton box* (kardus), *paper tube* (kertas tabung), dan *paper cone* (kertas kerucut). Permintaan akan produk yang dihasilkan selalu dalam kuantitas yang tinggi karena P.T. Purinusa Eka Persada merupakan penguasa pasar di area Jawa Tengah.

Bahan baku kertas gulung dengan berbagai jenis dipesan dari satu pemasok (pemasok tunggal). Namun dalam aktivitas pemesanannya, bahan baku tersebut masih dipesan secara sendiri-sendiri. Beberapa jenis material ada yang dipesan dengan periode satu setengah bulan, tiga bulan, atau bahkan dua belas bulan sehingga menimbulkan kesulitan dalam pengelolaan material secara keseluruhan, serta akan menimbulkan biaya pemesanan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan pemesanan secara keseluruhan.

Pada tahun 2013 hingga kuartal pertama tahun 2014 P.T. Purinusa Eka Persada

menerima rata-rata jumlah permintaan kardus yang masuk adalah 4026,64 ton/bulan. Adapun kapasitas ideal dalam gudang kertas gulung sebesar 5.500 ton dan kapasitas maksimalnya adalah 6.500 ton. Namun dalam rentang waktu tahun 2013 hingga kuartal pertama tahun 2014, rata-rata persediaan kertas gulung di dalam gudang sebesar 6.729,78 ton/bulan. Dengan jumlah kelebihan persediaan yang paling mencolok adalah pada bulan Maret 2013 hingga bulan Juli 2013 mencapai 1950 ton dari kapasitas maksimal gudang. Dengan jumlah tersebut, perusahaan juga masih mengalami kekurangan persediaan kertas gulung pada bulan Februari 2014 sebesar 128 ton.

Dalam melakukan pemesanan bahan baku, P.T. Purinusa Eka Persada mempertimbangkan dengan metode peramalan yang mempertimbangkan stok gudang, jumlah order pembelian yang tertahan, dan rata-rata pemakaian selama 3 bulan sebelumnya. Di tengah kondisi gudang yang memiliki stok berlebih, dan adanya order pembelian yang tertahan, tentunya pemesanan tidak akan dilakukan oleh perusahaan. Akan tetapi, perusahaan tetap melakukan pemesanan bahan baku pada supplier sehingga gudang mengalami kelebihan kapasitas dan memberikan dampak negatif dengan melambungnya biaya simpan dan biaya penanganan material.

Berdasarkan fenomena tersebut dapat dinyatakan bahwa dengan rata-rata harga kertas gulung adalah Rp 5.063,00 per kilogram, maka terdapat nilai investasi yang tertahan di gudang dalam bentuk bahan baku pada bulan maret hingga bulan agustus adalah sebesar Rp 9.872.850.000,00. Sedangkan rata-rata nilai dari kelebihan persediaan dalam kurun waktu Januari 2013 hingga April 2014 adalah sebesar Rp 1.163.376.140,00. Selain itu, berlebihnya jumlah bahan baku juga mengakibatkan adanya kerja lembur yang dilakukan

karyawan gudang setelah jam kerja. Kerusakan material juga terjadi karena tempat penyimpanan yang tidak mampu menampung sehingga menggunakan tempat lain, seperti jalur forklift dan area pejalan kaki. Selain itu, penerapan FIFO juga terhambat oleh tumpukan material yang datang secara terus-menerus sehingga menimbulkan persediaan menganggur sebanyak 700 ton. Adapun kekurangan material mengakibatkan terhentinya produksi sehingga target produksi tidak dapat dipenuhi dan menimbulkan kerugian kepada perusahaan.

Setelah dilakukan observasi dan wawancara, diketahui beberapa penyebab perusahaan melakukan pemesanan ketika persediaan material pada gudang tersedia dalam jumlah yang berlebih adalah, adanya fluktuasi permintaan konsumen dan fluktuasi harga yang sering terjadi, sehingga perusahaan kesulitan untuk menentukan jumlah pemesanan yang optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis penerapan sistem persediaan yang diterapkan P.T. Purinusa Eka Persada, dengan menggunakan model persediaan yang sesuai dengan karakteristik kertas gulung tersebut, yakni dengan mempertimbangkan fluktuasi permintaan dan fluktuasi harga serta keberagaman jenis barang yang dipasok. Dengan dilakukan analisis ini, diharapkan P.T. Purinusa Eka Persada dapat menerapkan kebijakan persediaan yang lebih optimal.

2. METODOLOGI

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Adapun data-data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain :

1. Data harga bahan baku

Data harga bahan baku yang dikumpulkan adalah data seluruh jenis bahan baku dalam periode satu tahun, yakni pada tahun 2013. Harga bahan baku disini mengalami pergerakan yang fluktuatif.

2. Data permintaan

Data permintaan yang dikumpulkan adalah data permintaan dari semua jenis

bahan baku dalam periode satu tahun, yakni pada tahun 2013. Permintaan bahan baku juga mengalami pergerakan yang fluktuatif.

3. Data jumlah pemesanan bahan baku

Data jumlah pemesanan bahan baku yang dikumpulkan adalah data kuantitas bahan baku yang dipesan dalam setiap pemesanan dan frekuensi pemesanan yang dilakukan perusahaan dalam periode satu tahun.

4. Data biaya perusahaan.

Data biaya yang dikumpulkan meliputi data biaya pembelian bahan baku, data biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan bahan baku.

Formulasi Model

Sedangkan formulasi model persediaan adalah sebagai berikut :

1. Biaya Pembelian

Biaya Pembelian barang merupakan hasil kali dari ekspektasi harga barang $p(t)$ dengan jumlah rata-rata ekspektasi barang yang akan dibeli $x(t)$. Sehingga persamaan untuk menentukan biaya pembelian untuk keseluruhan jenis material adalah :

$$\text{Biaya pembelian} = \sum_{i=1}^n \int_0^T p_i(t) x_i(t) dt$$

2. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan merupakan biaya yang ditanggung setiap kali melakukan pemesanan. Biaya ini didapatkan dari biaya tiap kali pemesanan $o(t)$ dikalikan dengan frekuensi pemesanan f . Adapun biaya pemesanan berasal dari biaya telekomunikasi (internet dan telepon) serta biaya pemberkasan. Biaya-biaya tersebut juga dinyatakan dalam fungsi waktu, karena pemakaiannya bersifat fluktuatif. Sehingga diperoleh persamaan awal :

$$\text{Biaya pemesanan} = \int_0^T o(t) f dt$$

Dalam model multi item, pemesanan akan efisien apabila dilaksanakan dalam periode tetap T untuk seluruh barang, sehingga akan meminimalkan frekuensi pemesanan. Adapun hubungan antara periode dengan frekuensi pemesanan adalah berbanding terbalik. Semakin besar periode pemesanan maka frekuensi pemesanan akan semakin

kecil, dan semakin kecil periode pemesanan maka semakin besar frekuensi pemesanannya. Sehingga dapat disimbolkan dalam sebuah persamaan :

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \int_0^T o(t) dt}{\int_0^T h(t) \sum_{i=1}^n x_i(t) dt}}$$

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

$$\text{Biaya pesan} = \int_0^T \frac{o(t)}{T} dt$$

3. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang diperoleh dari perkalian antara biaya simpan perunit $h(t)$ dengan ekspektasi rata-rata inventori tiap tahun m . Biaya simpan perunit didapatkan dari nilai biaya simpan tiap periode dibagi dengan jumlah rata-rata persediaan yang ada dalam periode tersebut. Sehingga diperoleh persamaan :

$$\text{Biaya simpan} = \int_0^T h(t) \cdot m dt$$

$$m = \frac{x_i(t) T}{2} + SS$$

$$\text{Biaya simpan} = \int_0^T h(t) \sum_{i=1}^n \frac{x_i(t) T}{2} dt + SS$$

Berdasarkan formulasi di atas, dapat disimpulkan bahwa model total biaya persediaan perusahaan adalah sebagai berikut :

$$TB = \text{Biaya Pembelian} + \text{Biaya Pesan} + \text{Biaya Simpan}$$

$$TB = \sum_{i=1}^n \left[\int_0^T \left[p(t) x(t) + \frac{o(t)}{T} + h(t) \sum_{i=1}^n \frac{x_i(t) T}{2} + SS \right] dt \right]$$

Dengan fungsi pembatas,

$$y(t) = \frac{x(t)}{2}, \quad x(t) \geq 0$$

$$w - y(t) \geq 0$$

Perhitungan periode yang pemesanan yang optimal didapatkan dari turunan parsial dari persamaan awal milik Jan Arnold, Stefan Minner, dan Bjorn Eidam (2007). Sehingga persamaan total biaya di atas menjadi terhadap variable T (Periode), yakni:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dilakukan berdasarkan data yang telah diperoleh dari perusahaan. Tahap pertama adalah menghitung kuantitas pembelian material yang akan dibeli oleh perusahaan. Tahap kedua adalah menghitung periode pemesanan yang optimal untuk keseluruhan material. Tahap ketiga adalah menentukan kuantitas pemesanan material untuk tiap periodenya, dan tahap terakhir adalah menentukan kuantitas persediaan pengaman yang optimal bagi perusahaan.

Kuantitas Pembelian Optimal

Perhitungan kuantitas pembelian material yang dihitung dengan menggunakan model pembelian sebagai berikut :

$$Q_i(t_n^{DJ}) = \max \left\{ \int_{t_n^{JD}}^{t_{n+1}^{DJ}} d_i(u) du - y_i(t_n^{JD}); 0 \right\}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan dan hasil rekap perhitungan kuantitas pembelian yang telah dihitung menggunakan model di atas.

Tabel 3.1 Kuantitas Pembelian Material

No.	Jenis Material	Jumlah Pembelian (ton)
1.	WA	411
2.	WB	37
3.	WF	876
4.	WE	332
5.	LE	15.801
6.	LH	2.843
7.	LD	256
8.	LF	74
9.	MA	17.986
10.	ME	11.686
11.	MB	301

Periode Pemesanan

Periode pemesanan merupakan selang waktu untuk melakukan pemesanan, adapun formulasi rumus periode pemesanan adalah :

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \int_0^T o(t) dt}{\int_0^T h(t) \sum_{i=1}^n x_i(t) dt}}$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \times 781.600}{10.095 \times 20.160}} = 0,083 \text{ tahun}$$

Kuantitas Pemesanan

Perhitungan kuantitas pemesanan dilakukan dengan mengalikan kuantitas pembelian optimal dengan periode pemesanan, yakni :

$$\text{Kuantitas Pemesanan} = Q_i \cdot T$$

Tabel 3.2 Kuantitas Pemasanan Material tiap Periode

Jenis Material	Kuantitas pemesanan (ton)
WA	35,76
WB	3,22
WF	76,21
WE	28,88
LE	1.374,69
LH	247,34
LD	22,27
LF	6,44
MA	1.564,70
ME	1.016,68
MB	26,19
Jumlah	4.402.37

Persediaan Pengaman

Persediaan pengaman merupakan persediaan yang digunakan untuk mengantisipasi gejolak permintaan dan kedatangan material yang terlambat. Adapun variabel yang dibutuhkan untuk menghitung besarnya persediaan pengaman yakni adalah jumlah permintaan selama waktu anjang dan lama waktu anjang itu sendiri.

Adapun perhitungan persediaan pengaman yang dibutuhkan bagi perusahaan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Kuantitas permintaan selama lead time

Order selama Lead Time (ton)
3.673,54
3.428,84
3.261,53
3.094,09
3.771,38
2.875,71
3.282,49
2.811,60
3.606,06
3.088,49
2.889,34
2.756,31

$$SS = Sdl \times \text{Faktor Pengaman}$$

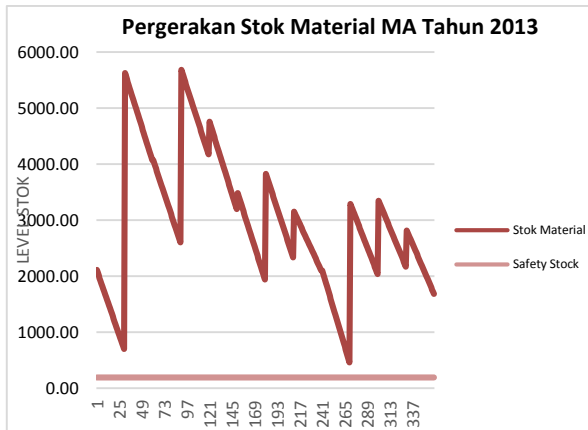
$$= 350 \text{ ton} \times 1,04$$

$$= 364 \text{ ton} = 246 \text{ unit}$$

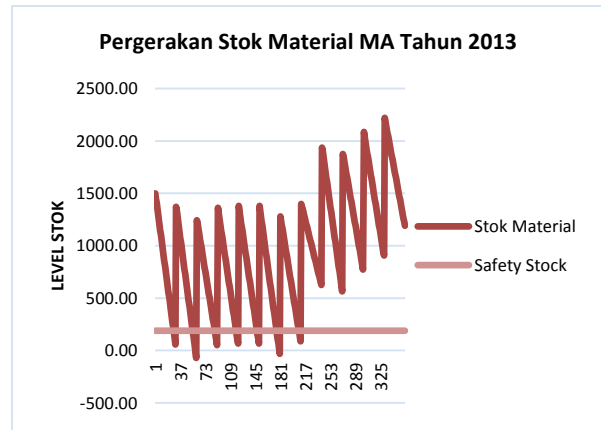
Tabel 3.4 Perhitungan persediaan Pengaman

Sdl	350
Service level	85%
A	0.15
Za	1.04
SS	364

Hasil perhitungan kuantitas pembelian material, periode pemesanan, kuantitas tiap pemesanan, persediaan pengaman, dan total biaya persediaan pada di atas apabila dibandingkan dengan kebijakan lama perusahaan dan ditampilkan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Pergerakan Stok MA Awal



Gambar 3.3 Pergerakan Stok MA Usulan



Gambar 3.2 Pergerakan Stok WA Awal



Gambar 3.4 Pergerakan Stok WA Usulan



Gambar 3.3 Pergerakan Stok ME Awal



Gambar 3.6 Pergerakan Stok ME Usulan

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa kebijakan awal perusahaan memiliki kuantitas pemesanan material yang sangat berlebih dan periode pemesanan yang berbeda untuk tiap jenis material sehingga pengelolaan persediaan tidak teratur dan kurang terencana. Sebaliknya

apabila dibandingkan dengan kebijakan usulan, kebijakan usulan memiliki kuantitas pemesanan yang sesuai dengan permintaan dan periode pemesanan yang seragam dan teratur untuk semua jenis material. Sehingga pengelolaan persediaan menjadi lebih teratur dan efisien.

Efisiensi pengelolaan persediaan dapat dilihat dari penurunan biaya total persediaan yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Berikut ini adalah perbandingan biaya pada sistem persediaan awal perusahaan dengan sistem persediaan usulan.

Tabel 3.5 Perbandingan Biaya Persediaan

Komponen	Sistem Persediaan Lama (Rupiah)	Sistem Persediaan Usulan (Rupiah)
Biaya Pembelian	212.875.032.390	189.110.813.073
Biaya Pemesanan	12.428.528	9.358.840
Biaya Penyimpanan	13.214.465	11.198.533
Total Biaya Persediaan	212.900.675.923	189.131.370.446

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan mengenai penerapan sistem persediaan ini, maka dapat disimpulkan bahwa beberapa usulan penerapan kebijakan untuk menerapkan sistem persediaan multi item yang optimal diantaranya adalah :

1. Dengan mempertimbangkan keberagaman jenis material dalam sistem pemasok tunggal, aktivitas pemesanan menjadi lebih teratur. Hal tersebut ditunjukkan dari periode pemesanan yang seragam yakni tiap 0,083 tahun atau tiap satu bulan sekali dan terkendalinya rata-rata persediaan.
2. Mempertimbangkan fluktuasi permintaan dan fluktuasi harga material dapat membantu perusahaan untuk mengestimasi kebutuhan material dan

biaya yang ditanggung dalam melakukan aktivitas pemesanan serta teraturnya pengelolaan persediaan

3. Total biaya persediaan tahun 2013 pada hasil model usulan adalah sebesar Rp 189.254.554.309 yang secara keseluruhan mengalami penurunan sebesar 11% dari Rp 213.046.034.498 pada sistem awal perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, Jan., Minner, Stefan., & Eidam, Bjorn. 2007. Raw Material Procurement with Fluctuating Prices. *International Journal of Production Economic*. 121 (2009) 353-364.
- Tersine, Richard J. 1994. *Principles of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice Hall
- Abdul Aziz, R.Z. 2000. Model Pengendalian Persediaan Multi Item dengan Kedatangan Supply Bertahap serta Mempertimbangkan Kendala Anggaran Pembelian Barang yang Terbatas. *Jurnal Teknologi Industri*. Vol. IV No. 1 Januari 200 : 23-34.
- Indrajit, Richardus Eko & Djokopranoto, Richardus. 2005. Manajemen Persediaan: *Barang Umum dan Suku Cadang untuk Keperluan Pemeliharaan, Perbaikan, dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.