

Optimasi Inventori Material Bubuk Nylon pada Proses *Coating* dengan Pendekatan Probabilistik

Inventory Optimization for Nylon Powder Material with Probabilistic Approach

Yevita Nursyanti^{1*}, Selly Octaviani¹

¹Program Studi Manajemen Logistik Industri Elektronika, Politeknik APP, Jl. Timbul No.34, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630, Indonesia

Diterima: 04 Juli 2021 / Disetujui: 30 Agustus 2021

ABSTRACT

This research aims to optimize the supply of raw material for nylon powder for the manufacturing industry. The problem was found in the nylon powder warehouse which was out of stock so that it had to be replaced with plastic raw materials to keep the production process running. The change of raw material from nylon powder to plasco was done because the company did not make an emergency order for nylon powder. This is due to the high cost of emergency orders. The use of plasco powder makes the company accept a sizeable return of goods. Therefore, it is necessary to do a good inventory management to overcome the out of stock. The method used to solve this problem is the probabilistic P back-order model. Demand in the previous period was normally distributed. The results of processing with the P back-order model produce a service level of 99.95%. It is hoped that the company will not experience out of stock again. In addition, a savings of 4.50% were obtained from the total costs incurred by the company. Inventory policy obtained using the P back-order model with an order time of (T) 0.358 or for 130 days a new order will be made, and the total inventory cost is Rp.418,363,268/year with a service level of 99.995%.

Keywords: Optimization, Inventory, Out of Stock, Probabilistic, Material

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi persediaan bahan baku bubuk nylon untuk pada Industri manufaktur. Permasalahan yang ditemukan pada bagian gudang bahan bakububuk nylon yang mengalami *out of stock* sehingga harus diganti dengan bahan baku plasco agar proses produksi tetap berjalan. Pengantian bahan baku dari bubuk nylon menjadi plasco dilakukan karena perusahaan tidak melakukan *emergency order* untuk bubuk nylon. Hal ini disebabkan biaya *emergency order* yang mahal. Penggunaan bubuk plasco membuat perusahaan menerima pengembalian barang yang cukup besar. Oleh sebab itu perlu dilakukan manajemen persediaan yang baik untuk mengatasi *out of stock* tersebut. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu probabilistik model P back order. Permintaan pada periode sebelumnya berdistribusi normal. Hasil pengolahan dengan model P back order menghasilkan *service level* yang mencapai 99,95% diharapkan perusahaan tidak akan mengalami out of stock kembali. Selain itu juga diperoleh penghematan sebesar 4,50% dari total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Kebijakan inventori yang didapatkan dengan menggunakan model P back order dengan waktu pemesanan sebesar (T) 0,358 atau selama 130 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali, dan ongkos total persediaan Rp.418.363.268/tahun dengan service level 99,995%.

Kata Kunci: Optimasi, Persediaan, Kekurangan stok, Probabilistik, Material

1. PENDAHULUAN

Proses *coating* merupakan proses dimana material akan dilapisi dengan menggunakan bahan baku bubuk sedangkan *painting* merupakan proses dimana material di cat dengan

menggunakan bahan baku cairan kimia. Dalam proses *coating* memerlukan bahan baku yang sangat menguras dana perusahaan yaitu bubuk *nylon*, proses *coating* merupakan proses andalan pada Industri manufaktur. Bubuk nylon

*email: yevita.nursyanti@gmail.com

merupakan material untuk proses *coating* pada pembuatan produk *link*. Produk *link* sendiri merupakan material yang digunakan untuk membuka bagian pintu kanan dan kiri mobil.

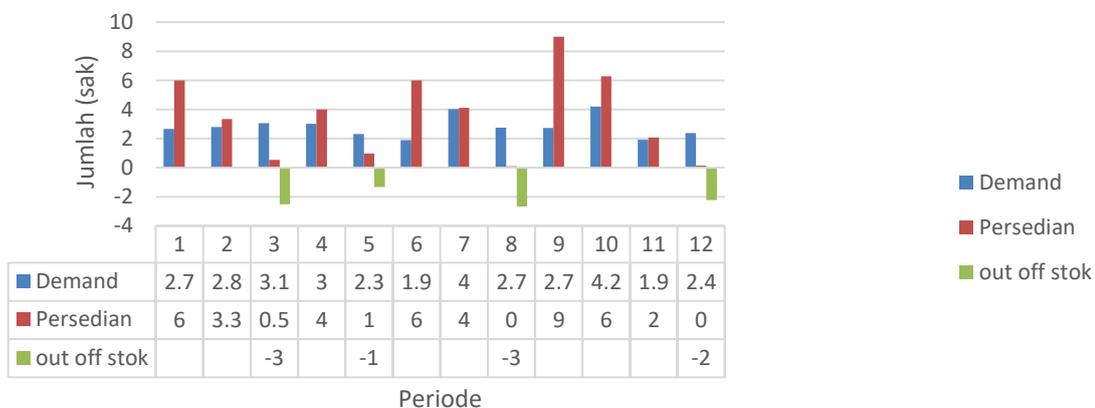
Gudang sebagai tempat penyimpanan persediaan bahan baku menjadi sangat penting dalam dunia industri saat ini. Pada prinsipnya inventori menurut (Bahagia, 2006) adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut. Proses lebih lanjut dapat berupa seperti kegiatan produksi yang sering dijumpai pada system manufaktur, kegiatan pemasaran seperti pada system distribusi, ataupun kegiatan konsumsi seperti system rumah tangga perkantoran dan sebagainya. Untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas dengan harga yang terjangkau maka salah satu caranya adalah perusahaan harus mengelola gudangnya dengan baik. Menurut (Ristono Agus, 2013) mengemukakan tujuan dilakukannya pengendalian persediaan dinyatakan sebagai usaha perusahaan untuk :

1. Dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat (memuaskan konsumen).
2. Menjaga kontinuitas produksi atau menjaga agar perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Hal ini dikarenakan:
 - a. Kemungkinan barang (bahan baku dan penolong) menjadi langka sehingga sulit diperoleh.
 - b. Kemungkinan *supplier* terlambat mengirim barang yang dipesan.

- c. Mempertahankan dan bila mungkin meningkatkan penjualan dan laba perusahaan.

Gudang bahan baku merupakan bagian yang mengatur jalannya aktivitas penerimaan barang, penyimpanan barang, persiapan produksi hingga barang selesai diproduksi dan siap untuk dikirim ke konsumen. Sebelum dilakukan aktivitas gudang terlebih dahulu dilakukan proses perencanaan pemesanan bahan baku bubuk *nylon* oleh bagian *procurement* perusahaan. Proses perencanaan pemesanan bahan baku yang akan diproduksi merupakan aktivitas yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi dan kualitas produk yang akan dihasilkan menurut (Apple, 1990).

Permasalahan yang sering terjadi terkait dengan bahan baku yaitu kebutuhan bahan baku bubuk *nylon* yang ada pada industri manufaktur mengalami *out of stock* yang membuat perusahaan tidak dapat memenuhi permintaannya. Berikut grafik yang menjelaskan kekurangan stok yang terjadi pada industri manufaktur. Menurut (Ernawati & Sunarsih, 2008) jika perusahaan kekurangan persediaan, maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan dalam jumlah besar, sehingga untuk dapat memenuhi permintaan konsumen, perusahaan harus memesan barang lebih sering, yang berarti akan meningkatkan biaya pemesanan.



Gambar 1. Persediaan Bubuk Nylon

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa terjadi *out of stock* atau ketidakterersediaan bubuk *nylon* pada bulan Maret sebesar 2,5 Sak, Mei sebesar 1,33 Sak, Agustus sebesar 2,65 Sak dan Desember 2,22 Sak. *Out of stock* terjadi karena perencanaan yang dilakukan perusahaan tidak sesuai dengan *lead time* yang dijanjikan oleh supplier. Maka dari itu dengan persediaan yang optimal perusahaan mampu menentukan seberapa besar persediaan bahan baku yang sesuai, sehingga tidak menimbulkan pemborosan biaya karena mampu menyeimbangkan kebutuhan bahan baku yang tidak terlalu banyak maupun persediaan yang tidak terlalu sedikit (Taufiq, A. & Slamet, 2014). Kekurangan bahan baku bubuk *nylon* menyebabkan perusahaan terpaksa menggunakan bahan baku lain yang memiliki kualitas dibawah standar bubuk *nylon* yakni bubuk *plasco*.

Hal ini mengakibatkan menurunnya kualitas *finish goods* dan juga mengakibatkan terjadinya pengembalian dari *customer* ke perusahaan dikarenakan tidak sesuai standar atau *reject*. *Reject* yang ditemukan berupa bintik-bintik seperti kulit jeruk, adanya lubang, gelembung pada area *coating*, dan hasil *coating* yang tidak presisi. Jumlah pengembalian yang terjadi pada tahun 2018 untuk produk *finish goods* sebanyak 21.240 unit. Tingkat pengembalian melebihi ekspektasi perusahaan dikarenakan proses *coating* yang dilakukan tidak menggunakan bubuk *nylon* tetapi malah menggunakan bubuk *plasco*. Hal ini disebabkan kekurangan bubuk *nylon* yang ada di industri manufaktur. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi persediaan untuk mengatasi kekurangan bubuk *nylon* melalui kebijakan jumlah pemesanan, *safety stock* dan reorder point. Menurut (Riyani, Febianti, & M. Adha Ilhami, 2015) Kebijakan seperti ini perlu mendapatkan evaluasi secara berkala dan terus – menerus mengingat pola permintaan yang selalu berubah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diketahui terdapat potensi perbaikan sistem pengendalian persediaan produk perusahaan. Salah satu produk dipilih pada studi kasus ini karena memiliki karakteristik siklus hidup produk yang pendek, namun, disisi lain memiliki harga yang cukup tinggi. Sehingga kesalahan dalam perencanaan pengendalian

persediaan sangat diperlukan, untuk menghindari risiko kerugian yang tinggi menurut (Fatma & Pulungan, 2018)

Menurut (W. J. Stevenson and M. Hojati, 2002) Terdapat dua pendekatan pengendalian persediaan optimum, yaitu pengendalian persediaan deterministik dan probabilistik. Model probabilistik digunakan apabila salah satu dari permintaan, lead time atau keduanya belum diketahui secara pasti (Herjanto, 2007). Perbedaan utama model deterministik dan probabilistik adalah keberadaan *safety stock* atau persediaan pengaman yang dimunculkan untuk mengatasi ketidakpastian permintaan maupun lead time (N. S. Dini, H. Haryono, 2010). Metode probabilistik dapat dikelompokkan menjadi model P dan Q. Menurut terdapat tiga metode pengendalian persediaan probabilistik, yaitu Probabilistik sederhana; Metode P, yang memiliki aturan bahwa tiap pemesanan bersifat regular pada rentang periode yang tetap dan kuantitas pemesanan berbeda-beda; Metode Q, memiliki ukuran (kuantitas) pemesanan tetap untuk tiap pesanan, dan waktu pemesanannya bervariasi Menurut (Neera Puri Novianti, Fitriani Agustina, 2019) metode P jumlah barang yang dipesan berbeda-beda per pesannya akan tetapi waktu pemesanannya tetap, misalnya per minggu atau perbulan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi menggunakan model P dengan back order untuk mendapatkan kebijakan yang optimal seperti waktu pemesanan, besar persediaan maksimum dan besarnya *safety stock* yang dapat menghasilkan ongkos total persediaan yang minimal (Riyani et al., 2015).

2. METODOLOGI

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan lapangan dan observasi, wawancara untuk pengambilan data sekunder, dokumentasi, dan studi pustaka. Metode kuantitatif yang digunakan adalah metode probabilistik, yang merupakan karakteristik dari kebijakan persediaan di perusahaan. Berikut merupakan tahapan dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada perusahaan, tahapan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Data kebijakan inventori perusahaan yang digunakan untuk bahan baku bubuk *nylon* pada tahun 2018. Menurut (Handoko, 2015)

- sistem persediaan adalah serangkaian kebijakan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus diisi, dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Selain itu menurut (Heizer dan Render, 2011) sistem kebijakan persediaan dapat didefinisikan sebagai serangkaian kebijakan pengendalian persediaan untuk menentukan tingkat persediaan harus dilakukan dan berapa pesanan harus diadakan.
- b. Pemenuhan asumsi atau syarat penggunaan metode probabilistik berdasarkan konsep perencanaan persediaan. Penentuan asumsi penggunaan metode probabilistik menurut (Bahagia, 2006) adalah sebagai berikut:
1. Permintaan selama horison perencanaan bersifat probabilistik atau permintaan yang tidak pasti dan berdistribusi normal.
 2. Harga barang yang dipesan konstan dan tidak dipengaruhi pada ukuran lot pemesanan serta waktu pemesanan. Harga pembelian bubuk *nylon* tidak di pengaruhi ukuran lot dan waktu pemesanan ini diketahui *purchase order* yang dilakukan perusahaan kepada supplier.
 3. Ongkos simpan konstan dan tidak tergantung pada besaran barang yang disimpan ongkos pesan tetap untuk setiap kali pemesanan, serta ongkos kekurangan barang sebanding dengan jumlah kekurangannya.
 4. Menurut (Lukitosari v, 2012) waktu antar pesanan konstan untuk setiap pemesanan, barang datang serentak.
 5. Menurut (Lukitosari v, 2012) Ongkos kekurangan persediaan sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dilayani atau sebanding dengan waktu (tidak tergantung dengan jumlah kekurangan).
- Komponen model P meliputi kriteria kinerja, variabel keputusan dan parameter seperti diuraikan berikut ini:
1. Kriteria Kinerja Ekspektasi ongkos total persediaan yang dimaksud adalah sebagaiberikut:
$$OT = (Op + Os + Ok)$$
- Op = Ongkos pesan
Os = Ongkos simpan
Ok = Ongkos kekurangan
2. Variabel Keputusan
 - a. Periode waktu antar pemesanan (T).
 - b. Persediaan maksimum waktu yang diharapkan (R).
 3. Parameter
 - a. Ongkos setiap kali pesan (A).
 - b. Ongkos simpan per unit per periode (h).
 - c. Ongkos kekurangan persediaan (Cu).
 - c. Melakukan Uji Normalitas dengan *chi square* dengan dibantu aplikasi statistik, untuk membuktikan data permintaan yang ada pada perusahaan berdistribusi normal dan memenuhi ketentuan atau asumsi dalam metode probabilistik. Data permintaan berdistribusi normal menurut (Sugiyono, 2010) sebagai berikut:
Keputusan
 1. Jika nilai X^2 hitung < nilai X^2 tabel, maka H_0 diterima; H_a ditolak.
 2. Jika nilai X^2 hitung > nilai X^2 tabel, maka H_0 ditolak; H_a diterima.Keterangan:
 H_0 : Populasi kebutuhan bubuk *nylon* berdistribusi normal
 H_1 : Populasi kebutuhan bubuk *nylon* tidak berdistribusi normal
 - d. Untuk melakukan peramalan menurut (Nasution, 2008) peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangkaian memenuhi permintaan barang maupun jasa. Ada beberapa metode peramalan yang digunakan yaitu metode *winter* dan *moving average*. Metode *winter* merupakan gabungan dari metode *Holt* dan metode *Winters*, digunakan untuk peramalan jika data memiliki komponen *trend* dan musiman. Metode *Holt Winters* didasarkan pada tiga persamaan penghalusan, yakni persamaan penghalusan keseluruhan, penghalusan *trend*, dan persamaan penghalusan musiman (Indiyanto, 2008). Metode *moving average* merupakan model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan

nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang (Assauri, 2004). Penentuan metode peramalan dilakukan berdasarkan pola permintaan menurut (Baroto, 2002) pola permintaan terbagi menjadi 4 yaitu sebagai berikut:

1. Pola *trend*
 Bila data permintaan menunjukkan pola kecenderungan gerakan penurunan atau kenaikan jangka panjang.
 2. Pola Musiman
 Bila yang kelihatannya berfluktuasi, namun fluktuasi tersebut akan terlihat berulang dalam suatu interval waktu tertentu, maka data tersebut berpola musiman.
 3. Pola Siklikal
 Bila fluktuasi permintaan secara jangka panjang membentuk pola sinusoid gelombang atau siklus.
 4. Pola Acak
 Bila fluktuasi data permintaan dalam jangka panjang tidak dapat digambarkan oleh ketiga pola lainnya. Fluktuasi permintaan bersifat acak atau tidak teratur.
- e. Melakukan peramalan dengan beberapa metode yang menghasilkan tingkat kesalahan yang kecil, agar dapat memperkirakan jumlah permintaan yang akan terjadi pada periode selanjutnya. Penentuan peramalan baik atau tidaknya menurut (Gaspersz, 2009) dilihat dari nilai *tracking signal* dimana *tracking signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. Suatu peramalan diperbaharui setiap minggu, bulan, atau triwulan, sehingga data permintaan yang baru dibandingkan terhadap nilai ramalan.
- f. Menghitung P optimal pemesanan menurut (Lukitosari v, 2012) yang dilakukan perusahaan untuk setiap kali pemesanan.

$$Q_o = \sqrt{\frac{2D(A + CuN)}{h}}$$

- g. Perhitungan nilai kekurangan barang selama lead time (Bahagia, 2006)

$$N = S_L [f(z_\alpha) - z_\alpha \Psi(z_\alpha)]$$

- h. Menghitung *service level* dan *safety stock* menurut (Lukitosari v, 2012) pada perusahaan bertujuan meredam fluktuasi permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh perusahaan sehingga meningkatkan *service level* dan mengurangi *out of stock*.
- i. Perhitungan *reorder point*
Reorder point merupakan pertimbangan yang harus ditentukan perusahaan untuk melakukan pemesanan ulang kepada supplier. (Lukitosari v, 2012)
- $$r = DL + ss$$
- j. Perhitungan nilai To (Bahagia, 2006)

$$T_o = \sqrt{\frac{2A}{Dh}}$$

- k. Perhitungan nilai α dan R (Bahagia, 2006)

$$\alpha = \frac{Th}{Cu}$$

$$R = D(T + L) + z_\alpha S \sqrt{T + L}$$

- l. Perhitungan ongkos total yang optimal.
 Dari data yang sudah diolah akan dilakukan perhitungan ongkos total berdasarkan kebijakan inventori sesuai dengan metode yang optimal dengan biaya yang minimum.
- j. Ulangi langkah h untuk mengubah $T_o = T_o + \Delta T_o$
- a. Jika hasil $(O_T)_0$ baru lebih besar dari $(O_T)_0$ awal, iterasi penambahan T_o dihentikan. Kemudian dicoba dengan iterasi pengurangan ($T_o = T_o - \Delta T_o$) sampai ditemukan nilai $T = T_o$ yang diberikan nilai ongkos minimal.
 - b. Jika hasil $(O_T)_0$ baru lebih kecil dari $(O_T)_0$ awal, iterasi penambahan ($T_o = T_o + \Delta T_o$) dilanjutkan dan baru berhenti apabila $(O_T)_0$ baru lebih besar dari $(O_T)_0$ yang dihitung sebelumnya. Harga T_o yang memberikan ongkos total terkecil (O_T) merupakan selang waktu optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang menjadi bahan penelitian adalah bahan baku bubuk *nylon* dengan kuantitas satu sak berisi 20 kg. Berikut dapat

dilihat pada Gambar 2 contoh kemasan untuk bubuk nylon yang digunakan di industri.



Gambar 2. Bahan baku bubuk *nylon*

Dalam memproduksi *finish goods* membutuhkan bahan baku sebanyak 2 gram. Satu kilogram bubuk *nylon* dapat menghasilkan 500 unit *finish goods*. Permintaan untuk bubuk *nylon* untuk periode 2018 sebesar :

Tabel 1. Kebutuhan Bubuk *Nylon* (Sak)

Demand	1	2	3	4	5	6
	2,67	2,79	3,05	3,02	2,31	1,89
	7	8	9	10	11	12
	4,02	2,74	2,73	4,2	1,93	2,37

Terdapat beberapa pertimbangan diperhatikan dalam menentukan metode kebijakan inventori optimal seperti melihat pergerakan barang, pola permintaan, harga barang serta penanganan persediaan yang dilakukan perusahaan. Berdasarkan pertimbangan dan kondisi aktual di perusahaan maka pendekatan yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan *out of stock* yang terjadi adalah dengan menggunakan pendekatan probabilistik *P back order*.

3.1 Data Kebijakan Perusahaan 2018

Kebijakan yang dilakukan perusahaan dalam mengatasi kekurangan bahan baku bubuk *nylon* untuk proses coating adalah dengan melakukan pergantian bahan baku bubuk *nylon* dengan bahan baku bubuk *plasco*. Pergantian bahan baku tersebut mengakibatkan turunnya kualitas produk yang menyebabkan terjadi pengembalian produk. Berikut merupakan data sekunder ongkos total inventori dihasilkan dari kebijakan perusahaan pada periode yang lalu. Pada Tabel 2 dapat dilihat data kebijakan inventori yang selama ini dilaksanakan di perusahaan mulai dari awal periode perencanaan sampai dengan akhir periode perencanaan (januari sampai dengan desember). Data aktual terdiri dari demand, persediaan, return (jumlah pengembalian), ongkos pesan, ongkos simpan,

ongkos beli, pajak yang dikeluarkan serta biaya perbaikan.

Berdasarkan data perusahaan pada tahun 2018 bahwa ongkos total inventori yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 443.124.402/tahun. Data pada Tabel 2 merupakan pembelian yang dilakukan perusahaan untuk pengadaan bahan baku bubuk *nylon* dan pembelian bahan baku bubuk *plasco* yang digunakan jika terjadinya *out of stock* yang dialami perusahaan. Penggunaan bahan baku bubuk *plasco* menyebabkan terjadinya pengembalian barang sehingga perusahaan harus melakukan proses *repair* dengan biaya yang cukup besar yakni sebesar Rp.127.440.000/tahun.

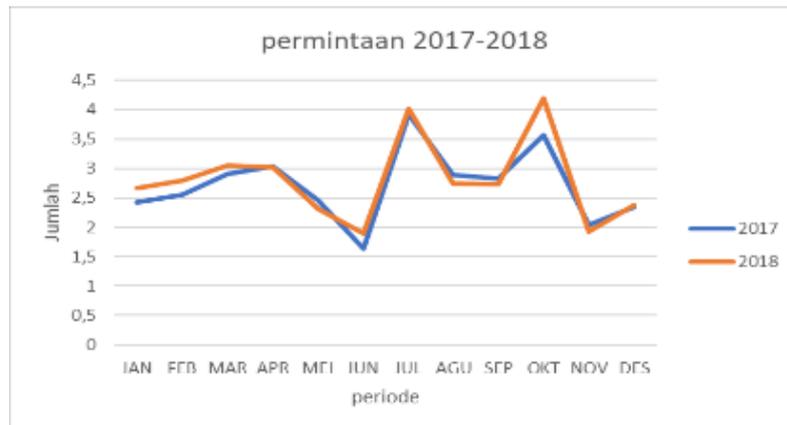
Penggunaan bubuk *plasco* dikarenakan *lead time* pemesanan darurat atau *emergency order* untuk pemesanan bubuk *nylon* adalah 1 minggu yang memiliki tarif 30% lebih mahal dari harga normal. Kebijakan yang dilakukan perusahaan adalah selalu memenuhi permintaan tanpa harus menunggu kedatangan bahan baku bubuk *nylon* dengan menggunakan bahan baku pengganti yaitu bubuk *plasco*. Untuk mengurangi jumlah produk *return* akibat pergantian material ini maka perusahaan harus melakukan proses *repair* dan melakukan *back order* untuk material yang dibutuhkan.

3.2 Peramalan

Penentuan pola permintaan menjadi dasar penggunaan metode peramalan permintaan. Langkah awal peramalan permintaan adalah melakukan plot data permintaan kebutuhan bahan baku bubuk *nylon* pada dua periode perencanaan pada tahun 2017-2018 yang akan berguna untuk melihat jenis pola permintaan. Gambar 3 menjelaskan pola data permintaan kebutuhan bubuk *nylon*.

Tabel 2. Kebijakan *Inventory* perusahaan

Periode	SO	P. Bubuk Plasco	Demand	Persediaan	Retun	O. Pesan	O Simpan	Ongkos Beli	Pajak	Repair	
Des				6	-	-	Rp. 87.500	-	-	-	
Jan	-	-	2,6652	3,3348	-	-	Rp .97.265	-	-	-	
Feb	-	-	2,7878	0,547	-	-	Rp. 23.931	-	-	-	
Mar	-	2,5074	3,0544	-2,5074	120	-	Rp. 36.566	-	-	Rp.20.059.200	
Apr	4	-	3,0212	0,9788	8020	Rp.58.010	Rp. 28.548	Rp 45.580.000	Rp 4.558.000	-	
Mei	-	1,3352	2,314	-1,3352	100	-	Rp. 19.472	-	-	Rp.10.681.600	
Jun	6	-	1,8926	4,1074	5200	Rp.58.010	Rp. 59.900	Rp 68.370.000	Rp 6.837.000	-	
Jul	-	-	4,02	0,0874	-	-	Rp. 2.549	-	-	-	
Agu	-	2,6556	2,743	-2,6556	500	-	Rp. 38.728	-	-	Rp.21.244.800	
Sep	9	-	2,7256	6,2744	7100	Rp.58.010	Rp .91.502	Rp 102.555.000	Rp 10.255.500	-	
Okt	-	-	4,2	2,0744	-	-	Rp. 60.503	-	-	-	
Nov	-	-	1,9256	0,1488	100	-	Rp. 6.510	-	-	-	
Des	-	2,2256	2,3744	-2,2256	100	-	Rp. 32.457	-	-	Rp 17.804.800	
Total							Rp.174.031	Rp.497.930	Rp.216.505.000	Rp21.650.500	Rp69.790.400
Total											Rp 443.124.402



Gambar 3. Pola Permintaan

Tabel 3. Perbandingan Hasil Peramalan Pola Musiman

Deskripsi	Winter	MA(3)	MA(4)	WMA(3)
MAD	0,12	0,54	0,54	0,57
MSE	0,027	0,57	0,57	0,62
MAPE	4,5%	21%	21%	22%

Pada Gambar 3 terlihat bahwa pola permintaan yang terjadi pada perusahaan adalah pola musiman. Hal ini diketahui pada periode Juni terjadi penurunan permintaan dikarenakan hari raya idul fitri dan dibulan juni di periode berikutnya juga mengalami hal yang sama. Permintaan yang terdapat pada Gambar 3 memiliki satuan besaran sak. Berdasarkan karakteristik dari pola permintaan dengan pola musiman, maka metode peramalan yang cocok untuk pola musiman yaitu *winter*, *moving average* dan *weight moving average*. Metode peramalan ini sangat cocok digunakan untuk pola musiman terlihat bahwa pola permintaan mengalami fluktuasi di setiap bulan dan mengalami pengulangan pada tahun berikutnya. Pada Tabel 3 bisa dilihat perbandingan hasil perhitungan tingkat kesalahan untuk setiap metode peramalan.

Pengolahan data peramalan permintaan dengan menggunakan 3 metode yang memiliki hasil berbeda. Dari tabel 3 diketahui bahwa metode *winter* yang menghasilkan tingkat kesalahan terkecil sehingga metode ini yang akan digunakan untuk meramalkan permintaan pada periode tahun berikutnya.

3.3 Metode Probabilistik P Back Order

Perhitungan probabilistik P *back order* menggunakan parameter sebagai berikut:

Tabel 4. Data Perhitungan

Diketahui	
Demand tahun 2018	33,7 Sak
Standar deviasi (S)	0,71 Sak
Leadtime (L)	3 bulan (0.25)/ tahun
Biaya pesan	Rp.58.010 /Pesan
Biaya Simpan	Rp.14.583Sak/Tahun
Biaya kekurangan	Rp.14.813.500/Sak
Harga bubuk Nylon	Rp. 11.395.000/Sak

Sebelum dilakukan perhitungan perlu diketahui notasi sigma yang digunakan dalam perhitungan yang akan dilakukan dalam penggunaan metode probabilistik sebagai berikut:

Indeks

- D Demand
- S Simpangan baku atau standar deviasi
- L *Lead time*/ waktu tunggu
- S_L Simpangan baku permintaan sampai waktu tunggu
- D_L Ekspektasi permintaan selama waktu tunggu
- A Biaya pesan
- H Biaya simpan
- C_u Biaya Kekurangan
- O_T Ongkos Total
- N Jumlah kekurangan persediaan setiap siklus

ss	Cadangan pengaman (<i>safety stock</i>)
μ	Tingkat pelayanan
α	Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan
$f(Z)$	Distribusi kemungkinan permintaan sebesar z
$Z\alpha$	Nilai Z pada distribusi normal untuk tingkat α
$\psi\alpha$	Ekspektasi parsial
R	Inventory maksimum yang diinginkan
T_0	Interval waktu antar pemesanan
q^*	Ukuran lot pemesanan
r^*	Jumlah <i>inventory</i> pada saat pemesanan kembali

Hasil perhitungan mdoel *P back order* dengan beberapa iterasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil perhitungan menggunakan metode probabilistik *P back order* bahwa waktu antar pemesanan setiap periodenya tetap dengan ukuran lot pemesanan yang bervariasi mengikuti batas dari inventori maksimum yang ada di perusahaan. Dalam hasil perhitungan yang sudah dilakukan interval waktu pemesanan hasil dari perhitungan T_0 sebesar 0,485 atau selama 177 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali, kemungkinan terjadi kekurangan persediaan (α) adalah sebesar 0,05% dari permintaan yang diinginkan konsumen. Jika permintaan konsumen sebesar 34 sak dalam satu tahun berarti kemungkinan terjadinya kekurangan sebesar 0,16 sak. Untuk menentukan ukuran lot maksimum dalam pemesanan dilihat dari selisih nilai tingkat persediaan maksimum R sebesar 26,83 sak, jika di gudang terdapat 6,83 sak maka ukuran lot yang dibutuhkan sebesar 20 sak atau sebesar 400 kg.

Dari kebijakan inventori menggunakan metode probabilistik *P back order* ongkos total inventori yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.423.241.858/tahun. Pehitungan dilakukan sebanyak 4 iterasi agar memperoleh kebijakan persedian yang optimal, dimana pada iterasi pertama dilakukan penambahan sebesar 0,1 dari interval waktu pemesanan, yang mengakibatkan terjadi kenaikan biaya sebesar Rp.52.561/tahun dari biaya total inventori awal. Dikarenakan terjadinya kenaikan biaya pada iterasi penambahan maka selanjutnya dilakukan iterasi pengurangan waktu antar pemesanan sebesar

0,1 pada iterasi berikutnya. Dari iterasi pengurangan yang dilakukan dihasilkan penurunan biaya total inventori sebesar Rp.17.442/tahun. Karena terjadi penurunan biaya total inventori pada iterasi pengurangan, maka pada iterasi berikutnya dilakukan pengurangan kembali untuk waktu antar pemesanan kembali, iterasi pengurangan terus dilakukan sampai biaya total inventori yang dikeluarkan dalam satu tahun mengalami kenaikan. Dari pengolahan data yang sudah dilakukan maka diperoleh ongkos total untuk setiap iterasi seperti ditampilkan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 6 maka kebijakan inventori dengan pendekatan probabilistik *P back order* adalah waktu antar pemesanan setiap 0,305 tahun atau setiap 112 hari baru dilakukan pemesanan kembali, dengan ukuran lot pemesanan sebesar 20,60 sak, cadangan pengaman atau *safety stock* sebesar 1,86 sak atau sebesar 20 kg, dengan biaya total persediaan sebanyak Rp.423.176.186/tahun.

Kebijakan Inventori untuk perencanaan periode yang akan datang

Kebijakan yang dilakukan untuk perencanaan pada periode yang akan datan dapat menggunakan metode probabilistik *P back order* dengan memperkirakan permintaan menggunakan metode *winter* hasil peramalan sebanyak 33,32 sak/tahun. Hasil pengolahan data meggunakan model *P back order* untuk tahun 2019 dengan beberapa iterasi yang dilakukan, ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 5. Perhitungan Probabilistik P *Back Order*

Variabel Keputusan	Rumus	Hasil	Iterasi Penambahan (0,1)	Iterasi Pengurangan (0,1)	Iterasi Pengurangan (0,08)	Iterasi Pengurangan (0,05)
T*	$T = \sqrt{\frac{2A}{Dh}}$	0,4857	0,5857	0,3857	0,3057	0,2557
A	$\alpha = \frac{Th}{C_u}$	0,0005	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003
Z α		3,3	3,3	3,4	3,5	3,5
f(z α)	Tabel Distribusi Normal	0,0017	0,0017	0,0012	0,0012	0,0012
$\Psi(z\alpha)$		0,00013	0,00013	0,00009	0,00009	0,00009
R	$R = DT + DL + Z\alpha\sqrt{T + L}$	26,83	30,33	23,37	20,60	18,83
SS	$S_S = z_\alpha \times S\sqrt{T + L}$	2,01	2,15	1,93	1,86	1,77
N	$N = S\sqrt{T + L} [f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)]$	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,0004
OT	$o_T = D_p + \frac{A}{T} + h\left(R - DL - \frac{D \cdot T}{2}\right) + \frac{C_u}{T} N$	Rp 423.241.858	Rp 423.294.419	Rp 423.193.628	Rp 423.176.186	Rp 423.178.359

Tabel 6. Perhitungan Probabilistik P Back order

T*	R*	SS	N	η	O _T (Rp)
0,58	30,33	2,15	0,0008	99,990%	423.294.419
0,48	26,83	2,02	0,0008	99,991%	423.241.858
0,38	23,37	1,93	0,0005	99,994%	423.193.628
0,30	20,60	1,86	0,0005	99,994%	423.176.186
0,25	18,83	1,77	0,0004	99,995%	423.178.359

Tabel 7. Perhitungan Probabilistik P Back Order 2019

Variabel Keputusan	Rumus	Hasil	Iterasi Penambahan (0,01)	Iterasi Pengurangan (0,05)	Iterasi Pengurangan (0,08)	Iterasi Pengurangan (0,01)
T*	$T = \sqrt{\frac{2A}{Dh}}$	0,488	0,538	0,438	0,358	0,348
α	$\alpha = \frac{Th}{C_u}$	0,000	0,001	0,000	0,0001	0,000
Z α	Tabel distribusi	3,300	3,300	3,400	3,400	3,500
f(z α)		0,002	0,002	0,001	0,001	0,009
$\Psi(z\alpha)$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
R		$R = DT + DL + Z\alpha\sqrt{T + L}$	26,506	28,236	24,830	22,050
SS	$S_S = z_\alpha \times S\sqrt{T + L}$	1,885	1,948	1,875	1,763	1,800
N	$N = S\sqrt{T + L} [f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)]$	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,005
OT	$o_T = D_p + \frac{A}{T} + h\left(R - DL - \frac{D \cdot T}{2}\right) + \frac{C_u}{T} N$	Rp 418.424.755	Rp 418.451.843	Rp 418.394.624	Rp 418.363.268	Rp 418.484.174

Hasil dari perhitungan menggunakan metode probabilistik didapatkan bahwa metode probabilistik *P back order* setiap periodenya tetap dan untuk ukuran lot pemesanan yang bervariasi mengikuti batas dari inventori maksimum yang ada di perusahaan. Dalam hasil perhitungan yang sudah dilakukan interval waktu pemesanan hasil dari perhitungan T_0 sebesar 0,488 atau selama 179 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali, kemungkinan terjadi kekurangan persediaan untuk yang akan datang adalah α sebesar 0,0005 atau 0,05% dari permintaan yang diinginkan konsumen. Jika permintaan konsumen sebesar 33,33 sak dalam satu tahun berarti kemungkinan terjadinya kekurangan sebesar 0,16 sak. Untuk menentukan ukuran lot maksimum yang dalam pemesanan dilihat dari selisih nilai tingkat persediaan maksimum R sebesar 26,50 sak, jika di gudang terdapat 6,50 sak maka ukuran lot yang dilakukan sebesar 20 sak atau sebesar 400 kg. Kebijakan dari cadangan pengaman yang harus perusahaan siapkan di gudang sebesar 1,8 sak atau sekitar kurang dari 40 kg yang harus di siapkan oleh perusahaan, cadangan pengaman berfungsi untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh perusahaan atau mengantisipasi kekurangan bahan baku yang besarnya nilai kekurangan yang sering terjadi setiap siklusnya sebesar 0,001 atau sebesar 0,014 kg. Dari kebijakan inventori menggunakan metode probabilistik *P back order* ongkos total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp.418.424.755/tahun. Ongkos total yang dihasilkan dari kebijakan inventori dari hasil perhitungan probabilistik *P back order* diketahui bahwa besarnya biaya total inventori dipengaruhi oleh harga bahan baku yang sangat mahal. Selain itu ongkos total

inventori juga dipengaruhi oleh biaya simpan yang sebesar Rp.14.583 sak/tahun.

Untuk mendapatkan kebijakan inventori yang optimal dilakukan kembali beberapa iterasi seperti pada Tabel 7. Iterasi awal melakukan penambahan sebesar 0,01 dari interval waktu pemesanan, dihasilkan kenaikan biaya total inventori sebesar Rp.27.000/tahun, karena terjadi kenaikan biaya pada iterasi penambahan maka dilakukan iterasi pengurangan sebesar 0,05. Pada iterasi pengurangan, biaya total inventori mengalami penurunan sebesar Rp.30.000 /tahun. Terjadinya penurunan biaya pada iterasi pengurangan menyebabkan iterasi pengurangan dilakukan secara terus menerus sampai biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun mengalami kenaikan. Tabel 8 merupakan hasil pengolahan data untuk setiap iterasi.

Dari Tabel 8 diperoleh kebijakan inventori probabilistik *P back order* untuk periode yang akan datang dengan nilai interval waktu pemesanan setiap 0,358 tahun atau setiap 130 hari baru dilakukan pemesanan kembali, dengan ukuran lot pemesanan sebesar 22,05 sak, cadangan pengaman atau *safety stock* sebesar 1,76 sak atau sebesar kurang dari 40 kg, dengan biaya total persediaan sebanyak Rp.418.363.268/tahun.

Kebijakan yang dilakukan untuk periode tahun 2019 menggunakan probabilitik *P back order* dilakukan pemesanan sebanyak tiga kali pemesanan dalam satu tahun dengan tingkat service level mencapai 99,994%. Metode ini sangat disarankan agar mengurangi terjadi pengembalian dengan menggunakan bahan baku bubuk pengganti atau bahan baku bubuk *plasco* dan dapat mengurangi biaya penggunaan dalam proses *repair*.

Tabel 8. Perencanaan Kebijakan Inventori Model *P back order*

T^*	R^*	SS	N	$\eta(\%)$	O_T (Rp)
0,54	28,24	1,95	0,0008	99,9	418.451.843
0,49	26,51	1,89	0,0007	99,9	418.424.755
0,44	24,83	1,88	0,0005	99,9	418.394.624
0,36	22,05	1,76	0,0005	99,9	418.363.268
0,35	21,75	1,80	0,0045	99,9	418.484.174

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan terhadap kebutuhan bahan baku bubuk *nylon* maka diperoleh beberapa kesimpulan yang dihasilkan sebagai usulan kebijakan inventori optimal sebagai berikut:

1. Waktu pemesanan bahan baku bubuk *nylon* setiap 0,358 tahun atau setiap 130 hari setiap kali pemesanan.
2. Besar *safety stock* yang sebaiknya perusahaan sediakan sebesar 1,76 sak dan ukuran lot pemesanan selisih dari inventori maksimum dengan jumlah stok yang ada saat pemesanan dilakukan selisih dari inventori maksimum sebesar 22,05 sak.
3. Ongkos total yang dikeluarkan perusahaan dengan perkiraan permintaan sebesar 33,33 sak akan mengeluarkan ongkos total sebesar Rp. 418.363.268/tahun untuk memenuhi permintaan *finish goods* dengan tingkat *service level* mencapai 99,994%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pindahan bahan* (3rd ed.). Bandung: ITB.
- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi* (Revisi). Jakarta: FE UI.
- Bahagia, S. N. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ernawati, Y., & Sunarsih, D. (2008). Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik Dengan "Back Order Policy." *Jurnal Matematika*, Vol. 11, N.
- Fatma, E., & Pulungan, D. S. (2018). Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan Backorder dan Lost sales. *Jurnal Teknik Industri*.
<https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no.1.38-48>
- Gaspersz, V. (2009). *Planing and Inventory Control Berdasarkan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Handoko, T. (2015). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi* (1st ed.). Yogyakarta: BPFE.
- Heizer dan Render. (2011). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Persediaan*. Jakarta: Grasindo.
- Indiyanto, R. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produk*. Surabaya: Yayasan Humaniora.
- Lukitosari v. (2012). Penentuan Kuantitas Optimal Dan Reorder Point Pada Persediaan Suku Cadang Dengan Distribusi Gamma. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 2012. - Pp.33-39, Vol. 9.
- N. S. Dini, H. Haryono, and S. S. (2010). Peramalan Kebutuhan Premium dengan Metode ARIMAX untuk Optimasi Persediaan di Wilayah TBBM Madiun. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1, pp.
- Nasution, A. H. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Yayasan Humaniora.
- Neera Puri Novianti, Fitriani Agustina, R. M. (2019). Peramalan Inventori Optimal Untuk Bahan Baku Menggunakan Metode Probabilistik P Kasus Back Order. *Jurnal Eurekamatika*, Vol 7, No.
- Ristono Agus. (2013). *Analisis Pengendalian persediaan bahan baku rokok pada PT.Gentong gentori Semarang guna Meningkatkan Efisiensi Biaya Persediaan [Journal]*. Vol. 5.-.
- Riyani, D. D., Febianti, E., & M. Adha Ilhami. (2015). Evaluasi dan Perbandingan Kebijakan Persediaan Probabilistik Menggunakan Model P di PT. X. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 3, No.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Taufiq, A. & Slamet, A. (2014). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity (Eoq) pada Salsa Bakery Jepara. *Management Analysis Journal*. 3.
- W. J. Stevenson and M. Hojati. (2002). *Operations Management*. New York.