

Analisis Pengendalian Persediaan *Spare Part* Mesin Produksi di PT. Prima Sejati Sejahtera dengan Metode *Continuous Review*

Endah Budiningsih^{*1)} dan Wakhid Ahmad Jauhari²⁾

^{1,2)}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Jebres, Surakarta, 57126, Indonesia

Abstract

PT. Prima Sejati Sejahtera as one of the subsidiaries of PT. Pan Brothers Tbk. which is engaged in garment production. The company's mechanical department in managing spare part inventory is still using intuitive method, where the number of spare part order for certain periods based on spare part demands data onto the previous period. The company's mechanical department often stock out of spare parts. Spare part's inventory management becomes a complex issue because of the need for fast response to handle the downtime of machines, and the risk of obsolescence of spare parts. So in this research will discuss about spare part inventory control which is started with spare parts grouping by using ABC analysis method to determine the appropriate inventory control method for each group. There are 23 spare parts which included in group A. The forecast of spare part's demands to use Croston, Syntetos-Boylan Approximation (SBA) and Single Exponential Smoothing (SES). Comparison of each forecasting method will be determined by the value of forecasting errors (MAD). It is known that there are 12 spare parts with Croston method in the best forecasting method, 6 spare parts in Syntetos-Boylan Approximation (SBA) method and 5 spare parts with Single Exponential Smoothing (SES) method. Based on the best forecasting result, it will be calculated the value of safety stock (SS), reorder point (ROP) and the optimal number of ordering (Q) using Continuous Review method for each spare part.

Keywords: Inventory, Continuous Review, Spare Part

1. Pendahuluan

Availability (ketersediaan) dan *reliability* (keandalan) mesin merupakan aspek penting bagi perusahaan yang menggunakan mesin dalam melakukan proses bisnisnya. Kedua aspek tersebut menjaga mesin agar dalam keadaan yang ideal. *Availability* dan *reliability* sangat erat kaitannya dengan kegiatan *maintenance*. Salah satu faktor lancarnya eksekusi kegiatan *maintenance* adalah tersedianya *spare part* (suku cadang) mesin. Untuk eksekusi kegiatan *maintenance* berjalan dengan baik persediaan *spare part* harus terjaga dalam jumlah tertentu agar bisa menyeimbangkan dengan permintaan *spare part* yang dibutuhkan (Kharisma, 2013). Menurut Bacchetti dan Saccani (2011) ada beberapa aspek yang membuat permintaan *spare part* dan manajemen persediaan *spare part* menjadi masalah yang kompleks, yaitu tingginya jumlah *spare part* yang dikelola dan adanya pola permintaan yang *intermittent* ataupun *lumpy*. Permintaan *intermittent* adalah permintaan yang berlangsung dalam interval waktu yang tidak teratur dan kuantitas yang sangat bervariasi. Sedangkan permintaan *lumpy* adalah permintaan yang tidak merata dalam hal waktu dan jumlah yang dibutuhkan bervariasi, selain itu memerlukan lebih banyak investasi dalam persediaan atau waktu respon yang lebih lama daripada yang telah diprediksi.

PT. Prima Sejati Sejahtera sebagai salah satu anak entitas perusahaan PT. Pan Brothers Tbk. bergerak dalam bidang garment memproduksi berbagai jenis *style* dari *brand* ternama seperti Adidas, The North Face, Uniqlo dan lain sebagainya. Di perusahaan ini memiliki departemen mekanik yang mengelola masalah *maintenance* mesin produksi maupun persediaan *spare part*. Berdasarkan wawancara dengan salah satu staff yang menangani masalah persediaan *spare part*, departemen tersebut belum menggunakan metode-metode tertentu dalam mengelola persediaan *spare part* nya. Departemen mekanik dalam mengelola persediaan *spare part* masih menggunakan metode yang intuitif, dimana jumlah pemesanan *spare part* pada periode tertentu berdasarkan data permintaan *spare part* pada periode sebelumnya. Sehingga seringkali mengalami *stock out spare part* di gudang. Manajemen persediaan *spare part* menjadi masalah yang kompleks karena perlunya respon yang cepat untuk menangani *downtime* mesin produksi, dan adanya resiko keusangan *spare part*. Atas dasar permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan dibahas mengenai pengendalian persediaan *spare part* yaitu diawali dengan pengelompokan *spare part* dengan menggunakan metode analisis ABC untuk menentukan cara pengendalian persediaan yang sesuai, kemudian melakukan peramalan permintaan *spare part* menggunakan metode Croston, Syntetos-Boylan Approximation (SBA) dan Single Exponential Smoothing (SES). Perbandingan setiap metode peramalan tersebut akan dilihat berdasarkan nilai *error* peramalan, sehingga dapat ditentukan metode peramalan yang tepat untuk masing-masing *spare part*

* Correspondance : endahb@student.uns.ac.id

mesin produksi di PT. Prima Sejati Sejahtera. Berdasarkan hasil peramalan terbaik akan dihitung nilai *safety stock*, titik pemesanan ulang atau *Reorder Point (ROP)* dan jumlah pemesanan yang optimal menggunakan metode *Continuous Review* untuk masing-masing *spare part*. Selain itu juga menghitung total biaya persediaan pada masing-masing *spare part*.

2. Metode Penelitian

Adapun metodologi penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi masalah, perumusan masalah, penentuan batasan masalah, dan penentuan asumsi yang digunakan. Kemudian pada tahap pengumpulan dan pengolahan data, data yang digunakan adalah data permintaan dan harga *spare part* dari bulan Januari 2016 sampai Desember 2016. Langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Merekapitulasi permintaan *spare part* dan harga pembelian *spare part*. Dari data tersebut dilakukan analisis ABC untuk menentukan *spare part* yang masuk dalam kategori kelompok A. Untuk menentukan volume analisis ABC, permintaan tahunan dari setiap barang persediaan dihitung dan dikalikan dengan harga per unit. Barang kelas A adalah barang-barang dengan volume investasi tahunan tinggi.
- Melakukan peramalan permintaan *spare part* yang masuk dalam kategori kelompok A dengan 3 metode, yaitu Metode *Croston*, *Syntetos-Boylan Approximation* dan *Single Exponential Smoothing*. Penentuan metode peramalan terbaik berdasarkan nilai MAD yang terkecil diantara 3 metode tersebut.
- Melakukan perhitungan jumlah pemesanan optimal (Q), ROP dan *Safety Stock spare part* kelompok A dengan menggunakan metode *Continuous Review*. Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah permintaan *spare part* berdistribusi normal, *lead time* diasumsikan tetap yaitu 7 hari untuk semua *spare part*, biaya penyimpanan *spare part* per unit sebesar 16% dari biaya pembelian nya, biaya *backorder* sebesar 20% dari biaya pembelian *spare part* per unit serta tidak ada *minimum order* kepada *supplier* untuk setiap *spare part*. Metode *continuous review* (model Q) merupakan metode persediaan dimana tingkat persediaan dimonitor secara terus-menerus, sehingga bila tingkat persediaan telah mencapai titik ROP (*reorder point*) pemesanan harus segera dilakukan. ROP ditetapkan untuk setiap stock keeping unit sebagai ramalan permintaan selama waktu tunggu pengisian (panjang waktu tunggu untuk *resupply* dari *wholesale*, atau area *warehouse* ditambah *stock* pengaman). ROP dan *stock* pengaman ditentukan secara konvensional.
- Setelah didapatkan nilai Q, ROP dan SS dari setiap *spare part* kelompok A, maka dilakukan perhitungan total biaya persediaannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengelompokan Spare Part dengan Analisis ABC

Menurut Assauri (2004) menyatakan bahwa dalam penentuan kebijaksanaan pengawasan persediaan yang ketat dan agak longgar terhadap jenis-jenis bahan yang ada dalam persediaan, maka dapat digunakan metode analisis ABC. Dari hasil pengolahan data didapatkan pengelompokan *spare part* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan Spare Part dengan Analisis ABC

Kelompok Spare Part	Jumlah Item Spare Part	Persentase	Nilai Investasi	Persentase
Kelompok A	23	15,07%	Rp 477.618.150	70,19%
Kelompok B	40	27,40%	Rp 136.374.810	20,04%
Kelompok C	83	57,53%	Rp 66.496.000	9,77%
Total	146	100%	Rp 680.489.343	100%

Dengan adanya pengelompokan ini maka perlu diterapkan kebijakan persediaan yang berbeda untuk ketiga kelompok ini. Kelompok A memiliki investasi yang tinggi sehingga pencatatan persediaan *spare part* ini harus diawasi lebih rutin serta penentuan jumlah kuantitas pesanan dan *safety stock spare part* dalam kelompok A harus lebih hati-hati dan akurat dibandingkan dengan kelompok B maupun kelompok C. Sedangkan penentuan jumlah pesanan *spare part* dalam kelompok B maupun C cukup berdasarkan rata-rata penggunaan *spare part* tersebut pada periode sebelumnya.

Dalam hal keamanan, keamanan *spare part* pada kelompok A dan B menjadi prioritas hal ini untuk menekan resiko kerugian yang bisa diakibatkan oleh adanya kehilangan, kerusakan dan pencurian *spare part* – *spare part* tersebut. Selain itu, *spare part* dalam kelompok A memerlukan peramalan permintaan yang lebih akurat dibandingkan *spare part* dalam kelompok B dan C.

3.2 Penentuan Metode Peramalan Terbaik untuk Masing-Masing Spare Part

Peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis (Gasperzs, 2005). Hasil ramalan tidak selalu tepat atau sesuai dengan keadaan yang akan terjadi maka perlu dilihat nilai dari kesalahan peramalan atau keakuratan peramalan dari hasil peramalan data historis tersebut, jika nilai kesalahan peramalan kecil maka hasil peramalan tersebut lebih akurat (Triani Rahayu Putri, 2011). Maka, setiap *spare part* dalam kelompok A dilakukan peramalan permintaan dengan menggunakan ketiga metode tersebut. Kemudian dilakukan pemilihan metode peramalan terbaik berdasarkan nilai MAD nya. Metode peramalan permintaan dengan MAD terkecil merupakan metode terbaik.

a. Metode Croston

Berdasarkan penelitian Willem, et al. (1994), *Croston's method* menyediakan hasil peramalan yang lebih akurat dibandingkan *exponential smoothing*. Metode ini digunakan untuk meramal permintaan yang bersifat *lumpy*, yaitu permintaan yang kejadian tidak setiap periode dan mempunyai variansi yang tinggi, sehingga metode ini ditujukan untuk menghitung peramalan pada periode yang tidak terjadi permintaan atau nol permintaannya.

Pada metode *Croston*, peramalan permintaan dilakukan setelah terjadinya permintaan. Sehingga pada spare part CL 1/16 NS ini peramalan permintaan mulai dilakukan pada periode ke 4. Pada periode ke-4 permintaan tidak sama dengan nol ($X(t) \neq 0$) sehingga digunakan persamaan yang kedua sebagai berikut :

1) Forecast Size (St)

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (1)$$

$$S_t = 0,2(10) + (1 - 0,2)(12,8)$$

$$S_t = 12,24$$

2) Forecast Interval (It)

$$I_t = \alpha q + (1 - \alpha) I_{t-1} \quad (2)$$

$$I_t = 0,2(1) + (1 - 0,2)1,2$$

$$I_t = 1,36$$

3) Forecast (Mt)

$$M_t = \frac{S_t}{I_t} \quad (3)$$

$$M_t = \frac{12,24}{1,36}$$

$$M_t = 9$$

4) Forecast Error

$$E = \text{Actual demand} - \text{Demand forecast} \quad (4)$$

$$E = 10 - 9$$

$$E = 1$$

5) MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |X_t - F_t|}{N} \quad (5)$$

$$MAD = 6,22$$

b. Metode Syntetos Boylan Approximation

Metode *Syntetos-Boylan Approximation* (SBA) merupakan koreksi terhadap metode *Croston*. Syntetos dan Boylan (2005) menunjukkan metode *Croston* yang asli adalah bias. Untuk memperbaiki bias tersebut maka Syntetos dan Boylan mengusulkan mengurangi metode peramalan *Croston* dengan sebuah faktor $(1 - \alpha)$. Sehingga metode SBA tidak jauh berbeda dengan metode *Croston*, yang membedakan hanya paada perhitungan permalan permintaannya dimana dikalikan dengan $(1 - \alpha)$.

1) Forecast Size (St)

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (1)$$

$$S_t = 0,2(10) + (1 - 0,2)(12,8)$$

$$S_t = 12,24$$

2) Forecast Interval (It)

$$I_t = \alpha q + (1 - \alpha) I_{t-1} \quad (2)$$

$$I_t = 0,2(1) + (1-0,2)1,2$$

$$I_t = 1,36$$

3) *Forecast* (M_t)

$$M_t = (1-\alpha) \frac{S_t}{I_t} \quad (6)$$

$$M_t = (1-0,2) \frac{12,24}{1,36}$$

$$M_t = 8,1$$

4) *Forecast Error*

$$E = \text{Actual demand} - \text{Demand forecast} \quad (4)$$

$$E = 10 - 8,1$$

$$E = 1,9$$

5) MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |X_t - F_t|}{N} \quad (5)$$

$$MAD = 6,32$$

c. Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode ini banyak digunakan karena sederhana, efisien dalam perhitungan, perubahan peramalan mudah disesuaikan dengan perubahan yang ada, dan ketelitian metode ini cukup besar. Berikut contoh perhitungan metode *Single Exponential Smoothing* pada periode 9:

1) *Forecast Size* (S_t)

$$FSES = \alpha A_{t-1} + (1-\alpha) FSES_{t-1} \quad (7)$$

$$FSES = 0,2(10) + (1-0,2)5,56$$

$$FSES = 6,44$$

2) *Forecast Error*

$$E = \text{Actual demand} - \text{Demand forecast} \quad (4)$$

$$E = 10 - 6,44$$

$$E = 3,56$$

3) MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |X_t - F_t|}{N} \quad (5)$$

$$MAD = 6,54$$

Dari 23 *spare part* dalam kelompok A yang dilakukan peramalan permintaan untuk 12 periode kedepan diketahui bahwa terdapat 12 *spare part* dengan metode *Croston* sebagai metode peramalan permintaan terbaik. Kemudian terdapat 6 *spare part* dengan metode *Syntetos-Boylan Approximation* (SBA) sebagai metode peramalan terbaik. Sedangkan *spare part* dengan metode peramalan terbaik *Single Exponential Smoothing* (SES) terdapat 5 *spare part*.

3.3 Pengolahan Data Standar Deviasi *Demand* Selama *Lead Time* (σDL)

Berikut merupakan contoh perhitungan standard deviasi permintaan selama *lead time* pada *spare part* Abrasive Belt:

$$\sigma DL = \sqrt{\text{Leadtime} \times MAD} \quad (8)$$

$$\sigma DL = \sqrt{0,02 \times 80,8}$$

$$\sigma DL = 11,19$$

σDL merupakan standar deviasi dari permintaan selama *lead time* berlangsung. σDL digunakan untuk menganalisis seberapa besar nilai penyimpangan permintaan yang terjadi saat pemesanan *spare part* ke *supplier*. Nilai standar deviasi selama *leadtime* beragam untuk masing-masing *spare part*. Hal tersebut menunjukkan bahwa permintaan selama *lead time* untuk masing-masing *spare part* bervariasi. Nilai σDL yang besar menunjukkan penyimpangan yang besar terhadap *mean* dari data. Semakin besar nilai σDL menunjukkan hal yang kurang baik karena penyimpangan permintaan selama *lead time* akan menimbulkan kemungkinan terjadinya permintaan yang sangat besar sehingga apabila *safety stock* tidak mencukupi akan terjadi *stock out*. Tetapi yang perlu digaris bawahi dalam hal ini adalah standar deviasi yang telah dihitung

merupakan standar deviasi dari kesalahan peramalan permintaan bukan standar deviasi dari variansi jumlah permintaan *spare part* tersebut.

3.4 Penentuan Jumlah Pemesanan Optimal (Q), *Reorder Point* (ROP) dan *Safety Stock* (SS)

Berikut merupakan contoh perhitungan tingkat persediaan *spare part* Lampu LED dengan metode *continuos review*. Sebelum melakukan iterasi perlu ditentukan beberapa komponen biayanya yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya *backorder*.

Perhitungan biaya pemesanan dilakukan dengan mengambil beberapa komponen biaya pemesanan dari Rangkuti (2007) antara lain biaya telepon dan biaya surat menyurat. Tetapi di perusahaan ini proses pemesanan sudah tidak menggunakan surat-menyurat melainkan melalui *email* ke *supplier*.

Biaya telepon sebesar Rp 1.250,00 setiap pemesanan. Biaya internet sebesar Rp 6.144,00 setiap pemesanan. Berdasarkan komponen biaya pemesanan tersebut, maka total biaya pemesanannya sebesar Rp 7.394,00 setiap satu kali pesan. Sedangkan untuk biaya penyimpanannya diasumsikan sebesar 16% per tahunnya dari biaya pembelian per unit *spare part*. Kemudian untuk biaya *back order* diasumsikan sebesar 20% dari harga pembelian *spare part* per unit.

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemesanan} &= \text{Rp } 6.144,00 + \text{Rp } 1.250,00 \\ &= \text{Rp } 7.394,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya penyimpanan} &= 16\% \times \text{harga beli } \textit{spare part} \text{ per unit} \\ &= 16\% \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 11.200,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya } \textit{backorder} &= 20\% \times \text{harga beli } \textit{spare part} \text{ per unit} \\ &= 20\% \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000,00 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan algoritma pada metode *continuos review* maka dapat didapatkan iterasi-iterasi sebagai berikut:

a. Iterasi 1

Menghitung q_{01}

$$q_{01} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (9)$$

$$q_{01} = \sqrt{\frac{2(7394)(544)}{11200}}$$

$$q_{01} = 26,80$$

Berdasarkan q_{01} , dapatkan nilai k_{01} dengan persamaan

$$F_s(k) = 1 - \frac{qh}{\Pi D} \quad (10)$$

$$F_s(k) = 1 - \frac{(26,80)(11200)}{(14000)(544)}$$

$$F_s(k) = 0,9606$$

$$k_{01} = 1,76$$

b. Iterasi 2

Gunakan k_{01} untuk mendapatkan q_{02} dengan persamaan

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2D(A + \Pi\sigma\sqrt{L}\{f_s(k) - k[1 - F_s(k)]\})}{h}} \quad (11)$$

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2(544)(7394 + (14000)(3,49)\{0,0851 - 1,76[1 - 0,9606]\})}{11200}}$$

$$q_{02} = 28,17$$

Nilai $f_s(k)$ dan $F_s(k)$ dapat dicari dengan menggunakan fungsi pada Ms. Excel $f_s(k)$ dapat dicari dengan $\text{normdist}(k,0,1,0)$ sedangkan $F_s(k)$ dapat dicari dengan $\text{normdist}(k,0,1,1)$. Gunakan q_{02} , dapatkan nilai k_{02} dengan persamaan:

$$F_s(k) = 1 - \frac{qh}{\Pi D} \quad (10)$$

$$F_s(k) = 1 - \frac{(28,17)(11200)}{(14000)(544)}$$

$$F_s(k) = 0,9586$$

$$k_{02} = 1,73$$

c. Iterasi 3

Gunakan k_{02} untuk mendapatkan q_{03} dengan persamaan:

$$q_{03} = \sqrt{\frac{2D(A + \Pi\sigma\sqrt{L}\{f_s(k) - k[1 - F_s(k)]\})}{h}} \quad (11)$$

$$q_{03} = \sqrt{\frac{2(544)(7394 + (14000)(3,49)\{0,0887 - 1,36[1 - 0,9586]\})}{11200}}$$

$$q_{03} = 28,25$$

Gunakan q_{03} , dapatkan nilai k_{03} dengan persamaan:

$$F_s(k) = 1 - \frac{qh}{\Pi D} \quad (10)$$

$$F_s(k) = 1 - \frac{(28,25)(11200)}{(14000)(544)}$$

$$F_s(k) = 0,9586$$

$$k_{03} = 1,73$$

Pada iterasi ketiga diketahui bahwa nilai k_{03} sama dengan nilai k_{02} yaitu sebesar 1,73 sehingga dapat diketahui $q^* = q_{03}$ yaitu sebesar 29 unit dan $k^* = k_{03}$ yaitu sebesar 1,73 serta iterasi selesai. Untuk menentukan *reorder point* (ROP) dan *safety stock* (SS) dapat dihitung sebagai berikut:

a. *Reorder Point* (ROP)

$$ROP = (D \times L) + (k \times \sigma DL) \quad (12)$$

$$ROP = (544 \times 0,02) + (1,73 \times 3,49)$$

$$ROP = 17 \text{ unit}$$

b. *Safety Stock* (SS)

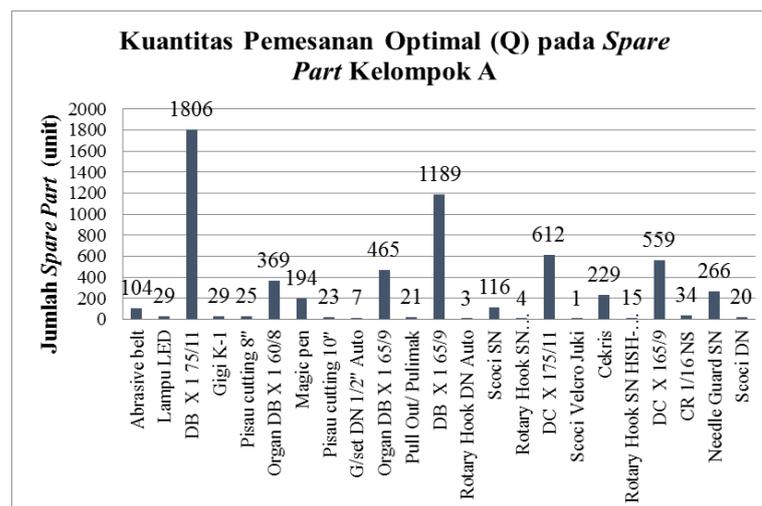
$$SS = (k \times \sigma DL) \quad (13)$$

$$SS = (1,73 \times 3,49)$$

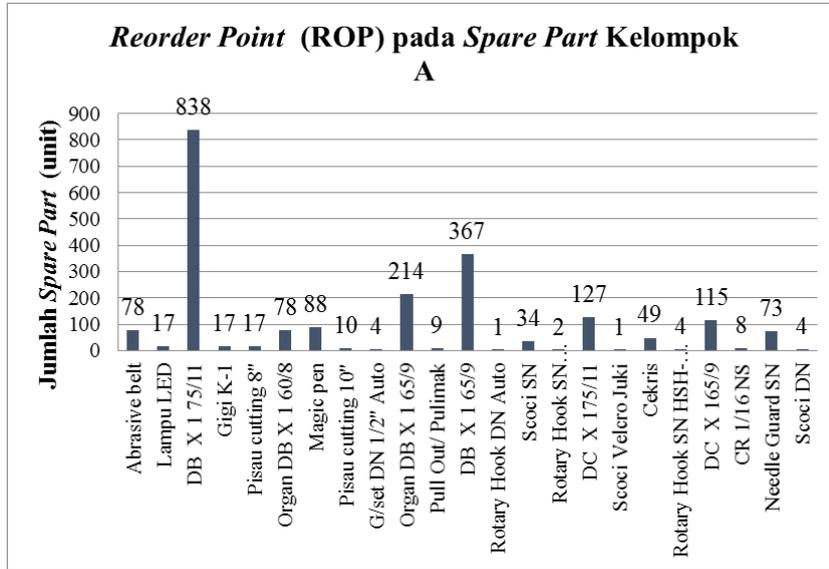
$$SS = 7 \text{ unit}$$

Penentuan jumlah pemesanan optimal (Q) masing-masing *spare part* menggunakan metode *continuous review* dimana dalam mendapatkan nilai Q dan *safety factor* (k) memerlukan beberapa kali iterasi. Sebagian besar *spare part* hanya memerlukan 3 kali iterasi dan sebagian kecil dari keseluruhan *spare part* memerlukan lebih dari 3 kali iterasi untuk mendapatkan nilai Q dan k yang optimal.

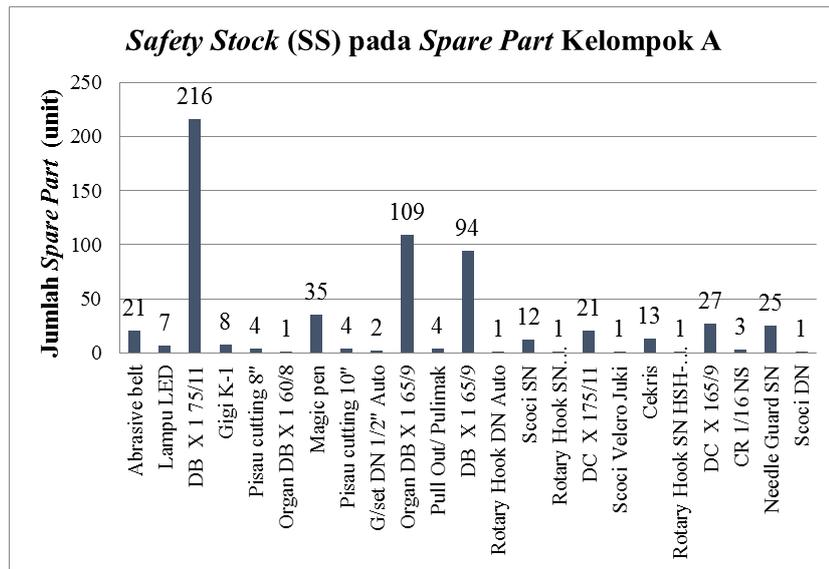
Spare part yang memiliki nilai Q terbesar diantara keseluruhan *spare part* adalah jarum DB X 1 65/9 yaitu sebesar 1189 unit karena memang *demand* nya dalam satu tahun paling besar diantara yang lain. Sedangkan *spare part* yang memiliki nilai Q terkecil adalah scoci velcro juki yaitu sebesar 1 unit. Nilai Q untuk setiap *spare part* dapat dilihat pada Gambar 1. Grafik pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan nilai titik pemesanan kembali atau ROP dan *safety stock* untuk setiap *spare part*. Dari grafik tersebut terlihat bahwa *spare part* yang memiliki *demand* yang kecil dalam setahun dan nilai investasinya cukup besar memiliki nilai *safety stock* yang kecil hal ini dikarenakan permintaannya cukup fluktuatif sehingga apabila *safety stock* nya cukup tinggi maka resiko perusahaan menanggung kerugian yang diakibatkan oleh keusangan *spare part* maupun pencurian semakin besar.



Gambar 1. Grafik Kuantitas Pemesanan Optimal (Q) pada *Spare Part* Kelompok A



Gambar 2. Grafik Reorder Point (ROP) pada Spare Part Kelompok A



Gambar 3. Grafik Safety Stock (ROP) pada Spare Part Kelompok A

Safety stock merupakan jumlah persediaan yang dijaga kuantitas nya untuk tetap ada agar dapat digunakan untuk mengantisipasi permintaan selama *lead time* yang tidak menentu. Gambar 3 menunjukkan jumlah *safety stock* yang beragam untuk setiap *spare part*. Jumlah *safety stock* bergantung pada dua hal yaitu standar deviasi permintaan selama *lead time* (σ_{DL}) dan nilai z dari *service level*. Untuk σ_{DL} yang bernilai besar maka jumlah *safety stock* nya lebih banyak dibandingkan nilai σ_{DL} yang lebih kecil. Jumlah *safety stock* yang dipengaruhi oleh nilai z menunjukkan bahwa semakin besar nilai z maka semakin besar juga nilai *safety stock* nya. Hal tersebut bertujuan agar permintaan yang memiliki *service level* tinggi dapat tetap terpenuhi dan dipertahankan nilai *service level* nya. Sedangkan untuk nilai *service level* kecil, tetapi σ_{DL} besar mempunyai *safety stock* yang besar. Hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi pergerakan permintaan yang tidak stabil. Tetapi dalam laporan ini perhitungan *safety stock* bertujuan untuk mengantisipasi *error* dari peramalan permintaan *spare part* yang telah dilakukan bukan bertujuan untuk mengantisipasi adanya fluktuasi permintaan *spare part*. Hal ini dikarenakan nilai *safety stock* didapatkan dari hasil perkalian antara nilai MAD peramalan permintaan dengan akar kuadrat dari *lead time*.

Sebelumnya perusahaan tersebut tidak menggunakan perhitungan *re-order point* (ROP) dalam melakukan pemesanan kembali. Ketika *spare part* sudah habis maka dilakukan pemesanan kembali, hal ini berakibat penggantian *spare part* pada mesin produksi tertunda dan memperpanjang waktu *downtime* mesin produksi. Dengan adanya perhitungan jumlah pemesanan optimal (Q), *safety stock* dan *re-order point* (ROP) ini dapat mengurangi risiko terjadi nya *stock out* yang dapat berakibat pada semakin lama nya waktu *downtime* mesin, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

3.5 Perhitungan Total Biaya Persediaan

Subbab ini menjelaskan mengenai perhitungan total biaya persediaan apabila pengendalian persediaan menggunakan EOQ, ROP dan *Safety Stock* yang telah dihitung pada subbab-subbab sebelumnya. Gambar 4

menunjukkan variasi dari total biaya persediaan untuk setiap *spare part*. Berikut merupakan contoh perhitungan total biaya persediaan pada Lampu LED dimana diketahui bahwa :

Pemesanan optimal(Q)	= 29 unit
Demand dalam 1 tahun	= 544 unit
Biaya pesan (A)	= Rp 7.394,00/pemesanan
Biaya penyimpanan (h)	= Rp 11.200,00/unit/tahun
Biaya <i>backorder</i> (π)	= Rp 14.000,00
Safety factor (k)	= 1,73
Demand selama <i>lead time</i>	= 3,49 unit
Fs(k)	= 0,9585
fs(k)	= 0,0889

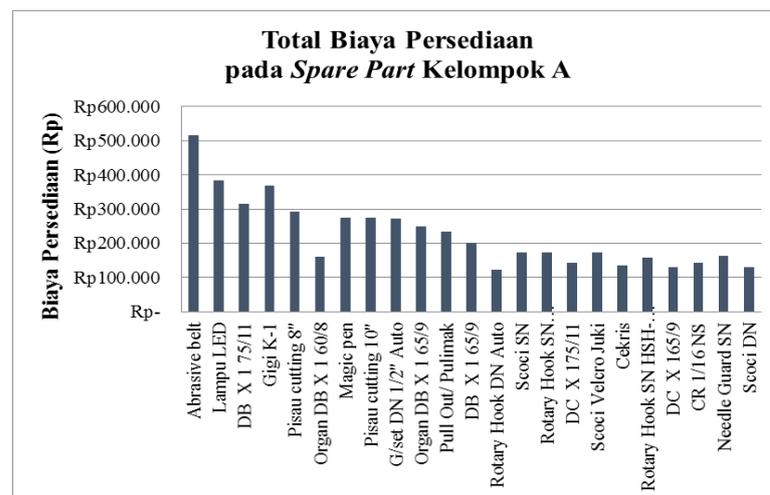
Maka, total biaya nya dapat dihitung sebagai berikut :

$$TC = \frac{D}{q} A + h\left(\frac{q}{2} + k\sigma\sqrt{L}\right) + \left(\frac{D}{q}\right)\pi\sigma\sqrt{L}\{fs(k) - k(1 - Fs(k))\} \quad (14)$$

$$TC = \frac{544}{29} (7394) + 11200\left(\frac{29}{2} + 1,73(3,94)\right) + \left(\frac{544}{29}\right)(14000)(3,49)\{0,0889 - 1,73(1 - 0,9585)\}$$

$$TC = Rp 138.701 + Rp 230.211 + Rp 15.478$$

$$TC = Rp 384.400$$



Gambar 4. Grafik Total Biaya Persediaan pada *Spare Part* Kelompok A

Biaya pesan dipengaruhi oleh besar nya permintaan dalam setahun maupun jumlah pemesanan optimal nya, dimana apabila dua jenis *spare part* memiliki jumlah permintaan dalam setahun hampir sama dan biaya pesan yang sama maka *spare part* dengan jumlah pemesanan optimal (q) yang lebih kecil akan memiliki biaya pesan yang lebih besar. Tetapi apabila dengan jumlah pemesanan optimal (q) antara dua *spare part* hampir sama dan biaya pesan yang sama maka *spare part* yang memiliki jumlah permintaan dalam setahun yang lebih besar akan memiliki biaya pesan yang lebih besar karena akan menghasilkan frekuensi pemesanan yang lebih banyak.

Biaya simpan dipengaruhi oleh jumlah pemesanan optimal (q), *service level* dan standar deviasi selama *lead time*, dimana dengan kondisi jika semua komponen dalam biaya simpan untuk dua *spare part* adalah sama maka *spare part* dengan nilai *service level* yang lebih tinggi akan memiliki biaya simpan yang lebih tinggi karena dengan *service level* tinggi maka *spare part* tersebut harus memiliki *safety stock* yang tinggi untuk menghindari terjadi nya *stock out* dan memenuhi nilai *service level* tersebut. Sedangkan biaya *back order* selain dipengaruhi oleh besarnya permintaan dalam setahun dan jumlah pemesanan optimal juga dipengaruhi oleh besarnya jumlah ekpektasi terjadinya *shortage* yaitu terjadinya kekurangan *spare part* selama *lead time*. Sehingga dengan kondisi dimana semua komponen dalam biaya *back order* sama *spare part* yang memiliki nilai ekspektasi terjadinya *shortage* lebih besar maka akan memiliki biaya *back order* yang lebih besar karena semakin besar kemungkinan terjadinya pemesanan kembali.

4. Simpulan

Berikut adalah kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan, berdasarkan analisis menggunakan metode ABC diketahui bahwa 23 *spare part* termasuk dalam kelompok A sehingga perlu kebijakan pengendalian persediaan yang ketat, 40 *spare part* termasuk dalam kelompok B, dan 83 *spare part* termasuk dalam kelompok C dimana pengendalian persediaan yang ketat tidak terlalu dibutuhkan. Berdasarkan peramalan permintaan *spare part* kelompok A selama 12 periode dapat diketahui bahwa terdapat

12 *spare part* dengan metode *Croston* sebagai metode peramalan terbaik, 6 *spare part* dengan metode *Syntetos-Boylan Approximation* (SBA) sebagai metode peramalan terbaik dan 5 *spare part* dengan metode *Single Exponential Smoothing*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *continuous review* maka dapat ditentukan jumlah pemesanan yang optimal (Q), titik pemesanan kembali (ROP) dan *safety stock* untuk 23 *spare part* dalam kelompok A. Jumlah pemesanan optimal seluruh *spare part* bervariasi mulai dari 1 unit sampai dengan 1806 unit. Nilai ROP bervariasi mulai dari 1 unit sampai dengan 838 unit dan nilai *safety stock* bervariasi mulai dari 1 unit hingga 216 unit. Total biaya persediaan terbesar adalah pada *spare part* Abrasive Belt dengan total biaya sebesar Rp 514.435,00. Sedangkan total biaya persediaan terkecil adalah *spare part* rotary hook DN auto sebesar Rp 122.194,00. Total biaya persediaan dengan menggunakan metode *continuous review* ini dipengaruhi oleh tiga komponen biaya yaitu biaya pesan, biaya simpan dan biaya *back order*.

Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan. (2008). *Manajemen Pemasaran*. Jakarta : Rajawali Press
- Bacchetti, A. & Saccani, N., (2012). Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. *Omega*, 40(6), pp.722–737.
- Gasparz, Vincent. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Kharisma, G., Iwan Vanany, Dody Hartnato. (2011). Pengklasifikasian Dan Peramalan *Spare Part* Di Industri Pupuk (Studi Kasus: Pt . Petrokimia Gresik). *Laporan Skripsi*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Putri, Triana Rahayu. (2011). Pengendalian Persediaan Suku Cadang pada Perusahaan Kontraktor Tambang PT XYZ dengan Menggunakan Metode Quantity Exponential Smoothing dan Economic Order. *Laporan Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Rangkuti, Freddy. (2007). *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Syntetos, A., Boylan, J. & Croston, J., (2005). On the categorization of demand patterns. *Journal of the Operational Research Society*, 56(5), pp.495–503.
- Willemain, T.R., Smart, C.N., Shockor J. H., DeSautels P. A., (1994). Forecasting intermittent demand in manufacturing : a comparative evaluation of Croston's method. *International Journal of Forecasting* 10 (4), 529-538.