

# Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Berdasarkan Klasifikasi Pada *Consumable Item* (Studi Kasus : PLTU X)

Dinda dan Suparno

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* dindatr@gmail.com ; suparno@ie.its.ac.id

**Abstrak**— PLTU X merupakan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara. PLTU X sendiri menyuplai kebutuhan listrik di Jawa Timur. Agar tetap bisa beroperasi dengan baik, mesin-mesin yang ada di PLTU X harus tetap dijaga sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik. Kegiatan maintenance erat kaitannya dengan ketersediaan barang MRO (maintenance, repair, operation) yang harus terjaga dalam jumlah tertentu agar kegiatan maintenance bisa berjalan dengan baik. Dengan adanya persediaan MRO, perusahaan juga perlu mengontrol jumlah barang yang disimpan untuk mengurangi biaya-biaya yang akan ditimbulkan. Barang persediaan yang berlebihan dapat mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan dan resiko kerusakan dari barang persediaan tersebut. Namun kekurangan atau tidak tersedianya barang persediaan jika dibutuhkan akan menghambat proses produksi dan bisa berakibat fatal bagi perusahaan. Di PLTU X, terdapat 281 jenis material consumable yang tersedia di gudang sebagai persediaan MRO. Karena jenis persediaan yang sangat banyak maka perlu dilakukan analisis critical item dari persediaan yang ada dengan menggunakan Ng Model. Peramalan juga dilakukan dengan metode simulasi Monte Carlo, metode Croston, SBA, dan LSA. Dalam penelitian ini digunakan model periodic review system (R,s,S) dan continuous system (s,Q). Sedangkan, hasil peramalan akan dipilih dari jumlah error terkecil yang digunakan untuk memperoleh kisaran jumlah pemesanan. Sehingga output yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah penentuan jumlah pemesanan, safety stock, reorder point, serta total biaya persediaan. Dari hasil perhitungan terdapat 56 material pada kelas A, 84 material pada kelas B, dan 141 material pada kelas C. Sedangkan biaya yang bisa dihemat dengan menggunakan metode yang disarankan adalah sebesar 43,3%.

**Kata Kunci**— Klasifikasi material, Ng Model, Simulasi Monte Carlo, Metode Croston, *Periodic Review (R,s,S)* dan *Continuous Review*

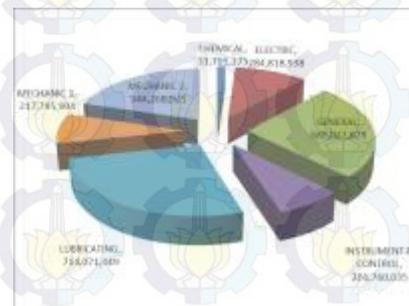
## I. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu komponen untuk mendorong perekonomian di suatu negara. Hal tersebut menjadi tanggung jawab penyedia listrik untuk menyediakan energi listrik yang handal, stabil dan efisien serta menjamin pelayanan kebutuhan secara cepat dan tepat. PLTU X merupakan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan

bakar batu bara. PLTU X sendiri menyuplai kebutuhan listrik di Jawa Timur. Agar tetap bisa beroperasi dengan baik, mesin-mesin yang ada di PLTU X harus tetap dijaga sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik di Jawa Timur yang terus meningkat.

Faktor utama agar mutu tenaga listrik dapat tercapai adalah dengan cara mengoperasikan peralatan secara benar dan efisien serta pemeliharaan yang benar sehingga tetap bisa beroperasi secara baik. Untuk memastikan agar mesin-mesin dapat beroperasi dengan baik, kegiatan maintenance menjadi kegiatan yang akan selalu dilakukan. Kegiatan maintenance erat kaitannya dengan ketersediaan barang MRO (maintenance, repair, operation) yang harus terjaga dalam jumlah tertentu agar kegiatan maintenance bisa berjalan dengan baik.

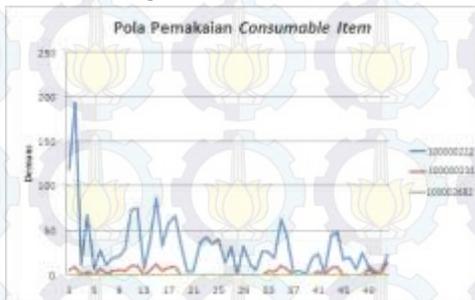
Di PLTU X persediaan MRO dibagi menjadi dua jenis material. Pertama, material dengan tipe spare part yaitu berupa komponen material yang menyusun mesin-mesin yang ada di PLTU X. Kedua, material dengan tipe consumable yaitu material habis pakai atau hanya bisa digunakan sekali untuk mendukung kegiatan maintenance, repair, dan operation. Material consumable bisa berupa pelumas, tools pendukung atau komponen dari tools. Dari dua tipe tersebut persediaan dibagi menjadi beberapa sub tipe. Sub tipe persediaan yang ada di PLTU X adalah general, chemical, electric, instrument and control, mechanic 1, mechanic 2, dan *lubricating*. Berikut ini adalah nilai gudang dari masing-masing sub-tipe :



Gambar 1. Grafik Nilai Gudang Sub-Tipe Material Tahun 2014

Gambar 1 menunjukkan nilai gudang pada setiap sub-tipe material yang ada dalam persediaan PLTU X. Dimana material consumable adalah material yang terdiri atas material dengan sub-tipe general, lubricating, dan chemical. Dari histori total nilai gudang material consumable mendominasi nilai gudang sebesar 54,5%, sehingga sangat diperlukan pengendalian persediaan pada material consumable.

Dalam penelitian ini, objek yang akan dijadikan amatan adalah persediaan MRO dengan tipe material consumable. Berdasarkan data historis, tidak semua material consumable mempunyai pola pemakaian yang sama. Berikut adalah contoh pola pemakaian dari tiga item consumable di PLTU X :



Gambar 2. Grafik Pola Pemakaian Consumable Item

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pemakaian consumable item dari persediaan MRO di PLTU X mempunyai pola pemakaian yang bervariasi. Untuk material dengan nomer item 100000222 setiap bulan ada pemakaian dengan jumlah yang cukup tinggi, material dengan nomer item 100000231 jumlah pemakaian rendah dan terdapat zero-demand, sedangkan material dengan nomer item 10002682 sangat jarang pemakaiannya, selama periode 52 minggu material tersebut hanya digunakan satu kali. Pola pemakaian ini akan dijadikan parameter pertimbangan dalam menentukan kuantitas persediaan serta pembelian yang optimal.

Dengan adanya persediaan MRO, perusahaan juga perlu mengontrol jumlah barang yang disimpan untuk mengurangi biaya-biaya yang akan ditimbulkan. Barang persediaan yang berlebihan dapat mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan dan resiko kerusakan dari barang persediaan tersebut. Namun kekurangan atau tidak tersedianya barang persediaan jika dibutuhkan akan menghambat proses produksi dan bisa berakibat fatal bagi perusahaan. Sehingga perusahaan dapat menggunakan strategi dengan membuat kebijakan terkait, dengan penentuan jumlah pemesanan, reorder point, dan safety stock yang optimal sehingga tidak menimbulkan biaya persediaan yang terlalu tinggi.

Di PLTU X, terdapat 281 jenis material consumable yang tersedia di gudang sebagai persediaan MRO. Karena jenis persediaan yang sangat banyak maka perlu dilakukan analisis critical item dari persediaan yang ada dengan menggunakan Ng Model. Dalam pengendalian persediaan, peramalan permintaan

merupakan langkah yang penting untuk membuat keputusan terkait jumlah pembelian.

Banyak metode peramalan yang berkembang hingga saat ini. Namun dalam penelitian ini, berdasarkan data histori terdapat data zero demand pada beberapa periode dan variasi pemakaian yang tinggi dan akan dilakukan peramalan dengan empat metode yang dianggap sesuai dengan karakteristik tersebut. Metode pertama yang digunakan adalah metode Croston. Metode Croston digunakan karena menurut Kaldchmidt et al. (2003) mengadopsi metode Croston dalam meramalkan permintaan yang bersifat intermittent dalam supply chain adalah sangat penting. Namun, Syntetos dan Boylan (2005) menunjukkan bahwa metode Croston asli menghasilkan positif bias. Sedangkan, Leven dan Segerstedt (2004) memodifikasi metode Croston dalam sebuah percobaan untuk mendapatkan metode yang universal untuk slow moving item maupun fast moving item. Karena integrasi model peramalan yang sesuai dengan sifat intermittent ke dalam manajemen persediaan akan mempermudah manajemen dalam pengambilan keputusan yang tepat. Sedangkan metode peramalan yang kedua digunakan adalah metode simulasi Monte Carlo. Peramalan dengan simulasi Monte Carlo dianggap sesuai dengan karakteristik pola permintaan spare parts yang unik, karena Tersien (1994) menjelaskan bahwa simulasi Monte Carlo mampu meniru ketidakpastian terjadinya permintaan spare parts dan menampilkan interval permintaan yang tidak jauh berbeda dengan aktual.

Dalam penelitian ini digunakan model periodic review system dan continuous system. Sedangkan, hasil peramalan akan dipilih dari jumlah error terkecil yang digunakan untuk memperoleh kisaran jumlah pemesanan. Sehingga output yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah penentuan jumlah pemesanan, safety stock, reorder point, serta total biaya persediaan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data terkait permasalahan manajemen persediaan yang akan dibahas dari PLTU X. Semua data yang diperlukan dalam pengerjaan penelitian ini dikumpulkan yang selanjutnya digunakan untuk pengolahan data. Berikut ini adalah data yang diperlukan untuk melakukan penelitian tugas akhir :

- Data permintaan *consumable item*
- Data harga beli *consumable item*
- Reorder point untuk *consumable item*
- Lead time untuk pemesanan produk
- Safety stock untuk *consumable item*

**B. Tahap Pengolahan Data**

Langkah pertama yang dilakkan dalam pengolahan data adalah klasifikasi material *consumable* yang dilakukan berdasarkan frekuensi penggunaan dan harga beli material. Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah pemetaan dengan Ng Model.

Model yang dirumuskan oleh Ng untuk tujuan penjumlahan adalah seperti di bawah ini :

$$\text{Max } S_i = \sum_{j=1}^J y_{ij} w_{ij} , \tag{1}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^J w_{ij} = 1 \tag{2}$$

$$w_{ij} \geq w_{i(j+1)} \geq 0, j= 1,2,\dots J-1 \tag{3}$$

$$w_{ij} \geq 0, j= 1,2,\dots J \tag{4}$$

Berdasarkan perubahan  $u_{ij} = w_{ij} - w_{i(j+1)}$ ,  $u_{ij} = w_{ij}$  dan  $x_{ij} = \sum_{k=1}^j y_{ik}$ , maka model (1) dirubah menjadi model di bawah ini untuk semua item persediaan :

$$\text{Max } S_i = \sum_{j=1}^J x_{ij} u_{ij} , \tag{5}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^J u_{ij} = 1 \tag{6}$$

$$u_{ij} \geq 0, j= 1,2,\dots J \tag{7}$$

Sehingga nilai maksimal  $S_i$  dapat diperoleh dengan dual dari (2). Jadi, nilai  $S_i$  dari  $i$ th item persediaan dapat diperoleh dengan  $\max_{j=1,2,\dots,j} (\sum_{k=1}^j y_{ik})$

Setelah didapatkan klasifikasi material, maka selanjutnya dilakukan forecast demand material untuk periode 1 tahun ke depan. Karena berdasarkan data histori yang didapat karakteristik permintaan material banyak terdapat zero-demand dan sangat bervariasi maka forecast dilakukan dengan empat metode yang dianggap sesuai dengan karakteristik tersebut. Metode yang digunakan adalah metode Croston, metode SBA dan metode LSA yang merupakan modifikasi dari metode Croston asli. Selain itu forecast juga dilakuakan dengan metode simulasi Monte Carlo.

Setelah dilakukan forecast langkah selanjutnya adalah perhitungan lot sizing yang akan dilakukan dengan dua metode yaitu metode (s,Q) sistem dan metode (R,s,S) sistem. Dalam metode (s,Q) akan dihitung reorder point (s) dan kuantitas pembelian (Q). Sedangkan dalam metode (R,s,S) akan didapatkan nilai reorder point (s) dan maksimum stok (S). Disini akan dilakukan perhitungan periode s dan S dengan periode review  $R= 4$  minggu.

Berikut in adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan lot sizing dengan *continuous review* :

$$Q = EOQ \sqrt{1 + \frac{B_1}{A} p_u \geq (k)} \tag{8}$$

$$k = \sqrt{2 \ln \left[ \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \left( \frac{B_1}{A} \right) \left( \frac{\sigma_L}{Q} \right) \left( \frac{EOQ}{\sigma_L} \right)^2 \right]} \tag{9}$$

$$s = x_L + k \sigma_L \tag{10}$$

Dimana :

EOQ = Economic Order Quantity

A = Biaya pemesanan

D = Demand

$\sigma_L$  = Standar deviasi demand selama lead time

$\mu \geq (k)$  = Fungsi dari unit normal variable

Berikut in adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan lot sizing dengan *periodic review* :

**Langkah 1**

Hitung

$$Q_p = 1.30 x_R^{0.494} \left( \frac{A}{vr} \right)^{0.506} \left( 1 + \frac{\sigma_{R+L}^2}{x_R^2} \right)^{0.116} \tag{11}$$

Dan

$$S_p = 0.973 x_{R+L} + \sigma_{R+L} \left( \frac{0.183}{z} + 1.603 - 2.192z \right) \tag{12}$$

Dimana

$$z = \frac{Q_p^r}{\sqrt{\sigma_{R+L} B_3}} \tag{13}$$

$$x_R = DR \tag{14}$$

$$x_{R+L} = D(R + L)$$

**Langkah 2**

Jika  $Q_p/x_R > 1.5$  maka :

$$s = S_p \tag{15}$$

$$S = s_p + Q_p \tag{16}$$

**Langkah 3**

Hitung

$$S_0 = x_{R+L} + k \sigma_{R+L} \tag{17}$$

Jika k sudah memuaskan maka,

$$P_u(k) = \frac{r}{B_3 + r} \tag{18}$$

Sehingga,

$$s = \text{minimum} \{ s_p, S_0 \} \tag{19}$$

$$S = \text{minimum} \{ s_p + Q_p, S_0 \} \tag{20}$$

Dimana :

A = Biaya pemesanan

vr = Biaya peyimpanan per tahun

D = Demand per tahun

$\sigma_{(R+L)}$  = Standar deviasi demand selama periode review dan lead time

$x_{(R+L)}$  = Rata-rata demand selama periode review dan lead time

$x_R$  = Rata-rata demand selama periode review

s = Reorder point

S = Maksimum persediaan

B3 = Biaya *shortage item*

**C. Tahap Analisis dan Interpretasi Data**

Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data. Analisis yang akan dilakukan antara lain analisis klasifikasi dari persediaan *consumable item*,

analisis hasil peramalan dengan simulasi Monte Carlo, Metode Croston, SBA, dan LSA serta analisis kebijakan dari persediaan *consumable item*. Hasil dari penelitian ini adalah kebijakan penentuan jumlah pemesanan *consumable item* terpilih, *safety stock*, *reorder point* serta total biaya persediaan yang dikeluarkan untuk *consumable item*.

D. Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir dari pengerjaan penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal. Sedangkan pemberian saran ditujukan untuk pelaksanaan penelitian yang akan datang.

III. PENGOLAHAN DATA

A. Klasifikasi Material

Dalam penelitian tugas akhir ini, objek pengamatan dilakukan pada material *consumable* di PLTU X dengan jumlah 281 item. Proses klasifikasi material terhadap 281 item tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan 3 kriteria, yaitu total biaya tahunan, harga material, dan *lead time* pengiriman material. Dari 281 jenis material yang diamati, dilakukan klasifikasi menjadi 3 kelas. Dimana kelas A adalah 20% dari jumlah material yaitu terdapat 56 item, kelas B adalah 30% dari jumlah material yaitu terdapat 84 item, dan kelas C merupakan 50% dari jumlah material yaitu terdapat 141 item.

B. Peramalan Permintaan dan Perbandingan Error

Tahap selanjutnya adalah dilakukan peramalan permintaan material untuk satu tahun ke depan. Peramalan akan dilakukan dengan beberapa metode yang sesuai dengan karakteristik pola permintaan yang *intermitten*. Metode peramalan yang digunakan antara lain simulasi Monte Carlo, serta Metode Croston dan pengembangan metode Croston yaitu SBA dan LSA. Dari hasil klasifikasi material dipilih masing-masing dua material dari setiap kelas. Material yang terpilih akan dilakukan peramalan permintaan dan perhitungan *lot sizing*.

Setelah dilakukan peramalan dengan empat metode maka dipilih hasil peramalan dengan tingkat *error* terkecil. Hasil peramalan dengan metode yang terpilih akan digunakan untuk mengevaluasi kebijakan pengendalian persediaan. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai *error* pada masing-masing item.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Error Setiap Metode Permalan

Kelas	Item	Error	Metode			
			Croston	SBA	LSA	Monte Carlo
A	100000486	MAD	0.577	0.537	0.580	0.564
		MSE	0.760	0.730	0.780	1.692
	100003229	MAD	2.290	2.074	2.327	1.378
		MSE	7.737	6.443	7.965	6.429
B	100000286	MAD	5.259	5.026	5.786	6.295
		MSE	62.379	59.918	76.819	113.923
	100003849	MAD	0.596	0.553	0.595	0.596
		MSE	0.836	0.776	0.892	1.481
C	100000147	MAD	1.646	1.595	1.673	2.109
		MSE	5.500	5.275	5.641	9.763
	100004440	MAD	1.497	1.388	1.492	1.398
		MSE	5.174	4.789	5.498	8.173

Dari hasil perhitungan MAD dan MSE didapatkan hasil bahwa hasil peramalan dengan metode SBA akan digunakan untuk item 100000486, 100000286, 100003849, 100000147, dan 100004440. Sedangkan untuk item 100003229 akan menggunakan hasil peramalan dari simulasi Monte Carlo.

C. Perhitungan Lot Sizing

Setelah didapatkan hasil peramalan yang menunjukkan kebutuhan material untuk satu tahu ke depan, selanjutnya dilakukan perhitungan *lot sizing* sehingga didapatkan parameter yang dibutuhkan seperti *reorder point*, jumlah pembelian optimal, dan jumlah stok maksimum. Perhitungan *lot sizing* dilakukan dengan dua metode yaitu *continuous review* (S,Q) dan *periodic review* (R,s,S). Perhitungan dengan pendekatan heuristik ini dilakukan karena permintaan yang bersifat probabilistik, serta hasil perhitungan nilai CV diatas 0.2 yang menunjukkan tingkat variasi permintaan yang tinggi.

Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan stok maksimum (S) untuk beberapa material terpilih dengan metode eksisting :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Parameter (s,S)

Itemnum	S	S
100000486	3	6
100003229	5	12
100003229	4	9
100003229	4	10
100000286	7	17
100003849	2	4
100000147	3	6
100004440	1	3

Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan stok maksimum (S) untuk beberapa material terpilih dengan metode *continuous review*:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Parameter (s,Q)

Itemnum	Q	s
100000486	16	2
100003229	23	5
100003229	20	4
100003229	20	4
100000286	54	6
100003849	13	2
100000147	39	2
100004440	22	2

Berikut ini adalah hasil perhitungan parameter stok minimum (s) dan stok maksimum (S) untuk beberapa material terpilih dengan metode *periodic review*:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Parameter (R,s,S)

Itemnum	S	S
100000486	5	8
100003229	9	21
100003229	7	15
100003229	8	17
100000286	25	39
100003849	3	5
100000147	9	16
100004440	5	9

IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

A. Analisis Hasil Klasifikasi Material

Klasifikasi material dilakukan dengan Ng Model. Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode analisis ABC biasa adalah metode Ng model menggunakan lebih dari satu parameter untuk klasifikasi material. Adapun parameter yang digunakan dalam klasifikasi Ng Model adalah harga material, total biaya *annual usage*, dan *leadtime*. Ketiga parameter tersebut dipilih dan diranking berdasarkan *brainstorming* dengan *expert* di perusahaan.

Pada material kelas A dan B, kombinasi dari nilai masing-masing parameter cukup bervariasi, tidak menunjukkan kecenderungan pada satu parameter saja yang bisa menyebabkan tingkat kekritisan material. Pada material kelas C, kombinasi dari nilai masing-masing parameter tidak terlalu bervariasi, sehingga menunjukkan kecenderungan nilai dari semua parameter yang rendah menyebabkan tingkat kekritisan material yang juga.

B. Analisis Perbandingan Total Biaya Pengadaan Material

Dari hasil MRP yang dibuat untuk masing-masing metode pengendalian persediaan didapatkan informasi mengenai total biaya persediaan. Total biaya persediaan didapatkan dari jumlah biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan biaya kekuarangan material.

Berikut ini adalah total biaya yang sudah dijumlah berdasarkan klasifikasi material :

Tabel 4. Perbandingan Total Biaya Berdasarkan Klasifikasi Material

Kelas	(s,S)	(s,Q)	(R,s,S)
A	Rp 25,797,644	Rp 16,409,507	Rp 15,214,770
B	Rp 2,183,180	Rp 796,646	Rp 1,474,825
C	Rp 933,579	Rp 374,249	Rp 539,831
Total	Rp 28,914,403	Rp 17,580,402	Rp 17,229,426

Tabel 4. menunjukkan total biaya persediaan pada masing-masing klasifikasi material. Pada kelas A didapatkan total biaya persediaan yang paling rendah adalah pada pengendalian dengan metode (R,s,S). Hal ini dikarenakan pada metode eksisting (s,S) maupun metode (s,Q) terdapat beberapa *stockout* yang menyebabkan total biaya membengkak. Pada metode (R,s,S) stok minimum cenderung lebih banyak dibandingkan dengan stok minimum yang didapatkan dari

perhitungan metode (s,S) maupun (s,Q). Sehingga stok minimum yang lebih besar ini menjaga persediaan dari terjadinya *stockout*. Material dengan klasifikasi kelas A sendiri mayoritas mempunyai karakteristik *lead time* yang panjang dan harga material yang tinggi. Sehingga dengan persediaan yang lebih besar akan menghindari dari resiko *stockout* akibat dari *lead time* yang panjang dan variasi permintaan yang cukup tinggi pada material klasifikasi kelas A.

Sedangkan untuk kelas B dan C , total biaya persediaan yang rendah didapatkan dari perhitungan dengan metode (s,Q). Hal ini dikarenakan mayoritas material pada kelas B maupun C mempunyai *lead time* dan harga material yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas A. Dengan karakteristik tersebut maka stok minimum material tidak dibutuhkan terlalu banyak sehingga bisa mengurangi biaya penyimpanan. Dengan biaya pemesanan yang lebih rendah dan *leadtime* yang pendek dibandingkan material kelas A maka bisa dilakukan pemesanan yang berulang dengan jumlah yang optimal sesuai dengan prinsip metode (s,Q) dimana *review* persediaan bisa dilakukan kapan saja.



Gambar 3. Perbandingan Biaya Variabel

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa biaya untuk order dan biaya *stockout* dengan metode (s,Q) maupun (R,s,S) lebih rendah dibandingkan dengan metode eksisting. Hal ini disebabkan karena selama ini perusahaan terlalu sedikit menyimpan persediaan sehingga lebih sering terjadi *stockout*. Dengan metode yang disarankan menunjukkan bahwa biaya untuk order dan biaya *stockout* dapat dikurangi. Dengan berkurangnya biaya *stockout* maka juga menunjukkan adanya peningkatan *service level* pada persediaan *consumable* material. Sedangkan untuk *holding cost* dari metode yang disarankan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dari nilai eksisting. Namun peningkatan biaya penyimpanan ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan penghematan dari biaya order dan biaya *stockout*.

Jika perusahaan menerapkan metode pengendalian persediaan sesuai dengan klasifikasi material maka perusahaan dapat menghemat total biaya persediaan sebesar 43.3%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Klasifikasi material dilakukan dengan membagi 3 kelas, yaitu kelas A, B, dan C. Pembagian kelas tersebut menunjukkan tingkat kekritisitas material, dimana kelas A merupakan material yang paling kritis, kelas B merupakan material dengan tingkat kekritisitas di bawah kelas B, dan kelas C merupakan material dengan tingkat kekritisitas paling rendah. Klasifikasi material dilakukan dengan Ng Model. Adapun parameter yang digunakan dalam klasifikasi Ng Model adalah harga material, total biaya *annual usage*, dan *lead time*. Terdapat 56 material yang masuk dalam klasifikasi kelas A, 84 material pada kelas B dan 141 material pada kelas C.
2. Peramalan dilakukan dengan empat metode yaitu simulasi Monte Carlo, metode Croston, SBA, dan LSA. Dari hasil peramalan dengan empat metode tersebut dipilih hasil dengan *error* terkecil. Perhitungan *error* menggunakan dua parameter yaitu MSE dan MAD. Dari 6 item yang dipilih sebagai sampel untuk dilakukan perhitungan didapatkan bahwa pada item 100003229 dipilih hasil peramalan dari metode simulasi Monte Carlo dan pada item lainnya dipilih hasil peramalan dengan metode SBA.
3. Perbandingan total biaya persediaan didapatkan dari hasil metode eksisting (s,S), metode *continuous review* (s,Q), dan metode *periodic review* (R,s,S). Total biaya persediaan dibandingkan pada masing-masing klasifikasi material. Pada kelas A didapatkan total biaya persediaan yang paling rendah adalah pada pengendalian dengan metode (R,s,S) sebesar 15.214.770 rupiah. Sedangkan untuk kelas B dan C, total biaya persediaan yang rendah didapatkan dari perhitungan dengan metode (s,Q), yaitu masing-masing 796.646 rupiah dan 374.249 rupiah. Jika perusahaan menerapkan metode pengendalian persediaan sesuai dengan klasifikasi material maka perusahaan dapat menghemat total biaya persediaan sebesar 43.3%.

### B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk hasil penelitian ini dan penelitian selanjutnya ialah sebagai berikut.

1. Data histori permintaan yang diambil untuk dilakukan peramalan permintaan lebih dari satu tahun sehingga dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat.
2. Jumlah sampel yang diambil untuk dilakukan perhitungan *lot sizing* dan perbandingan total biaya persediaan lebih banyak, sehingga lebih merepresentasikan hasil keseluruhan total biaya persediaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrea, Callegaro, 2010. *Forecasting Methods For Spare Parts Demand*, Departemen Teknis Dan Pengendalian Sistem Industri, Fakultas Teknik, Università Degli Studi Di Padova
- Bacchetti, A., Saccani, N., 2011. Spare Parts Classification And Demand Forecasting For Stock Control : Investigating The Gap Between Research And Practice, *Omega*, Vol.40, Iss. 6, Hal.722-737.
- Chapman, S.N., Arnold, T., 2004. *Introduction to Material Management*. Edisi Kelima. New Jersey: Prentice Hall.
- Chopra, S dan Meindl,P., 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Palnning, And Operation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Ghobbar A.A., Friend C.H., 2003. Evaluation Of Forecasting Methods For Intermittent Parts Demand In The Field Of Aviation: A Predictive Model, *Computers & Operation Research*, N.30, P.2097-2114.
- Davies, Robert. 2014. The Application of Time Series Modelling and monte Carlo Simulation : Forecasting Volatile Inventory Requirements. *Applied Mathematics*, 2014, 5, 1152-1168.
- Dobrican, Ovidu. 2013. Forecasting Demand for Automotive Aftermarket Inventories. *Informatica Economica*, Vol.17, no.2/2013.
- Kalchschmidt M., Zotteri G., Verganti R., 2003. Inventory Management In A Multi-Echelon Spare Parts Supply Chain. *International Journal Of Production Economics*, N.81-82, P.397-413.
- Leve N, E., Segerstedt, A., 2004. Inventory Control With A Modified Croston Procedure and Erlang Distribution. *International Journal Of Production Economics* 90,361-367.
- Mahajan S., Chavan A., 2014. Management Of Spare Part And Reduction Of Maintenance Downtime Of Resistive Welding Machine, *International Journal Of Engineering And Technical Research (Ijetr.)* Issn: 2321-0869, Volume-2, Issue-4.
- Makridakis, S., Hibon, M., 2000. The M3-Competition: Results, Conclusions And Implications. *International Journal Of Forecasting* 16, 451-476.
- Molenaers An, Baets, H., Pintelon, L., Waeyenbergh, G., 2012. Criticality Classification Of Spare Parts:Acase Study. *Int. J. Production Economics* 140, p.570-578.
- Pujawan, I Nyoman. *Supply Chain Management*. Edisi Pertama. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Sani B., Kingsman B.G., 1997. Selecting The Best Periodic Inventory Control And Demand Forecasting Methods For Low Demand Items. *Journal Of The Operational Research Society*, N.48, P.700-713.
- Silver, E, Dkk., 1998. *Decision Systems For Inventory Management And Production Planning*. Edisi Kedua. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Syntetos, A.A., Boylan, J.E., 2005. The Accuracy Of Intermittent Demand Estimates. *International Journal Of Forecasting* 21, P. 303 - 314.
- Tersine, J., 1994. *Principles Of Inventory And Materials Management*. Edisi Kempat. United States Of America: Prentice Hall International, Inc.
- Vencheh, Hadi. 2010. An Improvement to Multiple Criteria ABC Inventory Classification. *European Journal of Operational Research*, 201 (2010), P.962-965.