

Pendekatan *Periodic Review System* Suku Cadang Mesin PLTU.

Vetty Kartikasari*

Jurusan Teknik Industri Universitas Merdeka Malang

Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia

Vetty.kartikasari@unmer.ac.id

Abstrak— Mesin PLTU di PG X berperan mendistribusikan 90% aliran listrik dilingkup produksi. Oleh sebab itu pemeliharaan mesin PLTU mendapat perhatian agar operasional berlangsung dengan baik. Untuk menjaga performansi dan keandalan mesin PLTU PG X melakukan pemeliharaan diantaranya melalui *preventive maintenance* (*planned maintenance*) dan *corrective maintenance* (*unplanned maintenance*) dan salah satu faktor berhasilnya *maintenance* yakni *availability* suku cadang dalam jumlah yang memadai. Permasalahan yang sering terjadi pada kegiatan MRO adalah terkait pengendalian persediaan suku cadang, situasi *overstock* maupun *shortage* merupakan kondisi yang ingin dicegah oleh perusahaan melalui manajemen persediaan yang efektif dan efisien. Suku cadang *consumeable* kelas B pada mesin PLTU, beberapa periode terakhir mengalami *shortage* saat diperlukan dalam *corrective maintenance*. Penundaan perbaikan karena menunggu pemesanan dan pengiriman suku cadang membuat aktivitas produksi terhambat. Dampaknya adalah pada *service level* perusahaan yang rendah serta terhambatnya kegiatan operasional seperti memanjangnya waktu produksi. Hal ini terkait kebijakan perusahaan yang tidak ingin menyimpan suku cadang kelas B dan C sebagai *inventory*. PG X tidak memiliki sistem persediaan yang baik untuk mengatasi permasalahan ini. Penelitian ini bertujuan memberikan usulan dengan membandingkan metode perusahaan dengan pendekatan *periodic review system* untuk menghitung biaya yang lebih efisien diantara keduanya. *Periodic Review* digunakan untuk mengatasi permasalahan dengan menentukan *interval review* secara teratur dan tetap pada periode (T), menentukan *order quantity* (Q) sehingga mencapai level persediaan maksimum (R) yang optimal dan biaya persediaan yang minimum. Hasil perhitungan biaya persediaan dengan pendekatan *periodic review system* untuk untuk 3 jenis suku cadang kelas B mesin PLTU didapat penghematan biaya pada persediaan suku cadang Gland 25%, Limit Switch 34%, dan Pressure Switch 3% dibandingkan metode persediaan di perusahaan.

Kata Kunci : *Corrective Maintenance*, Suku Cadang, *Periodic Review*

Abstract— The PLTU machine at PG X plays a role in distributing 90% of the electricity in production. Therefore, the maintenance of PLTU machines gets attention so that operations can run well. To maintain the performance and reliability of the PG X PLTU machine, maintenance is carried out through *preventive maintenance* (*planned maintenance*) and *corrective maintenance* (*unplanned maintenance*) and one of the factors in successful maintenance is the availability of spare parts in sufficient quantities. Problems that often occur in MRO activities are related to spare parts inventory control, *overstock* and *shortage* situations are conditions that companies want to prevent through effective and efficient inventory management. Spare parts *consumeable* class B on PLTU machines, the last few periods have experienced shortages when needed in *corrective maintenance*. Delays in repairs due to waiting for ordering and delivery of spare parts hampered production activities. The impact is on the company's low *service level* as well as delays in operational activities such as lengthening production time. This is related to the company's policy of not wanting to store class B and C spare parts as *inventory*. PG X doesn't have a good inventory system to solve this problem. This study aims to provide a suggestion by comparing the company method with the *periodic review system* approach to calculate a more efficient cost between the two. *Periodic Review* is used to solve the problem by determining the regular and fixed review interval at period (T), determining the *order quantity* (Q) so as to achieve optimal maximum inventory level (R) and minimum inventory costs. The results of the calculation of inventory costs using the *periodic review system* approach for 3 types of class B spare parts for the PLTU engine, obtained cost savings on Gland spare parts inventory of 25%, Limit Switch 34%, and Pressure Switch 3% compared to the company's inventory method.

Keywords: *Corrective Maintenance*, Spare Parts, *Periodic Review*

I. PENDAHULUAN

Manajemen persediaan yang efektif dan efisien merupakan salah satu hal yang menjadi perhatian perusahaan, mulai dari perusahaan manufaktur, jasa, konstruksi, telekomunikasi, transportasi dan lain sebagainya. Berbeda dengan persediaan *work in process* (WIP), *raw material* ataupun *finish good* yang tinggi rendahnya dipengaruhi permintaan dan laju produksi, suku cadang disimpan untuk mendukung aktivitas perbaikan dan pemeliharaan [1].

Pemasalahan persediaan merupakan fenomena tersendiri bagi perusahaan, keadaan *overstock* maupun *shortages* pada persediaan merupakan kondisi yang tidak diinginkan oleh perusahaan. Status *overstock*

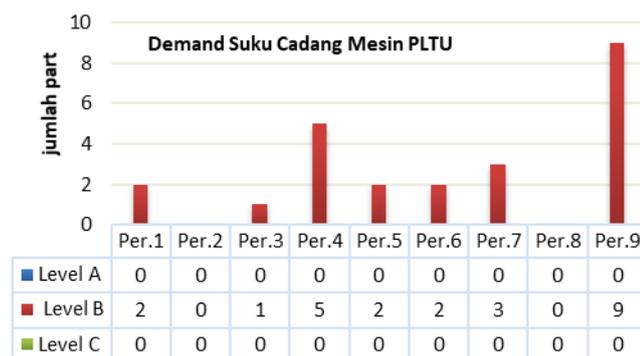
kadang terjadi untuk mencegah risiko *shortage*, namun disisi lain justru membebani *financial* perusahaan. Sedangkan tidak mempunyai stok persediaan yang cukup juga akan menghambat kelancaran operasional perusahaan terutama jika terjadi kerusakan dan perlu penggantian *part*. Dalam perencanaan persediaan yang bersifat *probabilistic* terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti *leadtime* (l), jumlah pemesanan ekonomis (Q), interval waktu pemesanan (T) dan *safety stock* (SS). Pada proses perencanaan pengadaan suku cadang, *purchase requisition* (PR) harus mulai diterbitkan jika stok mencapai titik *level* yang disebut *Re-Order Point* (ROP). Kondisi *probabilistic* pada variabel *leadtime* dan *demand* menjadi parameter penting dalam memilih dan mempertimbangkan model persediaan yang tepat.

PG X merupakan BUMN yang memproduksi dan mensupply kebutuhan gula skala lokal. Dalam operasionalnya PG X memakai mesin PLTU sebagai pemasok 90% aliran listrik diperusahaan. Karena peran vital mesin PLTU tersebut, maka performansi serta keandalan mesin diharapkan dalam keadaan prima dan terjaga. Salah satu faktor yang diperlukan dalam menjaga peralatan adalah dengan melakukan MRO (*Maintenance Repair Overhaul*) dimana keberhasilan MRO perlu ditunjang *availability* suku cadang dalam jumlah tertentu saat dibutuhkan. Berdasarkan jenisnya kelompok suku cadang dapat dibedakan menjadi 3 yaitu *repairable*, *rotable* dan *consumeable*[2].

Dari 50 jenis suku cadang *consumeable* mesin PLTU di PG X diklasifikasikan berdasarkan *criticality* levelnya yaitu suku cadang kelas A yang merupakan komponen sangat kritis sehingga persediaannya wajib dimonitor secara intensif karena dapat menyebabkan *plant stop* dan kehilangan kesempatan produksi. Suku cadang kelas B disebut sebagai komponen kritis, meskipun tidak sekritis suku cadang kelas A tetapi dapat menyebabkan *unit derating* (mengancam derating) dan suku cadang kelas C merupakan komponen dengan *criticality level* rendah dimana *availability*-nya tidak berdampak langsung bagi operasi. Dari kelompok suku cadang tersebut diatas, masing-masing terdiri 10 suku cadang kelas A, 15 suku cadang kelas B dan 25 suku cadang kelas C.

PG X menerapkan *preventive maintenance* yang terschedule dari *maintenance* rutin yang bersifat ringan hingga *overhaul* selama 6 bulan sekali untuk memastikan keadaan mesin dalam kondisi prima saat berproduksi (musim giling). Permasalahan yang terjadi pada kegiatan MRO sering berkaitan dengan pengendalian persediaan suku cadang. Kondisi dilapangan sangat erat dengan ketidakpastian, membuat perusahaan harus memikirkan *availability* suku cadang untuk mensupport aktivitas MRO, karena probabilitas *failure* pada fungsi mesin ketika produksi dan memerlukan perbaikan serta *replacement* suku cadang akan selalu ada.

Menurut catatan perusahaan terdapat beberapa kali *failure* pada komponen mesin PLTU dan memerlukan *replacement* suku cadang seperti pada gambar 1



Gambar 1. Grafik Demand Suku Cadang Mesin PLTU

Gambar 1 menampilkan informasi bahwa suku cadang kelas A dan B belum pernah *shortage* saat musim giling (produksi) dalam beberapa periode terakhir, sedang untuk suku cadang kelas B hampir disetiap periode terdapat kejadian *failure* dan memerlukan *replacement* suku cadang. Tabel 1 menunjukkan rincian

demand dari suku cadang kelas B namun dalam kondisi *shortage* karena status *inventory* pada item material tersebut *stockout* digudang.

TABEL 1
DEMAND SUKU CADANG KELAS B MESIN PLTU

Periode	Corrective maintenance		
	Frekuensi	Jenis Suku cadang	Stock
I	2	Gland Oli	0
II	0	-	0
III	1	Pressure Switch	0
IV	5	Gland Oli	0
V	2	Limit switch	0
VI	2	Pressure Switch	0
VII	3	Gland Oli	0
VIII	0	-	0
IX	9	Limit Switch	0

Pada Tabel 1 terjadi beberapa kali *failure* pada mesin PLTU selama proses giling dan memerlukan tindakan *replacement* pada 3 jenis suku cadang kelas B. Proses perbaikan sering tertunda cukup lama karena perusahaan tidak memiliki *stock* di gudang sehingga untuk *replacement* menunggu pemesanan dan pengiriman dari *supplier* dengan *leadtime* 60 hari. Disamping itu parameter kebijakan suku cadang *consumeable* pada mesin PLTU di PG X ditentukan berdasarkan pendekatan *best practice*.

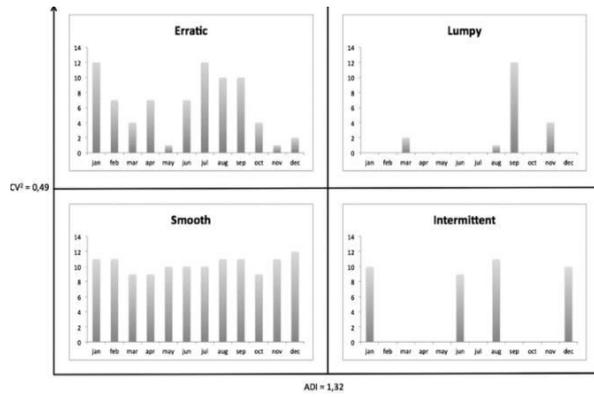
Faktanya PG X mengalami permasalahan dan kesulitan dalam menetapkan kebijakan pengendalian persediaan suku cadang kelas B secara efektif dan efisien. Permasalahan tersebut terkait bagaimana menentukan interval waktu pemesanan (T), jumlah pemesanan ekonomis (Q), titik kelas pemesanan (ROP) serta nilai *inventory level* maksimum sehingga dapat memenuhi *service kelas* (Z) yang diharapkan perusahaan dengan *minimum cost*. Kondisi *demand* yang tidak merata dalam waktu dan jumlah, ditengarai menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kesulitan dalam mengestimasi jumlah suku cadang kelas B untuk *corrective maintenance*, sehingga perlu dilakukan pemilihan model *forecasting* sesuai pola dan karakteristik *demand*. Penelitian ini bertujuan memberikan usulan solusi pengendalian persediaan suku cadang kelas B yang tepat bagi perusahaan sehingga didapatkan level *inventory* maksimum dan *cost* yang minimum.

II. METODE

Objek dalam penelitian ini adalah suku cadang kelas B pada mesin PLTU di PG X yang sering *stockout* ketika memerlukan *replacement*, pada saat dilakukan *corrective maintenance*. Beberapa tahap yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan di PG X untuk menentukan persediaan suku cadang kelas B dalam mensupport aktivitas *corrective maintenance* adalah sebagai berikut:

A. Klasifikasi Demand Pattern

Pengklasifikasian *demand* bertujuan untuk mengetahui pola *historical* data sehingga dapat ditetapkan metode *forecasting* yang tepat dan sesuai pola data. Berdasarkan *interval* kemunculan permintaan, suatu material dapat digolongkan menjadi *Continuous* material maupun *Intermittent* material. Selanjutnya berdasarkan *pattern material* dapat diklasifikasikan menjadi 4 *demand pattern* [3] seperti pada gambar 1



Gambar 1. Grafik Demand Patern Material

Berdasarkan grafik diatas klasifikasi *demand patern* terbagi menjadi 4 yaitu

1) *Intermittent demand*

Permintaan tiap periode relatif tetap dan terdapat banyak periode tanpa permintaan, cenderung tidak fluktuatif (Jika $CV \leq 0.49$ dan $ADI > 1.32$)

2) *Erratic demand*

Permintaan dengan pola tidak menentu dan ditandai dengan tingginya variasi ukuran permintaan tiap periode (Jika $CV > 0.49$ dan $ADI \leq 1.32$)

3) *Lumpy demand*

Permintaan nol secara acak dalam jangka waktu yang panjang dan memiliki kecenderungan permintaan yang fluktuatif (Jika nilai $CV > 0.49$ nilai $ADI > 1.32$)

4) *Slow Moving*

Variasi *demand* kecil, antara kebutuhan dan kuantitas permintaan (Jika $CV \leq 0.49$ dan $ADI \leq 1.32$).

Klasifikasi material berdasarkan pola pemakaiannya dapat dilihat dari nilai ADI (*Average Demand Interval*) yang menunjukkan rentang ukuran permintaan rata-rata pada periode tertentu dan CV (*Coefficient of Variations*) [4]. Nilai ADI dan CV dihitung dengan persamaan :

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (1)$$

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2}{N}}}{\bar{\epsilon}} \quad (2)$$

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N} \quad (3)$$

Keterangan

ϵ_i = Demand periode i

$\bar{\epsilon}$ = Rata-rata demand semua periode

B. Metode Croston's

Dari hasil klasifikasi demand maka dapat dipilih metode *forecasting* yang sesuai dengan *demand pattern*. Croston's menggunakan perhitungan jumlah permintaan dengan mempertimbangkan waktu *interarrival* antara permintaan dan dianggap dapat menangani kesulitan untuk pola permintaan *intermittent* [5]. Metode ini dapat dipakai untuk permintaan yang bersifat lumpy dengan memisahkan permintaan yang diperbarui (Z_t) dan interval permintaan (q). Pada periode t jika tidak ada permintaan pada periode tersebut maka estimasi besarnya permintaan dan waktu *interarrival* pada akhir waktu t, Z_t dan masing-masing tetap tidak berubah. Persamaan 4 berikut adalah formulasi dari model Croston's

$$p_t = p_{t+1}$$

$$\begin{aligned}
& z_t = z_{t+1} \\
& q = q + 1 \\
& \text{else} \\
& p_t = p_{t+1} + \alpha(q - p_{t+1}) \\
& z_t = z_{t+1} + \alpha(y_t - p_{t+1}) \\
& q = 1 \\
& \hat{y}_t = \frac{z_t}{p_t}
\end{aligned} \tag{4}$$

Keterangan:

Y_t = Demand material pada periode t

p_t = Rata-rata interval antar transaksi

z_t = Rata-rata ukuran demand

\hat{y}_t = Rata-rata demand tiap periode (forecast)

q = Interval waktu sejak demand terakhir

α = Smoothing constant

C. Persediaan Probabilistik

Persediaan merupakan *idle resource* yang menunggu untuk dilakukan pemrosesan lebih lanjut. Situasi *Overstock* persediaan menyebabkan beban *financial* bagi perusahaan seperti tingginya *holding cost* akibat penumpukan material/part digudang persediaan. Terdapat berbagai biaya dalam pengendalian persediaan antara lain biaya simpan (*holding cost*), biaya pesan (*ordering cost*) dan *shortage cost* (biaya kekurangan stok).

Model persediaan *probabilistic* merupakan parameter yang menunjukkan ketidakpastian variabel baik *demand* maupun *leadtime*. Yang perlu dicermati dalam model *probabilistic* adalah bagaimana menganalisis perilaku persediaan selama *leadtime* dengan menentukan besarnya *safety stock* (SS) dengan memakai persamaan 5

$$SS = Z \times s_{dl} \tag{5}$$

Dalam menentukan nilai *safety stock* dipengaruhi oleh variabel Z yang merupakan suatu nilai tabel distribusi normal yang berkorelasi dengan probabilitas tertentu, semisal *service kelas* yang ditetapkan perusahaan. Sedangkan nilai s_{dl} (*standard deviasi leadtime*) diperoleh dengan memperhatikan interaksi *leadtime* suku cadang yang sifatnya konstan dan permintaan yang fluktuatif [6].

$$s_{dl} = s_d \sqrt{l} \tag{6}$$

Nilai *reorder point* (ROP) diperoleh dari hasil kali *demand* rata-rata per periode (d) dengan *leadtime* (l) kemudian dijumlahkan dengan nilai *safety stock* (SS) pada persamaan 6. Perhitungan nilai ROP dicari dengan menggunakan persamaan 7.

$$ROP = d \times l + SS \tag{7}$$

D. Periodic Review System

Metode *periodic review system* atau sistem P adalah pengendalian persediaan dengan jarak waktu antara dua pemesanan tetap sedangkan jumlah bahan yang dipesan berubah-ubah yang didasarkan pada tinjauan periodik terhadap posisi persediaan.

Periodic review memerlukan *safety stock* yang relatif besar dibandingkan metode *continues review* karena *stock* mencakup variasi permintaan selama *leadtime* dan periode *review* namun dari sisi biaya lebih murah dibandingkan *continues review*.

Pada metode ini status persediaan di gudang ditentukan pada *interval* yang teratur dan tetap (T) dan memesan *order quantity* (Q) yang dibutuhkan sehingga mencapai *level* persediaan yang (R) maksimum. Untuk menghitung nilai T, Q dan R berturut-turut diperoleh melalui persamaan 8, 9 dan 10

$$T = \frac{Q}{D} \quad (8)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{H}} \quad (9)$$

$$R = D(T+L)+SS \quad (10)$$

Keterangan

Q = Jumlah Pesanan (*Order Quantity*)

T = *Interval* Antar Pemesanan

A = Biaya Pesan

H = *Holding Cost / Biaya Simpan*

D = *Demand*

R = *Inventory* Maksimum

L = *Lead time*

SS = *Safety Stock*

Untuk menentukan total biaya persediaan dalam penelitian ini dilakukan dengan solusi *Metode Hadley-Within* memakai persamaan 11.

$$TC = \frac{A}{T} + \left(R - DL - \frac{DT}{2} \right) h + \frac{Cu \cdot N}{T} \quad (11)$$

Keterangan :

TC = Total *Cost* Persediaan

A = biaya pesan

T = Interval antar pemesanan

h = biaya simpan

Cu = Biaya kekurangan stok

N = ekspektasi jumlah kekurangan

Perhitungan nilai N (ekspektasi jumlah kekurangan) didapatkan dengan mensubstitusikan persamaan 12,13 dan 14 berikut ini

$$N = \sigma D \sqrt{T+L} (f(z_\alpha) - (z_\alpha \times \omega_{z_\alpha})) \quad (12)$$

Dimana :

$$f(z_\alpha) = \text{NORMDIST}(z_\alpha, 0, 1, 0) \quad (13)$$

$$\omega_{z_\alpha} = \text{NORMDIST}(\omega_{z_\alpha}, 0, 1, 0) - (z_\alpha (1 - \text{NORMDIST}(z_\alpha, 0, 1, 1))) \quad (14)$$

Sedangkan Nilai α dapat dicari dengan mempergunakan persamaan 15

$$\alpha = \frac{h \times T}{Cu} \quad (15)$$

III. HASIL

A. Klasifikasi *Demand* Suku Cadang Kelas B

Pengklasifikasian *demand* pada suku cadang kelas B dilakukan untuk mengetahui pola dan karakteristik *demand* dengan memakai ADI (*Average Demand Interval*) dan CV (*Coefesien Variance*) sehingga diperoleh hasil seperti pada tabel 2

TABEL 2
KLASIFIKAS DEMAND SUKU CADANG KELAS B

NO	SUKU CADANG	PERIODE									ADI	MEAN	CV	POLA DEMAND	KARAKTERISTIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX					
1	GLAND	2	0	0	5	0	0	3	0	0	3	1,11	1,32	Intermitent	Lumpy
2	NUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
3	LIMIT SWITCH	0	0	0	0	2	0	0	0	9	4	1,22	2,13	Intermitent	Lumpy
4	PRESSURE SWITCH	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0,33	0,60	Intermitent	Lumpy
5	AUXILIARY RELAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
6	PACKING CASE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
7	PRESSURE GAUGE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
8	LABYRINT PACKING	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
9	HYDRAULIC SM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
10	OIL SEAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
11	SPRING	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
12	SPINDLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
13	FUSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
14	WORM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving
15	TEMP. INDICATOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	Intermitent	Slow moving

Dari 15 jenis suku cadang hanya ada 3 jenis yang memiliki permintaan dengan karakteristik permintaan *lumpy*, selanjutnya suku cadang tersebut yang akan dihitung sebagai persediaan pada suku cadang kelas B.

B. Metode Croston's

Untuk menentukan kebijakan pengendalian persediaan yang efektif dan efisien, pada tahap awal dilakukan peramalan dengan metode croston's pada 3 jenis suku cadang kelas B yang merupakan suku cadang dengan karakteristik *lumpy demand* yaitu *gland*, *pressure switch* dan *limit switch* dan dapatkan hasil seperti pada tabel 3.

TABEL 3
HASIL FORECAST SUKU CADANG KELAS B

PERIODE	GLAND			LIMIT SWITCH			PRESURE SWITCH					
	Demand	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.7$	$\alpha=0.1$	Demand	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.7$	$\alpha=0.1$	Demand	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.7$	$\alpha=0.1$
I	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1
IV	5	3,765	4,308	3,579	0	0	0	0	0	1	1	1
V	0	3,765	4,308	3,579	2	2	2	2	0	1	1	1
VI	0	3,765	4,308	3,579	0	2	2	2	2	1,588	1,7692	1,5263
VII	3	3,416	3,367	3,365	0	2	2	2	0	1,588	1,7692	1,5263
VIII	0	3,416	3,367	3,365	0	2	2	2	0	1,588	1,7692	1,5263
IX	0	3,416	3,367	3,365	9	4,333	6	3,8571	0	1,588	1,7692	1,5263
X		4	4	4		5	6	4		2	2	2
MAD		2,223	2,268	2,186		1,185	1	1,2381		0,797	0,8376	0,7836

Peramalan dilakukan dengan menggunakan beberapa nilai alfa yang berbeda tergantung dari derajat kesalahan dan kebutuhan penelitian.

C. Periodic Review System

Kebijakan periodic review (R,s,S) yang dipakai dalam penelitian ini merujuk beberapa literatur yang menyatakan bahwa kebijakan persediaan ini efektif diaplikasikan pada suku cadang/material yang *slowmoving* atau *fast moving* [7]. Pada *Periodic Review* status persediaan di gudang ditentukan interval yang teratur dan tetap (T) dan memesan *order quantity* (Q) yang dibutuhkan sehingga mencapai kelas persediaan maksimum (R). Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Mulai dengan mengitung nilai Q dengan memakai persamaan 9
- 2) Tahap selanjutnya nilai Q dipakai untuk mencari interval waktu (T) dengan menggunakan persamaan 8
- 3) Nilai R (inventory maksimum) dihitung dengan memakai persamaan 10, Sedangkan perhitungan nilai *safety stock* (SS), Sdl (*standar deviasi leadtime*) dan ROP (*Reorder Point*) dicari memakai persamaan 5,6 dan 7. *Service kelas* yang diharapkan perusahaan adalah 99%, dengan nilai korelasi pada tabel Z = 2,33. Untuk *leadtime* seluruh part konstan dengan tenggang waktu 2 bulan atau 60 hari (0.1667 tahun).
- 4) Menghitung total biaya persediaan dengan memakai solusi *Hadley Within* [7], Adapun masukan data yang diperlukan dari perusahaan adalah seperti pada tabel 3

TABEL3
DATA HARGA SUKU CADANG DAN BIAYA PERSEDIAAN

NAMA	KEJERANGAN
Gland (price)	Rp. 330.000,00
Pressure switch (price)	Rp. 929.000,00
Limit switch (price)	Rp. 343.300,00
Holding Cost	25 % dari Harga Part
Ordering Cost	Rp. 25.000,00
Shortage cost	30% dari harga part

Sedangkan Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari nilai total biaya persediaan yakni:

- 1) Menghitung nilai N (ekspektasi *stockout*) memakai persamaan 12, dimana untuk mencari nilai $f(z_\alpha)$ dapat dicari dengan persamaan 13, sedangkan nilai dari $\omega_{z\alpha}$ diperoleh melalui persamaan 14 dan nilai α didapatkan dengan menggunakan persamaan 15.
- 2) Untuk perhitungan total biaya persediaan dilakukan lakukan seluruh step 1 diatas, selanjutnya disubstitusikan ke persamaan 11.
- 3) Ulangi perhitungan langkah tersebut pada suku cadang yang lain.

Berdasarkan langkah-langkah tersebut diatas maka didapatkan rekapitulasi hasil perhitungan pada seluruh suku cadang kelas B menggunakan pendekatan *periodic review* seperti pada tabel 4

TABEL4
REKAPITULASI PERHITUNGAN PERSEDIAAN SUKU CADANG DENGAN PERIODIC REVIEW

Suku Cadang	Waktu (T)/Tahun	Inventory Maksimum (R)	Safety stock (ss)	ROP	Total Cost
Gland	0.389	4	2	3	Rp.372.784
Limit switch	0.311	6	4	5	Rp.530.561
Pressure switch	0.329	2	1	1	Rp.504.549

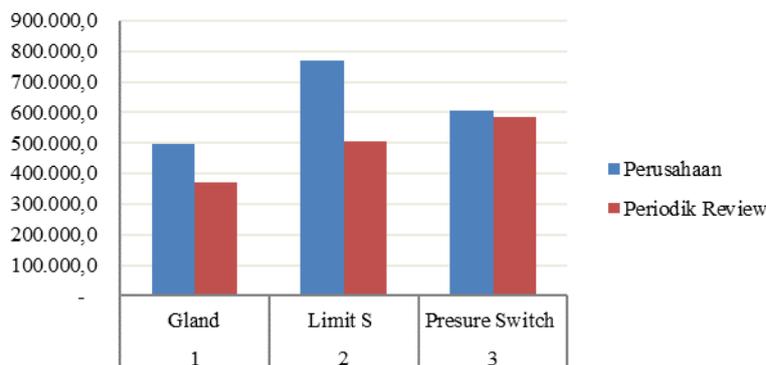
D. Skenario Persediaan di PG X.

Untuk menentukan biaya persediaan perusahaan diperlukan masukan terkait estimasi *demand* yang tidak dapat dipenuhi disebabkan perusahaan tidak memiliki stok suku cadang. Sehingga dilakukan simulasi disesuaikan dengan kondisi *actual* diperusahaan menggunakan berbagai asumsi untuk mendapatkan hasil yang dapat dijadikan referensi bagi perusahaan dalam mengambil kebijakan. Apakah PG X akan menerapkan *periodik review system* atau tetap pada kebijakan perusahaan (*best practice*) dengan tidak menyimpan persediaan suku cadang kelas B. Hasil perhitungan dari ilustrasi/skenario tersebut dapat dilihat pada tabel 5

TABEL 5
ILUSTRASI TOTAL BIAYA PERSEDIAAN PERUSAHAAN

Nama	Demand /tahun	Shortage	Ordering cost	Total cost
Gland	4	Rp. 99.000	Rp. 25.000	Rp496.000
Press. Switch	6	Rp. 102.990	Rp. 25.000	Rp767.940
Limit Switch	2	Rp. 278.700	Rp. 25.000	Rp607.400

Tahap selanjutnya melakukan perbandingan antara total biaya persediaan dengan memakai *periodic review system* dengan sistem perusahaan dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Perbandingan Metode Perusahaan dan *Periodik Review System*

IV. PEMBAHASAN

Setelah beberapa tahapan pengolahan data dengan memakai berbagai metode yang relevan disesuaikan dengan kondisi dilapangan, maka didapatkan hasil perhitungan sehingga dapat dilakukan analisa yang mendalam untuk mendapatkan solusi dari permasalahan yang di hadapi oleh PG X.

Dari pengolahan data dapat diidentifikasi bahwa dari 15 jenis material B yang bersifat *intermittent demand*, terdapat 12 item material yang berkarakteristik *slow moving* dan 3 diantaranya berjenis *lumpy* terlihat dari nilai ADI dan CV nya seperti pada tabel 2. Tiga *part* tersebut adalah *Gland*, *Limit switch* dan *Pressure Switch* kemudian dari 3 jenis *part* tersebut dilakukan peramalan dengan metode croston's untuk mengetahui estimasi *demand* dari masing masing *part* dalam 1 periode. Sebagaimana diketahui bahwa metode croston's tepat digunakan pada *demand* material yang berpola *intermittent* atau *lumpy* [8].

Pemilihan *forecasting* dengan model Croston's didasari beberapa pendapat yang menyatakan metode tersebut tepat untuk *demand* dengan karakteristik *lumpy* dan menghasilkan estimasi *demand* dengan *error*

yang relatif kecil dibanding hasil ramalan dengan memakai metode *eksponensial smoothing* [4]. Hasil *forecast* dengan model Cronston's pada *part gland*, *limit switch* dan *pressure switch* masing-masing adalah 4, 6 dan 2 *part*. Hasil ramalan dipilih berdasarkan nilai MAD yang terkecil dari beberapa variabel alfa yang berbeda.

Penggunaan kebijakan *periodic review system* memakai tiga buah parameter sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan persediaan. Parameter tersebut adalah *interval review*, *reorder point* dan *inventory maksimum* [9]. Penerapan *Periodic review system* di PG X memberikan hasil perhitungan waktu *interval review* (T) pada suku cadang *Gland* = 0.389 tahun, *limit switch* = 0.311 dan *pressure switch* = 0.329 dan nilai *inventory* maksimum (R) pada masing-masing part adalah 4, 6 dan 2 item selanjutnya nilai *safety stock* dari ketiga suku cadang tersebut masing-masing adalah 2,4 dan 1pc.

Pemeriksaan status persediaan hanya dilakukan saat periode *review* untuk memastikan persediaan dalam keadaan aman atau tidak. Apabila pada waktu *review* jumlah item *gland*, *limit switch* dan *pressure switch* tersebut mencapai angka 3pc, 5pc dan 2 pc maka dilakukan *reorder point* (ROP) sehingga mencapai *inventory* maksimum.

Berdasarkan asumsi umum mengenai pola permintaan dan biaya-biaya, kebijakan *periodic review system* mampu menghasilkan total biaya persediaan yang lebih rendah dari metode yang lain [9]. Dari hasil perhitungan total biaya persediaan suku cadang mesin PLTU di PG X dengan menggunakan solusi *Hadley Within* diperoleh biaya persediaan pada suku cadang *Gland* Rp 372.784, *limit switch* Rp 530.561 dan untuk *Pressure switch* sebesar Rp 504.594.

Dimana perhitungan biaya tersebut lebih rendah dibandingkan simulasi biaya perusahaan dengan penghematan pada part *gland* sebesar 25%, *limit switch* 34% dan *pressure switch* 3%.

V. KESIMPULAN

Perhitungan dengan pendekatan *Periodic Review system* pada suku cadang kelas B di PG X dihasilkan *interval* waktu *review* untuk suku cadang *Gland* selama 0.389 Tahun/142 hari dengan *total cost* Rp. 372.784, pada part *Limit Switch* 0,269 Tahun/98 hari dengan *total cost* Rp.530.561, dan pada part *Pressure Switch* 0.328 Tahun/119 hari dengan nilai *total cost* Rp.587.033. Dari sisi total biaya persediaan yang dihasilkan melalui pendekatan *periodic review system* relatif lebih rendah dibandingkan simulasi biaya persediaan perusahaan, dengan persentase penghematan pada part *Gland* sebesar 25%, *limit switch* sebesar 34% dan *pressure switch* sebesar 3%.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama saya ucapkan puji syukur kepada Allah Ta'ala, karena atas ridhoNya tulisan ini dapat terselesaikan. Selanjutnya terimakasih kepada Prodi Teknik Industri Universitas Merdeka Malang serta seluruh kolega/reka sejawat di Prodi Teknik Industri Unmer Malang yang telah memberikan *support* dan semangat baik moril dan materiil. Ungkapan terimakasih juga saya sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang yang telah memfasilitasi adanya Seminar Nasional sehingga menjadi wadah bagi kami untuk menulis dan berkarya.

REFERENSI

- [1] Mahardika, A.P., Ardiansyah, M.N., Yunus, Efrata D.S "Pengendalian Persediaan untuk Mengurangi Biaya Total Persediaan dengan Metode *Periodic Review (R,s,S) Power Approximation Pada Suku Cadang Consumeable*" Jurnal Rekayasa Sistem Industri Vol.4, No.1, 2015
- [2] Willemain, T.R., Smart C.N., Schwarz, H.F., "A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories", International Journal of Forecasting, Journal of the Operational Research Society, Vol. 56, No. 5, hal. 495-503. 2004
- [3] Ghobbar, Adel A and Friend, Chris, "The Material Requirement Planning System for Aircraft Maintenance and Inventory Control," Journal of Air Transport Management 10. Page 217-221. 2004.

- [4] Leven, E., dan Segerstedt, A., "*Inventory control with a modified Croston procedure and Erlang distribution*", International Journal of Production Economics ; 90: 361-7. 2004
- [5] Syntetos, A.A., Boylan, J.E., Croston, J.D., "*On the categorization of demand patterns*". Vol. 20, No. 3, hal. 375-387. 2005
- [6] S Pujawan, I Nyoman., *Supply Chain Management*, Edisi Kedua. Surabaya : Guna Widya,2010
- [7] Silver, E. P., David F, & Peterson, R. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: JohnWiley & Son.1998
- [8] Boylan, J., E. dan Syntetos, A., A."*The accuracy of a modified Croston procedure*", InternationalJournal of Production Economics;107:511-7.2007
- [9] Babai, M. Z., Syntetos, A. A., & Teunter, R. "*On the Empirical Performance of (T, s, S) Heuristics.*" European Journal of Operational Research(202), 466-472.2010.