

Sistem Persediaan Komponen Multi Eselon Dengan Permintaan Berdasarkan Laju Kerusakan (Studi Kasus Di Perusahaan Tepung Ikan)*

GINA SYILVIA, FIFI HERNI MUSTOFA, AMBAR HARSONO

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: ginasylvia@gmail.com

ABSTRAK

Permintaan dapat berupa permintaan terhadap komponen-komponen mesin. Permintaan ini terjadi apabila mesin mengalami kerusakan dan komponen mesin tersebut harus diganti (replaceable). Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian persediaan yang optimal untuk mengganti komponen yang rusak tersebut. Komponen-komponen mesin juga tidak hanya bersifat dependent tetapi independent seperti komponen kritis mesin giling yang ada dalam Anggono et.al (2005). Kekurangan persediaan akan menyebabkan back order, karena pada studi kasus perusahaan tepung ikan tersebut apabila terjadi kerusakan komponen mesin ditangani oleh divisi maintenance yang khusus menangani kerusakan mesin di perusahaan. Tetapi apabila kerusakan tersebut tidak bisa ditangani dan diganti oleh divisi maintenance, maka akan langsung diganti oleh depot (dealer) yang menjual mesin tersebut.

Kata Kunci: Perawatan, Komponen Independent, Persediaan.

ABSTRACT

Demand may be demand for engine components. This demand occurs when the engine was damaged and the engine components must be replaced (replaceable). Therefore, the need for an optimal inventory control to replace the faulty component. Machine components are not only dependent but independent as a critical component of the existing rolling machines in Anggono et.al (2005). Lack of supply will lead to a back order, as in the case study company's fish meal is if there is damage to engine components are handled by the division maintenance specializing in mechanical failure in the company. But if the damage can not be handled and replaced by the maintenance division, it will immediately be replaced by the depot (dealers) who sell the machine.

Keywords: maintenance, independent components, inventory.

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

1. PENDAHULUAN

Pada perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, masalah pemenuhan permintaan yang terus meningkat merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Hal itu disebabkan karena permintaan yang terpenuhi dengan baik akan mempertahankan citra perusahaan di mata konsumen. Permintaan terjadi bukan hanya terhadap barang jadi dari konsumen tetapi juga permintaan terhadap komponen-komponen mesin. Permintaan ini terjadi apabila mesin mengalami kerusakan dan komponen mesin tersebut harus diganti (*replaceable*). Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian persediaan yang optimal untuk mengganti komponen-komponen yang rusak tersebut.

Permintaan terjadi bukan hanya terhadap barang jadi dari konsumen tetapi juga permintaan terhadap komponen-komponen mesin. Permintaan ini terjadi apabila mesin mengalami kerusakan dan komponen mesin tersebut harus diganti (*replaceable*). Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian persediaan yang optimal untuk mengganti komponen-komponen yang rusak tersebut.

Penelitian yang dilakukan terhadap komponen-komponen mesin tersebut seperti yang dilakukan oleh Anggono, et.al (2005) pada komponen-komponen mesin giling tepung ikan pada perusahaan tepung ikan, dimana komponen-komponennya bersifat *independent* (tidak berkaitan satu dengan yang lainnya). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wulansari (2007) dinyatakan bahwa komponen mesin bersifat *dependent* (antara komponen yang satu dengan yang lainnya saling berkaitan) sedangkan dalam Anggono, et.al (2005) dikemukakan bahwa komponen-komponen mesin giling bersifat *independent*. Oleh karena itu perlu adanya suatu penelitian yang membahas tentang optimisasi persediaan komponen *independent* berdasarkan laju kerusakan.

Kekurangan persediaan akan menyebabkan suatu kondisi *lost sales* atau kehilangan produksi maupun *back order* atau komponen tidak tersedia tetapi mesin masih menunggu. Dalam kasus perusahaan tepung ikan yang terdapat dalam Anggono, et.al (2005) kekurangan persediaan akan menyebabkan *back order*, karena pada studi kasus perusahaan tepung ikan tersebut apabila terjadi kerusakan komponen mesin, tidak mungkin mesin yang sudah rusak tersebut dibawa ke *base* di perusahaan lain karena perusahaan mempunyai divisi *maintenance* yang khusus menangani kerusakan mesin di perusahaan. Tetapi apabila kerusakan tersebut tidak bisa ditangani dan diganti oleh divisi *maintenance*, maka akan langsung diganti oleh depot (*dealer*) yang menjual mesin tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

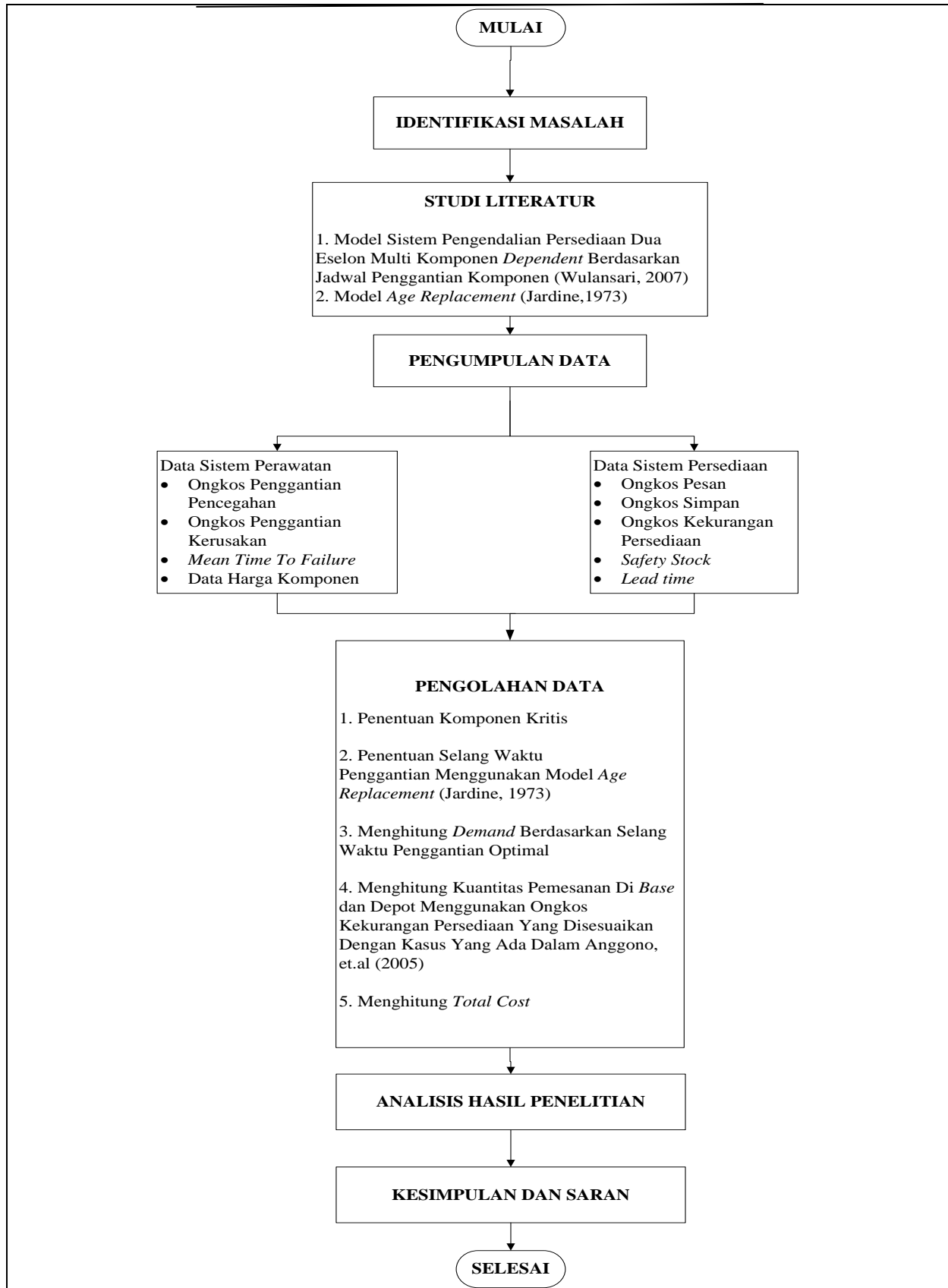
Metodologi berisi hal-hal yang dilakukan dalam penelitian dan disajikan dalam Gambar 1.

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis berdasarkan total ongkos pergantian kerusakan terbesar untuk multi komponen. Perhitungan komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh komponen kritis sebanyak tujuh komponen yaitu pisau (mesin giling), motor (mesin giling), poros (mesin giling), motor (*blower*), *bearing* (mesin giling), *filter* (*bag house filter*), dan *v-belt* (mesin giling) yang merupakan 80 % komponen yang mempunyai persentase total biaya terbesar dan bersifat *independent* antara komponen satu dengan yang lainnya.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Tabel 1. Penentuan Komponen Kritis

No	Komponen	MTTF (jam)	Frekuensi kerusakan	Harga Komponen (Rp)	Total Biaya (Rp)	% Total Biaya
1	Pisau (mesin giling)	168	52,14286	450.000	23.464.285,714	37,200
2	Motor (mesin giling)	8760	1,00000	15.000.000	15.000.000,000	23,781
3	Poros (mesin giling)	8760	1,00000	3.500.000	3.500.000,000	5,549
4	Motor (<i>blower</i>)	8760	1,00000	3.000.000	3.000.000,000	4,756
5	<i>Bearing</i> (mesin giling)	8760	1,00000	2.400.000	2.400.000,000	3,805
6	<i>Filter</i> (<i>bag house filter</i>)	4319	2,02825	1.000.000	2.028.247,279	3,216
7	V-belt (mesin giling)	4320	2,02778	1000000	2.027.777,778	3,215
8	Motor (separator)	8759	1,00011	1.200.000	1.200.137,002	1,903
9	Motor (<i>cyclone</i>)	8761	0,99989	1.200.000	1.199.863,029	1,902
10	Motor (<i>bag house filter</i>)	8761	0,99989	1.200.000	1.199.863,029	1,902
11	<i>Bearing</i> (<i>blower</i>)	8758	1,00023	1.000.000	1.000.228,363	1,586
12	Pegas (separator)	4320	2,02778	400.000	811.111,111	1,286
13	V-belt (<i>blower</i>)	4321	2,02731	360.000	729.831,058	1,157
14	<i>Bearing</i> (<i>cyclone</i>)	8759	1,00011	600.000	600.068,501	0,951
15	<i>Bearing</i> (<i>bag house filter</i>)	8759	1,00011	600.000	600.068,501	0,951
16	<i>Bearing</i> (separator)	8760	1,00000	600.000	600.000,000	0,951
17	<i>Pulley</i> 2 (mesin giling)	8760	1,00000	500.000	500.000,000	0,793
18	<i>Pulley</i> 1 (mesin giling)	8761	0,99989	500.000	499.942,929	0,793
19	<i>Impeller</i> (<i>blower</i>)	4320	2,02778	200.000	405.555,556	0,643
20	<i>Wire</i> (separator)	4321	2,02731	200.000	405.461,698	0,643
21	<i>Impeller</i> (<i>cyclone</i>)	8756	1,00046	250.000	250.114,207	0,397
22	<i>Impeller</i> (<i>bag house filter</i>)	8757	1,00034	250.000	250.085,646	0,396
23	Poros (<i>blower</i>)	8761	0,99989	250.000	249.971,464	0,396
24	V-belt (separator)	4321	2,02731	100.000	202.730,849	0,321
25	<i>Copling</i> (<i>bag house filter</i>)	8758	1,00023	200.000	200.045,673	0,317
26	<i>Copling</i> (<i>cyclone</i>)	8761	0,99989	200.000	199.977,172	0,317
27	Poros (separator)	8759	1,00011	150.000	150.017,125	0,238
28	<i>Pulley</i> 2 (separator)	8759	1,00011	100.000	100.011,417	0,159
29	<i>Pulley</i> 1 (<i>blower</i>)	8760	1,00000	100.000	100.000,000	0,159
30	<i>Pulley</i> 1 (separator)	8760	1,00000	100.000	100.000,000	0,159
31	<i>Pulley</i> 2 (<i>blower</i>)	8762	0,99977	100.000	99.977,174	0,159
Σ					63.075.372,276	100,000

3.2 Penentuan Selang Waktu Penggantian

Penentuan selang waktu penggantian menggunakan rumus *preventive replacement* (Jardine, 1973).

$$R(t_p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_p}^{\infty} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2}\right] dt \quad (1)$$

$$\int_{-\infty}^{t_p} t f(t) dt = \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t_p-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] + \mu \phi\left(\frac{t_p-\mu}{\sigma}\right) \quad (2)$$

Ongkos *total replacement*

$$C(t_p) = \frac{C_p R(t_p) + C t [1 - R(t_p)]}{t_p R(t_p) + M(t_p) x [1 - R(t_p)]} \quad (3)$$

Didapatkan selang waktu penggantian optimal untuk masing-masing komponen kritis dalam Tabel 2.

Tabel 2. Selang Waktu Penggantian Komponen Kritis

No	Komponen	t_p optimal (bulan)	$R(t_p)$	$1 - R(t_p)$	$M(t_p)$	C_p (Rp)	C_t (Rp)	$C(t_p)$ (Rp)
1	Pisau (mesin giling)	1	0,222	0,778	0,233	466.120,100	477.411,500	1.177.682,238
2	Motor (mesin giling)	11	0,878	0,122	3,173	15.521.933,400	15.643.465,300	1.546.297,124
3	Poros (mesin giling)	11	0,878	0,122	3,173	4.131.579,600	4.202.819,800	412.059,477
4	Motor (<i>blower</i>)	11	0,878	0,122	3,173	3.482.264,700	3.636.779,600	348.444,616
5	<i>Bearing</i> (mesin giling)	11	0,878	0,122	3,173	2.913.910,500	3.040.122,500	291.536,247
6	<i>Filter (bag house filter)</i>	5	0,841	0,159	1,103	1.486.499,000	1.635.591,000	344.765,045
7	<i>V-belt</i> (mesin giling)	5	0,841	0,159	1,102	1.105.486,100	1.204.583,600	255.892,811

3.3 Penentuan Demand Di Base Dan Depot

Demand di *base* sama dengan *demand* di depot yang perhitungannya diperoleh dari selang waktu penggantian optimal tiap komponen. Misal $D_{i1}=D_{i0}$ untuk komponen pisau (mesin giling) = 12 bulan/1 bulan = 12 unit. Rekapitulasi perhitungan *demand* di *base* dan depot untuk komponen kritis dalam Tabel 3.

Tabel 3. Demand di Base dan Depot Untuk Komponen Kritis

No	Nama Komponen	Selang Waktu Penggantian Optimal (bulan)	<i>Demand</i> komponen ($D_{i1}=D_{i0}$) (unit/tahun)
1	Pisau (mesin giling)	1	12
2	Motor (mesin giling)	11	1,091
3	Poros (mesin giling)	11	1,091
4	Motor (<i>blower</i>)	11	1,091
5	<i>Bearing</i> (mesin giling)	11	1,091
6	<i>Filter (bag house filter)</i>	5	2,4
7	<i>V-belt</i> (mesin giling)	5	2,4

3.4 Penentuan Kuantitas Pemesanan Optimal

Kuantitas pemesanan optimal dihitung menggunakan rumus yang telah diteliti oleh Wulansari (2007) tetapi disesuaikan dengan kondisi pada perusahaan tepung ikan yang ada pada Anggono, et.al (2005) dimana komponen yang diteliti adalah komponen kritis yang bersifat *independent*. Dan ongkos kekurangan persediaannya adalah ongkos kehilangan keuntungan karena tidak memproduksi. Sehingga rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$\text{Ongkos di base} = \text{ongkos pesan} + \text{ongkos simpan} + \text{ongkos kekurangan persediaan}$$

$$C_{base} = \{(A_{i1}D_{i1}/Q_{i1} + H_{i1}(Q_{i1}/2 + SS_{i1}) + B_{i1} \cdot L_{i1}) \} \tag{4}$$

$$\text{Ongkos di depot} = \text{ongkos simpan}$$

$$C_{depot} = H_{i0}\{Q_{i0}/2 + (L_{i1} \cdot D_{i1} + SS_{i1})\} \tag{5}$$

Sehingga

$$\text{Min } C_{total} = C_{base} + C_{depot}$$

$$= \{(A_{i1}D_{i1}/Q_{i1} + H_{i1}(Q_{i1}/2 + SS_{i1}) + B_{i1} \cdot L_{i1}) + H_{i0}\{Q_{i0}/2 + (L_{i1} \cdot D_{i1} + SS_{i1})\} \} \tag{6}$$

Pembatas:

1. $Q_{i0}/D_{i0} = N_{i1}Q_{i1}/D_{i1}$ (perbandingan permintaan depot dan *base*)
2. $Q_{i0}, Q_{i1} \geq 0$ (non negatif)
3. $N_{i1} \geq 1$ dan integer (frekuensi pemesanan)

Variabel keputusan dalam penelitian ini adalah Q_{i0} dan Q_{i1} . Pembatas perbandingan permintaan depot dan *base* diuraikan sebagai berikut.

$$\frac{Q_{i0}}{D_{i0}} = \frac{N_{i1} \cdot Q_{i1}}{D_{i1}}$$

$$\frac{D_{i1}}{D_{i0}} = \frac{N_{i1} \cdot D_{i0}}{Q_{i1}}$$

$$Q_{i1} = \frac{Q_{i0}}{N_{i1} \cdot D_{i0} / D_{i1}}$$

$$Q_{i0} = \frac{N_{i1} D_{i0} Q_{i1}}{D_{i1}} \tag{A}$$

$$Q_{i1} = \frac{D_{i1} Q_{i0}}{N_{i1} D_{i0}} \tag{B}$$

Variabel keputusan dalam model ini adalah Q_{i0}^* dan Q_{i1}^* . Q_{i0}^* dapat dicapai apabila $\frac{\partial C}{\partial Q_{i0}} = 0$, maka substitusi persamaan B kedalam rumus C_{tot} akan diperoleh Q_{i0}^* sebagai berikut:

$$\frac{\partial C}{\partial Q_{i0}} = \frac{\partial \left\{ \left(\frac{A_{i2} D_{i1}}{D_{i1} Q_{i0}} \right) + H_{i1} \left(\left(\frac{D_{i1} Q_{i0}}{N_{i1} D_{i0}} \right) + SS_{i1} \right) + (B_{i1} L_{i1}) \right\} + \{ H_{i0} (Q_{i0}/2 + (L_{i1} D_{i1} + SS_{i1})) \}}{\partial Q_{i0}} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial \left\{ \left(\frac{A_{i2} N_{i1} D_{i0}}{Q_{i0}} \right) + H_{i1} \left(\left(\frac{D_{i1} Q_{i0} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + SS_{i1} \right) + (B_{i1} L_{i1}) \right\} + \{ H_{i0} (Q_{i0}/2 + (L_{i1} D_{i1} + SS_{i1})) \}}{\partial Q_{i0}} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial \left\{ ((A_{i2} N_{i1} D_{i0}) Q_{i0}^{-1}) + H_{i1} \left(\left(\frac{D_{i1} Q_{i0} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + SS_{i1} \right) + (B_{i1} L_{i1}) \right\} + \{ H_{i0} (Q_{i0}/2 + (L_{i1} D_{i1} + SS_{i1})) \}}{\partial Q_{i0}} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{(A_{i2} N_{i1} D_{i0})}{Q_{i0}^2} + H_{i1} \left(\frac{D_{i1} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + \frac{H_{i0}}{2} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{(A_{i2} N_{i1} D_{i0})}{Q_{i0}^2} = H_{i1} \left(\frac{D_{i1} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + \frac{H_{i0}}{2}$$

$$Q_{i0}^2 = \frac{(A_{i2} N_{i1} D_{i0})}{H_{i1} \left(\frac{D_{i1} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + \frac{H_{i0}}{2}}$$

$$Q_{i0}^* = \left[\frac{(A_{i2} N_{i1} D_{i0})}{H_{i1} \left(\frac{D_{i1} \cdot 2}{N_{i1} D_{i0}} \right) + \frac{H_{i0}}{2}} \right]^{1/2} \tag{7}$$

Sedangkan untuk memperoleh Q_{i1} optimal diperoleh dari substitusi persamaan A, sehingga diperoleh Q_{i1} optimal sebagai berikut.

$$\frac{\partial C}{\partial Q_{i1}} = \frac{\partial \left\{ \left(\frac{A_{i2} D_{i1}}{Q_{i1}} \right) + H_{i1} \left(\left(\frac{Q_{i1}}{2} \right) + SS_{i1} \right) + (B_{i1} L_{i1}) \right\} + H_{i0} \left\{ \frac{N_{i1} D_{i0} Q_{i1}}{D_{i1}} + (L_{i1} D_{i1} + SS_{i1}) \right\}}{\partial Q_{i1}} = 0$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial \left\{ A_{i1} D_{i1} Q_{i1}^{-2} + H_{i1} \left(\frac{Q_{i1}}{2} + SS_{i1} \right) + B_{i1} L_{i1} \right\} + H_{i0} \left\{ \frac{N_{i1} D_{i0} Q_{i1}^{-2}}{D_{i1}} + (L_{i1} D_{i1} + SS_{i1}) \right\}}{\partial Q_{i1}} = 0 \\
& \leftrightarrow -\frac{(A_{i1} D_{i1})}{Q_{i1}^2} + \frac{H_{i1}}{2} + \frac{H_{i0} N_{i1} D_{i0} \cdot 2}{D_{i1}} = 0 \\
& \leftrightarrow \frac{(A_{i1} D_{i1})}{Q_{i1}^2} = \frac{H_{i1}}{2} + \frac{H_{i0} N_{i1} D_{i0} \cdot 2}{D_{i1}} \\
& Q_{i1}^2 = \frac{(A_{i1} D_{i1})}{\frac{H_{i1}}{2} + \frac{H_{i0} N_{i1} D_{i0} \cdot 2}{D_{i1}}} \\
& Q_{i1}^* = \left[\frac{(A_{i1} D_{i1})}{\frac{H_{i1}}{2} + \frac{H_{i0} N_{i1} D_{i0} \cdot 2}{D_{i1}}} \right]^{1/2} \tag{8}
\end{aligned}$$

Frekuensi pemesanan dari *base* ke depot (N_{i1}) diperoleh apabila $\frac{\partial C}{\partial N_{i1}}$ sehingga

$$\begin{aligned}
\frac{\partial C}{\partial N_{i1}} &= \frac{\partial \left\{ \frac{A_{i1} D_{i1}}{D_{i1} Q_{i0}} + H_{i1} \left(\frac{D_{i1} Q_{i0}}{N_{i1} D_{i0}} + SS_{i1} \right) + B_{i1} L_{i1} + H_{i0} \left(\frac{N_{i1} D_{i0} Q_{i1}}{D_{i1}} + L_{i1} D_{i1} + SS_{i1} \right) \right\}}{\partial N_{i1}} \\
&= \frac{\partial \left\{ \frac{A_{i1} N_{i1} D_{i0}}{Q_{i0}} + H_{i1} \left(\frac{D_{i1} Q_{i0}^{-2}}{N_{i1} D_{i0}} + SS_{i1} \right) + B_{i1} L_{i1} + H_{i0} \left(\frac{2 N_{i1} D_{i0} Q_{i1}}{D_{i1}} + L_{i1} D_{i1} + SS_{i1} \right) \right\}}{\partial N_{i1}} \\
&= \frac{A_{i1} D_{i0}}{Q_{i0}} + H_{i1} \left(\frac{-2 \cdot D_{i1} Q_{i0} N_{i1}^{-2}}{D_{i0}} \right) + H_{i0} \left(\frac{2 \cdot D_{i0} Q_{i1}}{D_{i1}} \right) \\
H_{i1} \left(\frac{D_{i1}}{D_{i0} N_{i1}^2} \right) &= A_{i1} D_{i0} + H_{i0} \left(\frac{2 \cdot D_{i0}}{D_{i1}} \right) \\
N_{i1}^2 &= \frac{H_{i1} D_{i1}}{A_{i1} + H_{i0} \left(\frac{2 \cdot D_{i0}}{D_{i1}} \right)} \\
N_{i1} &= \sqrt{\frac{H_{i1} D_{i1}}{A_{i1} + H_{i0} \left(\frac{2 \cdot D_{i0}}{D_{i1}} \right)}} \tag{9}
\end{aligned}$$

N_{i1} untuk komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Frekuensi Pemesanan Dari Base Ke Depot

Komponen (<i>j</i>)	N_{j1} (kali pesan)
Pisau (mesin giling)	0,603
Motor (mesin giling)	0,610
Poros (mesin giling)	0,427
Motor (<i>blower</i>)	0,405
<i>Bearing</i> (mesin giling)	0,374
<i>Filter</i> (<i>bag house filter</i>)	0,388
<i>V-belt</i> (mesin giling)	0,388

Perhitungan Q_{i1} dan Q_{i0} untuk komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimal Untuk Komponen Kritis

Komponen	Q_{i1} (unit)	Q_{i0} (unit)
Pisau (Mesin Giling)	14,774	7,670
Motor (Mesin Giling)	0,768	0,405
Poros (Mesin Giling)	1,793	0,599
Motor (<i>Blower</i>)	1,969	0,615
<i>Bearing</i> (Mesin Giling)	2,255	0,637
<i>Filter</i> (<i>Bag House Filter</i>)	5.125	1.516
<i>V-Belt</i> (Mesin Giling)	5.125	1.516

3.5 Perhitungan *Total Cost*

Perhitungan *total cost* untuk komponen kritis berdasarkan rumus 3.6 sedangkan *safety stock* menggunakan rumus dalam Bahagia (2006) sebagai berikut.

$$q = \sqrt{\frac{2A_i D_i}{H_i}} \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{hq}{C_u D} \quad (11)$$

$$SS_{i1} = Z_\alpha S\sqrt{L} \quad (12)$$

Rekapitulasi perhitungan *safety stock* untuk komponen kritis dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan *Safety Stock* (SS_{i1})

No	Komponen	SS_{j1} (unit)
1	Pisau (Mesin Giling)	0,004
2	Motor (Mesin Giling)	0,181
3	Poros (Mesin Giling)	0,181
4	Motor (<i>Blower</i>)	0,181
5	<i>Bearing</i> (Mesin Giling)	0,181
6	<i>Filter</i> (<i>Bag House Filter</i>)	0,089
7	<i>V-Belt</i> (Mesin Giling)	0,089

ekapitulasi perhitungan *total cost* untuk komponen kritis dalam Tabel 7. Hasil dan pembahasan penelitan ini dibagi kedalam 3 bahasan, yaitu mengenai laju kerusakan, terhadap sistem persediaan komponen, dan implementasi terhadap hasil yang didapatkan.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan *Total Cost*

No	Nama Komponen	<i>Total Cost</i> (Rp)
1	Pisau (Mesin Giling)	984.705,483
2	Motor (Mesin Giling)	2.045.798,275
3	Poros (Mesin Giling)	837.496,459
4	Motor (<i>Blower</i>)	762.576,276
5	<i>Bearing</i> (Mesin Giling)	666.204,512
6	<i>Filter (Bag House Filter)</i>	602.793,640
7	<i>V-Belt</i> (Mesin Giling)	602.793,640

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Terhadap Laju Kerusakan

Distribusi yang digunakan untuk menghitung laju kerusakan mengikuti distribusi normal. Hal ini dikarenakan distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang berbanding lurus dengan bertambahnya umur komponen sehingga sesuai dengan karakter komponen mesin giling tepung yang laju kerusakannya berbanding lurus dengan umur komponen. Oleh sebab itu *mean time to failure* (MTTF) mengikuti distribusi normal, sehingga $MTTF = \mu$.

Perhitungan selang waktu penggantian menggunakan rumus *preventive replacement* (Jardine, 1973) dan hasil yang didapatkan untuk komponen pisau (mesin giling) selang waktu penggantian optimalnya adalah 1 bulan. Selain itu komponen motor (mesin giling), poros (mesin giling), motor (*blower*), dan *bearing* (mesin giling) menghasilkan selang waktu penggantian optimal untuk masing-masing komponen kritis adalah sama yaitu 11 bulan. Sedangkan untuk komponen *filter (bag house filter)* dan *v-belt* (mesin giling) selang waktu penggantian optimalnya 5 bulan. Periode selang waktu penggantian optimal ini didasarkan pada minimasi ekspektasi total *preventive replacement*.

4.2 Analisis Terhadap Sistem Persediaan Komponen

Laju kerusakan yang terjadi di *base* akan segera diperbaiki oleh divisi *maintenance* yang ada di perusahaan. Apabila kerusakan tidak dapat ditangani atau komponen tidak tersedia di *base* maka komponen yang rusak tersebut akan dikirim langsung ke depot yang berperan sebagai *dealer* sekaligus sebagai *service centre*. Sehingga laju kerusakan di *base* akan mengakibatkan terjadinya permintaan di depot.

4.3 Implementasi Terhadap Hasil Yang Didapatkan

Komponen kritis yang memiliki total biaya terbesar adalah komponen pisau (mesin giling) dengan total biaya paling besar, hal ini disebabkan frekuensi kerusakannya paling besar pula yaitu 52,143 kali kerusakan sehingga apabila dikalikan dengan harga komponen akan menghasilkan total biaya yang besar sedangkan komponen yang memiliki total biaya paling kecil adalah komponen *v-belt* yang memiliki kerusakan hanya 2,028 kali kerusakan.

Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan tersebut maka dihitung *demand* komponen dan diperoleh *demand* komponen pisau (mesin giling) adalah 12 unit, komponen *filter (bag house filter)* dan *v-belt* (mesin giling) adalah sama yaitu 2,4 unit karena selang waktu penggantian optimalnya sama yaitu 5 bulan. Sedangkan untuk komponen motor (mesin giling), poros (mesin giling), motor (*blower*), dan *bearing* (mesin giling) *demand* komponennya adalah sama yaitu sebesar 1,091 karena selang waktu penggantian optimalnya sama yaitu 11 bulan.

Frekuensi pemesanan yang terbesar adalah komponen motor (mesin giling) yaitu sebanyak 0,610 kali pesan sedangkan yang paling kecil adalah komponen *bearing* (mesin giling) yang hanya memiliki frekuensi pemesanan sebanyak 0,374 kali pesan. Frekuensi pemesanan tersebut digunakan untuk menghitung kuantitas pemesanan di base dan di depot dan diperoleh komponen yang memiliki kuantitas pemesanan di *base* dan depot paling besar adalah komponen pisau (mesin giling) yaitu sebesar 14,774 di *base* dan 7,670 di depot. Sedangkan komponen yang memiliki frekuensi pemesanan paling kecil adalah komponen motor (mesin giling) yang hanya memiliki 0,768 unit di *base* dan 0,405 unit di depot. Selain itu, *total cost* terbesar dimiliki oleh komponen motor (mesin giling) yaitu Rp. 2.045.798,275 sedangkan yang terkecil adalah komponen *filter (bag house filter)*, dan *v-belt* (mesin giling) yaitu Rp. 602.793,640.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Didapatkan sistem persediaan untuk komponen-komponen mesin giling pada multi eselon dengan permintaan berdasarkan laju kerusakan. Dari 31 komponen yang ada di perusahaan tepung ikan yang diteliti Anggono, et.al (2005) didapatkan tujuh komponen kritis yang didapat dari perhitungan persentase total biaya terbesar. Ketujuh komponen kritis tersebut adalah komponen pisau (mesin giling), motor (mesin giling), poros (mesin giling), motor (*blower*), *bearing* (mesin giling), *filter (bag house filter)*, dan *v-belt* (mesin giling) dan juga antara komponen yang satu dengan yang lainnya bersifat *independent*.

Distribusi yang digunakan untuk menghitung laju kerusakan adalah distribusi normal karena distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang berbanding lurus dengan bertambahnya umur komponen. Selang waktu penggantian optimal untuk komponen pisau (mesin giling) adalah 1 bulan, komponen motor (mesin giling), poros (mesin giling), motor (*blower*), dan *bearing* (mesin giling) menghasilkan periode optimal untuk masing-masing komponen kritis adalah sama yaitu 11 bulan. Sedangkan untuk komponen *filter (bag house filter)* dan *v-belt* (mesin giling) selang waktu penggantian optimalnya 5 bulan.

Total cost komponen motor (mesin giling) merupakan *total cost* yang paling besar yaitu sebesar Rp. 2.045.798,275. *Total cost* komponen komponen *filter (bag house filter)*, dan *v-belt* (mesin giling) merupakan *total cost* yang paling kecil yaitu Rp. 602.793,640. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sistem persediaan komponen multi eselon dengan permintaan berdasarkan laju kerusakan dapat dikembangkan untuk eselon lebih dari dua.

REFERENSI

Anggono, W., Julianingsih, Linawati. (2005). *Preventive Maintenance System Dengan Modularity Design Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintenance*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Assauri, Sofjan. (1980). *Manajemen Produksi*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.

Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffman. (1991). *Production and Inventory Management 2nd ed.*, South-Western Publishing Co., Ohio.

Greene, James. H. (1974). *Production and Inventory Control: System and Decision*, Revised Edition, Richard D. Irwin Inc.. Homewood, Illinois.

Jardine, A.K.S. (1973). *Maintenance, Replacement, and Reliability*. Pitman Publishing. New York.

Sherbrooke, Craig. C. (1992). *Optimal Inventory Modeling of System Multi Echelon Technique*. John Willey & Sons. New York.

Siagian, Sondang, P. (2009). *Kiat Meningkatkan Produktivitas Kerja*. Rineka Cipta. Jakarta.

Snyder, Larry. (2008). *Multi Echelon Inventory Optimization*. Lehigh University.

Sudradjat, Ating. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung. Bandung.

Tersine, R. J. (1999). *Principle of Inventory and Materials Management*, Fourth Edition. Prentice Hall.