

ANALISIS KEANDALAN UNTUK MENENTUKAN INTERVAL PENGGANTIAN KOMPONEN SLOTTER (*FINE ADJUSTING BLOCK* DAN *BACK KNIFE TRANSMISSION GEAR*) PADA MESIN FLEXP S 429”

FERY YULIANTO DAN VICKA ANISSA NILASARI
PT Pindad Turen Malang
Perum Bumi Ayu Indah Blok A no. 3 Malang

ABSTRACT

PT. Prima Box Adiperkasa Pandaan is a manufacturing company which producing cartoon box which the production processing is mostly use an automatic machine. The Flexo PS 429 is a machine which playing an important role in cutting and printing procession which often being damage, as a consequence it need to be supported with the program and activity of a regular treatment of the machines production. The problem that is faced was how to determine the optimal time interval of to replace the component so the productions can be process according to the target which has been specified. The objective of the research is to determine the time interval to replace the slotter component (back knife transmission gear and fine adjusting block) as an effort to prevent the damage the replacement cost which optimal with the reliability level above 70% ($> = 0.7$). The model which used to determine the time interval replacement component in this research is use an age replacement model with the minimum cost criteria. In this method of component replacement according to the international which have been done before the damage happen. From the obtained result of data analysis that the optimal international replacement of the back knife transmission gear component is 18 days with the prevention cost replacement is equal to Rp29,870 and the reliability is 0.832 (83.2%). Where as for fine adjusting block component in 12 days interval with the prevention cost replacement is equal to 16.970 and reliability is 0.925 (92.5). So at 12 month by conducting a cost saving prevention replacement of the back knife transmission gear company is 7,06% or equal to Rp681,001.44. For fine adjusting block component, by conducting a cost – saving is 49.66% or equal Rp5.002.866,7.

Key words: *reliability, rate of damage, age replacemen, model*

PENDAHULUAN

Kelancaran dari suatu produksi dipengaruhi oleh kondisi dari fasilitas itu sendiri, salah satunya adalah mesin-mesin produksi. Dalam penggunaannya sering dijumpai kerusakan pada suatu mesin atau sistem dan perlu adanya penanganan yang serius. Kerusakan mesin yang terjadi dapat membuat proses produksi menurun. Akibatnya produktivitas menurun. Produktivitas suatu mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang penting adalah keandalan (*reability*) dari sistem produksi tersebut, makin tinggi keandalan suatu sistem, maka makin tinggi pula produktivitasnya (Assauri, 1999).

PT PRIMA BOX ADIPERKASA merupakan perusahaan yang bergerak dalam usaha pembuatan kemasan yang berbahan dasar kertas Carton (Kardus). Salah satu proses produksinya adalah proses printing dan pemotongan, menggunakan

mesin Flexo PS 429. Pada mesin Flexo ini terdapat komponen yang mempengaruhi produktivitas mesin Flexo yaitu komponen Slotter. Berdasarkan data waktu penggantian komponen selama 1 tahun yaitu bulan Januari 2006 bulan Januari 2007 yang bersumber dari PT PRIMA BOX ADIPERKASA sebagian besar kerusakan terjadi pada sistem slotter, yaitu pada bagian *Back knife transmission gear* dan *Fine adjusting block*. Komponen *Back kine transmission gear* mengalami penggantian komponen sebanyak 16 kali dalam setahunnya dan komponen *Fine adjusting block* mengalami penggantian komponen yang disebabkan adanya kerusakan sebanyak 21 kali dalam setahunnya. Apabila sistem Slotter mengalami penggantian pada bagian *Back knife transmission gear*, *Fine adjusting block* karena aus maka sistem produksi akan mengalami kemacetan sampai sistem selesai diperbaiki.

Sebelum umur/usia pakai komponen dari mesin habis, seringkali terjadi kerusakan. Sebagai usaha untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan penentuan selang penggantian yang tepat terhadap komponen mesin untuk meningkatkan keandalan mesin tersebut. Untuk mengukur tingkat keandalan suatu mesin dapat digunakan sejumlah parameter yang ada dalam teknik keandalan (*reliability engineering*). Parameter-parameter tersebut antara lain: *mean time failure* dan laju kerusakan (*failure rate*).

Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan suatu sistem perawatan pencegahan untuk mengantisipasi kerusakan yang terjadi pada komponen mesin, sehingga dapat dikembangkan suatu jadwal perawatan mesin yang dapat menciptakan kondisi kerja yang optimal. Sehingga tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah menentukan interval penggantian untuk mengurangi kerusakan pada *Back knife transmission gear* dan *Fine adjusting block* dari komponen *slotter* pada mesin *Flexo PS 429* dan memperoleh perkiraan biaya penggantian untuk melakukan penggantian *Back knife transmission gear* dan *Fine adjusting block* dari komponen *slotter* pada mesin *Flexo PS 429* yang minimal.

METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah ini: 1) Identifikasi masalah, dalam hal ini permasalahan yang dihadapi saat dilakukan penelitian adalah menurunnya produktivitas mesin-mesin produksi terutama mesin *Flexo PS 429* yang disebabkan seringnya terjadi kerusakan mendadak, terutama pada komponen kritisnya sehingga harus diperbaiki dan dilakukan penggantian komponen sampai mesin bisa beroperasi kembali, 2) pengumpulan data, yaitu data-data lapangan yang diperoleh dari bagian *maintenance* yang meliputi data waktu antar kerusakan komponen, data lama waktu penggantian dan lama menganggur, biaya tenaga kerja *maintenance* dan operator menganggur, serta biaya keuntungan yang hilang; 3) Pengolahan data terdiri dari: Uji distribusi data waktu antar kerusakan komponen, waktu penggantian dan waktu mesin menganggur. Uji yang digunakan adalah Kolmogorov Smirnov (K-S Test) dengan dibantu software Statgraph; penentuan parameter distribusi. Penentuan

parameter dibantu dengan software Statgraph. Parameter untuk distribusi eksponensial adalah λ , distribusi Log Normal dengan parameter μ dan σ , distribusi Weibull dan Gamma dengan parameter α dan β ; penentuan fungsi keandalan. Setelah diperoleh jenis distribusi data dan parameter-parameternya, langkah selanjutnya menentukan fungsi padat probabilitas, laju kerusakan, fungsi keandalan dan MTTR; perhitungan biaya kerusakan (C_r) dan biaya penggantian terencana (C_p); penentuan interval penggantian pencegahan dengan menggunakan metode Age Replacement (Jardine, 1999) dengan rumus:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Slotter adalah salah satu dari komponen pendukung mesin *Flexo*. Slotter terdiri atas berbagai subkomponen antara lain: *Upper slotting roll, lower slotting roll, Fixed beam, Back Slotting Knife (movable), Front slotting knife (fixed), Back knife transmission gear, Upper slotter head, Lower slotter head, Indicator, Guiding strip for sheet, Waste guide, Fine adjusting block, Lower slotting knife*. Subkomponen satu dengan yang lain saling mempengaruhi, sehingga jika salah satu subkomponen terjadi kerusakan maka sistem tidak berfungsi dan harus diganti.

Sebagian besar kerusakan pada mesin *Flexo* adalah sistem slotter dan kerusakan yang sering terjadi adalah pada bagian *Back knife transmission gear, Fine adjusting block* untuk *Back transmission gear* kerusakan di sebabkan karena gesekan yang terjadi secara langsung dan terus-menerus dengan *gear* penggerak poros pisau, juga dipengaruhi oleh material dari *back trasmission gear* yang terbuat dari teflon. Untuk *fine adjusting block* sering mengalami kerusakan (keausan) karena memang fungsinya untuk menahan posisi pisau slotter agar tidak bergeser, materialnya terbuat dari teflon.

Berdasarkan hasil perhitungan data waktu antarkerusakan, data lama waktu penggantian dan lama menganggur diperoleh hasil distribusi dan diketahui parameter-parameternya untuk komponen *Back knife transmission gear* dan *fine affjusting block*.

Selanjutnya berdasarkan data biaya-biaya dan diketahui 1 bulan = 25 hari kerja, 1 hari = 8 jam maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter-parameter Distribusi Weibull

Jenis Data	Komponen	α	β
Waktu antar kerusakan	Back Knife Transmision gear	4.57378	26.0676
	Fine Adjusting Block	5.51773	19.0643
Waktu Penggantian	Back Knife Transmision gear	10.0407	1.58432
	Fine Adjusting Block	11.847	2.29571
Waktu Menganggur	Back Knife Transmision gear	9.29098	2.45283
	Fine Adjusting Block	17.8708	3.57086

Gaji mekanik = Rp1.500.000,00 bulan, maka gaji mekanik per jam

$$= \frac{\text{Rp}1.500.000,00}{25 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}} = 7500/\text{jam}$$

Gaji Operator = Rp 1.400.000/bulan

$$= \frac{\text{Rp}1.400.000,00}{25 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}} = 7000/\text{jam}$$

Biaya untuk operator menganggur pada penggantian komponen *Back Knife Transmission Gear*

$$= \text{Gaji operator per jam} \times \text{rata-rata waktu menganggur} \\ = \text{Rp}7.000,00 \times 2,38125 = \text{Rp}16.668,75$$

Biaya untuk operator menganggur pada penggantian komponen *Fine Adjusting Block*

$$= \text{Gaji operator per jam} \times \text{rata-rata waktu menganggur} \\ = \text{Rp}7.000,00 \times 3.464286 = \text{Rp}24.250,002$$

Biaya kerugian produksi didefinisikan sebagai keadaan mesin tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya karena adanya perbaikan atau penggantian komponen mesin, sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai yang telah ditetapkan dan perusahaan akan mengalami kehilangan keuntungan. Keuntungan yang hilang dihitung dengan cara sebagai berikut: berdasarkan data yang diperoleh diketahui rata-rata harga jual produk sebesar Rp3250/Kg, sedangkan besar keuntungan yang ditetapkan perusahaan sebesar 30% dari harga produk sehingga keuntungan yang diperoleh sebesar

$$= \text{Rp}3.250,00 \times 30\% = \text{Rp}975,00/\text{kg}$$

Dalam 1 hari produksi jika operasi normal mesin menghasilkan 975 kg kardus dalam 2 shift, sehingga untuk 1 jam dengan 16 jam kerja perhari dihasilkan:

$$= \frac{975 \text{ kg}}{16 \text{ jam}} = 60.937 \text{ kg/jam}$$

Jadi selama produksi berhenti keuntungan yang hilang sebesar:

$$= \text{Rp}975,00/\text{kg} \times 60,937 \text{ kg /jam} \\ = \text{Rp}59.413,575/\text{jam}$$

Hasil perhitungan MTTF dan MTTR untuk masing-masing komponen seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Perhitungan MTTF, MTTR

Komponen	MTTF	MTTR
Back Knife transmission gear	23.811	1.508
Fine Adjusting Block	17.603	2.199

Biaya tenaga kerja untuk penggantian komponen *Back knife transmission gear*

$$\text{Gaji untuk 3 orang operator} \\ = 3 \times \text{Rp}16668,75 \\ = \text{Rp}50.006,25$$

$$\text{Gaji untuk 2 orang mekanik} \\ = 2 \times \text{Rp}7.500,00 \\ = \text{Rp}15.000,00$$

$$\text{Sehingga jumlah biaya tenaga kerja} \\ = \text{Rp}65.006,25$$

Biaya tenaga kerja untuk penggantian komponen *Fine Adjusting Block*

$$\text{Gaji untuk 3 orang operator} \\ = 3 \times 24250,002 = \text{Rp}72.750,006$$

$$\text{Gaji untuk 2 orang mekanik} \\ = 2 \times 7500 = \text{Rp}15.000,00$$

Sehingga jumlah biaya tenaga kerja Rp87.750,006

Biaya Pembelian Komponen

$$\text{Komponen } \textit{Back Knife Transmission Gear} \\ = \text{Rp}415.000,00$$

$$\text{Komponen } \textit{Fine Adjusting Block} \\ = \text{Rp}158.000,00$$

Selanjutnya besarnya biaya kerusakan mesin (Cf) perkomponen dengan rumus (Lewis, 1987):

$$Cf = \text{Biaya pembelian komponen} + (\text{Biaya tenaga kerja} + \text{Keuntungan yang hilang}) \times \text{MTTR}$$

Cf Back Knife Transmission Gear

$$\begin{aligned} &= \text{Rp}415.000,00 + ((\text{Rp}65.006,25 + \\ &\quad \text{Rp}59413,575) \times 1,508) \\ &= \text{Rp}602.625,09 \end{aligned}$$

Cf Fine Adjusting Block

$$\begin{aligned} &= \text{Rp}158.000,00 + (\text{Rp}87.750,006 + \\ &\quad \text{Rp}59.413,575) \times 2,199 \\ &= \text{Rp}481.612,70 \end{aligned}$$

Biaya Tiap Kali Penggantian Terencana (Cp)

- Biaya tenaga kerja
Gaji untuk 2 orang mekanik
 $= 2 \times 7500 = \text{Rp}15.000,00/\text{jam}$
- Biaya Pembelian Komponen
Komponen *Back Knife Transmission Gear*
 $= \text{Rp}415.000,00$
Komponen *Fine Adjusting Block*
 $= \text{Rp}158.000,00$

Perhitungan biaya perawatan terencana (Cp) dengan rumus:

$$Cp = \text{Biaya pembelian komponen} + (\text{Lama waktu perbaikan} \times (\text{Biaya tenaga kerja}))$$

Cp Back Knife Transmission Gear

$$\begin{aligned} &= \text{Rp}415.000,00 + (0,5 \times 15.000) \\ &= \text{Rp}422.500,00 \end{aligned}$$

Cp Fine Adjusting Block

$$\begin{aligned} &= \text{Rp}158.000,00 + (0,5 \times \text{Rp}15.000,00) \\ &= \text{Rp}165.500,00 \end{aligned}$$

Dari perhitungan Cp dan Cf maka besarnya total biaya penggantian pada berbagai interval penggantian dihitung dengan rumus metode *Age Replacement* (Jardine, 1999).

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat pada interval 18 hari dengan biaya penggantian paling minimum sebesar Rp29.980,00. Jika dibandingkan dengan interval 19 hari terjadi kenaikan biaya

Tabel 3. Alternatif Rentang Interval Penggantian Komponen *Back Knife Transmission Gear*

Interval (hari)	Biaya Penggantian	Fungsi Keandalan
17	Rp30.080,00	0,868
18	Rp29.980,00	0,832
19	Rp30.290,00	0,790

sebesar Rp310 atau naik 1,034% dan mengalami penurunan fungsi keandalan sebesar 0,042 (4,2%). Sedangkan jika dibandingkan pada interval 17 hari terjadi kenaikan sebesar Rp100,00 atau naik 0,333% dan mengalami peningkatan fungsi keandalan sebesar 0,036 (3,6%). Ini berarti interval 17 hari sebagai pembanding alternatif interval 18, maka perusahaan harus mempertimbangkan kenaikan biaya Rp100,00 atau 0,333% akan tetapi mempunyai keandalan yang lebih baik yaitu sebesar 0,036 (3,6%). Karena adanya kenaikan biaya penggantian maka interval penggantian yang paling optimal pada interval 18 hari dengan pertimbangan biaya lebih kecil yaitu sebesar Rp29.980,00 dan nilai keandalan cukup tinggi sebesar 83,2%.

Tabel 4. Alternatif Rentang Interval Penggantian Komponen *Fine Adjusting Block*

Interval (hari)	Biaya Penggantian	Fungsi Keandalan
11	Rp17.170,00	0,953
12	Rp16.980,00	0,925
13	Rp17.360,00	0,886

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat pada interval 12 hari dengan biaya penggantian paling minimum sebesar Rp16.980,00 jika dibandingkan dengan interval 13 terjadi kenaikan biaya sebesar Rp380,00 atau naik 2,237% dan mengalami penurunan fungsi keandalan sebesar 0,039 (3,9%). Sedangkan pada interval 11 hari terjadi kenaikan sebesar Rp190,00 atau naik 1,118% dan peningkatan fungsi keandalan sebesar 0,028 (2,8%). Ini berarti jika alternatif interval 11 hari sebagai alternatif pembanding alternatif 12 hari maka perusahaan harus mempertimbangkan kenaikan sebesar Rp190,00 atau 1,118% akan tetapi memperoleh fungsi keandalan yang lebih baik, yaitu sebesar 0,028 (2,8%). Karena adanya kenaikan biaya penggantian maka interval

penggantian yang paling optimal pada interval 12 hari dengan pertimbangan biaya lebih kecil, yaitu sebesar Rp16.980,00 dan nilai keandalan cukup tinggi sebesar 92,5%.

Berdasarkan hasil perhitungan fungsi padat probabilitas *Distribusi Weibull* maka didapatkan nilai tertinggi, dari perhitungan interval penggantian komponen kritis yang optimal didapatkan interval 18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear* dan 12 hari untuk komponen *Fine adjusting block*.

Berdasarkan hasil perhitungan fungsi padat probabilitas distribusi weibull pada komponen *back knife trasmission gear* didapatkan nilai titik balik maksimum fungsi padat probabilitas penggantian komponen *Back knife trasmission gear* yang optimal didapatkan interval 18 hari dengan nilai 0,039 sehingga didapatkan selang nilai fungsi padat probabilitas 0,051. Untuk hasil perhitungan fungsi padat probabilitas komponen *Fine adjusting block* didapatkan nilai titik balik maksimum fungsi padat probabilitas, yaitu 0,108 yang jatuh pada hari ke 18. Berdasarkan perhitungan interval penggantian komponen *Fine adjusting block* yang optimal didapatkan interval 12 hari dengan nilai 0,033 sehingga didapatkan selang nilai fungsi padat probabilitas 0,075.

Setelah dilakukan perhitungan nilai keandalan komponen *Back knife trasmission gear* dan *Fine adjusting block*, maka didapatkan bahwa keandalan komponen *Back knife trasmission gear* dan komponen *Fine adjusting block* menurun terhadap waktu. Artinya, semakin panjang interval waktu penggantian komponen *Back knife trasmission gear* dan komponen *Fine adjusting block*, maka semakin kecil keandalan komponen tersebut. Keandalan minimum sebagai batas toleransi perusahaan adalah 0,7 sehingga di bawah batas tersebut tidak dapat ditoleransi. Keandalan minimum yang ditetapkan oleh perusahaan jatuh pada interval 20 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear* dan 15 hari untuk komponen *Fine adjusting block*.

Berdasarkan model penentuan interval waktu penggantian komponen dengan kriteria minimasi biaya, didapatkan bahwa interval waktu yang optimal adalah 18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear* dan 12 hari untuk komponen *Fine adjusting block*. Dengan interval waktu

18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear*, maka tingkat keandalan komponen sebesar 0,832 atau sebesar 83,2% dan interval 12 hari untuk komponen *Fine adjusting block*, maka tingkat keandalan komponen sebesar 0,925 atau sebesar 92,5%.

Setelah dilakukan perhitungan laju kerusakan komponen *Back knife trasmission gear* dan komponen *Fine adjusting block*, maka didapatkan bahwa laju kerusakan meningkat terhadap waktu. Dalam arti bila interval penggantian komponen *Back knife trasmission gear* dan komponen *Fine adjusting block* semakin panjang, maka laju kerusakan semakin besar.

Berdasarkan tabel laju kerusakan komponen *Back knife trasmission gear* dan komponen *Fine adjusting block*, diperoleh bahwa untuk interval waktu penggantian komponen sesuai batas toleransi fungsi keandalan yang ditetapkan oleh perusahaan, yaitu interval 20 hari, maka laju kerusakannya adalah sebesar 0,068 untuk komponen *Back knife trasmission gear* dan interval 15 hari untuk komponen *Fine adjusting block*, maka laju kerusakannya sebesar 0,098.

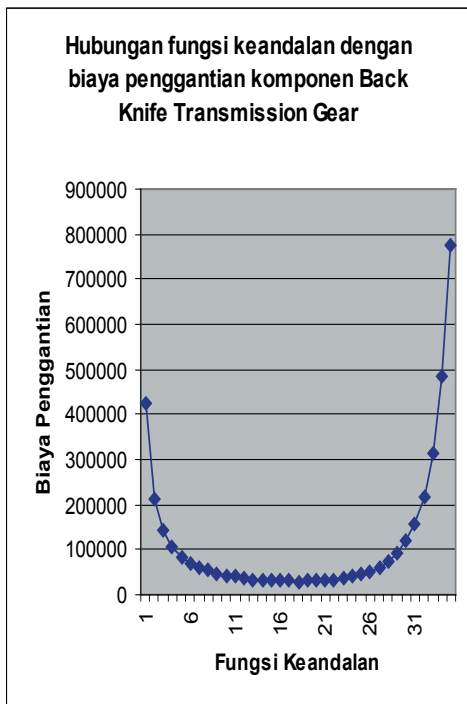
Berdasarkan perhitungan interval waktu perawatan komponen kriteria minimasi biaya adalah memberikan waktu interval optimal 18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear*. Pada interval 18 hari, didapatkan bahwa laju kerusakan komponen adalah sebesar 0,047. Dengan demikian terdapat penurunan laju kerusakan komponen sebesar 0,021. Sedangkan untuk komponen *Fine adjusting block* waktu interval optimal pada interval 12 hari, pada interval hari didapatkan bahwa laju kerusakan komponen adalah sebesar 0,036. Dengan demikian terdapat penurunan laju kerusakan komponen besar 0,062.

Terdapat hal yang menarik dapat diungkapkan di sini, laju kerusakan terus bertambah terhadap waktu, maka kondisi ini sesuai dengan daerah IFR pada *bath-up curve*. Bila suatu alat memasuki fase ini, maka sebaiknya dilakukan penggantian pencegahan untuk mengurangi probabilitas rusak komponen lebih fatal pada masa yang akan datang.

Penentuan interval penggantian komponen berdasarkan kriteria minimasi biaya, didapatkan bahwa interval waktu yang optimal untuk komponen *Back knife trasmission gear* adalah

18 hari dengan biaya minimal Rp29.980,00. Dan untuk komponen *Fine adjusting block* pada interval 12 hari dengan biaya minimal Rp16.980,00. Hal ini berarti bahwa penggantian pencegahan komponen harus dilakukan setiap 18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear* dan 12 hari untuk komponen *Fine adjusting block*.

Dan hubungan antara fungsi keandalan dengan biaya penggantian optimal untuk komponen *Back knife Transmission gear* dan *Fine adjusting Block* dapat di gambarkan pada Gambar 1.



Grafik 1. Hubungan fungsi keandalan dengan biaya penggantian komponen *back knife transmission gear*

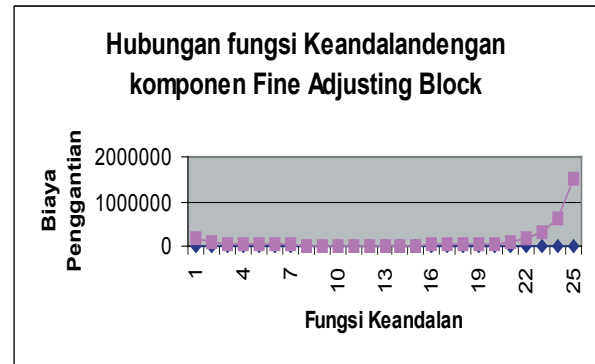
Adapun kebijaksanaan perusahaan selama ini dalam melaksanakan kegiatan penggantian selama periode Januari 2006–Januari 2007.

Jumlah penggantian komponen karena rusak (kebijakan dari perusahaan)

Back knife trasmission gear = 16 kali
Fine adjusting block = 21 kali

Biaya tiap kali penggantian komponen karena rusak (C_f)

Back knife trasmission gear = Rp602.625,09
Fine adjusting block = Rp481.612,70



Grafik 2. Hubungan fungsi keandalan dengan biaya penggantian komponen *fine adjusting block*

Sehingga total biaya ($C(tp)$) penggantian awal perusahaan untuk masing-masing komponen adalah:

Back knife trasmission gear
 = Banyaknya penggantian \times (C_f)
 = 16 kali \times Rp602.625,09
 = Rp9.642.001,44

Fine adjusting block
 = Banyaknya penggantian \times (C_f)
 = 21 kali \times Rp481.161,70
 = Rp10.113.866,70

Apabila kegiatan penggantian pencegahan ini dilaksanakan selama selang waktu periode 12 bulan dengan interval optimal untuk komponen *Back knife trasmission gear* 18 hari dan komponen *Fine adjusting block* 12 hari, maka total biaya penggantian pencegahan sesudah diadakan penentuan interval penggantian optimal adalah sebagai berikut:

Komponen *Back knife trasmission gear*
 $C(t)$ baru = Biaya penggantian pencegahan per hari yang optimal \times jumlah hari kerja selama 12 bulan
 = Rp29.980,00 \times (12 bulan \times 25 hari)
 = Rp8.994.000,00

Efisiensi yang dihasilkan jika melakukan penggantian pencegahan setiap interval 18 hari untuk komponen *Back knife trasmission gear* dalam kurun waktu 12 bulan adalah:

$$\begin{aligned}
&= C(\text{tp}) \text{ awal perusahaan} - C(\text{tp}) \text{ baru} \\
&\quad \text{penggantian pencegahan opt} \\
&= \text{Rp}9.642.001,44 - \text{Rp}8.994.000,00 \\
&= \text{Rp}648.001,44
\end{aligned}$$

Maka persentase penghematan biaya jika dilakukan penggantian pencegahan adalah:

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Rp}648.001,44}{\text{Rp}9.642.001,44} \times 100\% \\
&= 6,72\%
\end{aligned}$$

Komponen Fine Adjusting block

$$\begin{aligned}
C(\text{tp}) \text{ baru} &= \text{Biaya penggantian pencegahan} \\
&\quad \text{perhari yang optimal} \times \text{jumlah hari} \\
&\quad \text{kerja selama 12 bulan} \\
&= \text{Rp}16.980,00 \times (12 \text{ bulan} \times 25 \text{ hari}) \\
&= \text{Rp}5.094.000,00
\end{aligned}$$

Efisiensi yang dihasilkan jika melakukan penggantian pencegahan setiap interval 12 hari untuk komponen *Fine Adjusting block* dalam kurun waktu 12 bulan adalah

$$\begin{aligned}
&= C(\text{tp}) \text{ awal perusahaan} - C(\text{tp}) \text{ baru} \\
&\quad \text{penggantian pencegahan optimal} \\
&= \text{Rp}10.113.866,70 - \text{Rp}5.094.000,00 \\
&= \text{Rp}5.019.866,70
\end{aligned}$$

Maka persentase penghematan biaya jika dilakukan penggantian pencegahan adalah:

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Rp}5.019.866,70}{\text{Rp}10.113.866,70} \times 100\% \\
&= 49,63\%
\end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan analisa diperoleh interval waktu penggantian untuk *Back Knife Transmission Gear* adalah 18 hari dengan keandalan 83,2% dan biaya sebesar Rp29.980,00 per jam. Sedangkan untuk interval waktu penggantian untuk *Fine Adjusting Block* setiap 12 hari dengan keandalan 92,5% dengan biaya sebesar Rp16.980,00 per jam. Sehingga total penghematan biaya dalam kurun waktu 1 tahun setelah dilakukan interval penggantian sebesar 6,72% untuk *Back Knife Transmission gear* dan 49,63% untuk *Fine Adjusting Block*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkaff, A., 1992. *Teknologi Keandalan Sistem*. Dktat Kuliah Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Assauri, S., 1980. *Management Produksi*. Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Assauri, S., Drs. 1999. *Management Produksi*. Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Buffa, E.S., Rakes K.S., Sarin. 1996. *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*. Edisi kedelapan, Jilid I. Jakarta: Penerbit Binapura Aksara.
- Jardine, A.K.S., 1999. *Maintenance Replacement and Reliability* pitman Publishing. New York.
- Lewis, EE. 1987. *Introduction to Realibility Engineering*. Canada: John Wiley and Son.
- Sukanto, 1986. *Manajemen Produksi Edisi 4*. Yogyakarta: BPFE.
- Sularso, Ir. 1997. *Elemen Mesin*. Yogyakarta: