

ANALISA KEANDALAN PADA *CROSS CUT GIBEN*

Daryono^{*)}

ABSTRACT

Gatra Mapan Malang Company is a manufacture company that produce crack TV where is part of the production process is using automatic machine. Cross Cut Giben machine is the most important role machine in process of particle cutting that often out of order. So that it is necessary supported with production machine maintenance regularly and planned.

The problems have been faced is how to determine time interval when optimal component replacement so that production process is going well according to the determined target.

The purpose of this research is to determine time interval of switch limit component replacement and censor proximity as an effort of preventing damages on the Cross Cut Giben machine. The replacement done at compliment cost optimal considerable with reliable level above 70% (> 0.7). Using model to determine time interval component replacement in this research is Replacement Age Model with the cost minimal criteria. This methode the replacement done by resetting time interval next replacement according to the previous interval if it is out of order.

The result of this is that optimal interval for replacement switch limit component is 10 (ten) days with preventing replacement expense is Rp. 525,000.00 and reliable level is 0.908 (90,8%). While for proximity censor component in the 12th day's interval with preventing replacement expense is Rp. 425,000.00 and reliable level is 0.906 (90,6%). So that in the period economical expense is 20 months if doing preventing replacement at switch limit component is 57.92% or amount Rp.309,433,683.00 and economical proximity censor component is 54.4% or Rp.223,409,318.00.

Key words: Maintenance, reliability, model age replacement

A. 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 yang terhambat, sehingga tingkat produksi menurun. Akibatnya produktivitas menurun. Produktivitas suatu mesin di pengaruhi 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.

PT. Gatra Mapan adalah perusahaan *manufacturing* yang memproduksi berbagai macam type/jenis rak televisi, dimana sebagian besar proses produksinya menggunakan mesin secara otomatisasi. Oleh karena itu perlu ditunjang

dengan aktivitas perawatan mesin-mesin prouki yang teratur dan terencana. Mesin-mesin yang digunakan untuk berproduksi yaitu *mesin cross cut giben, mesin copy shaper, mesin laminasi, mesin idiomatic, mesin boring rover, dan mesin technologic*.

Mesin *cross cut giben* merupakan mesin yang sering mengalami kerusakan. Secara umum keadaan mesin yang sering mengalami kerusakan terutama pada komponennya, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan waktu menganggur akibat kerusakan dan meningkatnya biaya perawatan. Sedangkan akibat khususnya yaitu menurunnya tingkat keandalan dari mesin tersebut. Untuk menghindari terjadinya dari keadaan tersebut, maka diperlukan tindakan perawatan pencegahan yang optimal dengan menentukan interval waktu penggantian komponen dengan biaya penggantian yang minimum menggunakan metode *Age Replacement*. Dengan

^{*)}Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

memperhatikan pula tingkat keandalan mesin yang ditoleransi oleh perusahaan.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Menentukan waktu interval penggantian komponen kritis mesin *cross cut giben* yang optimal.
2. Untuk meminimalkan total biaya penggantian komponen kritis mesin *cross cut giben*.

B. LANDASAN TEORI

Pengertian Perawatan

Menurut *Sukanto (1991)* pengertian perawatan adalah “Suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan produksi dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan”. Sedangkan menurut *Ellwood Buffa (1984)* pengertian perawatan adalah “Prosedur-prosedur pengawasan kualitas atau mutu direncanakan untuk menjajaki ciri-ciri khas dari kualitas atau mutu dan untuk mengambil tindakan untuk mempertahankan serta memelihara kualitas atau dalam batas-batas tertentu”.

Jenis-jenis Perawatan

Menurut *Antony Corder (1992)* kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

Preventive maintenance

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas mengalami kerusakan pada waktu

digunakan dalam proses produksi. Umumnya preventive maintenance yang dilakukan oleh perusahaan dapat dibedakan atas:

- a) *Routine maintenance*
 - b) *Periodic maintenance*
- Corrective maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa *preventive maintenance* dilakukan oleh perusahaan pada saat peralatan tersebut mengalami kerusakan. Dengan kata lain adanya kegiatan-kegiatan tersebut, diharapkan proses produksi berjalan lebih lancar.

Keandalan

Menurut *Lewis (1987)*, keandalan didefinisikan sebagai peluang komponen, peralatan, mesin atau sistem akan memenuhi kinerja yang diinginkan selama periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu.

Mean Time To Failure (MTTF)

Keandalan untuk suatu sistem seringkali dinyatakan dalam bentuk angka yang menyatakan ekspresi masa pakai sistem tersebut yang dinotasikan $E(T)$ dan sering disebut rata-rata waktu kerusakan atau *Mean Time To Failure (MTTF)*.

MTTF hanya digunakan pada komponen atau peralatan yang seringkali rusak harus diganti dengan komponen atau peralatan yang masih baru dan baik.

Sedangkan *Mean Time To Replacement (MTTR)* hanya dipergunakan untuk menghitung waktu rata-rata penggantian komponen. (*Alkaff, 1992*).

Model untuk masalah penentuan interval waktu yang optimal bagi penggantian pencegahan yang umum digunakan adalah *Model Age Replacement (Jardine, 1973)*. Untuk penelitian ini digunakan model Age Rplacement dengan kriteria minimasi biaya. Dalam model ini saat dilakukannya penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukannya tindakan penggantian.

Dalam melakukan penurunan model penggantian ini terdapat beberapa asumsi untuk lebih memfokuskan pada permasalahan yaitu :

- a) Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin tersebut.
- b) Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali pada kondisi semula.
- c) Tidak ada permasalahan dalam persediaan suku cadang.

Total biaya perawatan persatauan waktu menurut model *Age Replacement* adalah sebagai berikut :

$$C(t) = \frac{C_p R(t) + C_f [1 - R(t)]}{t R(t) + \int_0^t f(t) dt} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana :

- C(t) = Total biaya penggantian per satuan waktu
- C_p = Biaya tiap kali penggantian pencegahan
- C_f = Biaya tiap kali penggantian karena kerusakan
- R(t)= Probabilitas terjadinya siklus pertama
- t = Interval waktu penggantian pencegahan
- f(t)= Fungsi padat probabilitas distribusi yang dipilih

C. METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah ini adalah:

1. Survei perusahaan, yaitu untuk mengetahui permasalahan yang ada di perusahaan.
2. Identifikasi masalah, dalam hal ini permasalahan yang dihadapi saat dilakukan penelitian adalah menurunnya produktifitas mesin-mesin produksi terutama mesin *Cross cut giben* yang disebabkan seringnya terjadi kerusakan mendadak, terutama pada komponen kritisnya sehingga harus diperbaiki dan dilakukan penggantian komponen sampai mesin bisa beroperasi kembali.
3. Studi literatur, yaitu mempelajari pustaka dan pengalaman orang lain dalam bidang yang sama merupakan acuan dalam menyusun landasan teori yang akan dipakai. Landasan teori ini diperlukan supaya penelitian tersebut mempunyai dasar yang kokoh dan terarah, karena untuk memprediksi suatu masalah diperlukan teori pendahuluan yang tepat, sehingga permasalahan dapat dilihat dengan jelas.
4. Penetapan tujuan, yaitu memberikan usulan pertimbangan bagi pengambilan keputusan dalam menentukan interval optimal penggantian komponen kritis *mesin cross cut giben* yaitu komponen *limit switch* dan *sensor proximity* dengan menggunakan metode *Age Replacement* dengan kriteria minimasi biaya.
5. Pengumpulan data, yaitu data-data lapangan diperoleh pada bagian maintenance yang meliputi data kerusakan komponen mesin dan lama penggantian, biaya tenaga kerja maintenance dan operator, serta biaya keuntungan yang hilang akibat jam henti mesin.

6. Kesimpulan, yaitu hasil pembahasan penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang akan diberikan kepada perusahaan.

D. ANALISA

Komponen Limit Switch dan Sensor

Limit switch dan Sensor proximity merupakan komponen pendukung dari mesin *Cross cut giben* yang sama-sama berfungsi sebagai *detektor*, hanya saja yang membedakan adalah sistem kerjanya. Limit switch digunakan bila obyek yang akan dideteksi dapat disentuh. Komponen ini bekerja berdasarkan perubahan kondisi kontak yang terdapat didalamnya dari tertutup menjadi terbuka sebaliknya.

Sedangkan komponen *Sensor proximity* itu sendiri ada dua jenis yaitu *induktif* (obyek metal) dan *kapasitif* (beragam bahan obyek). Komponen *Sensor proximity* bekerja berdasarkan perubahan induktansi (untuk induktif) atau kapasitansi (untuk kapasitif) yang dipengaruhi oleh ada atau tidaknya obyek di daerah kerja sensor tersebut.

Komponen ini digunakan untuk aplikasi-aplikasi dimana obyek yang akan dideteksi tidak dapat disentuh dan jarak sensornya tidak terlalu jauh (sampai 6 cm).

Tabel 1.
Data waktu antar kerusakan dan waktu penggantian komponen Limit Switch

Tanggal kerusakan	Interval kerusakan (hari)	Lama mesin menganggur karena penggantian (jam)
13/01/03	-	-
10/02/03	20	2,25
21/02/03	9	1,5
13/03/03	14	3
27/03/03	10	3
14/04/03	12	4,5
07/05/03	17	3
02/06/03	18	2,25
23/06/03	15	2,25
22/07/03	20	1,5

27/08/03	26	3,75
17/09/03	15	3,75
13/10/03	19	3
31/10/03	14	3
24/11/03	16	4,5
26/12/03	24	3,75
23/01/04	20	1,5
09/02/04	11	1,5
25/02/04	12	3
22/03/04	18	3,75
20/04/04	21	3
05/05/04	11	3,75
02/06/04	20	3,75
25/06/04	17	3
14/07/04	13	2,25
30/07/04	12	3,75

Sumber : PT. Gatra Mapan Malang

Tabel 2.
Data waktu antar kerusakan dan waktu penggantian komponen Sensor proximity

Tanggal kerusakan	Interval kerusakan (hari)	Lama mesin menganggur karena penggantian (jam)
03/02/03	-	-
04/03/03	21	3,75
01/04/03	20	4,5
15/04/03	10	5,25
09/05/03	18	2,25
02/06/03	24	3
27/06/03	11	3
04/08/03	26	1,5
10/09/03	27	2,25
07/10/03	19	2,25
14/11/03	28	4,5
26/12/03	30	3,75
29/01/03	25	3,75
26/02/03	20	3
23/03/03	18	1,5
26/04/03	24	1,5
18/05/03	16	2,25
02/06/03	11	3
28/06/03	18	1,5
15/07/03	13	3
05/08/03	15	1,5

Sumber : PT. Gatra Mapan Malang

Data Biaya

Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja dari karyawannya adalah sebagai berikut :

Bekerja selama 8 jam/ hari, dimana 1 bulan =22 hari kerja.

Model Age Replacement

Model untuk masalah penentuan interval waktu yang optimal bagi penggantian pencegahan yang umum digunakan adalah *Model Age Replacement (Jardine, 1973)*. Untuk penelitian ini digunakan model Age Rplacement dengan kriteria minimasi biaya. Dalam model ini saat dilakukannya penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukannya tindakan penggantian.

Dalam melakukan penurunan model penggantian ini terdapat beberapa asumsi untuk lebih memfokuskan pada permasalahan yaitu :

- a) Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin tersebut.
- b) Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali pada kondisi semula.
- c) Tidak ada permasalahan dalam persediaan suku cadang.

Total biaya perawatan persatuan waktu menurut model *Age Replacement* adalah sebagai berikut :

$$C(t) = \frac{C_p R(t) + C_f [1 - R(t)]}{t R(t) + \int_0^t f(t) dt} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana :

- C(t) = Total biaya penggantian per satuan waktu
- C_p = Biaya tiap kali penggantian pencegahan
- C_f = Biaya tiap kali penggantian karena kerusakan
- R(t) = Probabilitas terjadinya siklus pertama
- t = Interval waktu penggantian pencegahan

f(t)= Fungsi padat probabilitas distribusi yang dipilih

C. METODE

Langkah-angkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah ini adalah:

1. Survei perusahaan, yaitu untuk mengetahui permasalahan yang ada di perusahaan.
2. Identifikasi masalah, dalam hal ini permasalahan yang dihadapi saat dilakukan penelitian adalah menurunnya produktifitas mesin-mesin produksi terutama mesin *Cross cut giben* yang disebabkan seringnya terjadi kerusakan mendadak, terutama pada komponen kritisnya sehingga harus diperbaiki dan dilakukan penggantian komponen sampai mesin bisa beroperasi kembali.
3. Studi literatur, yaitu mempelajari pustaka dan pengalaman orang lain dalam bidang yang sama merupakan acuan dalam menyusun landasan teori yang akan dipakai. Landasan teori ini diperlukan supaya penelitian tersebut mempunyai dasar yang kokoh dan terarah, karena untuk memprediksi suatu masalah diperlukan teori pendahuluan yang tepat, sehingga permasalahan dapat dilihat dengan jelas.
4. Penetapan tujuan, yaitu memberikan usulan pertimbangan bagi pengambilan keputusan dalam menentukan interval optimal penggantian komponen kritis *mesin cross cut giben* yaitu komponen *limit switch* dan *sensor proximity* dengan menggunakan metode *Age Replacement* dengan kriteria minimasi biaya.
5. Pengumpulan data, yaitu data-data lapangan diperoleh pada bagian maintenance yang

meliputi data kerusakan komponen mesin dan lama penggantian, biaya tenaga kerja maintenance dan operator, serta biaya keuntungan yang hilang akibat jam henti mesin.

6. Kesimpulan, yaitu hasil pembahasan penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang akan diberikan kepada perusahaan.

D. ANALISA

Komponen Limit Switch dan Sensor

Limit switch dan Sensor proximity merupakan komponen pendukung dari mesin *Cross cut giben* yang sama-sama berfungsi sebagai *detektor*, hanya saja yang membedakan adalah sistem kerjanya. *Limit switch* digunakan bila obyek yang akan dideteksi dapat disentuh. Komponen ini bekerja berdasarkan perubahan kondisi kontak yang terdapat didalamnya dari tertutup menjadi terbuka sebaliknya.

Sedangkan komponen *Sensor proximity* itu sendiri ada dua jenis yaitu *induktif* (obyek metal) dan *kapasitif* (beragam bahan obyek). Komponen *Sensor proximity* bekerja berdasarkan perubahan induktansi (untuk induktif) atau kapasitansi (untuk kapasitif) yang dipengaruhi oleh ada atau tidaknya obyek di daerah kerja sensor tersebut.

Komponen ini digunakan untuk aplikasi-aplikasi dimana obyek yang akan dideteksi tidak dapat disentuh dan jarak sensornya tidak terlalu jauh (sampai 6 cm).

Tabel 1. Data waktu antar kerusakan dan waktu penggantian komponen Limit Switch

Tanggal kerusakan	Interval kerusakan (hari)	Lama mesin menganggur karena penggantian (jam)
13/01/03	-	-
10/02/03	20	2,25
21/02/03	9	1,5
13/03/03	14	3
27/03/03	10	3
14/04/03	12	4,5
07/05/03	17	3
02/06/03	18	2,25
23/06/03	15	2,25
22/07/03	20	1,5
27/08/03	26	3,75
17/09/03	15	3,75
13/10/03	19	3
31/10/03	14	3
24/11/03	16	4,5
26/12/03	24	3,75
23/01/04	20	1,5
09/02/04	11	1,5
25/02/04	12	3
22/03/04	18	3,75
20/04/04	21	3
05/05/04	11	3,75
02/06/04	20	3,75
25/06/04	17	3
14/07/04	13	2,25
30/07/04	12	3,75

Sumber : PT. Gatra Mapan Malang

Tabel 2. Data waktu antar kerusakan dan waktu penggantian komponen Sensor proximity

Tanggal kerusakan	Interval kerusakan (hari)	Lama mesin menganggur karena penggantian (jam)
03/02/03	-	-
04/03/03	21	3,75
01/04/03	20	4,5
15/04/03	10	5,25
09/05/03	18	2,25
02/06/03	24	3
27/06/03	11	3
04/08/03	26	1,5
10/09/03	27	2,25
07/10/03	19	2,25
14/11/03	28	4,5
26/12/03	30	3,75
29/01/03	25	3,75
26/02/03	20	3
23/03/03	18	1,5
26/04/03	24	1,5
18/05/03	16	2,25
02/06/03	11	3
28/06/03	18	1,5
15/07/03	13	3
05/08/03	15	1,5

Data Biaya

Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja dari karyawannya adalah sebagai berikut :

Bekerja selama 8 jam/ hari, dimana 1 bulan =22 hari kerja.

- Gaji mekanik= Rp 850.000,00 / bulan, dimana 1 bulan =22 hari kerja

Maka untuk gaji mekanik perjam

$$= \frac{\text{Rp } 850.000}{22 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}} = \text{Rp } 4.829,5$$

- Gaji Operator = Rp 600.00,00 / bulan

Maka untuk gaji operator perjam

$$= \frac{\text{Rp } 600.000}{22 \times 8} = \text{Rp } 3.409$$

Data Biaya Penggantian Komponen

Tabel 3

Biaya Penggantian Komponen

Nama Komponen	Jumlah Komponen	Biaya per unit (Rp)	Biaya Penggantian (Rp)
Limit Switch	1	110.000	110.000
Sensor Proximity	1	340.000	340.000
			450.000

Sumber : PT. Gatra Mapan Malang

Keuntungan Yang Hilang

Biaya Kerugian Produksi akibat kerusakan atau penggantian pencegahan

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.

Adapun perhitungan untuk keuntungan yang hilang sebagai berikut :

Untuk membuat 1 unit produk diperlukan rata-rata 5 panel partikel, dimana kapasitas mesin *Cross Cut Giben* untuk 1 jam mampu menghasilkan 500 panel.

Sehingga rata-rata produk yang dihasilkan dalam 1

$$\text{jam } \frac{500 \text{ panel}}{5 \text{ unit}} = 100 \text{ unit}$$

Biaya produksi rata-rata untuk tiap unit produk (sudah termasuk biaya partikel, biaya operasional) adalah Rp 180.000,00

Harga jual produk= Rp 250.000,00 tiap unit

Jadi selama produksi berhenti keuntungan yang hilang sebesar:

$$= 100 \text{ unit} \times (\text{Rp } 250.000,00 - \text{Rp } 180.000,00)$$

$$= \text{Rp } 7.000.000,00 / \text{jam}$$

Penentuan Distribusi dan Parameter

Dari hasil perhitungan data waktu antar kerusakan dan data lama waktu penggantian diperoleh hasil distribusi dan diketahui parameter-parameternya untuk komponen *limit switch* dan *sensor proximity*.

Seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Parameter Distribusi Data

Data	Bentuk Distribusi	Komponen	Shape (α)	Scale (β)
Waktu antar Kerusakan	Weibull	Limit Switch	4,0388	17,821
Waktu Penggantian	Weibull	Sensor Proximity	3,8694	3,2914
			2,8125	3,2100

Perhitungan MTTF dan MTTR

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

Tabel 5. Perhitungan MTTF dan MTTR

Komponen	MTTF	MTTR
Limit Switch	16,162	2,978
Sensor Proximity	19,749	2,859

Perhitungan Biaya Perawatan Pencegahan dan Perawatan Karena Kerusakan Biaya Penggantian Komponen

Biaya Tiap kali Penggantian Terencana (Cp)

1. Biaya Mekanik/jam = Rp 4.830,00

Untuk 3 orang mekanik sebesar Rp 14.490,00/jam

Waktu penggantian terencana yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 30 menit atau 0,5 jam.

Sehingga biaya mekanik Rp 14.490 x 0,5 jam
= Rp 7.245

2. Biaya komponen = Rp 450.000,00

3. Keuntungan yang hilang/jam Rp 7.000.000,00

Waktu penggantian pencegahan adalah 0,5 jam

Maka Rp 7.000.000,00/jam x 0,5 jam
= Rp 3.500.000,00

Jumlah = Rp 3.957.245,00

Biaya Tiap Kali Penggantian Komponen karena Rusak (Cf)

1. Biaya Tenaga Kerja

a. Gaji untuk 3 orang mekanik = 3 x Rp 4.830
= Rp 14.490/ jam

Waktu rata-rata penggantian (MTTR) yang diperlukan untuk mengganti masing-masing komponen :

- *Limit Switch*, MTTR= 2,978 jam

Biaya mekanik = Rp 14.490 x 2,978
= Rp44.491,32 /jam

- *Sensor proximity*, MTTR = 2,859

Biaya mekanik = Rp 14.490 x 2,859
= Rp 41.426,91/jam

b. Gaji tiap operator karena lamamesinmengganggu karena penggantian

komponen Rp 3.409 / jam maka untuk 3 orang operator = Rp 3.409x4
= Rp 10.227 / jam

Waktu rata-rata lama mesin mengganggu karena penggantian untuk masing-masing komponen adalah:

- *Limit Switch*, MTTR= 2,978 jam

Biaya operator = Rp 10.227x 2,978
= Rp 30.456 /jam

- *Sensor proximity*, MTTR = 2,859

Biaya operator = Rp 10.227 x 2,859
= Rp 29.238,99 /jam

2. Pembelian komponen:

▪ *Limit Switch* = Rp 110.000

▪ *Sensor Proximity* = Rp 340.000

Jumlah Rp 450.000

3. Keuntungan yang hilang per jam adalah :

Rp 7.000.000,00

MTTR dari lama mesin mengganggu karena penggantian untuk masing-masing komponen :

▪ *Limit Switch*= 2,978

Biaya jam henti mesin=Rp7.000.000 x 2,978
= Rp 20.846.000,00

▪ *Sensor Proximity* = 2,859

Maka biaya jam henti mesin

=Rp7.000.000x 2,859

= Rp 20.013.000,00

Sehingga biaya tiap kali penggantian komponen karena rusak (Cf) untuk masing-masing komponen adalah :

➤ *Limit Switch*

Biaya mekanik = Rp 44.491,32

Biaya operator = Rp 30.456,00

Jumlah Rp 74.947,32

Pembelian komponen Rp 450.000,00

Keuntungan yang hilang

akibat jam henti mesin Rp 20.846.000,00

➤ Sensor Proximity

Biaya mekanik = Rp 41.426,91

Biaya operator = Rp 29.238,99

Jumlah Rp 70.665,9

Pembelian komponen Rp 450.000,00

Keuntungan yang hilang

akibat jam henti mesin Rp 20.013.000,00

Rp 20.533.665,9

Analisa Fungsi Keandalan Komponen Limit switch dan Sensor proximity

Setelah dilakukan perhitungan nilai keandalan *komponen Limit switch dan Sensor proximity* maka didapatkan bahwa keandalan komponen *Limit switch* dan *Sensor proximity* menurun terhadap waktu. Artinya, semakin panjang interval waktu penggantian komponen Limit switch dan Sensor proximity, maka semakin kecil keandalan komponen tersebut. Keandalan minimum sebagai batas toleransi perusahaan jatuh pada interval 13 hari untuk komponen Limit switch dan 16 hari untuk Sensor proximity. Oleh karena itu kurang dari batas interval tersebut, maka keandalan komponen tidak dapat ditoleransi.

Dari model penentuan interval waktu penggantian komponen dengan kriteria minimasi biaya, didapatkan bahwa interval waktu yang optimal adalah 10 hari untuk komponen Limit switch dan 12 hari untuk komponen sensor proximity. Dengan interval waktu 10 hari untuk komponen Limit switch, maka tingkat keandalan komponen sebesar 0,908 atau sebesar 90,8 % dan interval 12 hari untuk komponen sensor proximity maka tingkat keandalan komponen sebesar 0,906 atau sebesar 90,6 %.

Analisa Fungsi Laju Kerusakan

Setelah dilakukan perhitungan terhadap laju kerusakan komponen Limit switch dan komponen Sensor proximity, maka didapatkan bahwa laju kerusakan meningkat terhadap waktu. Dalam arti bila interval penggantian komponen Limit switch dan komponen Sensor proximity semakin panjang, maka laju kerusakan komponen tersebut juga semakin besar

Dari tabel laju kerusakan komponen Limit switch dan Sensor proximity serta gambar grafik laju kerusakan komponen Limit switch dan Sensor proximity diperoleh bahwa untuk interval waktu penggantian komponen sesuai batas toleransi fungsi keandalan, yaitu 13 hari untuk Limit switch, maka laju kerusakannya sebesar 0,087 dan 16 hari untuk Sensor proximity maka laju kerusakannya sebesar 0,073.

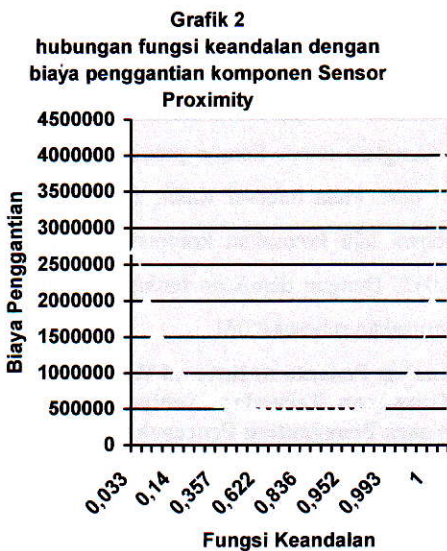
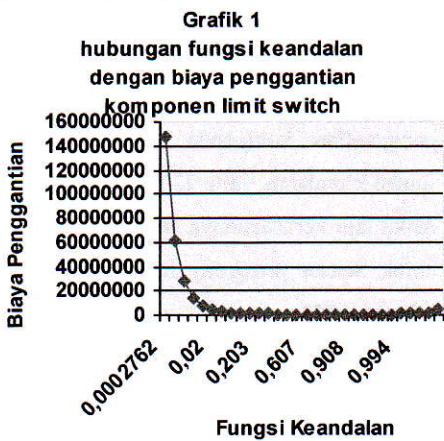
Berdasarkan perhitungan interval waktu penggantian komponen dengan kriteria minimasi biaya, memberikan waktu interval optimal 10 hari untuk Limit switch. Pada interval waktu 10 hari, didapatkan bahwa laju kerusakan komponen adalah sebesar 0,039. Dengan demikian terdapat penurunan laju kerusakan sebesar 0,048. Sedangkan untuk Sensor proximity pada interval 13 hari. Pada interval waktu 12 hari, didapatkan bahwa laju kerusakan komponen adalah sebesar 0,032. Dengan demikian terdapat penurunan laju kerusakan sebesar 0,041.

Analisa Penentuan Interval Waktu Penggantian Komponen Terhadap Kebijakan Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Penentuan interval waktu penggantian komponen berdasarkan kriteria minimasi biaya, didapatkan bahwa interval waktu yang optimal

untuk Limit Switch adalah 10 hari dengan biaya optimal sebesar Rp 511.000,- dan untuk Sensor proximity pada interval 12 hari dengan biaya optimal sebesar Rp 425.600,-. Ini berarti bahwa perawatan penggantian komponen pencegahan dilakukan setiap 10 hari untuk Limit switch dan 12 hari untuk Sensor proximity.

Dan hubungan antara fungsi keandalan dengan biaya penggantian optimal untuk komponen limit switch dan sensor proximity dapat digambarkan pada grafik berikut ini :



Adapun kebijaksanaan perusahaan selama ini dalam melaksanakan kegiatan penggantian pencegahan selama periode 20 bulan (Januari 2003 – Agustus 2004)

- o Jumlah penggantian komponen Rusak (perusahaan)
 - Limit Switch : 25 kali
 - Sensor Proximity : 20 kali
- o Biaya untuk setiap kali penggantian komponen rusak (Cf)
 - Limit Swich: Rp 21.370.947,32
 - Sensor Proximity: Rp 20.533.665,9

Sehingga untuk C(t) lama pada masing-masing komponen :

- Limit Switch = banyaknya penggantian x Cf
 = 25 x Rp 21.370.947,32
 = Rp 534.273.683,-
- Sensor Proximity = banyaknya penggantian x Cf
 = 20 x Rp 20.533.665,9
 = Rp 410.673.318,-

Apabila kegiatan penggantian pencegahan ini dilaksanakan selama selang waktu atau periode 20 bulan dengan interval waktu yang optimal untuk komponen limit switch adalah 10 hari dan komponen Sensor Proximity sebanyak 12 hari maka, total biaya penggantian sesudah diadakannya penentuan interval penggantian pencegahan dengan metode *Age replacement* adalah sebagai berikut :

➤ **Komponen Limit switch**

C (t) baru = Biaya penggantian pencegahan per hari yang optimal x jumlah hari kerja selama 20 bulan
 = Rp 511.000,- x (20 bulan x 22 hari)
 = Rp 224.840.000,-

Efisiensi yang dihasilkan jika melakukan penggantian pencegahan setiap interval 10 hari untuk Limit switch adalah dalam 20 bulan adalah :

$$= \text{Rp } 534.273.683,- - \text{Rp } 224.840.000,-$$

$$= \text{Rp } 309.433.683,-$$

Maka presentase penghematan biaya jika melakukan penggantian pencegahan :

$$= \frac{\text{Rp } 309.433.683}{534.273.683} \times 100\%$$

$$= 57,92 \%$$

➤ **Komponen Sensor Proximity**

C (t) baru = Biaya penggantianpencegahan per hari yang optimal x jumlah hari kerja selama 20 bulan

$$= \text{Rp } \text{Rp } 425.600,- \times (20 \text{ bulan} \times 22 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp } 187.264.000,-$$

Efisiensi yang dihasilkan jika melakukan penggantian pencegahan setiap interval 12 hari untuk Limit switch adalah dalam 20 bulan adalah

$$= \text{Rp } 410.673.318,- - \text{Rp } 187.264.000,-$$

$$= \text{Rp } 223.409.318,-$$

Maka presentase penghematan biaya jika melakukan penggantian pencegahan :

$$= \frac{\text{Rp } 223.409.318}{\text{Rp } 410.673.683} \times 100\%$$

$$= 54,4\%$$

E. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data, maka beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah :

1. Dari model *Age Replecement* diperoleh interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan tingkat keandalan didapatkan bahwa interval waktu yang optimal dan total

biaya penggantian untuk masing-masing komponen seperti pada tabel berikut ini:

Komponen	Interval (hari)	R (t)	C(t)
<i>Limit switch</i>	10	90,8%	Rp 525.000
<i>Sensor Proximity</i>	12	90,6%	Rp 425.600

2. Dengan menerapkan model *Age Replacement*, dalam kurun waktu 20 bulan maka penghematan biaya jika melakukan penggantian komponen Limit switch pada interval 10 hari yaitu 57,92% atau sebesar Rp 309.433.683,- dari total biaya penggantian komponen awal (C(t) awal) sebesar Rp 534.273.683,-. Sedangkan penghematan jika melakukan penggantian komponen Sensor proximity pada interval 12 hari yaitu 54,4% atau sebesar 223.409.318,- dari total biaya penggantian komponen awal C(t) awal)sebesar Rp 410.673.318,-

DAFTAR PUSTAKA

Alkaff, Abdullah.1992. *Teknologi Keandalan Sistem*. Diktat Kuliah Institut Tenologi Sepuluh November.

Jardine, A.K.S. 1989. *Maintenance Replacement and Reliability*. Pitman Publishing. New York.

Lewis, EE. 1987. *Introduction to Reliability Engineering*. John Wiley and Son Canada

Daniel, Wayne W. 1986. *Statistik Non Parametrik Terapan*. PT Gramedia Jakarta.

Supandi. 1995. *Manajemen Perawatan Industri*. Ganeca Exact Bandung.

Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Erlangga. Jakarta.