

Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Urbannyte Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) (Studi Kasus di departemen produksi PT. Masscom Graphy, Semarang)

Kurniawan, Rani Rumita.
Industrial Engineering Department, Diponegoro University, Semarang, Indonesia
Email: akhikurniawan@gmail.com, ranirumita@gmail.com

ABSTRAK

PT. Masscom Graphy sebagai perusahaan percetakan koran pada umumnya sering mengalami kerusakan pada mesin produksi. Berdasarkan data kerusakan pada periode April 2013 sampai dengan Maret 2014, Mesin Urbannyte memiliki frekuensi *breakdown* terbesar. *Reliability Centered Maintenance II* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan tindakan perawatan dari setiap komponen mesin. Penerapan metode *Reliability Centered Maintenance II* mampu memberikan interval perawatan yang lebih baik agar keandalan mesin menjadi lebih baik. Dari hasil nilai *Risk Priority Number* (RPN) dapat terlihat bahwa terdapat 4 komponen Mesin Urbannyte yang memiliki nilai RPN terbesar yaitu *tucker blade* sebesar 160, *elektromanetik clutch* sebesar 150, *bearer* sebesar 128 dan *belt ring* sebesar 120. Berdasarkan *Logic Tree Analysis* (LTA), komponen *tucker blade*, *elektromanetik clutch*, *bearer* dan *belt ring* tersebut harus dilakukan kegiatan *scheduled discard task* dan pada analisis karakteristik kegagalan untuk 4 komponen tersebut termasuk dalam fase laju kerusakan yang cenderung tajam atau meningkat yang perlu dilakukan penggantian. Terkait biaya perawatan (T_c) dan interval penggantian untuk meminimalisir *downtime* pada komponen *tucker blade* sebesar Rp 2.433.676 per 61 hari, *elektromanetik clutch* sebesar Rp 2.198.415 per 72 hari, *bearer* sebesar Rp 1.813.811 per 81 hari dan *belt ring* sebesar Rp 1.801.597 per 60 hari.

Kata kunci: RCM II, Biaya Perawatan (T_c), Interval Penggantian.

ABSTRACT

PT. Masscom graphy as newspaper printing company in most frequently machines breakdown. Based on history for the period April 2013 to March 2014, Urbannyte machine has the largest breakdown frequency. Reliability Centered Maintenance II is one of the methods that can be used to perform maintenance actions. Application of Reliability Centered Maintenance II method is able to provide optimum intervals in order to the reliability of the machine can be better. From the results of the Risk Priority Number can be seen that there are 4 components Urbannyte machine that has the largest value. Tucker blade has 160 point, elektromanetik clutch has 150 point, bearer has 128 point and belt ring has 120 point. Based on Logic Tree Analysis, tucker blade, elektromanetik clutch, bearer and belt ring should be scheduled discard task activities and from the analysis of failure characteristics for the four components should be wear out region classifications which needs to replacement components. Regarding to cost of maintenance and replacement interval to minimize downtime, tucker blade component is Rp 2.433.676 for 61 days, elektromanetik clutch is Rp 2.198.415 for 72 days, bearer is Rp 1.813.811 for 81 days and belt ring is Rp 1.801.597 for 60 days.

Keywords: RCM II, Cost of Maintenance (T_c), Interval Replacement.

PENDAHULUAN

Dalam menjalankan proses produksi, sistem produksi yang diterapkan melibatkan beberapa komponen-komponen yang mendukung berjalannya proses produksi

seperti mesin, peralatan, transportasi, gudang dan tenaga kerja. Salah satu komponen terpenting yang harus diperhatikan adalah mesin.

Penggunaan mesin secara terus-menerus akan mengakibatkan fungsi mesin menurun. Oleh karena itu perlu diadakan kegiatan perawatan (*maintenance*). Kegiatan perawatan (*maintenance*) ditujukan untuk meyakinkan bahwa *asset* fisik yang dimiliki dapat terus berlanjut untuk memenuhi apa yang diinginkan oleh pengguna terhadap fungsi yang dijalankan oleh *asset* tersebut. Kegiatan *maintenance* pada dasarnya terbagi menjadi dua kategori yaitu *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*. Meskipun pada beberapa hal kedua jenis *maintenance* itu berbeda, tetapi mempunyai tujuan yang sama yaitu menjamin kehandalan (*reliability*) mesin. Dalam upaya menjamin keandalan mesin perlu dilakukan sistem kegiatan perawatan yang tepat. Metode yang sekarang sering digunakan untuk menganalisis tindakan perawatan yang tepat adalah RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

Jenis mesin yang digunakan PT. Masscom Graphy Semarang pada proses produksi percetakan dan penerbitan surat kabar nasional antara lain Mesin Urbannnyte, Goss Communityte, dan Manugraph. Kebijakan kegiatan perawatan yang dilakukan dari pihak PT. Masscom Graphy Semarang meliputi *corrective maintenance* atau tindakan perawatan ketika terjadi kerusakan mesin dan *preventive maintenance* atau perawatan yang dilakukan rutin sesuai jadwal. Kegiatan *preventive maintenance* meliputi pengecekan komponen dan penggantian komponen yang rusak. Meskipun telah dilakukan dua jenis perawatan tersebut, tetapi nilai efisiensi penggunaan mesin mengalami penurunan untuk mesin yang telah dipakai dalam jangka waktu lama yaitu jenis Mesin Urbannnyte.

Berdasarkan data *breakdown* dan *downtime* yang terjadi pada proses produksi percetakan dan penerbitan surat kabar nasional selama periode April 2013 sampai dengan Maret 2014, Mesin Urbannnyte merupakan mesin yang paling berpengaruh karena memiliki frekuensi *breakdown* dan jumlah *downtime* yang lebih tinggi dibandingkan Mesin Goss Communityte dan Mesin Manugraph. Pada proses produksi, Mesin

Urbannnyte ini memiliki kapasitas produksi 40.000 eksemplar/jam, sedangkan untuk Mesin Manugraph dan Mesin Goss Communityte masing-masing memiliki kapasitas produksi 35.000 eksemplar/jam dan 25.000 eksemplar/jam.

Dilihat dari prosentase *downtime* dari ketiga mesin cetak tersebut, Mesin Urbannnyte juga memiliki kontribusi terbesar terhadap terjadinya kegagalan yaitu sebesar 3,56% dari total *available time*. Kerugian yang diakibatkan dari Mesin Urbannnyte ini mengakibatkan *cost of downtime* terhadap perusahaan dengan kerugian kurang lebih sebesar Rp 6.236.000.000 dengan asumsi harga produksi per eksemplar sebesar Rp 2.000,00. Mesin Urbannnyte merupakan salah satu *equipment* yang penting dalam sistem produksi, karena mesin ini merupakan mesin yang khusus memproduksi surat kabar harian daerah (Suara Banyumas dan Suara Gedung DIY) dan majalah-majalah (Olga, Spirit dan Inspirasi). Oleh karena itu diperlukan sebuah strategi yang efektif untuk menjaga keandalan sistem ini dalam usahanya untuk mencegah kerusakan mesin pada proses produksi.

Analisis metode RCM II menggunakan data historis selama kegiatan perawatan. Analisis perawatan Mesin Urbannnyte dengan menggunakan metode RCM II diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin tersebut dengan peningkatan nilai efisiensi penggunaan mesin. Selain itu Penerapan proses RCM II (*Reliability Centered maintenance II*) diharapkan dapat membentuk *scheduled maintenance* dan *operating procedures*, sehingga diperoleh interval perawatan yang dapat di jadwalkan dan dapat menampilkan sebuah kerangka kerja berdasarkan informasi penjadwalan perawatan untuk perencanaan yang efisien, aplikatif dan mampu sebagai pilihan terbaik dalam penyesuaian atau pengembangan model pemeliharaan yang optimal.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi fungsi (*function*), serta kegagalan fungsi (*failure function*) sub-sistem pada Mesin Urbannnyte.

2. Mengidentifikasi *failure mode and effect analysis* serta *risk priority number* pada sistem Mesin Urbannyte.
3. Menentukan kegiatan perawatan dan interval perawatan berdasarkan data kerusakan yang ada untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan yang lebih parah untuk komponen-komponen yang telah ditentukan.
4. Menentukan biaya perawatan untuk komponen-komponen yang telah ditentukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Maintenance

Perawatan (*maintenance*) adalah semua tindakan yang dibutuhkan untuk memelihara suatu unit mesin atau alat di dalamnya atau memperbaiki sampai pada kondisi tertentu yang bisa diterima. Perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu mesin atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1992). Tujuan dari perawatan adalah memperpanjang umur pakai peralatan, menjamin tingkat ketersediaan yang optimal dari fasilitas produksi, menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas untuk pemakaian darurat serta menjamin keselamatan operator dan pemakai fasilitas.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*)

Secara formal RCM dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin bahwa beberapa asset fisik dapat berjalan secara kontinyu melakukan fungsi yang diinginkan penggunaannya dalam konteks operasi sekarang (*present operating*).

Reliability Centered Maintenance (RCM) lebih menitikberatkan pada penggunaan analisa kualitatif untuk komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada suatu system. RCM mengarahkan pada penanganan item agar tetap andal dalam menjalankan fungsinya dengan tetap mengacu pada efektifitas biaya

perawatan. RCM II merupakan teknik manajemen perawatan yang mengkombinasikan 2 jenis tindakan pencegahan yakni *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*.

Konsep Keandalan

Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas kinerja suatu sistem untuk memenuhi fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu. Sedangkan yang dimaksud *failure* disini adalah ketidakmampuan sistem untuk memenuhi fungsinya yang disebabkan variabel acak yang dipengaruhi oleh waktu.

Model Probabilitas untuk Keandalan

Langkah pertama dalam menghitung keandalan suatu peralatan yaitu harus mengetahui model probabilitas, yang biasa dinyatakan dalam distribusi statistik. Dalam analisa keandalan ada beberapa distribusi yaitu distribusi Exponensial, distribusi Weibull, distribusi Lognormal dan distribusi Normal.

1. Distribusi Exponensial

Distribusi ini paling sering digunakan dalam prakteknya, dimana *failure* peralatan disebabkan oleh kerusakan komponen.

Fungsi keandalan dari distribusi Exponensial adalah

$$R(t) = \exp[-\lambda t]$$

2. Distribusi Weibull

Distribusi ini digunakan untuk keandalan dimana memiliki parameter bentuk dan parameter skala.

Fungsi keandalan dari distribusi Weibull adalah

$$R(t) = e^{-(at)^\beta}$$

3. Distribusi Lognormal

Distribusi ini digunakan apabila logaritma mengikuti distribusi normal.

Fungsi keandalan dari distribusi Lognormal adalah

$$R(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} \exp\left[-\frac{(\log t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Risk Priority Number (RPN)

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect (severity)*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect (occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D$$

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penelitian yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah sehingga diharapkan penelitian dapat dilakukan dengan terencana, sistematis dan terarah serta membawa suatu kemudahan dalam melakukan analisis dari permasalahan yang ada.

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah yang sistematika yang jelas yaitu dimulai dengan observasi lapangan dan wawancara di PT. Masscom Graphy, Pada penelitian ini peneliti melakukan wawancara dengan Kepala Departemen *Maintenance*, Kepala Departemen *Produksi*, Kepala Departemen *Quality Control* dan operator. Kemudian merumuskan masalah dan ditentukan topik penelitian. Selanjutnya melakukan studi *literature* untuk menunjang kelancaran penelitian dengan studi pustaka. Setelah itu, membuat tujuan penelitian. Kemudian mengumpulkan data terdiri dari data primer (skema mesin dan proses kerja mesin urbannyte, modus kegagalan dan *failure effect*) dan data sekunder (data sejarah kerusakan mesin urbannyte, data kerusakan komponen, cara perawatan dan perbaikan, komponen mesin urbannyte dan waktu

pergantian komponen). Kemudian mengolah data dengan langkah-langkah RCM II yaitu Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi, Mendefinisikan Batasan Sistem, *asset block diagram* dan *functional block diagram*, fungsi dan kegagalan fungsional, *failure modes and effect analysis* (FMEA) dan penentuan nilai RPN, *logic tree analysis* (LTA), penentuan interval perawatan dan *task selection*. Kemudian melakukan analisis dari hasil FMEA dan RPN, konsekuensi LTA dan *maintenance task* serta interval perawatan dan membuat kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemilihan Sistem

Sistem yang dipilih adalah sistem pada Mesin Urbannyte dengan landasan pemilihan bahwa, sistem ini memiliki jumlah kegiatan *corrective maintenance* yang paling tinggi selama satu tahun terakhir yaitu sebanyak 173 kali dan memiliki total *downtime* terbesar yaitu 77,95 jam.

2. FMEA dan Nilai RPN

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dari suatu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari system. Dalam FMEA memuat identifikasi yaitu:

- a. *Failure Cause* merupakan penyebab terjadinya *failure mode*
- b. *Failure Effect* merupakan dampak yang ditimbulkan *failure mode* dan dapat ditinjau dari 3 sisi level yaitu : *local*, *system* dan *plant*.

Nilai dari RPN digunakan untuk menentukan tingkat risiko. Dalam menentukan tingkat risiko terdapat tiga kategori risiko, yaitu: risiko tinggi dengan nilai RPN ≥ 100 , risiko menengah dengan nilai RPN 50-99, dan risiko rendah dengan nilai RPN < 50 . Risiko yang memiliki nilai RPN tinggi akan dilakukan proses perawatan/*maintenance*. Dari hasil RPN, terdapat 4 *failure mode* dari sistem mesin Urbannyte yang memiliki kategori tingkat resiko yang tinggi yaitu *elektromagnetik clutch* terganggu sebesar 150, *bearer* rusak sebesar 128, *tucker blade* rusak sebesar 160 dan *belt ring* putus sebesar 120.

Tabel 1. Hasil RPN

	Failure Mode	S	O	D	RPN
1	Hydraulic Plate Bending rusak	6	3	5	90
2	Sensor Plate Bending tidak berfungsi	6	2	6	72
3	Pin Chuck bergeser	6	4	3	72
4	Main motor di paper roll stand rusak	6	4	4	96
5	Kampas rem aus	5	5	3	75
6	Cutting knife paper roll stand rusak	7	4	3	84
7	Elektromanetik clutch terganggu	6	5	5	150
8	Positioner bergeser	7	4	3	84
9	Rotary joint bergeser	7	4	3	84
10	Silinder blanket rusak	6	3	4	72
11	Bearer rusak	8	4	4	128
12	Rol karet tipis	5	4	2	40
13	Silinder tekan rusak	6	4	2	48
14	Pompa tinta rusak	5	3	3	45
15	Roll transfer tinta macet	5	3	3	45
16	Main motor di printing unit rusak	6	4	4	96
17	Hydraulic di printing unit tidak berfungsi	6	3	5	90
18	Press roller rusak	6	2	4	48
19	Gusset roller rusak	6	2	4	48
20	Jarum folder patah	6	4	3	72
21	Tucker blade rusak	8	5	4	160
22	Brick sharp rusak	7	4	3	84
23	Cutting knife forming unit rusak	7	4	3	84
24	Suction groove element rusak	6	2	3	36
25	V-way macet	6	4	3	72
26	Belt conveyor macet	6	5	3	90
27	Belt ring putus	6	5	4	120

3. Penentuan Interval Perawatan

Penentuan interval perawatan dilakukan pada komponen-komponen yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) ≥ 100 pada mesin UrbannYTE dan juga dilihat berdasarkan *logic tree analysis* yang memiliki usulan sistem *maintenance* dengan *scheduled discard task*. Pada penelitian ini diambil 4 komponen untuk dilalukan rekomendasi penentuan interval perawatan yaitu *tucker blade*, *elektromanetik clutch*, *bearer* dan *belt ring*.

a. Tucker Blade

Kegiatan penggantian *Tucker Blade* dilakukan oleh satu orang petugas *maintenance* dengan waktu standar yang dibutuhkan sekitar 0,50 jam (T_m), dengan gaji petugas sebesar Rp 15.000 /jam dan asumsi harga *Tucker Blade* adalah Rp 750.000. Mesin urbannYTE dapat memproduksi koran sebanyak 40.000 eksemplar/jam, dengan asumsi ekspektasi biaya C_d (*Cost of Downtime*) pada Mesin UrbannYTE adalah Rp 32.000.000 /jam. Berikut ini adalah nilai ekspektasi biaya C_m dan C_r *Tucker Blade*.

$$C_m = C_w + C_f$$

$$= (1 \text{ mekanik}) (0,72 \text{ jam}) (\text{Rp } 15.000/\text{jam})$$

$$+ \text{Rp } 750.000$$

$$= \text{Rp } 760.800/\text{ mesin}$$

$$C_r = C_f + ((C_w + C_d) \times \text{MTTR})$$

$$= \text{Rp } 750.000 + ((\text{Rp } 10.800 + \text{Rp } 32.000.000/\text{jam}) \times 0,72 \text{ jam})$$

$$= \text{Rp } 23.797.776 / \text{breakdown}$$

Untuk menentukan interval penggantian yang dapat meminimalkan total biaya operasi,

$$T_M = \gamma + n \left[\frac{1}{\beta - 1} \times \frac{C_m}{C_r - C_m} \right]^{1/\beta}$$

$$= 1098,1 + 2162,9 \left[\frac{1}{1,44 - 1} \times \frac{760.800}{23.797.776 - 760.800} \right]^{1/1,44}$$

$$= 1456,52 \text{ jam} \approx 61 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan ekspektasi biaya perawatan dengan penggantian, biaya yang akan dikeluarkan selama satu kali interval penggantian adalah :

$$T_c (1456,5) = \text{Rp } 1.670,9 / \text{jam} \times 1456,5 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp } 2.433.676 / \text{penggantian}$$

b. *Elektromanetik Clutch*

Kegiatan penggantian *Elektromanetik Clutch* dilakukan oleh satu orang petugas *maintenance* dengan waktu standar yang dibutuhkan sekitar 0,50 jam (T_m), dengan gaji petugas sebesar Rp 15.000 /jam dan asumsi harga *Elektromanetik Clutch* adalah Rp 1.200.000. Sedangkan untuk ekspektasi biaya C_d (*Cost of Downtime*) pada mesin Urbannyte adalah Rp 32.000.000 /jam. Berikut ini adalah nilai ekspektasi biaya C_m dan C_r *Elektromanetik Clutch*.

$$\begin{aligned} C_m &= C_w + C_f \\ &= (1 \text{ mekanik}) (0,50 \text{ jam}) (\text{Rp } 15.000/\text{jam}) \\ &\quad + \text{Rp } 1.200.000 \\ &= \text{Rp } 1.207.500/\text{mesin} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_r &= C_f + ((C_w+C_d) \times \text{MTTR}) \\ &= \text{Rp } 1.200.000 + ((\text{Rp } 7.500 + \text{Rp} \\ &\quad 32.000.000 /\text{jam}) \times 0,50 \text{ jam}) \\ &= \text{Rp } 17.203.750 / \text{breakdown} \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval penggantian yang dapat meminimalkan total biaya operasi,

$$\begin{aligned} T_M &= \gamma + n \left[\frac{1}{\beta-1} \times \frac{C_m}{C_r-C_m} \right]^{1/\beta} \\ &= 1264,2 + 1621,6 \left[\frac{1}{2,18-1} \times \frac{1.207.500}{17.203.750-1.207.500} \right]^{1/2,18} \\ &= 1723,65 \text{ jam} \approx 72 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan ekspektasi biaya perawatan dengan penggantian, biaya yang akan dikeluarkan selama satu kali interval penggantian adalah :

$$\begin{aligned} T_c (1723,65) &= \text{Rp } 1.275 /\text{jam} \times 1723,65 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 2.198.415 /\text{penggantian} \end{aligned}$$

c. *Bearer*

Kegiatan penggantian *Bearer* dilakukan oleh satu orang petugas *maintenance* dengan waktu standar yang dibutuhkan sekitar 0,85 jam (T_m), dengan gaji petugas sebesar Rp 15.000 /jam dan asumsi harga *Bearer* adalah Rp 650.000. Sedangkan untuk ekspektasi biaya C_d (*Cost of Downtime*) pada mesin Urbannyte adalah Rp 32.000.000 /jam. Berikut ini adalah nilai ekspektasi biaya C_m dan C_r *Bearer*.

$$C_m = C_w + C_f$$

$$\begin{aligned} &= (1 \text{ mekanik}) (0,85 \text{ jam}) (\text{Rp } 15.000/\text{jam}) \\ &\quad + \text{Rp } 650.000 \\ &= \text{Rp } 662.750/\text{mesin} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_r &= C_f + ((C_w+C_d) \times \text{MTTR}) \\ &= \text{Rp } 650.000 + ((\text{Rp } 12.750 + \text{Rp} \\ &\quad 32.000.000 /\text{jam}) \times 0,85 \text{ jam}) \\ &= \text{Rp } 27.860.838 / \text{breakdown} \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval penggantian yang dapat meminimalkan total biaya operasi,

$$\begin{aligned} T_M &= \gamma + n \left[\frac{1}{\beta-1} \times \frac{C_m}{C_r-C_m} \right]^{1/\beta} \\ &= 1763 + 1234,9 \left[\frac{1}{1,56-1} \times \frac{662.750}{27.860.838 - 662.750} \right]^{1/1,56} \\ &= 1928,59 \text{ jam} \approx 81 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan ekspektasi biaya perawatan dengan penggantian, biaya yang akan dikeluarkan selama satu kali interval penggantian adalah :

$$\begin{aligned} T_c (1928,59) &= \text{Rp } 940,5 /\text{jam} \times 1928,59 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 1.813.811 /\text{penggantian} \end{aligned}$$

d. *Belt Ring*

Kegiatan penggantian *Belt Ring* dilakukan oleh satu orang petugas *maintenance* dengan waktu standar yang dibutuhkan sekitar 0,91 jam (T_m), dengan gaji petugas sebesar Rp 15.000 /jam dan asumsi harga *Belt Ring* adalah Rp 350.000. Sedangkan untuk ekspektasi biaya C_d (*Cost of Downtime*) pada mesin Urbannyte adalah Rp 32.000.000 /jam. Berikut ini adalah nilai ekspektasi biaya C_m dan C_r *Belt Ring*.

$$\begin{aligned} C_m &= C_w + C_f \\ &= (1 \text{ mekanik}) (0,91 \text{ jam}) (\text{Rp } 15.000/\text{jam}) \\ &\quad + \text{Rp } 850.000 \\ &= \text{Rp } 863.650/\text{mesin} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_r &= C_f + ((C_w+C_d) \times \text{MTTR}) \\ &= \text{Rp } 850.000 + ((\text{Rp } 13.650 + \text{Rp} \\ &\quad 32.000.000 /\text{jam}) \times 0,91 \text{ jam}) \\ &= \text{Rp } 29.982.422 / \text{breakdown} \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval penggantian yang dapat meminimalkan total biaya operasi,

$$T_M = \gamma + n \left[\frac{1}{\beta-1} \times \frac{C_m}{C_r-C_m} \right]^{1/\beta}$$

$$= 1040,3 + 2278,8 \left[\frac{1}{1,90-1} x \frac{863.650}{29.982.422 - 863.650} \right]^{1/1,90}$$

$$= 1419,05 \text{ jam} \approx 60 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan ekspektasi biaya perawatan dengan penggantian, biaya yang akan dikeluarkan selama satu kali interval penggantian adalah :

$$Tc (1419) = \text{Rp } 1.269,58 / \text{jam} \times 1419 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp } 1.801.597 / \text{penggantian}$$

Berikut ini adalah tabel rekapitulasi rekomendasi pemilihan tindakan (*task selection*) pada sistem Mesin Urbannyte.

Tabel 2. Rekapitulasi Total Biaya Perawatan Pada Sistem Mesin Urbannyte

	Preventive Maintenance		Corrective Maintenance	
	Interval	Tc	Interval	Tc
<i>Tucker Blade</i>	54 hari	Rp 2.471.563 /penggantian	65-204 hari	Rp 58.357.776 /breakdown
<i>Elektromanetik Clutch</i>	66 hari	Rp 2.217.480 /penggantian	78-150 hari	Rp 41.203.750 /breakdown
<i>Bearer</i>	78 hari	Rp 1.828.745 /penggantian	88-156 hari	Rp 68.660.838 /breakdown
<i>Belt Ring</i>	54 hari	Rp 1.810.763 /penggantian	77-176 hari	Rp 73.662.422 /breakdown

Dari Tabel 2 diatas kita dapat membandingkan biaya perawatan yang harus dikeluarkan perusahaan ketika komponen mesin dilakukan perawatan. Apabila perusahaan melakukan perawatan secara *corrective maintenace* (ketika mesin mengalami *breakdown*), tentunya perusahaan harus mengeluarkan biaya yang besar dibandingkan melakukan perawatan secara *preventive maintenance* (perawatan terjadwal sebelum terjadinya *breakdown*). Dari Tabel 2 diatas kita bisa memberikan rekomendasi untuk komponen *tucker blade*, *elektromanetik clutch*, *bearer* dan *belt ring* agar dilakukan perawatan secara *preventive maintenance* untuk meminimalisasi biaya perawatan. Perawatan secara *preventive maintenance* ini dilakukan dengan menganalisis dari data historis waktu antar kerusakan dan dicari

interval perawatan yang optimal untuk 4 komponen tersebut dengan menggunakan *software weibull ++9*.

Dari Tabel 2 diatas, biaya perawatan secara *preventive maintenance* pada komponen *tucker blade* sebesar Rp 2.471.563 per 1287,59 jam atau 54 hari, *elektromanetik clutch* sebesar Rp 2.217.480 per 1565,96 jam atau 66 hari, *bearer* sebesar Rp 1.828.745 per 1855,12 jam atau 78 hari dan *belt ring* sebesar Rp 1.810.763 per 1274,4 jam atau 54 hari.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem Mesin Urbannyte mempunyai tujuh sub-sistem: *Plate Bending, Paper Roll Stand, Auxilary Draw & EPC Unit, Printing Unit, Forming Unit, Separating / Stocking Unit* dan *Paper Overfeed Recycling*.
2. Berdasarkan pada *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA), terdapat 27 *failure mode*. Sedangkan untuk hasil nilai RPN, diperoleh 4 *failure mode* dari sistem mesin Urbannyte yang memiliki kategori tingkat resiko yang tinggi atau nilai RPN ≥ 100 yaitu *elektromanetik clutch* terganggu dengan nilai RPN sebesar 150, *bearer* rusak dengan nilai RPN sebesar 128, *tucker blade* rusak dengan nilai RPN sebesar 160 dan *belt ring* putus dengan nilai RPN sebesar 120.
3. Kegiatan perawatan untuk komponen *tucker blade*, *elektromanetik clutch*, *bearer* dan *belt ring* adalah *scheduled discard task* yaitu penjadwalan penggantian komponen. Sedangkan interval perawatan untuk komponen *tucker blade* yaitu selama 1456,52 jam atau 61 hari, *elektromanetik clutch* dengan interval perawatan selama 1723,65 jam atau 72 hari, *Bearer* dengan interval perawatan selama 1928,59 jam atau 81 hari dan *Belt Ring* dengan interval perawatan selama 1419,05 jam atau 60 hari.
4. Biaya perawatan (Tc) pada Mesin Urbannyte untuk komponen yang

memiliki kegagalan potensial diantaranya adalah *tucker blade* sebesar Rp 2.433.676 per 61 hari, *elektromanetik clutch* sebesar Rp 2.198.415 per 72 hari, *Bearer* sebesar Rp 1.813.811 per 81 hari dan *Belt Ring* sebesar Rp 1.801.597 per 60 hari.

SARAN

Setelah melakukan penelitian penulis dapat menyarankan beberapa hal, seperti:

1. Pihak perusahaan diharapkan mendata atau mengakses secara lengkap seluruh kerusakan yang terjadi pada mesin Urbannyte sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.
2. Untuk komponen yang masih mengalami *breakdown maintenance*, diharapkan agar melakukan tindakan perawatan pencegahan secara intensif untuk menghindari terjadinya kerusakan yang dapat mempengaruhi biaya perawatan dan perbaikan komponen.
3. Diperlukan pencatatan secara berkala pada setiap kegiatan perawatan yang dilakukan, baik *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task*. Pelaksanaan dari masing-masing *scheduled* tersebut dapat dilakukan dengan memperhatikan pertimbangan kondisi komponen serta biaya yang diperlukan untuk perbaikan maupun penggantian.
4. Berdasarkan hasil dari penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) ini dapat diterapkan sebagai pendekatan yang digunakan dalam sistem perawatan di PT Masscom Graphy Semarang. Karena dengan adanya penerapan konsep RCM II perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrohman, S. A., Salih O. D., & Raouf, A. 2000. "RCM Concepts and Application: A Case Study," *International Journal of Industrial Engineering*, Vol. 7, No. 2, pp. 123-132.
- Besterfield, Dale. H. 1995. *Total Quality Management*, New Jersey : Prentice Hall
- Corder, A. S. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance II*. New York: Industrial Press Inc.
- Moubray, J. 2000. *Reliability Centered Maintenance II second Edition*. New York : Industria Press Inc.
- Priyanta, Dwi. 2000. *Keandalan dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ramli, R., & Arffin, M.N. 2012. *Reliability Centered Maintenance in Schedule Improvement of Automotive Assembly Industry*. *American Journal of Applied Sciences* 9 (8): 1232-1236,.
- Sayuti, M., & Rifa'i, M. S. 2013. *Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance*. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal* Vol.2 No.1, 9-13.
- Smith D. J. 2001. *Reliability, Maintainability and Risk. Practical Methods for Engineers*. Sixth Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.