

USULAN KEBIJAKAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN MORI SEIKI NH4000 DCG DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DAN *RISK BASED MAINTENANCE (RBM)* STUDI KASUS PT PUDAK SCIENTIFIC

PROPOSED POLICY PREVENTIVE MAINTENANCE MACHINE MORI SEIKI NH4000 DCG METHOD OF RELIABILITY CENTER MAINTENANCE (RCM) AND RISK BASED MAINTENANCE (RBM) CASE STUDY PT PUDAK SCIENTIFIC

Fachri Husaini¹, Judi Alhilman², Nurdinintya Athari³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹Husaini.fh@gmail.com ²judi.alhilman@gmail.com ³nurdinintya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Pudak *Scientific* merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pembuatan part pesawat terbang. Namun target produksi yang sering tidak tercapai menyebabkan *loss revenue* pada perusahaan. Penyebabnya yaitu *breakdown* mesin yang berakibat pada *product reject*, target produksi tidak tercapai, sehingga *loss revenue* pada perusahaan. Salah satu mesin yang sering mengalami *breakdown* yaitu Mori Seiki NH4000 DCG. Mori Seiki NH4000 DCG merupakan mesin bagian *finishing* untuk produk *Blank fork End*. *Breakdown* mesin yang cukup tinggi menyebabkan target produksi setiap bulannya sering tidak terpenuhi. Kegiatan perawatan yang tidak efektif dan efisien juga mengakibatkan biaya *maintenance* cukup besar. Berdasarkan hasil analisis risiko, *system performance loss* yang ditimbulkan cukup besar yaitu Rp 286.891.212 atau 3,773% dari kapasitas produksi mesin setahun. Angka ini melebihi kriteria penerimaan risiko oleh perusahaan yaitu sebesar 2%. Oleh karena itu perlu dilakukan kebijakan perawatan tepat untuk mesin Mori Seiki NH4000 DCG. Pendekatan yang dilakukan yaitu menggunakan *Reliability Centered Maintenance* dan *Risk Based Maintenance*. Berdasarkan dua pendekatan diatas didapatkan kebijakan interval waktu perawatan yang tepat sehingga kegiatan perawatan lebih efektif serta dapat meningkatkan efisiensi perawatan dengan menekan biaya perawatan yang sebelumnya Rp167.506.286 per tahun, menjadi Rp139.994.493 per tahun. Dengan adanya kebijakan tersebut diharapkan dapat mengurangi *breakdown* mesin dan *performance loss* yang ditimbulkan.

Kata kunci : *Preventive Maintenance, Reliability centered maintenance, risk based maintenance, Performance loss*

Abstract

PT Pudak Scientific is a company engaged in the manufacture of aircraft parts industry. However, production targets that are often not achieved cause loss revenue in the company. The cause of the breakdown of the machine that resulted in the product reject, production targets are not achieved, resulting in loss revenue in the company. One of the machines that often experience a breakdown is Mori Seiki NH4000 DCG. Mori Seiki NH4000 DCG is the finishing machine for Blank fork End product. High enough machine breakdown causes the production target every month is often not met. Ineffective and efficient maintenance activities also result in substantial maintenance costs. Based on the results of risk analysis, the system performance loss caused is quite large that is Rp 309.604.995 or 3.773% of machine production capacity per year. This figure exceeds the risk acceptance criteria by the company that is 2%. Therefore, proper maintenance policy is required for the Mori Seiki NH4000 DCG machine. The approach is to use Reliability Centered Maintenance and Risk Based Maintenance. Based on the above two approaches obtained appropriate interval time interval policy so that the maintenance activities more effective and can improve the efficiency of treatment by reducing the cost of previous treatment Rp167.506.286 per year, to Rp139.994.493 per year. With the policy is expected to reduce engine breakdown and performance loss.

Keywords: *Preventive Maintenance, Reliability centered maintenance, risk based maintenance, Performance loss*

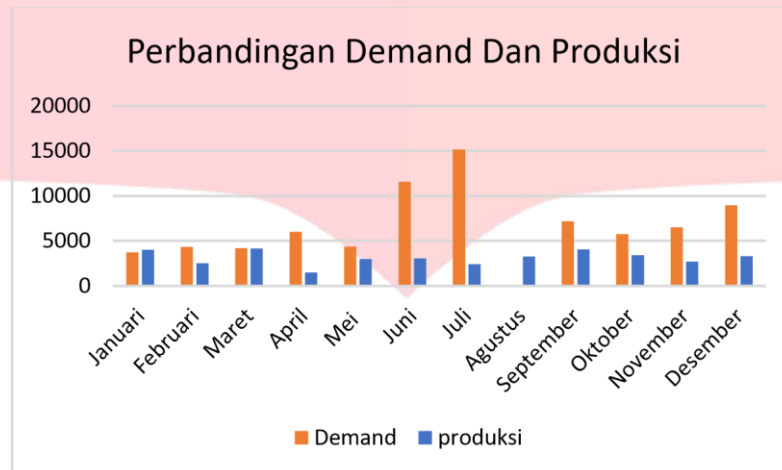
1. Pendahuluan

PT Pudak *Scientific* merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pembuatan part pesawat terbang. Namun *loss revenue* sering terjadi karena kerusakan mesin yang menyebabkan target produksi tidak tercapai. salah satu penyebab yaitu *breakdown* mesin yang mengakibatkan *product reject*, target produksi tidak tercapai, dan

keterlambatan pengiriman. Salah satu mesin yang sering mengalami breakdown yaitu Mori Seiki NH4000 DCG. Mori Seiki NH4000 DCG merupakan mesin bagian finishing untuk produk *Blank fork End*. Breakdown mesin yang cukup tinggi menyebabkan target produksi setiap bulannya sering tidak terpenuhi.

Tabel 1 Jumlah Kerusakan Mesin Produksi Blank Fork End

Nama mesin	Jumlah kerusakan
Makino A51nx	67
Nakamura-Tome WT-250 IIMMY	22
Mori Seiki NH4000 DCG	95



Gambar 1 Perbandingan Jumlah Demand dan Jumlah Produksi

Memenuhi permintaan *part aerospace* yang presisi dan tepat waktu dari customer menjadi sebuah tanggung jawab besar perusahaan untuk meningkatkan kinerja dari berbagai aspek terutama bagian produksi dan perawatan mesin produksi itu sendiri. Namun, kondisi dilapangan tidak semudah seperti jadwal dan rencana yang telah diatur. *Loss revenue* sering terjadi disebabkan kerusakan mesin yang mengakibatkan *Product reject*, target produksi tidak tercapai, dan keterlambatan pengiriman.

Oleh karena itu perlu sebuah kebijakan *maintenance* yang baru untuk mesin di PT Pudak *Scientific* dengan mempertimbangkan karakteristik kerusakan, parameter distribusi kerusakan biaya kerusakan serta risiko yang akan timbul jika terjadi kerusakan. Perawatan mesin-mesin produksi dalam sebuah industri mutlak diperlukan untuk menjaga kelangsungan proses produksinya [1].

Pendekatan yang dilakukan yaitu dengan metode *Reliability Centered Maintenance*. RCM didefinisikan sebagai proses yang digunakan untuk menentukan tindakan yang tepat dilakukan untuk memastikan setiap peralatan atau aset tetap menjalankan fungsi sesuai yang diinginkan [2]. Metode RCM merupakan metode yang tepat digunakan untuk mendapatkan kebijakan perawatan optimal berdasarkan karakteristik kerusakan dengan mempertimbangkan interval waktu perawatan. Metode pendukung untuk RCM yaitu pendekatan *Risk Based Maintenance*. RBM merupakan suatu strategi kuantitatif untuk mengetahui besarrisiko yang ditimbulkan suatu aset ketika mengalami kerusakan [3]. Dengan melakukan pendekatan menggunakan dua metode tersebut diharapkan dapat menghasilkan kebijakan perawatan yang lebih efektif dan efisien Sehingga dapat mengurangi *system performance loss* dan dapat menekan biaya perawatan akibat kerusakan mesin.

2. Dasar Teori Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Maintenance adalah aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode waktu tertentu [4]. Klasifikasi maintenance adalah seperti gambar

2.1.3 Preventive Maintenance

preventive maintenance adalah jadwal perawatan yang dilakukan sebelum kegagalan terjadi, bisa dengan mengganti komponen, atau meningkatkan kembali *reliability* komponen [5]. Aset atau peralatan diberi perlakuan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kerusakan di masa yang akan datang.

2.1.4 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance adalah perbaikan yang dilakukan saat kerusakan terjadi, biasanya diterapkan ketika konsekuensi kerusakan yang terjadi tidak menimbulkan biaya yang besar [5]. Pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau peralatan sehingga mencapai standar yang dapat di terima.

Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

2.1.5 Mean Time between Failure

Waktu antar kegagalan atau yang lebih sering dikenal dengan MTBF (*Mean Time Between Failure*) merupakan waktu rata-rata atau ekspektasi kegagalan dari suatu komponen atau sistem (mesin) yang beroperasi pada kondisi normal [6].

2.1.6 Mean Time to Repair

Mean Time To Repair (MTTR) merupakan rata-rata waktu *maintenance* dari satu kerusakan sampai *maintenance* selanjutnya terjadi. Berikut adalah perhitungan MTTR untuk masing-masing distribusi [6].

2.1.7 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance adalah suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk memaksimalkan umur (*life time*) dan fungsi aset, sistem atau *equipment* dengan biaya minimal (*minimum cost*) [7].

2.1.8 Schedule on Condition Tasks

Scheduled on-condition tasks dilakukan untuk mendeteksi kegagalan potensial. Kegagalan potensial merupakan kondisi fisik yang teridentifikasi dan dapat mengindikasikan akan munculnya suatu kegagalan fungsional [8].

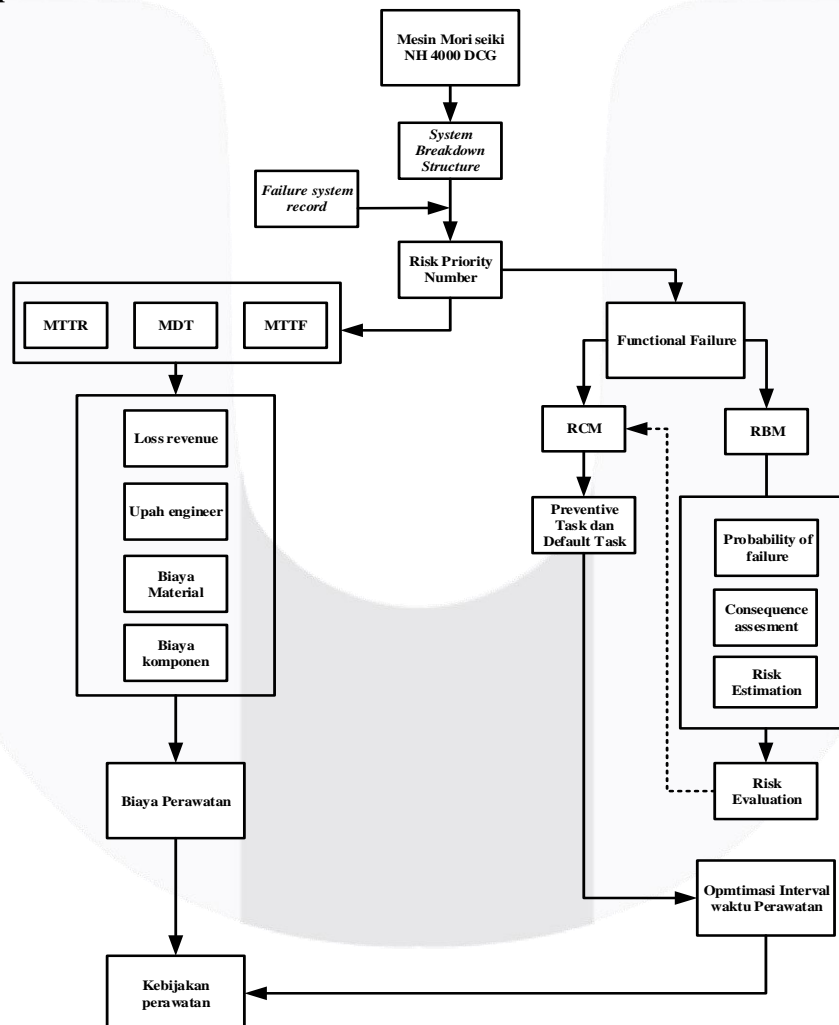
2.1.9 Schedule Restoration Tasks

Scheduled restoration tasks merupakan upaya pemulihan komponen eksisting secara periodik dengan tujuan mengembalikan sistem ke kondisi semula [8]. Tindakan ini dilakukan jika *on-condition tasks* tidak memungkinkan untuk dilakukan.

2.1.10 Risk Based Maintenance merupakan suatu metode kuantitatif hasil integrasi antara pendekatan reliabilitas dan strategi pendekatan risiko untuk mencapai jadwal *maintenance* yang optimal. RBM bertujuan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kegagalan yang terjadi pada fasilitas operasi. Nilai kuantitatif dari risiko merupakan dasar untuk memprioritaskan kegiatan *maintenance* dan inspeksi [9].

2 Metodologi penelitian

2.2.1 Model Konseptual



Gambar 2 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan yaitu data historis kerusakan mesin Mori Seiki NH4000 DCG yaitu dalam rentang 1 Januari 2013 sampai dengan 31 Desember 2016, harga komponen kritis pada subsistem kritis, data upah gaji *engineer*, biaya peralatan untuk perawatan, data biaya material dan data *loss revenue*.

3.1 Pemilihan Subsistem Kritis

Pemilihan sistem dan subsistem kritis pada mesin Mori Seiki NH4000 DCG berdasarkan jumlah kerusakan menggunakan diagram pareto. Sistem kritis yang menjadi objek penelitian yaitu bagian mechanical sistem dengan subsistem terpilih yaitu *Automatic tool changes (ATC)*, *automatic pallet changes (APC)*, *Cooler system*, *Coolant system*, dan *Hydraulic system*.

3.2 Pengujian dan Penentuan Parameter Distribusi

Uji distribusi dilakukan untuk mendapatkan distribusi yang mewakili untuk setiap subsistem kritis. Uji distribusi dilakukan untuk mencari distribusi *Time to Repair*, *Time Between Failure*, dan distribusi *Downtime*. Pengujian distribusi menggunakan bantuan *software* Minitab 17.1, dengan melihat nilai AD terkecil dari masing masing distribusi yang diuji. Sedangkan untuk penentuan parameter distribusi menggunakan AvSim9.0 sesuai dengan distribusi yang mewakili subsistem. Hasil uji distribusi dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel II Tabel Uji Distribusi

Subsistem	<i>Time to Repair</i>	<i>Time between Failure</i>	<i>Downtime</i>
<i>ATC system</i>	Weibull	Weibull	Weibull
<i>APC system</i>	Weibull	Weibull	Weibull
<i>Cooler system</i>	Normal	Weibull	Weibull
<i>Coolant system</i>	Normal	Weibull	Eksponensial
<i>Hydraulic system</i>	Normal	Weibull	Eksponensial

3.3 Penentuan parameter keandalan TBF, TTR, dan Downtime

Keandalan adalah ukuran kemampuan suatu komponen atau peralatan untuk beroperasi terus-menerus tanpa adanya gangguan atau kerusakan [6]. Penentuan keandalan berdasarkan distribusi yang mewakili untuk setiap subsistem. Keandalan dihitung sesuai dengan parameter yang telah didapatkan sebelumnya. Untuk distribusi eksponensial dan normal parameter keandalan sama dengan nilai (μ) yaitu rata-rata failure yang terjadi dalam interval waktu data historis kerusakan. Sedangkan untuk parameter keandalan subsistem dengan distribusi weibull yaitu menggunakan rumus berikut.

$$[MTTR = \theta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)] \quad (1)$$

Keterangan :

η = Parameter skala distribusi weibull

β = Parameter bentuk distribusi weibull

Γ = nilai tabel gamma

Hasil dari penentuan parameter keandalan dari masing masing subsistem tersedia pada Tabel III.

Tabel III Parameter Keandalan Untuk Masing Masing Subsistem

Subsistem	<i>Mean Time to Repair (hours)</i>	<i>Mean Time between Failure (hours)</i>	<i>Mean Downtime (hours)</i>
<i>ATC system</i>	2.648349593	868.9547374	9.60414031
<i>APC system</i>	1.725557273	2053.731584	4.92961960
<i>Cooler system</i>	2.08333	1976.87331	7.05785932
<i>Coolant system</i>	2.34615	2315.540773	9.69871
<i>Hydraulic system</i>	1.86458	1779.040148	11.224

3.4 Pengukuran dan analisis dengan RBM

Pengukuran dengan RBM yaitu pertama menyusun skenario kegagalan dari masing masing subsistem kritis dan komponen kritis pada subsistem tersebut. *Functional Failure (FF)* didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar performansi (*performance standard*) yang diharapkan [7]. Kemudian dihitung kegagalan probabilistik untuk masing subsistem. Perhitungan peluang kegagalan untuk jangka waktu 7392

jam operasi atau kurang lebih satu tahun operasi. Parameter yang digunakan berdasarkan data parameter yang diuji sebelumnya. Setelah didapatkan kegagalan probabilistik maka selanjutnya melakukan perhitungan konsekuensi kerusakan pada komponen disubsystem kritis. Konsekuensi potensial dari bahaya potensial diperkirakan dengan menentukan dampak kegagalan pada kehidupan manusia, lingkungan dan keuntungan ekonomi [10]. Dari data hasil pengamatan dilapangan kerusakan pada mesin Mori Seiki NH4000 DCG hanya berdampak pada *system performance loss* dan tidak memberikan dampak signifikan pada *human health loss* dan *environmental loss*. Maka perhitungan konsekuensi hanya dilakukan pada *system performance loss* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{System Performance Loss} = (\text{Mean Downtime} \times \text{Loss Revenue}) + (\text{MTTR} \times \text{Engineering Cost}) + \text{Material cost} + \text{Harga Komponen} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan besar risiko probabilistik yang muncul dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut. Analisis risiko adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi kejadian yang mungkin terjadi, menilai seberapa besar kemungkinan hal tersebut dapat terjadi, dan mengevaluasi konsekuensi potensial. Akibatnya, risiko dapat diperkirakan secara kualitatif atau kuantitatif untuk skenario kegagalan tertentu [3].

$$\text{Risk} = \text{Probability of Failure} \times \text{System Performance Loss} \quad (3)$$

Total risiko Risiko kegagalan untuk setiap mekanisme kegagalan diperkirakan berdasarkan hasil probabilitas kegagalan dan Analisis konsekuensi [9]. Hasil perhitungan risiko yang akan ditanggung perusahaan jika mesin mengalami kerusakan dapat dilihat pada Tabel IV.

Tabel IV Risiko Kegagalan Mesin tanpa Preventive Maintenance

Subsistem	Komponen	System Performance Loss	Q(t), peluang kegagalan	Risk
ATC	Arm Hand	Rp 10.256.695	1.000000E+00	10.256.695
	Tool post	Rp 13.106.695	1.000000E+00	13.106.695
	Sensor magazine	Rp 10.256.695	1.000000E+00	10.256.695
	Magazine	Rp 58.106.695	1.000000E+00	58.106.695
APC	Sensor APC	Rp 5.393.249	0.999999997	5.393.249
	Ball screw	Rp 6.943.249	0.999999997	6.943.249
	motor	Rp 20.243.249	0.999999997	20.243.249
Cooler System	Heat exchanger	Rp 42.453.762	0.999983694	42.453.070
	fan	Rp 11.453.762	0.999983694	11.453.575
	Hose cooler	Rp 8.253.762	0.999983694	8.253.628
	Sensor suhu	Rp 7.603.762	0.999983694	7.603.638
Hydraulic System	Pump motor	Rp 16.725.811	0.999999999	16.725.810
	Hose hydraulic	Rp 12.525.811	0.999999999	12.525.811
	Sensor level	Rp 11.875.811	0.999999999	11.875.811
Coolant System	Pump motor	Rp 17.185.835	1.000000E+00	17.185.835
	Hose coolant	Rp 10.985.835	1.000000E+00	10.985.835
	Sensor level	Rp 10.335.835	1.000000E+00	10.335.835
	tank	Rp 13.185.835	1.000000E+00	13.185.835
Total				Rp 286.891.212

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa risiko yang ditimbulkan jika terjadi kerusakan yaitu sebesar Rp 286.891.212 atau sebesar 3,773% dari kapasitas produksi satu tahun. Nilai ini jauh diatas kriteria penerimaan yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2%. Oleh Karena itu perlu sebuah kebijakan perawatan *preventive* yang tepat untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kerusakan mesin.

3.5 Pengukuran dengan RCM

3.5.1 Pengukuran kualitatif RCM

Pengukuran kualitatif RCM yaitu dengan cara menganalisis *function and funtional failure* dari masing masing subsitem dan komponen. Selanjutnya membuat failure mode, konsekuensi kegagalan dan disusun menjadi *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. FMEA adalah metode yang digunakan untuk mendefenisikan dan mempelajari model kegagalan, dan potential effect [11]. Hasil dari FMEA digunakan sebagai input untuk LTA (*Logic tree*

Analysis). Tujuan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya [5]. LTA digunakan menentukan *preventive task* yang tepat untuk masing masing komponen melalui diagram keputusan RCM.

Dari hasil diagram keputusan RCM didapatkan dua jenis *preventive task* yang tepat untuk subsistem dan komponen pada mesin Mori Seiki NH4000 DCG yaitu *schedule on condition* dan *schedule restoration*. *Preventive task* ini nanti dijadikan sebagai acuan untuk menentukan interval perawatan optimal bagi mesin.

3.5.2 Interval Waktu Perawatan *Schedule on Condition* dan *Schedule Restoration*

- Perhitungan interval waktu untuk *maintenance task Schedule on Condition* yaitu $\frac{1}{2}$ dari P-F interval dari masing masing subsistem atau komponen. Besar P-F (*Potential Failure*) disini yaitu sebesar MTBF yang telah dihitung sebelumnya.
- Perhitungan Interval waktu perawatan untuk *maintenance task schedule restoration* memerlukan parameter MTBF dan MTTR dari masing masing subsistem atau komponen. Perhitungan interval dengan *schedule restoration task* mempertimbangkan 2 jenis biaya. Pertama biaya perbaikan akibat *failure* yang terjadi pada komponen dan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan. Persamaan untuk menghitung biaya perbaikan atau pergantian akibat rusaknya komponen menggunakan persamaan berikut.

$$C_f = C_r + MTTR(C_o + C_w) \quad (4)$$

Keterangan :

C_f = Biaya Perbaikan atau pergantian karena rusaknya komponen setiap siklus perawatan.

C_r = Biaya pergantian kerusakan komponen

C_o = Biaya kerugian produksi (*hourly rate*)

C_w = Biaya tenaga kerja

Sedangkan untuk biaya perawatan yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C_m = \text{Biaya Engineer PM} + \text{Biaya Downtime} + \text{biaya} \quad (5)$$

Dari hasil CM dan CF kemudian dapat dihitung interval waktu perawatan untuk *maintenance task Schedule Restoration* dengan persamaan (6) [12].

$$TM = \eta \times \left[\frac{C_m}{C_f^{(\beta-1)}} \right]^{1/\beta} \quad (6)$$

Hasil perhitungan interval perawatan untuk masing masing komponen pada subsistem yaitu seperti pada Tabel V.

Tabel V Interval Waktu Perawatan

Subsistem	Komponen	Maintenance Task	Interval Perawatan
ATC	Arm Hand	Schedule on Condition Task	449.444
	Tool post	Schedule on Condition Task	434.477
	sensor magazine	Schedule on Condition Task	449.444
	magazine	Schedule on Condition Task	449.444
APC	Sensor APC	Schedule on Condition Task	1592.164
	Ball screw	Schedule on Condition Task	1592.164
	motor	Schedule on Condition Task	1026.866
Cooler System	Heat exchanger	Schedule on Condition Task	1584.312
	fan	Schedule on Condition Task	988.437
	hose cooler	Schedule on Condition Task	988.437
	sensor suhu	Schedule on Condition Task	1584.312
Hydraulic System	pump motor	Schedule on Condition Task	1167.801
	hose hydraulic	Schedule on Condition Task	889.520
	sensor level	Schedule on Condition Task	1167.801

Tabel V Interval Waktu Perawatan (Lanjutan)

Subsistem	Komponen	Maintenance Task	Interval Perawatan
Coolant System	<i>pump motor</i>	<i>Schedule on Condition Task</i>	1544.293
	<i>hose for coolant</i>	<i>Schedule on Condition Task</i>	1157.770
	<i>sensor level</i>	<i>Schedule on Condition Task</i>	1544.293
	<i>tank</i>	<i>Schedule on Condition Task</i>	1157.770

3.5.3 Analisis Biaya Perawatan Eksisting dan Usulan

Kebijakan perawatan berdasarkan hasil analisis RCM yang dilakukan didapatkan dua *maintenance task* usulan yaitu *schedule on condition task*, dan *schedule restoration task*. interval waktu untuk masing masing komponen pada subsistem telah ditentukan sebelumnya pada interval waktu perawatan. Untuk melakukan perhitungan biaya perawatan maka dapat digunakan persamaan.

$$TC = C_m \times f_m \quad (7)$$

Keterangan :

TC = Total Biaya

C_m = Biaya Maintenance

F_m = Frekuensi Perawatan

Total biaya perawatan dihitung untuk frekuensi perawatan dalam satu tahun. Hasil perhitungan biaya perawatan usulan untuk satu tahun yaitu perkalian antara frekuensi perawatan dengan biaya setiap perawatannya. Total biaya yang diperoleh yaitu sebesar Rp 139.994.493 per tahun untuk perawatan usulan, sedangkan untuk biaya perawatan eksisting yaitu sebesar Rp 167.506.286. Dari kedua total biaya yang didapatkan, total biaya usulan jauh lebih rendah dari pada total biaya eksisting. Hal ini disebabkan kebijakan perawatan eksisting tidak mempertimbangkan karakteristik komponen kritis dan distribusi kerusakan yang terjadi pada subsistem mesin. Sehingga terjadi perawatan yang kurang efektif dan tidak tepat yang dilakukan setiap bulannya. Hal ini berakibat pada kurangnya efisiensi perawatan yang ditandai dengan tingginya biaya perawatan yang dikeluarkan.

4. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan diperoleh total risiko yang muncul jika komponen rusak yaitu Rp 286.891.212 atau sebesar 3,773% dari kapasitas produksi satu tahun. Nilai tersebut berada diatas kriteria penerimaan yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2%.
2. Interval waktu perawatan dihitung berdasarkan *maintenance task* yang diperoleh yaitu *schedule on condition* dan *schedule restoration*.
3. Biaya perawatan usulan berdasarkan *maintenance task* yang diperoleh lebih efektif dan efisien dibandingkan Perawatan dengan *maintenance task* eksisting.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. T. D. Atmaji, "OPTIMASI JADWAL PERAWATAN PENCEGAHAN PADA MESIN TENUN UNIT SATU DI PT KSM, YOGYA KARTA," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, vol. 2, no. 2579-9142, pp. 7-11, 2015.
- [2] K. d. Fischer, "Reliability Centered Maintenance for Wind Turbines Based on Statistical Analysis and Practical Experience," *IEEE Transaction and Energy Conversion*, vol. 99, pp. 1-12, 2011.
- [3] H. Khan, "Risk Based Maintenance (RBM) : a Quantitative Approach Maintenance/Inspection Scheduling and Planning," *Journal of loss Prevention in the Process Industries*, vol. 16, pp. 561 - 573, 2003.
- [4] R. R. S. Fransiskus Tatas. Judi Alhilman, "LCC Application for Estimating Total Maintenance Crews and Optimal Age of BTS Components," *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology (ICOICT), Nusa Dua*, vol. 4, no. ISSN: 2319-5967 , pp. 543-547, 2015.
- [5] A. Awad, "Reliability Centered Maintenance actions prioritization using fuzzy inference systems," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 22, pp. 433 - 452, 2015.
- [6] C. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Singapore, 1997.

- [7] M. T. Azis, "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serbaguna GA. Siwabessy," *Seminar Nasional VSDM Teknologi Nuklir*, 2009.
- [8] D. S. D. J. A. Nurdinintya Athari, "USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN KOMORI LS440 DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 3, no. 2579 - 9142, pp. 31-37, 2016.
- [9] T. T. Z. M. P. v. G. J. V. Alex. W. Dawotola1, "RISK BASED MAINTENANCE OF A CROSS-COUNTRY PETROLEUM PIPELINE SYSTEM," *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, vol. 10, p. 1061, 2012.
- [10] M. A. R. K. A. B. V. E. Ali Nouri Gharahasanlou1, "Risk based maintenance strategy: a quantitative approach based on time-to-failure model," *The Society for Reliability Engineering, Quality and Operations Management*, 2017.
- [11] D. S. D. A. Nurdinintya Athari, "USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN KOMORI LS440 DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, pp. 31-37, 2016.
- [12] S. S. U. T. K. Judi Alhilman, "PERENCANAAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN CORAZZA FF100 PADA LINE 3 PT XYZ DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II)," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, pp. 47-53, 2016.