

Usulan Kebijakan Pemeliharaan Mesin pada Mesin *Shot Blast Mach* MWJ 9/10 PT Pindad (Persero) dengan Metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM)

Proposed Preventive Maintenance Task Using Reliability and Risk Centered Maintenance Method on Shot Blast Mach MWJ 9/10 Machine (Case Study: PT. Pindad (Persero))

1st Cahya Wulan Jayaningrum
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
cahyawulanj@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Fransiskus Tatas Dwi Atmaji
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
franstatas@telkomuniversity.ac.id

3rd Aji Pamoso
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Penelitian ini mencoba untuk menentukan pemeliharaan preventif untuk mesin shot blasting berdasarkan data kegagalan mesin shot blasting lini produksi E-Clips PT. Pindad (Persero). Digunakan metode Reliability and Risk Centered Maintenance. Metode ini memilih komponen kritis mesin dan menentukan pemeliharaan preventif berdasarkan masing-masing komponen kritis. Sementara itu, dilakukan perhitungan interval waktu pemeliharaan yang optimal dan juga total biaya pemeliharaan preventif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada tiga kegiatan pemeliharaan yang diusulkan dengan 1 scheduled on-condition task dan 2 scheduled restoration task dengan waktu pemeliharaan optimal. interval untuk setiap kegiatan dalam 130 dan 45 hari. Total biaya pemeliharaan preventif yang diusulkan juga berkurang hingga 12% dari total biaya yang ada.

Kata kunci—*maintenance, reliability and risk centered maintenance, proposed maintenance task, maintenance cost*

Abstract—The study tried to determine the preventive maintenance for a shot blasting machine based on PT. Pindad (Persero)'s shot blasting machine failure data. We used Reliability and Risk Centered Maintenance method. This method selected the critical components of the machine and determined the preventive maintenance based on each critical components. In the meantime, we calculated the optimal

maintenance time interval and also the total cost of the preventive maintenance. The result of the study gave that there are three proposed maintenance tasks with 1 scheduled on-condition task and 2 scheduled restoration task with the optimal maintenance time interval for each tasks are in 130 and 45 days. The total cost of the proposed preventive maintenance was also reduced up to 12% of the existing total cost.

Keyword—*maintenance, reliability and risk centered maintenance, proposed maintenance task, maintenance cost*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri di Indonesia meningkat seiring berkembangnya pengetahuan dan teknologi. Hal ini dapat dilihat pada proses industrialisasi dalam masyarakat Indonesia sejalan dengan berdirinya banyak perusahaan yang menjalankan industrinya. Perkembangan ini tentu berjalan seiring dengan kemampuan industri dalam menghasilkan produk. Industri tentu ingin menghasilkan yang terbaik dan sesuai dengan kebutuhan konsumennya dan konsumen ingin segala kebutuhannya terpenuhi.

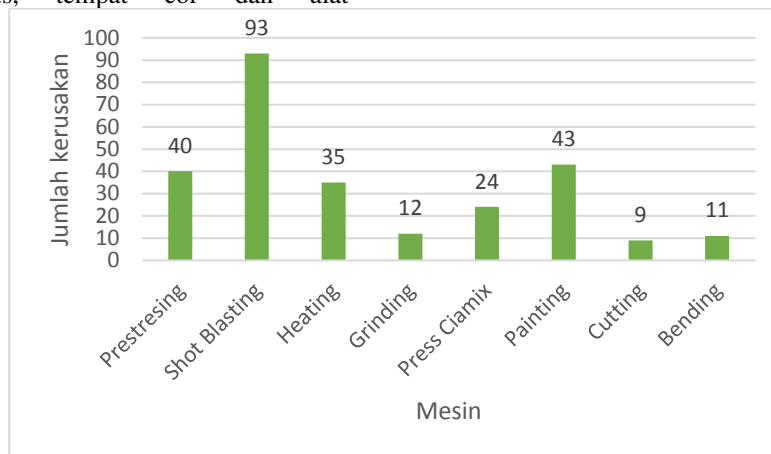
Salah satu jenis industri adalah industri manufaktur, yang mana industri manufaktur memiliki banyak komponen di dalamnya. Salah satunya dengan mesin yang digunakan untuk memproduksi. Mesin

yang digunakan harus terus dijaga dan dirawat dengan baik agar dapat terus berfungsi dengan baik dan menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan.

Pemeliharaan mesin dilakukan oleh setiap perusahaan manufaktur, salah satunya PT. Pindad. PT. Pindad adalah perusahaan industri dan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan produk militer dan komersial di Indonesia. PT. Pindad berlokasi di daerah Kiaracondong, Bandung dengan luas pabrik sebesar 62 hektar. Perusahaan ini memiliki sekitar 3000 karyawan. PT. Pindad bergerak pada bidang produksi senjata, amunisi, kendaraan khusus, tempat cor dan alat

perkeretaapian, alat berat, dan peledak komersial serta dalam bidang jasa seperti jasa industri pertambangan, konstruksi, dan mesin industri.

Dalam penelitiannya, penulis berfokus pada salah satu divisi yang ada dalam PT. Pindad yaitu Divisi Tempa Cor dan Perkeretaapian (TC-AP) yang berada dalam Departemen Tempa dan Praska. Penulis melakukan penelitian salah satu mesin dalam lini produksi E-Clips. Walaupun telah dilakukan pemeliharaan, mesin dalam lini produksi ini pernah mengalami kerusakan dalam beberapa tahun terakhir.



GAMBAR 1

(Grafik Jumlah Kerusakan Setiap Mesin pada Lini Produksi E-Clips PT. Pindad 2016-2019)

Berdasarkan data yang diperoleh, mesin yang mengalami paling banyak kerusakan dalam lini produksi E-Clips adalah mesin *shot blasting* yang bernama Shot Blast MACH MWJ 9/10 sebesar 93 kali dalam empat tahun terakhir. Mesin lain yang cukup sering mengalami kerusakan adalah mesin Painting sebanyak 43 kali dan Prestresing sebanyak 40 kali. Mesin Heating mengalami kerusakan sebanyak 35 kali dan mesin Press Ciamix mengalami kerusakan sebanyak 24 kali. Tiga mesin lain mengalami sedikit kerusakan yaitu mesin Grinding sebanyak 12 kali, mesin Bending selama 11 kali, dan mesin Cutting sebanyak 9 kali.

Dari data-data yang diperoleh di atas, dapat dilihat bahwa mesin-mesin dalam lini produksi E-Clips masih sering mengalami kerusakan setiap tahunnya dalam empat tahun terakhir, terutama pada mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10. PT. Pindad telah memiliki jadwal pemeliharaan yang telah dilakukan secara berkala, tetapi kerusakan tetap terjadi. Dengan begitu, penulis ingin melakukan penelitian mengenai kebijakan pemeliharaan mesin dan interval waktu pemeliharaan yang optimal di lini produksi E-Clips yang difokuskan terhadap mesin dengan kuantitas kerusakan paling banyak, yaitu mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 yang dilakukan oleh PT. Pindad dengan metode Reliability and Risk Centered Maintenance

(RRCM). Penelitian dengan menggunakan metode RRCM diharapkan akan memberikan kebijakan pemeliharaan yang sesuai dengan data kerusakan yang ada pada lini produksi E-Clips PT. Pindad khususnya pada mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10 sehingga dapat mengurangi kerusakan yang terjadi di kemudian hari.

II. KAJIAN TEORI

A. Manajemen Pemeliharaan

Pada umumnya sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan [1]. Pemeliharaan adalah aktivitas yang bertujuan untuk memastikan segala aset fisik mampu memenuhi fungsi yang diharapkan [2]. Tujuan dari manajemen pemeliharaan yaitu untuk membuat sebuah kebijakan dalam aktivitas pemeliharaan untuk memperbaiki kerusakan fungsi operasional dengan meningkatkan umur pakai, mengurangi kemungkinan kerusakan, dan mengurangi downtime sehingga akan meningkatkan fungsi operasional sistem. Kemunculan kegiatan pemeliharaan dalam dunia industri karena adanya tuntutan untuk menjaga kondisi sistem produksi agar dapat beroperasi dengan baik.

B. Jenis Pemeliharaan

Terdapat beberapa jenis pemeliharaan yang ada. Secara umum, dilihat dari tujuannya, terdapat pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) dan kegiatan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) [3].

1. Kegiatan Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Kegiatan ini bertujuan untuk memperbaiki peralatan atau komponen saat peralatan atau komponen tersebut mengalami kerusakan tanpa melakukan kegiatan lain untuk menjaga kinerja peralatan atau komponen agar dapat beroperasi sesuai dengan kondisi operasionalnya [3]. Kegiatan ini melakukan perbaikan atau penggantian komponen yang rusak. Tidak ada jadwal yang terencana dalam kegiatan ini karena dilakukan hanya pada saat peralatan atau komponen rusak.

2. Kegiatan Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Kegiatan preventive maintenance adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi berhenti atau berkurangnya fungsi mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian [4].

Tujuan dari preventive maintenance adalah meminimasi terjadinya kegagalan, mendeteksi apabila terjadi kegagalan, menemukan kegagalan yang tersembunyi, dan meningkatkan keandalan dan ketersediaan komponen atau sistem tersebut.

C. Mean Time to Failure (MTTF)

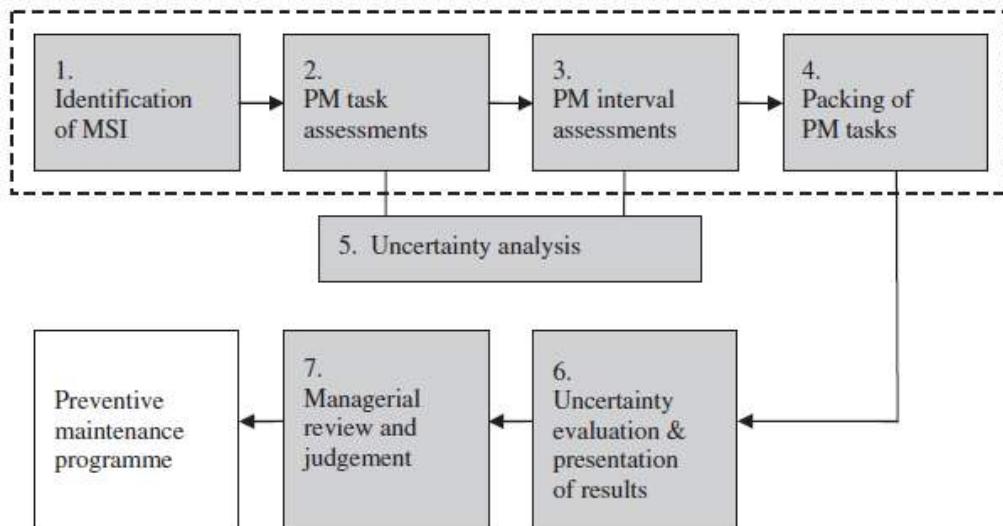
MTTF merupakan waktu rata-rata atau ekspektasi kegagalan dari suatu komponen atau sistem (mesin) yang beroperasi pada kondisi normal. MTTF sering dinyatakan dalam angka perkiraan masa pakai suatu komponen. Jika laju kerusakan suatu komponen/sistem tidak berkaitan dengan umur pakai dan karakteristik lain dalam sejarah pemakaiannya, maka distribusi statistik yang digunakan adalah distribusi Eksponensial (laju kerusakannya bersifat konstan) yang dinyatakan dengan parameter λ sedangkan jika laju kerusakannya tergantung pada umur pakainya maka distribusi statistik yang digunakan adalah distribusi Normal dan Weibull [5].

D. Mean Time to Repair (MTTR)

Mean Time to Repair (MTTR) merupakan rata-rata waktu maintenance dari satu kerusakan sampai maintenance selanjutnya terjadi. Dalam menghitung nilai tengah dari fungsi probabilitas waktu perbaikan, perlu diperhatikan distribusi datanya [5].

E. Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM)

Metode RRCM merupakan sebuah pengembangan dari metode RCM. RRCM digambarkan dalam bentuk diagram di bawah ini [6].



GAMBAR 2
(Framework RRCM)

Dalam diagram ditunjukkan tujuh proses metode yang menghasilkan program preventive maintenance. Empat tahap pertama merupakan proses metode RCM yang tradisional, ditunjukkan dengan kotak garis putus-putus sekelilingnya. Pengembangan dari RCM menjadi RRCM

dibedakan dari tahap nomor lima yang berhubungan dengan tahap nomor dua dan tiga yaitu uncertainty analysis atau analisis ketidakpastian.

Pada analisis ketidakpastian, dilakukan pembahasan faktor ketidakpastian secara khusus. Faktor-faktor

ini berasal dari asumsi yang dibuat dalam tahap kedua dan ketiga karena analisis ketidakpastian tidak dapat dinilai sebelum analisis tahap kedua dan ketiga dilakukan. Analisis ketidakpastian mencakup tugas-tugas utama sebagai berikut:

1. Identifikasi faktor ketidakpastian;
2. Penilaian dan kategorisasi faktor-faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat ketidakpastian;
3. Penilaian dan kategorisasi faktor-faktor ketidakpastian sehubungan dengan tingkat sensitivitas;
4. Rangkuman pentingnya faktor ketidakpastian.

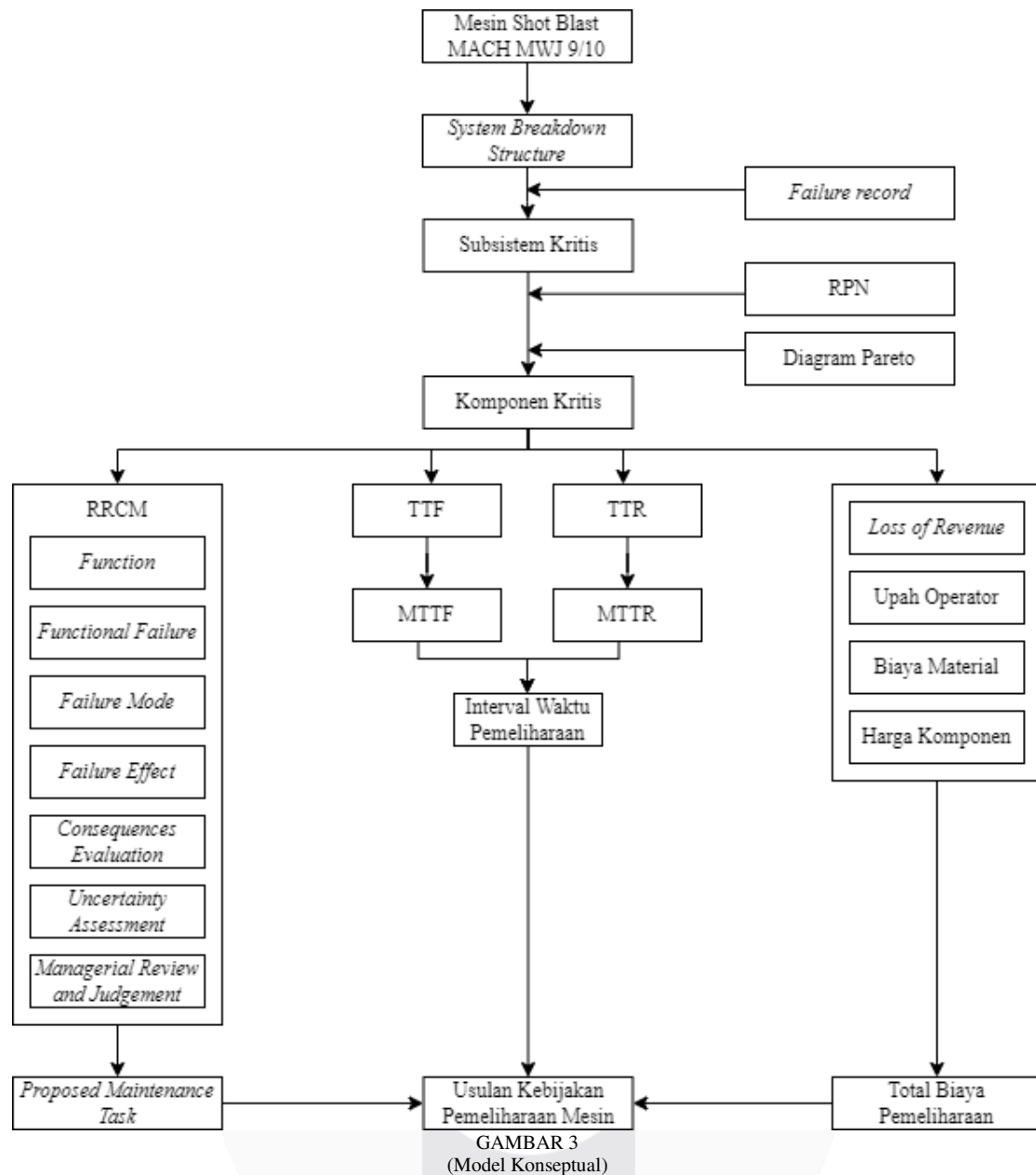
Tahap 1-4 bersama dengan tahap 5 memberikan masukan untuk evaluasi ketidakpastian total dari sistem yang sedang dielajari. Dari keseluruhan evaluasi ketidakpastian ini dikomunikasikan kepada fungsi manajemen. Hasil dari pengomunikasian dengan manajemen akan menjadi informasi baru sehingga tidak membebani manajemen dan meninggalkan informasi yang tidak relevan dengan

pengambilan keputusan. Ini merupakan proses yang dilakukan pada tahap 6.

Kerangka kerja RRCM mencakup tinjauan dan penilaian manajerial, seperti yang dituliskan di Gambar II.1 di tahap 7 [6]. Di tahap ini dilakukan masukan untuk manajemen dari berbagai penilaian yang ditempatkan dalam konteks yang lebih luas dengan batasan dan keterbatasan dari berbagai penilaian diperhitungkan, juga aspek dan masukan tambahan dipertimbangkan. Dari seluruh aspek yang menjadi pertimbangan, maka didapat program pemeliharaan yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh sistem.

III. METODE

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan tahapan pengolahan dan pengerjaan berdasarkan model konseptual yang dibuat. Model konseptual merupakan rancangan testruktur yang berisi urutan dalam merancangan penelitian. Gambar III.1 merupakan model konseptual penelitian ini.



IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis dilakukan berdasarkan data kerusakan mesin yang diteliti yaitu mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10. Dilakukan perhitungan menggunakan parameter Risk Priority Number. Tujuan dari penentuan komponen kritis adalah untuk mengetahui komponen yang berisiko tinggi menimbulkan kerusakan pada mesin. Hasil dari penentuan komponen ini didapatkan komponen kritis pada mesin yang diteliti adalah komponen karet, sudu, dan filter.

B. Perhitungan MTTF dan MTTR

Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time to Repair (MTTR) dilakukan dengan menentukan distribusi dari data kerusakan dan perbaikan eksisting. Perhitungan ini dibantu dengan menggunakan *software* Minitab17 dan Avsim+9.0.

Berikut hasil MTTF dan MTTR dari masing-masing komponen kritis.

TABEL 1
(Hasil Perhitungan MTTF)

Komponen	Distribusi	Parameter	$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTF (jam)
Karet	Weibull	η	617,91	641,12
		β	0,924084	
Sudu	Weibull	η	2530,99	3003,62
		β	0,753009	
Filter	Weibull	η	1547,54	2138,4
		β	0,643475	

TABEL 2
(Hasil Perhitungan MTTR)

Komponen	Distribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTR (jam)
Karet	Weibull	η	4,3257	0,9732	4,210
		β	1,0727		
Sudu	Weibull	η	2,4148	0,9175	2,216
		β	1,3456		
Filter	Weibull	η	11,1721	1,2894	14,406
		β	0,686798		

C. Perhitungan Metode Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM)

Selanjutnya dilakukan penerapan metode RRCM dari metode RCM yang biasa yaitu penentuan *uncertainty assessment*. *Uncertainty assessment* ini didasari dari expert judgement dan data historis dari perusahaan. Penilaian ini dituliskan dalam worksheet RCM yang telah diekspansi dengan kolom penilaian *uncertainty assessment* di dalamnya.

TABEL 3
(Extended RRCM Worksheet)

Unit or Item: Mesin Shot Blast MACH MWJ 9/10													
Item or Component													
Information Reference			Consequence Evaluation				H 1	H 2	H 3	Uncertainty Assessment			Proposed Task
F	F F	F M	H	S	E	O	S 1 O 1 N 1	S 2 O 2 N 2	S 3 O 3 N 3	Degree of Uncertainty	Degree of Sensitivity	Degree of Importance	
1 . 1	1 . 1 . 1	Elastisitas karet	Y	N	N	Y	Y	-	-	M	M	M	Schedule On - Condition Task
2 . 1	2 . 1 . 1	Sudu s	Y	N	N	Y	N	Y	-	L/ M	L/ M	L/ M	Schedule Restoration Task
2 . 1	2 . 1 . 1	Tutup sudu	Y	N	N	Y	N	Y	-	L/ M	L/ M	L/ M	Schedule Restoration

3 · 1	3 · 1 · 1	Fi lte r ko r	Y	N	N	Y	Y	-	-	L/ M	L/ M	L/ M	Sc he du led On - Co ndi tion Ta sk
-------------	-----------------------	---------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---------	---------	---------	---

D. Perhitungan Interval Waktu Pemeliharaan Usulan

Preventive maintenance task diperoleh dari FMEA yang telah disusun beserta hasil extended RCM Decision Worksheet sebelumnya. Perhitungan interval waktu untuk masing-masing komponen kritis ini dilakukan berdasarkan preventive maintenance task yang telah ditentukan.

TABEL 4
(Hasil Perhitungan Interval Waktu Pemeliharaan Usulan untuk
Schedule On-Condition Task)

Komponen	Information Reference				Proposed Maintenance Task	MTTF	Interval (jam)
	F	FF	FM				
Karet	1	1	1	Elastisitas karet menurun mengakibatkan karet pecah	Scheduled On-Condition Task. Melakukan pengecekan terhadap karet disaat terjadi kerusakan.	641,12	320,56
Filter	3	1	1	Amperemeter exhaust drop	Scheduled On-Condition Task. Melakukan pengecekan terhadap filter disaat terjadi kerusakan.	2138,4	1069,2

TABEL 5
(Hasil Perhitungan Interval Waktu Pemeliharaan Usulan untuk
Schedule Restoration Task)

Ko mp one n	Information Reference			Pro pos ed Mai	η	β	Cm	Cf	Int er va l
	F	F	FM						

					nten anc e Tas k					(ja m)
Su du	2	1	1	S u d u a u s	Sch edul ed rest orat ion task . Mel aku kan perb aika n terh ada p sud u yan g aus	20 50 ,7 5	0, 5 5 9 5 7	Rp4 4.59 9.55 0	Rp97. 156.1 18,12 5	20 62 ,8 5
	2	1	2	T ut u p s u d u p e c a h	Sch edul ed rest orat ion task . Mel aku kan perb aika n terh ada p sud u.	20 50 ,7 5	0, 5 5 9 5 7	Rp4 4.59 9.55 0	Rp97. 156.1 18,12 5	20 62 ,8 5

E. Perhitungan Biaya Pemeliharaan Eksisting dan Usulan

Biaya maintenance atau biaya pemeliharaan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pemeliharaan dalam kurun waktu satu tahun. Biaya ini dihitung dari beberapa variabel seperti interval pemeliharaan eksisting dan usulan, *expert judgement*, dan C_m yang telah didapatkan dari perhitungan sebelumnya.

TABEL 6

(Hasil Perhitungan Biaya Pemeliharaan Eksisting dan Usulan)

Komponen	Biaya Maintenance Eksisting	Biaya Maintenance Usulan
Karet	Rp267.597.300	Rp1.204.186.770
Sudu	Rp535.194.600	Rp356.796.400
Filter	Rp267.597.300	Rp356.796.400

Dengan tingginya hasil biaya pemeliharaan karet, penulis tidak mengusulkan hasil pemeliharaan karet terhadap perusahaan. Sehingga hasil perbandingan biaya pemeliharaan eksisting dan usulan sebagai berikut.

TABEL 7
(Perbandingan Hasil Perhitungan Biaya Pemeliharaan Eksisting dan Usulan)

Komponen	Biaya Maintenance Eksisting	Biaya Maintenance Usulan
Sudu	Rp535.194.600	Rp356.796.400
Filter	Rp267.597.300	Rp356.796.400
Total	Rp802.791.900	Rp713.592.800

V. KESIMPULAN

Berdasarkan setiap hasil penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Melalui pengukuran kualitatif menggunakan metode RRCM didapatkan proposed maintenance task untuk setiap komponen kritis yang diteliti. Proposed maintenance task yang terpilih yaitu 1 scheduled on-condition task dan 2 scheduled restoration task.
2. Interval waktu untuk masing-masing komponen kritis selama 130 hari dan 45 hari.
3. Total biaya maintenance usulan yang diperoleh berdasarkan proposed maintenance task dan interval waktu sebesar Rp713.592.800, Rp89.199.100 lebih rendah dari total biaya maintenance eksisting sebesar Rp802.791.900.

REFERENSI

- [1] A. Corder, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga, 1992.
- [2] Moubray, *Reliability Centered Maintenance II*. 1997.
- [3] B. S. Dhillon, *Engineering maintenance: A modern approach*. 2002.
- [4] F. D. Setiawan, *Perawatan Mekanika Mesin Produksi*. Yogyakarta: Maximus, 2008.
- [5] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability & Maintainability Engineering*. 1997.
- [6] J. T. Selvik and T. Aven, "A framework for reliability and risk centered maintenance," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 2011.