

PERENCANAAN KEGIATAN PERAWATAN MENGGUNAKAN RCM II DENGAN MENGAPLIKASIKAN FMECA DAN PENDEKATAN BCA

Muhammad Alifian Rahman¹⁾, Rina Sandora²⁾, dan Aulia Nadia Rachmat³⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

^{2,3)} Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

E-mail: alifianrahman22@gmail.com

Abstract

Plasticizer company is a company that produce Dioctyl Phthalate (DOP). One of the equipment that used is hot oil circulation pump, the function is to drain the hot oil into the reactor for the main raw material mixing process, which is Phthalic Anhydride (PA) and 2-Ethyl Hexanol (2-EH). This project describes maintenance by using RCM II methods and applying FMECA to decide maintenance priority on UP-64 pump. Then the Benefits-Cost Analysis (BCA) method used to compare between the costs and benefits for the applied maintenance activity. Based on FMECA shown that the most critical component which needs to be prioritized for the pump maintenance is failure on bearings with criticality value is 0.3536. Based on RCM II study, maintenance on bearing component is done every 487,522 hours, on shaft component is done every 1.319,921 hours, mechanical seal is done every 1.469,588 hours, oil seal is done every 410,069 hours, gasket is done every 1.216,461 hours, wearing ring is done every 2.184,786 hours, motor is done every 1.248,836 hours, and impeller is done every 1116 hours. From the result of BCA, both of the alternatives are performed incremental analysis, which maintenance schedule decisions use RCM is the best for the company, compared with the existing maintenance and the value is $B/C_{1-2} = 1.05$.

Keywords: *Benefit-Cost Analysis, FMECA, Hot Oil Circulation Pump, RCM II.*

Abstrak

Perusahaan Plasticizer merupakan perusahaan penghasil *Dioctyl Phthalate* (DOP). Salah satu peralatan yang digunakan yakni *hot oil circulation pump* (UP-64), berfungsi untuk mengalirkan oli panas yang mengalir kedalam *reactor* untuk proses pencampuran bahan baku utama berupa *Phthalic Anhydride* (PA) dan *2-Ethyl Hexanol* (2-EH). Penelitian ini membahas perencanaan perawatan dengan metode RCM II dan pengaplikasian FMECA untuk menentukan prioritas perawatan pada pompa UP-64. Sedangkan *Benefit-Cost Analysis* digunakan untuk mengetahui perbandingan antara biaya untuk kegiatan perawatan yang telah direncanakan dan manfaat yang diterima setelah kegiatan perawatan dilaksanakan. Hasil penilaian resiko dengan FMECA menunjukkan bahwa komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas dalam memberikan perawatan pada pompa adalah kegagalan pada *bearing* dengan nilai kekritisannya 0,3536. Berdasarkan kajian RCM II, perawatan pada komponen *bearing* dilakukan setiap 487,522 jam sekali, komponen *shaft* setiap 1.319,921 jam sekali, *mechanical seal* setiap 1.469,588 jam sekali, *oil seal* setiap 410,069 jam sekali, *gasket* setiap 1.216,461 jam sekali, *wearing ring* setiap 2.184,786 jam sekali, *motor* setiap 1.248,836 jam sekali, dan *impeller* setiap 1116 jam sekali. Hasil dari *Benefit-Cost Analysis* kedua alternatif dilakukan *incremental analysis* dimana menghasilkan keputusan jadwal perawatan dengan menggunakan RCM II yang terbaik untuk perusahaan dibanding dengan perawatan eksisting dan memiliki nilai $B/C_{1-2} = 1,05$.

Kata Kunci: *Benefit-Cost Analysis, FMECA, Hot Oil Circulation Pump, RCM II*

PENDAHULUAN

Perusahaan Plasticizer merupakan perusahaan penghasil *Diocetyl Phthalate* (DOP) sebagai bahan baku utama dalam pembuatan barang barang plastik. Salah satu peralatan yang digunakan oleh perusahaan plasticizer adalah *hot oil circulation pump*. Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan fluida hot oil ke dalam reactor untuk proses pencampuran bahan baku utama yakni *Phthalic Anhidryde* (PA), *2-Ethyl Hexanol* (2-EH), serta katalis menjadi produk utama yakni *Diocetyl Phthalate* (DOP). Kegagalan pada pompa ini akan berdampak pada buruknya kualitas produksi DOP yang dihasilkan dan menyebabkan kerugian produksi yang besaar bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jadwal perawatan pada pompa dengan menggunakan metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance II*) untuk menentukan jenis kegiatan perawatan yang tepat dan pengaplikasian FMECA untuk menilai resiko kegagalan fungsi serta menentukan prioritas perawatan pada pompa. Selain itu peneliti juga menggunakan pendekatan BCA (*Benefit-Cost Analysis*) untuk mengetahui perbandingan antara biaya untuk kegiatan perawatan yang telah direncanakan dan manfaat yang diterima setelah kegiatan perawatan dilaksanakan.

METODOLOGI

FBD (*Functional Block Diagram*)

Function Block Diagram merupakan diagram yang menggambarkan hubungan dan aliran kerja antar fungsi komponen yang membentuk suatu sistem serta untuk memperjelas ruang lingkup analisis sehingga proses analisis fungsi dan kegagalan fungsi dapat dilakukan dengan mudah (Moubray, 1997).

FMECA (*Failure Mode Effects and Criticality Analysis*)

FMECA ini terdiri dari dua analisis yaitu FMEA dan Analisis Kekritisitas/ *Criticality Analysis* (CA). FMEA harus diselesaikan sebelum melakukan CA. *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan. Metode FMEA dilakukan untuk mengetahui batasan sistem, fungsi utama sistem, mode operasi sistem, mekanisme kegagalan, dan efek yang ditimbulkan dari sebuah kegagalan. Sebuah FMEA akan berubah menjadi FMECA (*Failure Mode Effect and Criticality Analysis*) jika kekritisitas atau prioritas akan dikaitkan dengan dampak dari mode kegagalan yang ditimbulkan oleh sebuah komponen. Nilai Cr (*Criticality Number*) yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat kegagalan komponen dan menjadi prioritas utama dalam kegiatan perawatan (Technical Manual 5-698-4, 2006).

Pengolahan Data Kualitatif

Pengolahan data kualitatif ini digunakan untuk menentukan waktu perbaikan yang optimal dengan mempertimbangkan beberapa aspek hasil perhitungan yaitu :

- Hasil distribusi parameter dari *software weibull 6.0++*
- Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan persamaan :

$$MTTF = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \text{Weibull 2} \quad (2.1)$$

$$MTTR = \gamma + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \text{Weibull 3} \quad (2.2)$$

- Perhitungan CM (*Cost Maintenance*) dan CR (*Cost Repair*).
- Perhitungan TM (Interval Perawatan Optimal).

$$TM = \eta \left[\frac{1}{\beta-1} \times \frac{CM}{CR-CM} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (2.3)$$

BCA (*Benefit-Cost Analysis*)

Perhitungan *Benefit- Cost Analysis* ini digunakan untuk mengetahui apakah biaya- biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan kegiatan perawatan akan memberikan manfaat (*benefit*) yang optimal. Sehingga hasil dari perhitungan ini akan dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam mengeluarkan biaya (*cost*) yang diperlukan dalam melaksanakan kegiatan perawatan. Secara matematis *Benefit-Cost Analysis* dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Manfaat Ekuivalen}}{\text{Biaya/ Ongkos Ekuivalen}} \quad (2.4)$$

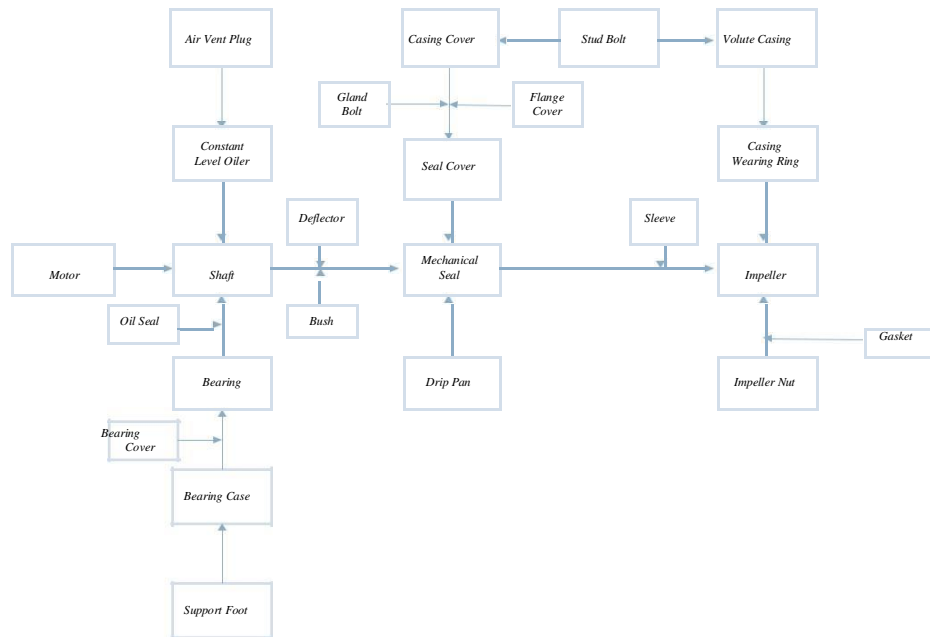
Dimana :

Rasio B/C \geq 1 : Alternatif tersebut layak secara ekonomi

Rasio B/C < 1 : Alternatif tersebut tidak layak secara ekonomi (minimasi biaya) (Pujawan, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN
FBD (Functional Block Diagram)

Diagram ini akan menggambarkan fungsi yang membentuk suatu sistem aliran kerja dari pompa UP-64 dalam mensirkulasikan oli panas untuk kebutuhan proses produksi. Sehingga kita dapat mengetahui kondisi *disfunction* yang dialami oleh komponen pompa UP-64. Berikut FBD pompa UP-64 pada *hot oil circulation process*



Gambar 1 FBD Pompa UP-64

Sumber : Pengolahan Data, 2018

FMECA (Failure Mode Effects and Criticality Analysis)

FMECA sendiri merupakan gabungan dari metode *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan *Criticality Analysis (CA)*. Metode FMEA atau disebut juga dengan *Information Worksheet* pada RCM II digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan yang terjadi pada komponen-komponen pompa UP-64. Sedangkan CA digunakan untuk menentukan kekritisan sebuah komponen dilihat dari frekuensi terjadinya kegagalan serta tingkat keparahan jika suatu kegagalan terjadi (*severity*). Selanjutnya setelah CA dilakukan, perankingan kekritisan diperlukan untuk dapat mengetahui komponen mana yang memiliki tingkat kekritisan tinggi, sehingga penanganan lebih lanjut dibutuhkan.

Tabel 1
 FMECA Pompa UP-64

Failure Mode Effect and Criticality Analysis												
System: DOP Plant Perusahaan Plasticizer Partname : Hot Oil Circulation Pump (Pompa UP-64)								Date: March- 12- 2018 Sheet: 1 of 3				
Preference Drawing : 09302985Z Mission						Complied: Muhammad Alifian, Rahman Approved: Mega Bagus Subagio, S.T.						
No.	Equipment	Function	Failure Mode	Failure Mechanism	S	Failure Rate	Failure Effect Probability	Failure Ratio	Operating time	Failure Mode Critically Number	Item Critically Number	remarks
1	Bearing	Menunpu shaf agar berada pada kedudukan nya	Bearing aus	Overload pada pompa	4	22,83 x 10 ⁻⁵	1	0,2	7746	0,3536	0,3536	
2	Shaft	Penerus momen putar dari motor dan tempat bertumpun ya impeller	Shaft unbalan ce	Keausan bearing	4	17,12 x 10 ⁻⁵	1	0,15	7746	0,1989	0,1989	

Sumber : Pengolahan data, 2018

Pengolahan Data Kualitatif

Pengolahan data kualitatif pertama kali melakukan input data kerusakan pompa UP-64 kedalam *software weibull 6.0++*. dimana hasil yang didapatkan berupa distribusi (weibull 2, weibull 3, normal, log normal) serta parameter ($\beta, \eta, \tau, \mu, \sigma$). Hasil distribusi dan parameter tersebut digunakan untuk mencari MTTF dan MTTR dengan persamaan rumus 2.1 dan 2.2.

Kemudian dilakukan perhitungan mengenai CM (*Cost Maintenance*) dan CR (*Cost repair*). Dimana dalam menentukan CM dibutuhkan data total dari gaji petugas *maintenance* dan biaya material dalam melakukan kegiatan perawatan. Sedangkan untuk menentukan CR dibutuhkan data gaji petugas *maintenance*, biaya keosekuensi operasional, biaya pergantian komponen, dan MTTR.

Perhitungan mengenai TM (interval perawatan optimal) dapat dicari menggunakan persamaan rumus 2.3 untuk *scheduled discard task* dan *scheduled restoration task*. Berikut tabel rekap hasil RCM II *decision diagram* dan interval perawatan optimal pada *hot oil circulation pump*.

Tabel 2

Perhitungan TM (Interval Perawatan Optimal) pada Komponen <i>Hot oil circulation pump</i>				
No	Equipment	Jenis Kerusakan	TM (Jam)	Proposed Task
1	Bearing	Bearing aus	1.319,921	Scheduled Discard Task
2	Shaft	Shaft unbalance	487,522	Scheduled Restoration Task

Sumber : Pengolahan data, 2018

RCM II Decision Worksheet

Decision worksheet ditujukan untuk merekam kegiatan perawatan pada masing-masing komponen mesin pompa UP-64 yang sesuai dengan *failure mode* berdasarkan pada FMEA. Tujuan dari *decision worksheet* ini adalah untuk menganalisa konsekuensi dari masing-masing penyebab kegagalan (*failure mode*) dan juga untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task/ proposed task*) yang memungkinkan untuk mengatasi setiap *failure mode* dengan menentukan *initial interval* untuk kegiatan perawatan tersebut dan memberi keterangan siapa penanggung jawab dalam melakukan proposed task tersebut pada kolom *can be done by*.

Tabel 3

RCM II Decision Worksheet

RCM II Decision worksheet		System: DOP Planet Perusahaan Plasticizer Fungsi Sub Sistem: Hot Oil Circulation Pump (Pompa UP-64)											Date:	Sheet No: Of			
No.	Equipment	Information Reference			Consequence evaluation				Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can be done by			
		F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3				H4	H5	H6
1	Bearing	Penumpu shaft agar tetap pada kedudukannya	Bearing aus	Overload pada pompa	Y	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task	487,522	Maintenance
2	Shaft	Penerus momen putar dari motor dan tempat bertumpunya impeller	Shaft unbalance	Keausan bearing	Y	N	N	Y	N	Y	-	-	-	-	Scheduled Restoration Task	1319,921	maintenance

Sumber : Pengolahan data, 2018

Benefit-Cost Analysis

Metode ini digunakan untuk menentukan apakah jadwal perencanaan perawatan pada pompa layak secara ekonomis setelah dibandingkan antara manfaat yang diterima dengan ongkos yang dikeluarkan. Dalam pelaksanaan metode ini terdapat 2 alternatif yang diberikan yakni alternatif 1 dengan jadwal yang telah ditentukan dengan metode RCM II dan alternatif 2 dengan sistem perawatan yang dilaksanakan oleh perusahaan saat ini. Hasil dari kedua alternatif tersebut kemudian akan dianalisis alternatif manakah yang sangat layak secara ekonomis dengan menggunakan incremental analisis.

Alternatif	Manfaat	Biaya	Rasio
1. (RCM II)	Rp 108.183.056.400	Rp 284.480.402,38	380,28
2. (Perusahaan)	Rp102.454.811.880	Rp 54.128.808	1892,79

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

$$B/C_{2-0} = \frac{Rp. 102.454.811.880}{Rp. 54.128.808}$$

$$B/C_{2-0} = 1892,79$$

Karena hasil $B/C_{B-0} > 1$ maka alternative 2 diterima sementara dan dibandingkan dengan alternatif 1.

$$B/C_{1-2} = \frac{\text{Rp } 108.183.056.400 - \text{Rp } 102.454.81.880}{\text{Rp } 284.480.402,38 - \text{Rp } 54.128.808}$$

$$B/C_{1-2} = 1,05$$

Karena hasil $B/C_{1-2} > 1$ maka alternatif 1 yang terbaik diantara kedua alternatif sehingga alternatif inilah yang dipilih.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Prioritas kegagalan suatu alat ditentukan dari nilai item *critically number* yang telah dihitung dengan metode FMECA. Dari perhitungan didapatkan bahwa bearing merupakan peralatan dengan prioritas kegagalan tertinggi dengan nilai *item critically number* 0,3536 dan motor merupakan peralatan dengan prioritas kegagalan terendah dengan nilai *item critically number* sebesar 0,0497. Dengan urutan prioritas kekritisan alat meliputi *bearing, shaft, oil seal, mechanical seal, gasket, wearing ring, impeller* dan yang terakhir *motor*. Hal ini menandakan komponen *bearing* ini sering mengalami kegagalan dan butuh penanganan lebih serius dari komponen-komponen lainnya. Penentuan jadwal perawatan *preventive maintenance* dilakukan dengan menggunakan metode RCM II dengan perhitungan TM (interval perawatan optimal). Perawatan pada *bearing* guna mencegah keausan dilakukan setiap 487,522 jam sekali, sedangkan untuk menghindari ketidak stabilan pada putaran *shaft* dilakukan *balancing* setiap 1.319,921 jam sekali, perawatan pada *mechanical seal, oil seal* serta *gasket* untuk mencegah kebocoran dilakukan setiap 1.469,588; 401,069; dan 1.216,461 jam sekali. Sedangkan perawatan pada komponen *wearing ring* untuk mencegah terhambatnya aliran dalam pompa dilakukan setiap 2.184,786 jam sekali. Perawatan pada *motor* untuk mencegah gagalnya *start* dilakukan setiap 1.248,836 jam sekali dan untuk mencegah rendahnya *flow* dalam pompa dilakukan pembersihan pada *impeller* setiap 1.116 jam sekali. Hasil perhitungan *Benefit-Cost Analysis* serta analisis incremental pada pompa UP-64 menunjukkan bahwa usulan kegiatan perawatan yang terdapat pada RCM II decision worksheet layak secara ekonomis digunakan menggantikan jadwal eksisting dengan nilai perbandingan benefit dan cost setelah dilakukan analisis incremental (B/C_{1-2}) adalah 1,05. Hal ini disebabkan karena manfaat (benefit) yang akan diterima dengan menggunakan RCM II oleh perusahaan lebih besar dibandingkan dengan biaya (cost) yang akan dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. Industrial Press Inc: Madison Avenue-New York..
- Pujawan, I. N. (2012). *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Penerbit Guna Widya..
- Technical Manual 5-698-4. (2006). *Failure Modes, Effects and Criticality Analyses (FMECA) for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities*. Washington DC: Headquarters Departement of The Army Washington DC

(halaman ini sengaja dikosongkan)