



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

## JURMATIS

Jurnal Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kadiri



# Perencanaan *Predictive Dan Preventive Maintenance* Pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) Dengan Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Di Saka Indonesia Pangkah *Limited*

Mohamad Samsul Huda<sup>\*1</sup>, Afiff Yudha Tripariyanto<sup>2</sup>, Ana Komari<sup>3</sup>

samsul.huda75@gmail.com<sup>\*1</sup>, afiff@unik-kediri.ac.id<sup>2</sup>, ana@unik-kediri.ac.id<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Kadiri

### Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 16 – Desember – 2020

Revised : 24 – Desember – 2020

Accepted : 27 – Desember – 2020

Kata kunci :

FMEA

RCA

RCM

RPN

### Abstract

*One of the equipment used in the oil and gas industry is the Service Water Lift Pump (SWLP). The pump is used for operations at Saka Indonesia Pangkah Ltd. The pump has components that are interrelated, if there are components that have a problem it will cause undisturbed activity. This study aims to look at critical components based on RPN, replacement interval time and recommendations on treatment measures. The research limitation is using the RCM method based on the highest RPN value on 2 critical components of FMEA with Downtime data from January 2018 to April 2020. Then use RCA as LTA Aster. Data analysis techniques for selecting the hierarchy of functions and SWLP components, data retrieval, downtime calculations, creating system boundaries, system descriptions and making functional block diagrams. This study resulted in a discussion and reports that the critical components include: Mechanical Seal Cartridges with an RPN value of 54, which corresponds to an RPN value of 48. The critical component of the application of RCM is a Mechanical Seal Cartridge with a duration of use for 3.62 months and a repair time of 1400 hours. and Bearings with an interval of 3.27 months and a repair time of 705 hours. Repair recommendations based on the Fishbone Diagram are inspected to avoid damage, damage, when component repairs and replacements are carried out, provide motivation to maintenance personnel, use of the best metal materials. Understanding RCM is carried out continuously and evaluates each RCM activity.*

### Abstrak

Peralatan yang digunakan pada industri migas salah satunya adalah *Service Water Lift Pump* (SWLP). Pompa tersebut digunakan untuk kegiatan operasi di Saka Indonesia Pangkah Ltd. Pompa tersebut memiliki komponen yang saling berkaitan, jika ada komponen yang bermasalah akan menyebabkan kegiatan operasi akan terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen kritis berdasarkan RPN, waktu interval penggantian dan rekomendasi pada tindakan perawatan. Batasan penelitian menggunakan metode RCM berdasarkan nilai RPN tertinggi pada 2 komponen kritis dari FMEA dengan data *down-*

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format : S. Hadi, *Perawatan Dan Perbaikan Mesin Industri*, 1st ed. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2019.

---

*time* sejak Januari 2018 sampai April 2020. Kemudian menggunakan RCA sebagai pengganti LTA. Teknik analisis data pemilihan hierarki fungsi dan komponen SWLP, pengambilan data, perhitungan *Downtime*, membuat batasan sistem, deskripsi sistem dan pembuatan *functional block* diagram. Penelitian ini menghasilkan pembahasan dan kesimpulan bahwa komponen kritis antara lain : *Mechanical Seal Catridge* dengan nilai RPN sebesar 54, *bearing* dengan nilai RPN sebesar 48. Komponen kritis berdasarkan penerapan RCM adalah *Mechanical Seal Catridge* dengan durasi penggunaan selama 3,62 bulan dan waktu perbaikan 1400 jam dan *Bearing* dengan interval waktu 3,27 bulan dan waktu perbaikan 705 jam. Rekomendasi perbaikan berdasarkan *Fishbone Diagram* dilakukan inspeksi untuk menghindari kerusakan, mengetahui kapan perbaikan dan penggantian komponen dilakukan, memberikan motivasi kepada petugas *maintenance*, penggunaan bahan logam terbaik. Pemahaman RCM dilakukan secara berkelanjutan dan evaluasi setiap aktivitas RCM.

---

## 1. Pendahuluan

Kegiatan industri hulu migas sampai saat ini masih menjadi salah satu industri yang menarik. Kegiatan di bidang ini selain memberikan tingkat keuntungan yang tinggi, biaya yang timbul dari kegiatan eksplorasi maupun produksi juga cukup tinggi mengingat risiko yang dapat ditimbulkan dari adanya kegagalan peralatan yang dapat berdampak pada tingkat keselamatan manusia, peralatan serta lingkungan [1].

Saka Indonesia Pangkah Ltd. (SIPL) merupakan salah satu bentuk Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) antara SKK Migas selaku regulator industri minyak dan gas di Indonesia bersama dengan Saka Energi Indonesia, salah satu anak perusahaan dari PT Perusahaan Gas Negara Tbk. untuk mengelola blok Pangkah. Untuk memastikan kegiatan operasional perusahaan dapat berlangsung dengan baik, perusahaan harus menjaga fasilitas dan peralatan dalam kondisi yang optimal. Salah satu peralatan yang diperlukan untuk memastikan pasokan cairan, baik dalam bentuk minyak ataupun gas adalah pompa. Salah satu pompa yang selalu digunakan dan mempunyai peran penting adalah *Service Water Lift Pump*.

*Service Water Lift Pump* (SWLP) merupakan salah satu pompa sentrifugal yang memiliki peran vital dalam mendukung kegiatan operasi di fasilitas lepas pantai milik SIPL. Pompa ini berfungsi untuk memastikan pasokan air laut yang mensuplai sebagai input dari unit *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) dan *Electrochlorination system* agar dapat tetap bekerja sekaligus menjaga tekanan (*pressure*) dari *fire water header* tetap terjaga untuk menghindari terjadinya *Emergency Shut Down* (ESD). Pentingnya kesiapan kondisi peralatan ini sayangnya tidak sejalan dengan strategi perawatan yang dimiliki

perusahaan. Sampai saat ini perusahaan menerapkan metode *fail to run*, yang bisa diartikan membiarkan peralatan bekerja sampai peralatan ini mengalami kerusakan yang mengakibatkan peralatan tidak dapat bekerja lagi. Padahal terdapat beberapa bagian seperti *mechanical seal*, *bearing*, *impeller* serta beberapa peralatan lain yang mengakibatkan tingginya waktu *Downtime* dan biaya perbaikan yang tinggi. Perusahaan Saka Indonesia Pangkah Ltd. Didalam melakukan kegiatan perawatan Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) diperlukan penerapan RCM (*Reliability Centered Maintenance*), dikarenakan dalam langkah proses RCM melakukan definisi dari tiap komponen pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*). Tujuan pendefinisian tersebut adalah menentukan apa yang harus dilakukan agar peralatan dan komponen didalamnya mampu menjamin kinerja saat digunakan. Selain itu sebagai langkah pendekatan pemeliharaan komponen mesin antara aktivitas praktek dan langkah strategi dari *Predictive Maintenance* dan *Preventive Maintenance* untuk memberikan umur komponen secara maksimal dan fungsi dari peralatan pada komponen – komponen yang diperlu diganti dapat diminimalkan [2]. Didalam fungsi *Predictive Maintenance* yaitu sebagai langkah perbaikan pada komponen didalam peralatan mesin tidak dilakukan penjadwalan pada perbaikan komponen. Karena didalam langkah *Predictive Maintenance*, berdasarkan prediksi untuk melakukan eliminasi gangguan dengan cara mengukur kondisi mesin, mengidentifikasi dan melakukan laporan masalah secara cepat kepada pihak atasan serta memprediksi waktu untuk melakukan tindakan korektif. Berbeda dengan aktivitas yang dilakukan untuk *Preventive Maintenance*, didalam kegiatan tersebut adalah melakukan kegiatan perawatan secara terjadwal, kemudian kegiatan pemeliharaan secara inspeksi, penggantian komponen jika sudah tepat pada waktu penggantian, melakukan pelumasan, dan penyesuaian secara terjadwal [3].

Menurut [4], aktivitas pada tindakan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dilakukan melalui penilain nomor risiko prioritas berdasarkan nilai dari FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Didalam penelitiannya tersebut, perawatan yang dilakukan jika dibandingkan pada perawatan sebelumnya memiliki rata – rata *Downtime* yang menurun sebesar 11,33%. Dalam hal ini, secara garis besar aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*), mampu memberikan pengaruh yang positif terhadap peralatan yang dilakukan perhitungan pada langkah perawatan. Selain itu, aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*) memiliki tahapan – tahapan yang harus diurutkan mulai dari aktivitas FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), perhitungan interval kerusakan

komponen mesin menggunakan model – model distribusi. Model distribusi yang digunakan pada aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*) digunakan sebagai pemberian informasi dasar terhadap umur pakai pada komponen mesin didalam peralatan yang diteliti [5]. Model – model distribusi yang digunakan yaitu distribusi eksponensial, distribusi lognormal, distribusi normal dan distribusi Weibull [6]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penggunaan model distribusi hanya menggunakan distrbusi normal, disebabkan untuk mempersingkat pengerjaan penelitian. Karena didalam pengerjaan peneltian ini diperlukan waktu yang tidak lama, maka hanya digunakan satu model distribusi yaitu distribusi normal [7].

Model – model distribusi yang dilakukan pada penelitian [8] yaitu distribusi normal dan distribusi lognormal yang digunakan untuk mengetahui rata – rata waktu kegagalan pada komponen dan waktu rata – rata perbaikan. Didalam distribusi normal didapatkan waktu rata – rata kegagalan sebesar 11.364,57 jam sedangkan pada waktu perbaikan sebesar 41,59 jam. Dalam hal ini,dengan adanya model – model distribusi dapat ditentukan parameter rata – rata waktu kegagalan dan rata – rata waktu perbaikan pada komponen.

Dari aktivitas *Predictive Maintenance* dan *Preventive Maintenance* digunakan untuk mewujudkan proses RCM (*Reliability Centered Maintenance*) pada peralatan Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) agar dapat diketahui komponen – komponen yang dianggap kritis jika ditinjau dari perencanaan perhitungan melalui metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Selain itu, digunakan untuk melakukan penentuan interval waktu penggantian komponen ditinjau dari *Predictive Maintenance* dan *Preventive Maintenance*. Perusahaan Saka Indonesia Pangkah Ltd. Pada tahun sebelumnya sudah melakukan aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*) [9], tetapi perencanaan yang dilakukan tidak mampu di implementasikan. Hal tersebut, disebabkan karena faktor peraturan yang disahkan untuk aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*), masih belum di resmikan untuk memberikan tanggung jawab pada tenaga kerja yang ditugaskan. Dengan adanya pengalaman ditahun sebelumnya, maka peneliti mencoba mengajukan diri untuk melakukan aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*) pada perusahaan dan menjadikannya kedalam penelitian sebagai syarat kelulusan Strata Satu.

Di dalam perencanaan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) ini, dilakukan sebagai evaluasi di tahun sebelumnya, digunakan sebagai acuan dimasa mendatang, agar perusahaan adapat menentukan umur komponen yang digunakan pada peralatan Pompa

SWLP (*Sea Water Lift Pump*) dengan pengambilan data sejak Januari 2018 sampai dengan April 2020. Maka, dari itu jika terjadi kerusakan secara tidak terduga atau sudah diprediksi sebelumnya perlu segera diperbaiki atau jika ada komponen yang bermasalah perlu diganti.

Dari uraian latar belakang tersebut, dapat diketahui bahwa RCM (*Reliability Centered Maintenance*) memiliki ruang lingkup yaitu *Predictive Maintenance* dan *Preventive Maintenance*. Maka dari itu, penelitian ini berjudul “Perencanaan *Predictive* Dan *Preventive Maintenance* Pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) Dengan Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Di Saka Indonesia Pangkah *Limited*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apa saja komponen kritis pada unit *Service Water Lift Pump* ditinjau dari RPN (*Risk Priority Number*) dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada penerapan RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Untuk mengetahui interval waktu penggantian komponen kritis dan waktu kerusakan pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) yang disarankan berdasarkan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Untuk mengetahui rekomendasi yang diberikan pada jenis tindakan perawatan yang dilakukan pada komponen kritis dari Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) berdasarkan RPN (*Risk Priority Number*) dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada penerapan RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Peralatan Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat lain [10], dengan metode melalui peningkatan tekanan cairan tersebut [11]

### 2.2. FMEA

Dalam (Desrianty, n.d.) metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yang bertugas untuk mengidentifikasi (Iswanto et al., 2013) dan melakukan aktivitas pencegahan [14] terhadap kegagalan produksi [15], dikarenakan kesalahan bahan baku [4] maupun peralatan [16] termasuk mesin yang digunakan [17]

### 2.3. Keandalan

Keandalan digunakan sebagai ukuran dari peralatan yang sedang dioperasikan tanpa mengalami kegagalan pada kondisi yang sudah ditetapkan di periode tertentu [18], [5], [19].

## 2.4. Perawatan

Pemeliharaan/perawatan merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus [20], melakukan apa yang pengguna[21]/pemakai inginkan [22]. pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan [23], dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan [24], dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan [2], [25].

## 2.5. Reliability Centered Maintenance

*Reliability Centered Maintenance* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar aset fisik dapat kontinyu dalam memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini [26], [27], [28].

## 3. Metode Penelitian

Pelaksanaan Tugas Akhir ini akan dilaksanakan di SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED yang berlokasi di Offshore Ujung Pangkah-Gresik-Jawa Timur. Subjek pada penelitian ini yaitu SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED yang berlokasi di Offshore Ujung Pangkah-Gresik-Jawa Timur untuk digunakan sebagai pencarian informasi sesuai topik penelitian. Objek penelitian ini adalah melakukan Perencanaan *Predictive* Dan *Preventive Maintenance* Pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) Dengan Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Di Saka Indonesia Pangkah Limited yang berlokasi di Offshore Ujung Pangkah-Gresik-Jawa Timur. Penggunaan variabel operasional dan jenis sumber data sebagai berikut :

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Konsep	Indikator	Ukuran	Skala
a. <i>Predictive Maintenance</i>	Penerapan <i>Reliability Centered Maintenance</i>	Pemilihan hirarki	a. Fungsi dan komponen. b. Data perbaikan c. Perhitungan <i>Downtime</i> tiap komponen	Nominal
b. <i>Preventive Maintenance</i>	akan terwujud jika dilakukan	Batasan Sistem Deskripsi Sistem dan <i>Functional</i>	Pompa SWLP a. Deskripsi untuk mengetahui komponen pada sistem	Nominal Nominal
c. <i>Reliability Center</i>	aktivitas terkait dengan	<i>Block Diagram</i> Penentuan	b. <i>Membuat Functional Block Diagram</i> Pompa SWLP	Nominal

<i>ed</i>	kebijakan	fungsi dan		
<i>Mainte</i>	<i>Predictive</i>	kegagalan		
<i>nance</i>	dan	fungsi		
	<i>Preventiv</i>	FMEA ( <i>Failure</i>	a. <i>Severity</i>	Nominal
	<i>e.</i>	<i>Mode and Effect</i>	b. <i>Occurence</i>	
		<i>Analysi</i> )	c. <i>Detection</i>	
			d. <i>Risk Priority Number</i>	
		<i>Fishbone</i>	Menggambarkan penyebab	Nominal
		Diagram	<i>Risk Priority Number</i>	
			Tertinggi	
	Pemilihan		Membuat daftar tindakan	Nominal
	Tindakan		yang akan dilakukan	
			berdasarkan analisis <i>Fishbone</i>	
			<i>Diagram</i>	
	Model		Distribusi normal pada	Nominal
	Distribusi		komponen <i>Risk Priority</i>	
			<i>Number</i> Tertinggi	
	MTTR dan		Menghitung waktu	Nominal
	MTTF		penggantian rata –rata pada	
			komponen kritis untuk	
			mengetahui MTTF dan	
			MTTR	

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Identifikasi fungsi dan nama komponen Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) dan pengambilan data perbaikan dari perusahaan sejak Januari 2018 sampai April 2020.
- b. Melakukan perhitungan *Downtime* menggunakan rumus [29] :

$$t_{downtime} = t_{selesai} - t_{mulai} \quad \dots(1)$$

- c. Membuat batasan sistem dan deskripsi sistem serta *Functional Block Diagram*
- d. Penentuan Fungsi dan Kegagalan Fungsi
- e. Perhitungan FMEA, Model Distribusi [7], MTTR [30] dan MTTF [30] dengan rumus :

$$RPN = S \times O \times D \quad \dots(2)$$

Tabel 2. Format Distribusi Normal

N	Ti	F(ti)	Ti = Ln (ti)	Yi	Ti^2	Yi^2	Ti x Yi
Total							

Keterangan :

- 1 N = jumlah data
- 2 ti = waktu antar kerusakan setelah diranking
- 3 F(ti) = rumus yaitu  $(i - 0,3)/(N + 0,4)$
- 4 Ti = waktu kerusakan dengan rumus  $Ti = Ln (ti)$
- 5 Yi = Z tabel dari F(ti) atau rumus excel =  $NORMSINV (F(ti))$
- 6 Ti^2 = kuadrat dari Ti
- 7 Yi^2 = Kuadrat dari Yi
- 8 Ti x Yi = perkalian Ti dengan Yi

9 *Index of fit* =

a 
$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N Ti \cdot Yi - \left( \sum_{i=1}^N Ti \right) \left( \sum_{i=1}^N Yi \right) \quad \dots(3)$$

b 
$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left( \sum_{i=1}^N Ti \right)^2 \quad \dots(4)$$

c 
$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left( \sum_{i=1}^N Yi \right)^2 \quad \dots(5)$$

d 
$$Index\ of\ fit = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}} \quad \dots(6)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N Ti \cdot Yi - \frac{\sum_{i=1}^N Ti \cdot \sum_{i=1}^N Yi}{N}}{\sum_{i=1}^N Ti^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N Ti)^2}{N}} \quad \dots(7)$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N Yi}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N Ti}{N} \quad \dots(8)$$

$$\sigma = \frac{1}{b} \quad \dots(9)$$

$$MTTF = \mu = -\alpha \times \sigma \quad \dots(10)$$



$$MTTR_x = \frac{\text{jumlah waktu perbaikan}}{\text{jumlah perbaikan}} \dots(11)$$

- f. Pembuatan Fishbone Diagram [31] dan Pemilihan Tindakan Perbaikan (Ishii & Lee, 1994), [33]
- g. Analisis Hasil Pengolahan Data
- h. Kesimpulan dan Saran

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Perhitungan Downtime

Dari seluruh komponen yang dilakukan perhitungan *downtime*, komponen yang memiliki *downtime* terlama sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan Downtime

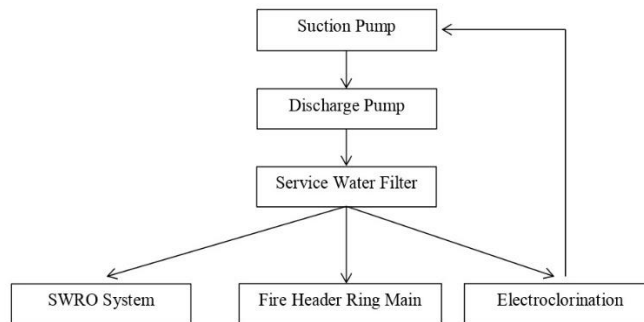
No	Tanggal	Waktu <i>Downtime</i> (jam)	Kerusakan Komponen
1	30/09/2018	1380	<i>Mechanical seal cartridge</i>
2	10/04/2020	1420	<i>Mechanical seal cartridge</i>

##### 4.2. Batasan Sistem Perencanaan RCM

Tabel 4. Batasan Sistem Perencanaan RCM

Nama Komponen	Batasan	
	Proses	<i>Output</i>
<i>Mechanical seal cartridge</i>		
<i>Casing Wear Ring</i>	<i>Impeller shaft</i>	
<i>O-Ring</i>		
<i>Impeller Shaft</i>	berputar, maka air	Air keluar dari saluran
<i>Impeller First Stage</i>	terdorong melalui	<i>discharge</i> dan jika <i>suction</i>
<i>Impeller Wear Ring</i>	<i>impeller first</i>	menjadi negatif yang
<i>Stage Sleeve</i>	<i>stage</i> menuju	menyebabkan tekanan pada
<i>Bearing</i>	<i>impeller wear</i>	akhirnya air terhisap <i>suction</i>
<i>Gasket</i>	<i>ring</i>	
<i>Line Shaft</i>		

### 4.3. Functional Block Diagram



Gambar 1. Batasan Sistem

### 4.4. FMEA

Pada perancangan komponen yang kritis diambil 2 komponen yaitu sebagai berikut :

Tabel 5. Perancangan FMEA

No Komponen	Mode Kegagalan	Pengaruh Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi Kegagalan	S	O	D	RPN	Rank
1	<i>Mechanical seal cartridge</i>	Aus, patah, memuai kebocoran cairan	Kinerja mesin pompa dilakukan lembur tanpa mengetahui temperatur	Dilakukan deteksi dari suara mesin pompa, cek cairan yang keluar dari pompa dan <i>overhaul</i>	6	3	3	54	1
8	<i>Bearing</i>	Gesekan poros dengan roda Gotri dalam <i>bearing</i> sudah kocak	beban yang ditumpu berlebih	Kondisi suara pompa, proses kerja pompa	4	3	4	48	2

#### 4.5. MTTR dan MTTF

Pada perhitungan MTTF mengacu pada hasil perhitungan distribusi normal dari masing – masing komponen kritis yang tidak ditampilkan pada jurnal ini, karena untuk mempersingkat paper dengan hasil MTTF dan MTTR sebagai berikut :

Perhitungan MTTF pada *Mechanical Seal Catridge* sebagai berikut :

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N T_i \cdot Y_i - \frac{\sum_{i=1}^N T_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N}}{\sum_{i=1}^N T_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N T_i)^2}{N}} = \frac{21,94 - \frac{14,49 \times 0,0}{2}}{3.920.800 - \frac{14,49^2}{2}} = 4,67$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} = \frac{0,0}{2} - \left( 4,67 \times \frac{14,49}{2} \right) = -1,69$$

$$\sigma = \frac{1}{b} = \frac{1}{4,67} = 214.028$$

$$MTTF = \mu = -\alpha \times \sigma = -(-1,69) \times 214.028 = 3,62$$

Dari perhitungan MTTF komponen komponen *Mechanical Seal Catridge* memiliki asumsi kerusakan 3,62 bulan. Kemudian dilakukan perhitungan pada komponen *bearing* sebagai berikut :

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N T_i \cdot Y_i - \frac{\sum_{i=1}^N T_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N}}{\sum_{i=1}^N T_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N T_i)^2}{N}} = \frac{16,46 - \frac{13,12 \times 0,0}{2}}{994.500 - \frac{13,12^2}{2}} = 1,32$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} - b \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} = \frac{0,0}{2} - \left( 1,32 \times \frac{13,12}{2} \right) = -4,34$$

$$\sigma = \frac{1}{b} = \frac{1}{1,32} = 75.470$$

$$MTTF = \mu = -\alpha \times \sigma = -(-4,34) \times 75.470 = 3,27$$

Dari perhitungan MTTF komponen komponen *Bearing* memiliki asumsi kerusakan 3,27 bulan.

Maka untuk perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) yaitu waktu rata- rata yang dibutuhkan untuk perbaikan pada komponen kritis jika komponen tersebut masih bisa untuk diperbaiki mengacu pada tabel 4.2 Data *Downtime*, menggunakan rumus :

$$MTTR_{komponen\ x} = \frac{\text{jumlah waktu perbaikan}}{\text{jumlah perbaikan}}$$

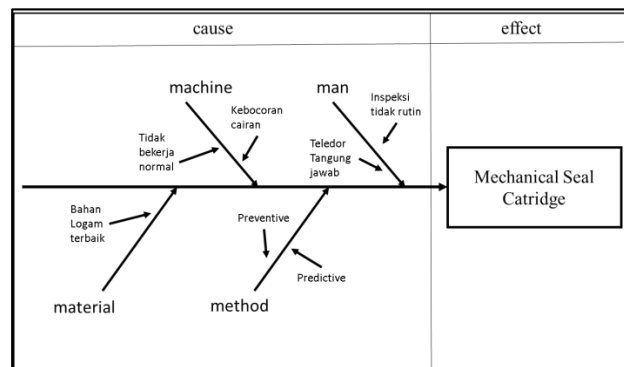
Maka, komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu komponen kritis *Mechanical Seal Catridge* dan *Bearing*, dengan perhitungan MTTR sebagai berikut :

$$MTTR_{Mechanical\ Seal\ Catridge} = \frac{2800\ jam}{2} = 1400\ jam$$

$$MTTR_{Bearing} = \frac{1410\ jam}{2} = 705\ jam$$

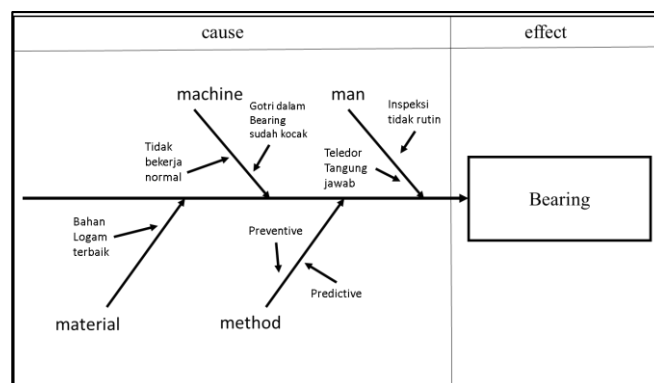
Jadi, penggunaan waktu rata- rata dalam melakukan perbaikan komponen pada *Mechanical Seal Catridge* adalah 1400 jam sedangkan untuk komponen *bearing* adalah 705 jam. Dari kedua komponen tersebut memiliki fungsi pemberi sekat antara dua zat cai dan gas agar tidak terjadi kebocoran saat melalui poros, kemudian poros akan aman jika *bearing* mampu berputar secara konstan dan mampu menumpu poros serta tidak mengalami gesekan berlebihan. Jika hal tersebut, terjadi secara berlebihan, kedua komponen akan mengalami kerusakan.

#### 4.6. Tindakan Berdasarkan Fishbone Diagram



Gambar 2. Mechanical Seal Catridge

Pada komponen *Mechanical Seal Catridge* dan *bearing* dilakukan analisis menggunakan diagram *Fishbone* untuk mengetahui penyebab agar dilakukan tindakan berdasarkan 4M (*Man, Material, Method* dan *Machine*).



Gambar 3. Diagram Fishbone Bearing

Pada perhitungan MTTF komponen *Mechanical Seal Catridge* selama 3,62 bulan dan *bearing* selama 3,27 bulan. Sedangkan pada MTTR komponen *Mechanical Seal Catridge* setiap 1400 jam dan *bearing* setiap 705 jam.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang didapatkan adalah Komponen kritis pada unit *Service Water Lift Pump* ditinjau dari RPN (*Risk Priority Number*) dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada penerapan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) yaitu *Mechanical Seal Catridge* dengan RPN 54 dan *Bearing* dengan RPN 48 ; Interval waktu penggantian komponen kritis pada Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) yang disarankan berdasarkan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) pada *Mechanical Seal Catridge* terjadi penggantian setelah terjadi penggunaan selama 3,62 bulan dengan waktu perbaikan rata – rata 1400 jam, sedangkan pada *Bearing* 3,27 bulan dengan waktu rata – rata perbaikan 705 jam. Rekomendasi yang diberikan pada jenis tindakan perawatan yang dilakukan pada komponen kritis dari Pompa SWLP (*Sea Water Lift Pump*) berdasarkan RPN (*Risk Priority Number*) dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada penerapan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) mengacu pada *Fishbone Diagram* yaitu menggunakan 4M (*Machine, Man, Material, Method*). Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan yaitu melakukan perawatan sesuai dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) secara berkelanjutan dan selalu melakukan evaluasi disetiap selesai aktivitas *Reliability Centered Maintenance* (RCM), kemudian melakukan riset terkait material dalam komponen *Mechanical Seal Catridge* dan *Bearing* untuk melakukan pengembangan komponen tersebut agar tidak mudah terjadi kerusakan, keausan atau kegagalan fungsi. Saran yang diberikan untuk peneliti selanjutnya adalah penelitian ini belum sempurna, perlu dilakukan pengembangan produk komponen *Mechanical Seal Catridge* dan *Bearing* berdasarkan metode *Quality Function Deployment* sesuai dengan saran yang diberikan bagi perusahaan.

## Daftar Pustaka

- [1] Agusnur, “Lingkungan Perusahaan,” *wordpress.com*, 2017. .
- [2] I. Soesetyo and L. Y. Bendatu, “Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia - Sepanjang,” *J. Tirta*, vol. 2, no. 2, pp. 147–154, 2014.
- [3] Y. Praharsi, I. K. Sriwana, and D. M. Sari, “Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Pt . Artha Prima Sukses Makmur,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 59–65, 2015.

- [4] H. Rachman, A. K. Garside, and H. M. Kholik, “Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM),” *J. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 1, p. 86, 2017, doi: 10.22219/jtiumm.vol18.no1.86-93.
- [5] R. Siregar, “Menentukan Keandalan Pada Model Stress-Strenght Dari Satu Komponen,” *Digitized*, p. 2002, 2002.
- [6] L. G. Ota, “Distribusi Probabilitas Weibull Dan Aplikasinya,” *Manaj. Pendidik. Islam*, vol. 4, pp. 44–66, 2016.
- [7] H. L. Syaifudin, O. Novareza, and R. Y. Efranto, “Pengukuran Performansi Sistem Produksi Menggunakan Overall Throughput Effectiveness (OTE) (Studi Kasus: PT. Tani Gemilang Desa Kerjen Kecamatan Srengat Kabupaten Blitar),” *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, 2015.
- [8] A. A. C., Sudarno, and W. Triastuti, “Kajian Availabilitas Pada Sistem Komponen Seri,” *Perspekt. Pelajar Terhadap Kurikulum Sej. Peringkat Menengah di Malaysia*, vol. 10, p. 1727, 2013.
- [9] J. Moubray and T. A. Network, *Reliability-Centered Maintenance*, 2nd ed. New York: © Butterworth-Heinemann, 1999.
- [10] R. K. Dewi, “Reciprocating pump,” *blogspot.com*, 2011. .
- [11] S. Hadi, *Perawatan Dan Perbaikan Mesin Industri*, 1st ed. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2019.
- [12] N. R. Anugrah, L. Fitria, and A. Desrianty, “Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Dan Failure Mode and Effect Analysis,” *Reka Integr.*, pp. 146–157, 2019.
- [13] A. Iswanto, A. J. M. Rambe, and E. Ginting, “Aplikasi Metode Taguchi Analysis Dan Failure Mode And Effect Analysis ( Fmea ) Untuk Perbaikan Kualitas Produk Di PT . XYZ,” *Dep. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 13–18, 2013.
- [14] R. A. Kurniawan and H. M. Kholik, “Usulan Perawatan Mesin Stitching Dengan Metode Reliability Centered Maintenance,” *J. Tek. Ind.*, vol. 16, no. 2, p. 83, 2017, doi: 10.22219/jtiumm.vol16.no2.83-91.
- [15] Rawicaksana, “Kegunaan Failure Mode and Effect Analysis,” *blospot.com*, 2012. .
- [16] Z. Sajaradji, L. N. Huda, and S. Sinulingga, “The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review),” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012058.
- [17] AIAG & VDA, *AIAG FMEAAV-1 AIAG & VDA FMEA Handbook*, 1st ed. AIAG & VDA, 2020.
- [18] R. Prasetyo Lukodono and R. Soenoko, “Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Magister Fakultas Teknik UB,” *J. Rekayasa Mesin*, 2013.
- [19] J. R. Sifonte and J. V. Reyes-Picknell, *Reliability Centered Maintenance-Reengineered*. 2017.

- [20] F. W. Rahardito, “Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Proses Gas Krigenik,” Sepuluh Nopember Institute of Technology Surabaya, 2016.
- [21] Ardy-web, “Tujuan pada Maintenance,” *ardi-web.blogspot.com*, 2015. .
- [22] W. Anggono, Juliangsih, and Linawari, “Preventive Maintenance System dengan Modularity Design sebagai Solusi Penurunan Biaya,” *Univ. Petra Surabaya*, vol. 7, no. 1, pp. 61–75, 2005.
- [23] H. Asisco, K. Amar, and Y. R. Perdana, “Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim,” *Kaunia*, vol. 8, no. 2, pp. 78–98, 2012.
- [24] M. Sayuti, Muhammad, and M. S. Rifa’i, “Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z,” *MIEJ J.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–13, 2013.
- [25] Halim, “Corretive Maintenance,” *halim-ti.blogspot.com*, 2010. .
- [26] Jainuri, “Perencanaan Perawatan Mesin Boiler Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance ( RCM ) Pada,” *Mhs. Progr. Stud. Tek. Ind. Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, vol. 1, pp. 46–51, 2013.
- [27] M. Arizki, Z. Ramadhan, and T. Sukmono, “Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Reliability Centered Maintenance ( RCM ) II,” vol. 2, no. 2, pp. 49–57, 2018.
- [28] D. Setiawan, N. Jusolihun, and W. N. Cahyo, “Maintenance system design on air jet loom (AJL) machine using reliability centered maintenance (RCM) method,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 673, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/673/1/012102.
- [29] N. Ahmadi and N. Y. Hidayah, “Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI,” *J. Optimasi Sist. Ind.*, 2017, doi: 10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017.
- [30] A. M. Majid, P. Moengin, and A. Witonohadi, “USULAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DENGAN PENGUKURAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) UNTUK PERENCANAAN PERAWATAN PABRIK BAR MILL PADA PT. KRAKATAU WAJATAMA,” *J. Tek. Ind.*, 2014, doi: 10.25105/jti.v4i3.1515.
- [31] S. Indonesia, “Analisis Akar Masalah dengan Fishbone Diagram,” *I*, 2016. .
- [32] K. Ishii and B. Lee, “REVERSE FISHBONE DIAGRAM: A TOOL IN AID OF DESIGN FOR PRODUCT RETIREMENT,” *Mech. Eng.*, vol. 1, 1394.
- [33] Eriskusnadi, “Fishbone Diagram dan Cara Pembuatannya,” *eriskusnadi.com*, 2019. .