

METODE RCM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL

RCM METHOD TO IMPROVE MAINTENANCE QUALITY CENTRIFUGAL PUMP

Maulana Bahrul Ulum, Hari Rarindo, Hangga Wicaksono dan Agus Dani

Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

E-mail: dadangkurniawan555@gmail.com, harirarindo@gmail.com,
wicaksonohangga@polinema.ac.id dan agus.dani@polinema.ac.id

Abstrak

PT. Petro Jordan Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kimiadengan produk utama Asam Phosphat. Dalam kegiatan produksi di PT. Petro Jordan Abadi mengoperasikan beberapa mesin produksi salah satunya yaitu Mesin Pompa Sentrifugal. Dalam proses produksi mesin pompa sentrifugal beroperasi secara terus menerus sehingga dapat menyebabkan kendala dan kerusakan saat proses produksi. Dalam penelitian ini akan melakukan analisis sistem perawatan pada Mesin Pompa Sentrifugal menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai keandalan, menentukann penyebab kegagalan/kerusakan dan rencana biaya perawatan dengan minimnya *breakdown* maka biaya yang dikeluarkan akan lebih berkurang serta mesin dapat bertahan lebih lama diharapkan dengan penerapan perawatan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Petro Jordan Abadi dapat mengurangi angkakerusakan dan gangguan pada Mesin Pompa Sentrifugal, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan mesin tersebut.

Kata Kunci: *Maintenance, Mesin Pompa Sentrifugal, RCM*

Abstract

PT Petro Jordan Abadi is a company engaged in the chemical sector with Phosphoric Acid as the main product. In production activities at PT Petro Jordan Abadi operates several production machines, one of which is the Centrifugal Pump Machine. In the production process, the centrifugal pump machine operates continuously so that it can cause obstacles and damage during the production process. In this study, we will analyze the maintenance system on the Centrifugal Pump Machine using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. The purpose of this study is to determine the reliability value, determine the cause of failure / damage and the maintenance cost plan with the minimum breakdown, the costs incurred will be reduced and the machine can last longer. It is hoped that the application of maintenance using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method at PT Petro Jordan Abadi can reduce the number of damage and interference with the Centrifugal Pump Machine, so as to maximize the use of the machine.

Keywords: *Maintenance, Centrifugal Pump Machine, RCM*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Petro Jordan Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kimiyang memproduksi asam fosfat, dengan produk sampingan asam fluosilika dan *purified gypsum*. Salah satu alat yang digunakan untuk proses produksi adalah pompa sentrifugal, salah satu pompa sentrifugal yang digunakan yaitu untuk sirkulasi air panas,. Dalam aplikasi sirkulasi air panas, pompa sentrifugal biasanya digunakan untuk memindahkan air panas sesudah proses produksi

untuk dipindahkan menuju *cooling tower*. Pompa sentrifugal yang beroperasi secara terus menerus sering mengalami kerusakan serta gangguan, yang mengakibatkan penurunan proses produksi.

Pompa Sentrifugal merupakan pompa yang kinerjanya dinamis dan prinsip kinerjanya yaitu pompa digerakan oleh motor, kemudian daya motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler yang akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbul gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu-sudu

dan meninggalkan impeler dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang keluar dari impeler dengan kecepatan tinggi ini kemudian melalui saluran yang penampangnya makin membesar, sehingga terjadi perubahan dari *Head* kecepatan menjadi *Head* tekanan. (Sularso dan Tahara, 2000). Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini dipilih judul “ Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*” dengan output nilai keandalan pada mesin pompa sentrifugal, penyebab kerusakan pompa, dan biaya perawatan. Dengan minimnya *breakdown* maka biaya perawatan dan penggantian komponen akan berkurang serta umur Mesin Pompa Sentrifugal dapat tahan lebih lama.

Rumusan Masalah

Setiap perusahaan pasti mengalami kendala pada produksinya atau kerusakan pada pompa. Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah masalah mengenai perawatan (maintenance) pompa sentrifugal. Beberapa masalah adalah:

1. Bagaimana menentukan nilai keandalan dari Mesin Pompa Sentrifugal dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*?
2. Bagaimana cara menentukan komponen kritis pada komponen pompasentrifugal?
3. Bagaimana menentukan biaya pergantian komponen untuk pompasentrifugal?

Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa jurnal yang digunakan, dirumuskan beberapa batasan dalam penelitian ini. Batasan-batasan tersebut adalah sebagaiberikut:

1. Sistem *Maintenance* yang dipakai hanya menggunakan metode RCM
2. Hanya membahas Mesin Pompa Sentrifugal KPS35-350.
3. Tidak membahas prosedur teknis kegiatan perawatan seperti tata cara perbaikan, penggantian, pembongkaran dan pemasangan.
4. Hanya menggunakan data part yang digunakan dan perawatanya.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan nilai keandalan Mesin Pompa Sentrifugal menggunakan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.
2. Untuk menentukan komponen kritis pada pompa sentrifugal.
3. Untuk menentukan biaya perawatan untuk pompa sentrifugal.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengaplikasikan teori manajemen perawatan yang telah diperoleh selamaperkuliahan serta menambah pengetahuan tentang penerapan manajemen perawatan dilapangan.
2. Dapat digunakan referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya mengenai manajemen perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

2. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Berdasarkan studi pendahulu yang telah dilakukan, peneliti menemukan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan Rachman (2017) yang berjudul Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Tujuan penelitian adalah memilih tindakan perawatan sistem boilerberdasarkan metode RCM dan interval penggantian komponen untuk meminimalisasi Total Minimum Downtime (TMD). Komponen dalam *timedirected* dilakukan perhitungan interval penggantian komponen berdasarkan kriteria TMD. Hasil perhitungan interval penggantian komponen didapatkan 37 hari untuk komponen *gland seal steam* dan 58 hari untuk komponen *check valve*.

Dalam Penelitian yang dilakukan Wibowo (2021) yang berjudul Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tindakan perawatan yang optimal untuk komponen kritis pada mesin bubut CZ6232Adan memberikan usulan perawatan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reliability* yang tinggi. Hasil dari analisis RCM pada mesin bubut didapatkan komponen yang memiliki nilai *risk priority number (RPN)* terbesar yaitu *bearing 360*, *stator 288* dan *rotor 288* sehingga memerlukan strategi perawatan yang lebih tepat dibandingkan dengan perawatan sebelumnya.

Dalam Penelitian yang dilakukan Pamungkas & Effendy n.d. (2022) yang berjudul Implementasi *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Pada Gas Compressor Pertamina Hulu Energi Madura Offshore Gresik. Penelitian ini bertujuan untuk

menentukan jadwal *preventive maintenance* untuk menjaga kehandalan gas compressor, mengetahui kehandalan peralatan gas compressor, menganalisa kehandalan komponen yang berdampak pada pemeliharaan efektif. Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif dengan menggunakan metode RCM, nilai kehandalan gas kompresor tertinggi pada waktu 6 bulan adalah gas kompresor -102 dengan nilai 0,23 dan terdapat 4 komponen yang memiliki kehandalan dibawah 0,5 dalam waktu satu tahun.

Dalam Penelitian yang dilakukan Hamro Afiva (2019) yang berjudul Penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Pada Perencanaan Interval *Preventive Maintenance* dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA (Studi Kasus: PT.XYZ). Metode yang digunakan yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan tujuan menentukan interval waktu pemeliharaan dan estimasi biaya pemeliharaan yang efisien. Hasil dari analisis ini berupa nilai RPN komponen *bearing rel*, *bearing spindle* dan selang sebagai komponen kritis pada sistem. Kemudian ditentukan kebijakan *maintenance* dengan hasil *2 schedule on-condition task*.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, maka dilakukan penelitian lanjutan oleh peneliti Maulana Bahrul Ulum (2023) dengan judul Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan tujuan untuk menentukan nilai keandalan, mencari penyebab kerusakan, dan menentukan RAB pada Mesin Pompa Sentrifugal. Berdasarkan penerapan metode tersebut diharapkan Mesin Pompa Sentrifugal dapat bekerja pada tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi serta meminimalisir biaya perawatan.

Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance (perawatan) merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa terus menerus melakukan apa yang pengguna atau pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Kurniawan, 2013). *Maintenance* menurut Ansori dan Mustajib (2013), adalah konsepsi dari semua pekerjaan yang bertujuan agar mesin atau fasilitas dalam kondisi baik.

Tujuan Perawatan

Tujuan perawatan menurut Panter (2013)

adalah untuk memberikan usia Panjang pada kegunaan aset. Perawatan dilakukan untuk memperpanjang suatu mesin, dengan adanya perawatan maka mesin akan berjalan sesuai dengan fungsinya. Sehingga umur mesin dapat sesuai dengan spesifikasi mesin yang telah ditentukan sebelumnya.

Jenis-Jenis Perawatan Mesin

a. *Preventive Maintenance*

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan- kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi. Jadi, semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan (*Preventive Maintenance*) akan terjamin kontinuitas kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat.

b. *Corrective Maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu *Preventive Maintenance*. Pada umumnya, perawatan korektif bukanlah aktifitas yang terjadwal, karena dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula.

c. *Breakdown Maintenance*

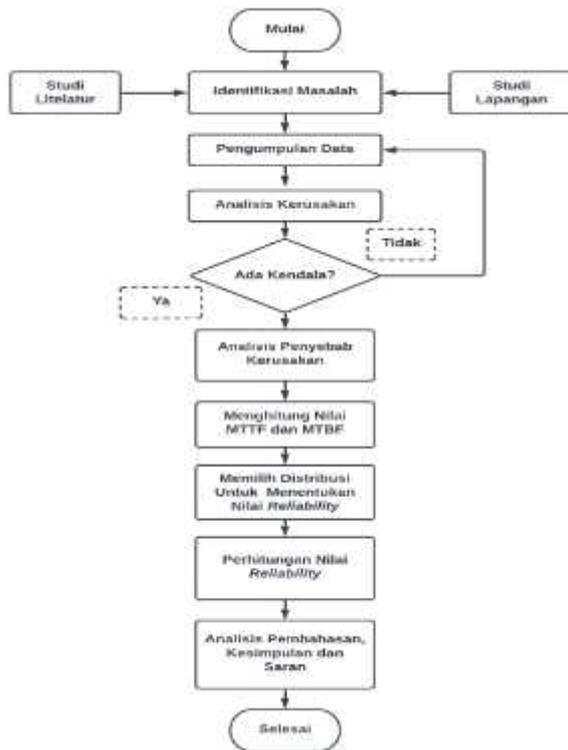
Merupakan strategi perawatan yang sangat kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kondisi mesin atau komponen tidak diketahui dan tidak adanya perencanaan waktu tenaga kerja maupun biaya yang baik. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak dan meningkatkan *reliability* mesin.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis kegiatan penelitian yang dilakukan peneliti adalah data kualitatif dan kuantitatif dengan melakukan analisis terhadap manajemen perawatan. Analisis kualitatif meliputi *failure mode effect analysis* (FMEA) dan analisis kuantitatif meliputi interval waktu dan metode yang diterapkan pada analisis ini adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2023 yang bertempat di PT. Petro Jordan Abadi yang berlokasi di Jalan Roomo, Manyar, Maduran, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik Jawa Timur

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mesin Pompa Sentrifugal tipe KPS 35-350 dengan kapasitas 1700 m³/jam.
- Software pengolah data Ibm SPSS Statistika.

Variabel Penelitian

Variabel merupakan bagian penelitian dengan cara menentukan Variabel yang ada dalam penelitian tersebut. Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Variabel Terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Metode Reliability Centered Maintenance (RCM).

- Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang menjadi sebab atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Nilai Keandalan, Penyebab Kegagalan, dan Rencana Anggaran Biaya.

- Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol yaitu variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan. Variabel terkontrol dari penelitian ini adalah komponen dari mesin Pompa Sentrifugal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Downtime dan Perhitungan Kerusakan

Data *downtime* komponen perhitungan dari mesin Pompa Sentrifugal adalah berupa data histori yang dimiliki pabrik mulai dari tahun 2020 sampai tahun 2022, data ini dirangkum perbulan dari waktu kerusakan yang terdapat pada mesin Pompa Sentrifugal. Dari data *downtime* yang telah di dapatkan mulai dari bulan Januari 2020 sampai Desember 2022 dapat diketahui total *downtime*, dimana jam kerusakan adalah waktu selesai kerusakan. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Downtime tahun 2020

Bulan	Nama	Kerusakan (Jam)	Total Kerusakan
1	Shaft	08.00	12.10
2	Coupling	14.40	15.50
3	Bearing	08.45	11.00
	Mech Seal	08.00	14.00
4	Mech Seal	13.00	18.10
5	Bearing	15.15	17.21
6	Rubber	13.45	14.55
	Coupling		
7	Bearing	09.00	11.35
8	Casing	15.30	17.00
9	Mech Seal	09.30	15.00
	Shaft	08.00	14.00
10	Bearing	08.45	11.00
11	Rubber	13.40	14.55
	Coupling		
12	Bearing	15.10	17.30
	Total Downtime		2506

Setelah mengitung total *downtime* pada tahun 2020 langkah selanjutnya adalah menghitung data *downtime* pada tahun 2021 yang telah didapatkan mulai bulan Januari sampai Desember 2021. Jam kerusakan adalah waktu mulai kerusakan sampai waktu selesai perbaikan. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Data Downtime Tahun 2021

Bulan	Nama	Kerusakan (Jam)	Total Kerusakan
1	Bearing	10.05	12.00
	Mech Seal	13.00	17.30
	Bearing	09.15	11.00
2	Rubber	08.24	09.25
	Coupling		
3	Shaft	09.10	14.25
4	Coupling	09.45	10.55

5	<i>Bearing</i>	09.00	11.10	130
	<i>Mech Seal</i>	08.00	14.12	312
6	<i>Impeler</i>	13.00	14.25	85
7	<i>Bearing</i>	09.00	12.00	180
8	<i>Rubber</i>	15.00	16.10	70
	<i>Coupling</i>			
9	<i>Casing Wear</i>	09.25	11.26	121
	<i>Ring</i>			
10	<i>Mech Seal</i>	08.00	12.00	240
11	<i>Bearing</i>	14.05	16.20	135
12	<i>Mech Seal</i>	09.10	13.30	220
	Total Downtime			2369

Setelah mengitung total *downtime* pada tahun 2020 dan 2021 langkah selanjutnya adalah menghitung data *downtime* pada tahun 2023 yang telah didapatkan mulai bulan Januari sampai Desember 2023. Jam kerusakan adalah waktu mulai kerusakan sampai waktu selesai perbaikan. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Data *Downtime* Tahun 2022

Bulan	Nama Komponen	Kerusakan (Jam)	Kerusakan (Menit)	Total Kerusakan (Menit)
1	<i>Bearing</i>	14.00	16.30	150
	<i>Mech Seal</i>	08.00	13.10	310
2	<i>Mech Seal</i>	10.30	16.30	300
3	<i>Shaft</i>	08.20	11.30	170
4	<i>Impeler</i>	15.00	17.02	122
5	<i>Bearing</i>	08.30	11.00	210
6	<i>Mech Seal</i>	13.00	18.00	300
7	<i>Coupling</i>	10.15	11.20	65
8	<i>Mech Seal</i>	09.00	15.00	300
9	<i>Bearing</i>	14.00	16.10	130
10	<i>Rubber</i>	13.30	15.00	90
	<i>Coupling</i>			
11	<i>Casing Wear</i>	08.30	10.15	105
	<i>Ring</i>			
12	<i>Bearing</i>	09.30	11.00	90
	<i>Mech Seal</i>	08.30	13.30	270
	Total Downtime			2149

Setelah mengetahui total *downtime* komponen mesin dari tahun 2020 sampai 2022 dapat ditentukan komponen mesin yang banyak mengalami waktu kerusakan berdasarkan presentase *downtime* yang paling tinggi. Rumus perhitungan presentase *downtime* kerusakan komponen mesin adalah sebagai berikut:

Berikut ini adalah perhitungan presentase *downtime* mesin pompa sentrifugal selama tiga tahun:

Penentuan mesin kritis dapat dilihat dengan melihat presentase *downtime* yang paling tinggi. Berikut adalah tabel perhitungan presentase *downtime*.

Tabel 4. Presentase *Downtime* Kerusakan

No	Tahun	<i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i>
1	2020	2506	35,70%
2	2021	2369	33,72%
3	2022	2149	30,59%
	Jumlah	7024	100%

Setelah mengetahui presentase *downtime* dilakukan analisis kualitatif pada penelitian ini menggunakan metode FMEA. Dimana dapat digunakan pada Pompa Sentrifugal jika terjadi kerusakan sangat berpengaruh terhadap produk dan digunakan pada komponen kritis.

Tabel 5. FMEA

No	Komponen	Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan
1	<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> mengalami suhu berlebih	Operasi Berhenti	Keausan <i>bearing</i> timbul akibat <i>Coupling</i> rusak
2	<i>Mechanical Seal</i>	<i>Seal</i> Bocor	Gagal menjalankan fungsi cairan	Karena tekanan tinggi
3	<i>Impeller</i>	Tekanan dan aliran menjadi turbulensi	Derisourangnya	<i>Impeller</i> retak
4	<i>Shaft</i>	<i>Shaft</i> rusak	Pompa tidak berjalan/cepat mentransfer daya	Temperatur <i>Coupling</i> tinggi
5	<i>Rubber Coupling</i>	<i>Rubber Coupling</i> rusak	Putaran <i>Shaft</i> jadi berakumulasi	Aksi/Oblok
6	<i>Coupling</i>	Rusak/Retak	Operasi terhenti	Getaran akibat misalignment atau <i>Asymptomatic</i>
7	<i>Casing Wear Ring</i>	Bocor	Bocor karena tidak selaras dengan <i>Impeller</i>	Pada saat beban maksimal

Tabel 6. Menentukan Nilai Dari *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* Serta Nilai RPN

No	Komponen	S	O	D	RPN
1	<i>Bearing</i>	8	8	5	320
2	<i>Mechanical Seal</i>	8	7	5	280
3	<i>Impeller</i>	8	5	5	200
4	<i>Shaft</i>	8	5	6	240
5	<i>Rubber Coupling</i>	6	5	5	150
6	<i>Coupling</i>	6	5	5	150
7	<i>Casing Wear Ring</i>	9	1	1	9

Dari tabel FMEA di atas di dapatkan hasil perkalian bobot dari *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan komponen kritis dari mesin pompa sentrifugal dan diperoleh tiga komponen kritis yaitu *bearing* dengan nilai 320 poin, *mechanical seal* dengan nilai 280 poin dan *shaft* 240 poin. Setelah mengetahui nilai S,O dan D dilakukan analisis kuantitatif digunakan untuk menentukan nilai keandalan pada mesin atau komponen yang selanjutnya digunakan untuk menentukan intai interval perawatan. Variabel yang digunakan untuk menentukan nilai keandalan adalah data kerusakan komponen dalam kurun

waktu tiga tahun yaitu Januari 2020 sampai dengan Desember 2022. Sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai dari MTBF dan MTTR.

Menentukan Nilai MTBF dan MTTR Dari

Komponen Bearing

Proses menghitung MTBF dan MTTR komponen bearing dari Januari 2020 sampai dengan Desember 2022 berdasarkan tabel 7 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Komponen Bearing

Data	Jumlah
Waktu Optimal Mesin Pompa Sentrifugal Januari – Desember 2020	7.300 jam = 438000 menit
Downtime Komponen Bearing Januari 2020 – Desember 2022	32,6 Jam = 1956 menit
Frekuensi Kerusakan Komponen Bearing Januari 2020 – Desember 2022	14 Kali

Proses perhitungan untuk mencari nilai MTBF dan MTTR untuk komponen bearing dari bulan Januari – Desember 2022 menggunakan rumus 2.1 dan 2.2 berdasarkan tabel 7 adalah sebagai berikut:

- t Uptime : 7300 jam
- n : 14 kali
- t : 32,6 jam

a. Penentuan MTBF

$$MTBF = \frac{t \cdot u}{n} \quad \dots 2.1$$

$$MTBF = \frac{7300}{14} = 521,4 \text{ jam}$$

b. Penentuan MTTR

$$MTTR = \frac{t}{n} \quad \dots 2.2$$

$$MTTR = \frac{32,6}{14} = 2,32 \text{ jam}$$

Perhitungan Nilai Keandalan dan Interval Perawatan Komponen Bearing

Setelah mengetahui nilai MTBF dan MTTR dari komponen bearing, Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai keandalan komponen bearing dengan menggunakan distribusi eksponensial berikut: Berdasarkan pada rumus keandalan distribusi eksponensial

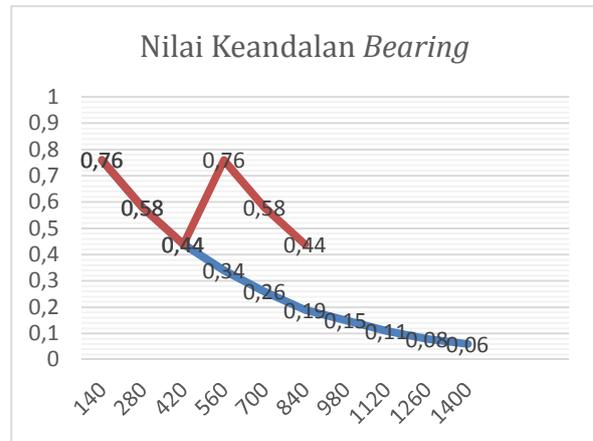
Tabel 8. Perhitungan Nilai Keandalan Bearing

t	MTBF	R (t)
140	521,4	0,76

280	521,4	0,58
420	521,4	0,44
560	521,4	0,34
700	521,4	0,26
840	521,4	0,19
980	521,4	0,15
1120	521,4	0,11
1260	521,4	0,08
1400	521,4	0,06

Sehingga dapat diperoleh nilai keandalan komponen bearing selama dioperasikan dengan nilai waktu kelipatan 140 jam selama 560 jam operasi komponen bearing adalah sebagai berikut:

Menentukan MTBF dan MTTR Komponen Mechanical Seal



Gambar 2. Nilai Keandalan Bearing

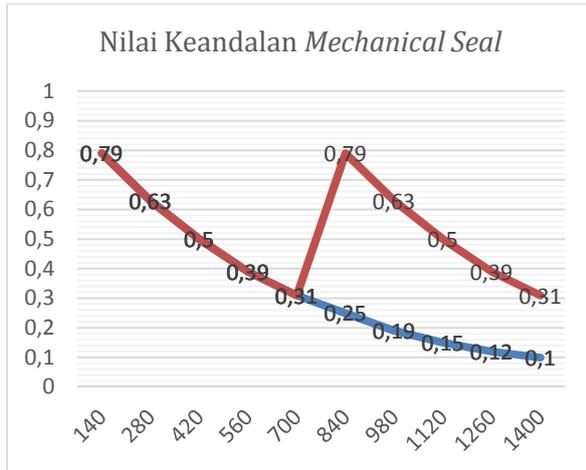
Proses menghitung MTBF dan MTTR komponen mechanical seal dari Januari 2020 sampai Desember 2022 berdasarkan tabel 9 adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan Downtime Mechanical Seal

t	MTBF	R (t)
140	608,3	0,79
280	608,3	0,63
420	608,3	0,5
560	608,3	0,39
700	608,3	0,31
840	608,3	0,25
980	608,3	0,19
1120	608,3	0,15
1260	608,3	0,12
1400	608,3	0,1

Perhitungan Nilai Keandalan Mechanical Seal

Setelah diterapkan interval waktu yang baru, diharapkan grafik keandalan komponen mechanical seal akan menjadi seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. Nilai Keandalan Mechanical Seal

Menentukan MTBF dan MTTR Komponen Shaft

Proses menghitung MTBF dan MTTR komponen Shaft dari Januari 2020 sampai dengan Desember 2022 berdasarkan tabel 10 adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Perhitungan Downtime Shaft

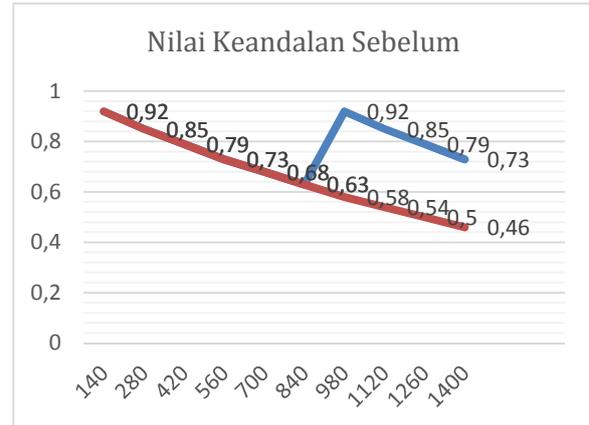
Data	Jumlah
Waktu Optimal Pompa Sentrifugal Januari – Desember 2022	7.300 jam = 438000 menit
Downtime Komponen Shaft Januari 2020 – Desember 2022	16,25 Jam = 975 Menit
Frekuensi Kerusakan Kompinen Mechanical Seal Januari 2020 – Desember 2022	4 Kali

Perhitungan Nilai Keandalan Komponen Shaft

Tabel 11. Nilai Keandalan Komponen Shaft

t	MTBF	R(t)
140	1825	0,92
280	1825	0,85
420	1825	0,79
560	1825	0,73
700	1825	0,68
840	1825	0,63
980	1825	0,58
1120	1825	0,54
1260	1825	0,50
1400	1825	0,46

Setelah diterapkan interval waktu yang baru, diharapkan grafik keandalan komponen shaft akan menjadi seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Nilai Keandalan Shaft

Tabel 12. Upah Tenaga Kerja di PT. Petro Jordan Abadi

No	Jenis Tenaga Kerja	Upah Per Hari (Rp.)	Jumlah Tenaga Kerja	Total (Rp.)
1	Mekanik	415.000	3	1.245.000

Tabel 13. Harga Komponen Pompa Sentrifugal

No	Nama Komponen	Jumlah	Harga (Rp)
1	Bearing	1 buah	1.553.000
2	Shaft	1 buah	7.510.000
3	Mechanical Seal	1 buah	5.812.000
4	Coupling	1 buah	1.499.000
5	Rubber Coupling	1 buah	121.000
6	Impeller	1 buah	12.380.000
7	Wear Ring	1 buah	250.000
8	Casing	1 buah	7.194.000
9	Motor	1 buah	5.557.000

Tabel 14. Biaya Perbaikan Komponen Bearing

Keterangan	Jumlah	Harga Satuan (Rp.)	Total (Rp.)
Pergantian Bearing	2	1.553.000	3.106.000
Upah pekerja	3	415.000	1.245.000
Total			4.351.000

Tabel 15. Biaya Perawatan Komponen Mechanical Seal

Keterangan	Jumlah	Harga Satuan (Rp.)	Total (Rp.)
Pergantian Mechanical Seal	1	5.812.000	5.812.000
Upah pekerja	3	415.000	1.245.000
Total			7.057.000

Tabel 16. Biaya Perawatan Komponen *Shaft*

Keterangan	Jumlah	Harga Satuan (Rp.)	Total (Rp.)
Pergantian <i>Shaft</i>	1	7.510.000	7.510.000
Upah pekerja	3	415.000	1.245.000
Total			8.755.000

Tabel 17. Biaya Perbaikan Komponen Kritis

No.	Jenis Perbaikan	Frekuensi	Biaya (Rp.)	Jumlah Biaya (Rp.)
1	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Bearing</i>	5	3.106.000	15.530.000
2	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Mechanical Seal</i>	3	5.218.000	15.654.000
3	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Shaft</i>	2	7.510.000	15.020.000
	Total			46.204.000

Tabel 18. Rencana Biaya Perawatan Berdasarkan Interval Perawatan

No.	Jenis Perbaikan	Frekuensi	Biaya (Rp.)	Jumlah Biaya (Rp.)
1	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Bearing</i>	15	3.106.000	47.400.000
2	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Mechanical Seal</i>	12	5.218.000	62.616.000
3	Perbaikan dan Pergantian Komponen <i>Shaft</i>	10	7.510.000	75.100.000
	Total			185.116.000

5. SIMPULAN

Berdasarkan dari pengumpulan, pengolahan dan pembahasan data yang telah dilakukan, maka didapatkan simpulan dan saran diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil Analisa melalui FMEA didapatkan 3 komponen kritis pada mesin Pompa Sentrifugal, yaitu komponen bearing, mechanical seal dan shaft.
2. Berdasarkan hasil dari perhitungan melalui nilai keandalan pada komponen kritis mesin Pompa Sentrifugal maka didapatkan nilai keandalan tertinggi saat operasi selama 140

jam. Dengan nilai keandalan dari shaft 0,93, mechanical seal 0,79 dan bearing 0,76.

3. Berdasarkan perhitungan estimasi rencana biaya pergantian komponen diperoleh nilai dari ketiga komponen kritis yaitu *bearing* sebesar Rp47.400.000, *mechanical seal* Rp62.616.000 dan *shaft* Rp75.100.000, jika semua dijumlahkan hasilnya yaitu Rp185.116.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamro Afiva, W., Tatas, F., Atmaji, D., & Alhilman, D. J. 2019. *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Perencanaan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA (Studi Kasus: PT. XYZ). XIII(3)*, 298–310.
- Kurniawan, F. 2010. *Maintenance for Industrial System*. London: Springer.
- Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- Pamungkas, S. A., & Effendy, M. (n.d.). *Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Gas Compressor-Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Gresik*. vol 4. No3. hal3-10.
- Panter, J., Corder, K., Griffin, S. J., Jones, A. P., & van Sluijs, E. M. F. 2013. Individual, socio-cultural and environmental predictors of uptake and maintenance of active commuting in children: Longitudinal results from the SPEEDY study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10.
- Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. 2017. Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1).vol 18.no 6.86-93
- Wibowo, T. J., Syarif Hidayatullah, T., Nalhadi, A., & Teknik, F. 2021. Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol10.no2.3-5.