



ANALISIS PERAWATAN MESIN POMPA SENTRIFUGAL DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE

Dhimas Antoniohud¹, Irnanda Pratiwi², Hermanto MZ³

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti
Palembang

E-mail : dhimasantonio1996@gmail.com¹, irnanda_pratiwi@univ-tridinanti.ac.id²,
hermantoemzed@gmail.com³

ABSTRAK

Pada dasarnya pompa merupakan mesin konversi energi yang dapat memindahkan *fluida* dari satu tempat ke tempat lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada *fluida* yang dipindahkan berlangsung secara kontinyu. Untuk mengetahui atau meminimalisir terjadinya kerusakan pompa maka dilakukan perawatan berkala. Pada pompa tipe 6P-4021-J yang digunakan pada sektor STG (*Steam Turbine Generator*) dan BB (*Boiler Batubara*) PT. PUSRI dipengaruhi oleh kondisi *slurry* yang kotor yang disebabkan adanya lumpur dan lainnya sehingga membuat efisiensi kerja pompa menurun. Oleh karena itu, diperlukan perawatan ataupun pembersihan secara berkala dan rutin. Kebijakan-kebijakan perawatan yang bersifat korektif atau reaktif, sistematis atau terjadwal dan *Condition-Based*, semuanya bertujuan mencapai *availability* dan *reliability* peralatan dan sistem dengan mereduksi biaya perawatannya. Metode *Reliability Centered Maintenance* digunakan untuk menganalisis penyebab kegagalan dengan hasil keputusan untuk sistem pemeliharaan. Komponen kritis pompa sentrifugal meliputi; *bearing*, *seal ring*, dan *impeller*. Nilai RPN tertinggi adalah komponen *bearing* sebesar 96. Nilai keandalan komponen *bearing* sebesar 0,468 dengan rata-rata waktu perbaikan selama 3,32 jam. Tindakan perawatan yang diusulkan adalah memberikan *lubricant* secara berkala. Sehingga dapat mengurangi keausan, mencegah korosi, dan mengontrol temperatur pada *Bearing*.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, Reliability Centered Maintenance, Bearing

ABSTRACT

The pump is an energy conversion machine that can move fluid from one place to another through a piping medium by adding energy to the fluid being moved continuously. To find out or minimize the occurrence of pump damage, periodic maintenance is carried out. In the pump type 6P-4021-J which is used in the STG (Steam Turbine Generator) and BB (Coal Boiler) sectors, PT. PUSRI is affected by the dirty condition of the slurry caused by the presence of mud and other so the working efficiency of the pump decreases. Therefore, periodic and routine maintenance or cleaning is required. Maintenance policies that are corrective or reactive, systematic or scheduled, and Condition-Based, all aim to achieve the availability and reliability of equipment and systems by reducing maintenance costs. Reliability Centered Maintenance method is used to analyze the causes of failure with the results of decisions for system maintenance. The critical components of a centrifugal pump include; bearings, seal rings, and impellers. The highest RPN



value is the bearing component of 96. The reliability value of the bearing component is 0.468 with an average repair time of 3.32 hours. The recommended maintenance action is to apply lubricant regularly. So that it can reduce wear, prevent corrosion, and control the temperature of the bearing.

Keyword : Centrifugal Pump, Reliability Centered Maintenance, Bearing

1. PENDAHULUAN

PT. PUSRI khususnya Departemen Pemeliharaan, saat melakukan fungsinya sebagai departemen yang memelihara dan merawat peralatan dan mesin, sangat meninjau dengan baik bagaimana kondisi suatu mesin, sehingga tidak terjadi penanganan yang salah dalam merawat mesin tersebut. Jenis pemeliharaan yang sering digunakan adalah jenis *Preventive Maintenance*, beberapa kelebihan *Preventive Maintenance* antara lain, biaya perbaikan menjadi kecil, bentuk kegiatan yang lebih terarah, berkurangnya waktu berhenti produksi dari mesin, penyediaan suku cadang menjadi lebih teratur dan dalam jumlah yang sedikit, sedikit gangguan akibat adanya kerusakan tiba-tiba, tidak banyak membutuhkan peralatan atau mesin pengganti. Namun juga tidak menutup kemungkinan untuk memakai jenis pemeliharaan yang lain, menyesuaikan dengan kondisi *equipment*.

Untuk mendukung tingkat ketersediaan mesin dan peralatan, perancangan kegiatan perawatan mutlak dibutuhkan karena mesin dan peralatan produksi sangat rawan timbulnya kerusakan. Terjadinya kerusakan dapat mengakibatkan gangguan proses produksi dan keselamatan tenaga kerja juga terancam dimana keseluruhannya akan mempengaruhi produktivitas perusahaan [1].

Pada dasarnya pompa merupakan mesin konversi energi yang dapat memindahkan *fluida* dari satu tempat ke tempat lain melalui suatu media perpipaan

dengan cara menambahkan energi pada *fluida* yang dipindahkan berlangsung secara kontinyu. Untuk mengetahui atau meminimalisir terjadinya kerusakan pompa maka dilakukan perawatan berkala. Pada pompa tipe 6P-4021-J yang digunakan pada sektor STG (*Steam Turbine Generator*) dan BB (*Boiler Batubara*) PT. PUSRI dipengaruhi oleh kondisi *slurry* yang kotor yang disebabkan adanya lumpur dan lainnya sehingga membuat efisiensi kerja pompa menurun. Oleh karena itu, diperlukan perawatan ataupun pembersihan secara berkala dan rutin.

Kebijakan-kebijakan perawatan yang bersifat korektif atau reaktif, sistematis atau terjadwal dan *Condition-Based*, semuanya bertujuan mencapai *availability* dan *reliability* peralatan dan sistem dengan mereduksi biaya perawatannya. Sebagai fundamental, maka metode *Reliability Centered Maintenance* dapat dipilih untuk mencapai tujuan tersebut. RCM akan berfungsi dengan baik bila dilakukan sebagai proses *Bottom Up*, melibatkan mereka yang bekerja langsung di operasi pemeliharaan pabrik dan peralatan [2].

2. LANDASAN TEORI

2.1 Preventive Maintenance

Sistem manajemen dan pemeliharaan aset terintegrasi yang diterapkan dengan baik dapat berdampak pada setiap bagian dari sebuah organisasi, meningkatkan waktu kerja aset, mengurangi biaya pemeliharaan,

meningkatkan manfaat, dan meningkatkan reputasi bisnis dengan pelanggannya [3].

Kegagalan komponen mesin yang terjadi karena kemerosotan kondisinya pada umumnya dapat terdeteksi dengan gejala getaran atau suara. Namun kegagalan komponen juga dapat terjadi secara tiba – tiba tanpa diawali dengan munculnya gejala kerusakan. Dengan adanya masalah yang timbul akibat terjadinya kegagalan komponen, maka perawatan mesin perlu dilakukan dengan menerapkan sistem perawatan preventif (*preventive maintenance*) [4].

Pemeliharaan preventif (*Preventive maintenance*) adalah semua tindakan yang dilakukan pada jadwal yang terencana, periodik dan spesifik untuk menjaga suatu barang/peralatan dalam pekerjaan yang dinyatakan kondisi melalui proses pengecekan dan rekondisi. Pemeliharaan reaktif (*Reactive maintenance*) adalah pemeliharaan tidak terjadwal untuk mengembalikan barang/peralatan ke keadaan yang ditentukan yang dilakukan karena orang atau pengguna pemeliharaan merasakan kekurangan atau kegagalan. Terakhir, pemeliharaan prediktif (*Predictive maintenance*) adalah penggunaan metode pengukuran dan pemrosesan sinyal modern untuk memprediksi dan mendiagnosis kondisi item/peralatan secara akurat selama operasi [5].

2.2 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah metode untuk menentukan tugas – tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan. RCM berfungsi untuk mengatasi penyebab dominan dari kegagalan yang nantinya akan membawa

pada keputusan *maintenance* yang berfokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi [6]

2.3 Pompa Sentrifugal

Pompa adalah alat untuk memberikan energi mekanis kepada cairan. Pada pompa, densitas fluida konstan dan besar. Pompa ini bertujuan sebagai alat pemindah fluida (horizontal maupun vertikal) dari suatu tempat ke tempat lainnya, menaikkan tekanan dan menaikkan kecepatan. Faktor yang diperlukan dalam pemilihan pompa adalah sifat cairan dan *rating* (debit dan *head*) yang diperlukan [7]. Pompa merupakan alat yang paling banyak digunakan pada industri, khususnya industri manufaktur. Pompa pada industri ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pompa pada Industri

Pompa sentrifugal banyak digunakan karena pengoperasiannya yang mudah serta pemeliharaannya yang tidak terlalu mahal. Pompa sentrifugal mampu mengalirkan fluida sehingga fluida mampu melewati hambatan dan menaikkan tekanan dengan cara mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Tekanan pada pompa meningkat sehingga



menghasilkan bagian dengan tekanan rendah pada sisi hisap pompa. Rendahnya tekanan pada sisi hisap membuat fluida mengalir masuk secara aksial melalui sisi hisap yang berada di tengah pompa kemudian fluida akan berputar bersama dengan putaran sudu atau *impeller* pompa [8].

Pompa sentrifugal memiliki dua bagian penting, yaitu *impeller* yang berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanis dari poros pompa ke fluida dengan cara diputar sehingga timbul gaya sentrifugal dan rumah pompa (*cagging*) yang mengarah fluida ke *impeller* dan sekaligus mengubah tenaga kinetis fluida menjadi tenaga tekanan [9]. Kelebihan pompa sentrifugal adalah memiliki efisiensi tinggi, pengoperasian yang mudah, konstruksi sederhana, dan harga yang relatif lebih rendah [10].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian Pompa Sentrifugal tipe 6P-4021-J dilaksanakan di sektor STG (*Steam Turbine Generator*) dan BB (*Boiler Batubara*) bersama Departemen Mekanikal PT Pupuk Sriwidjaja Palembang.

3.1 Variabel Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data lamanya downtime Mesin pompa sentrifugal tipe 6P-4021-J
- 2) Data interval waktu antar kerusakan komponen Mesin pompa sentrifugal tipe 6P-4021
- 3) Data waktu penggantian komponen Mesin pompa sentrifugal tipe 6P-4021-J.

3.2 Pengolahan Data

1) Tahapan RCM

- a. Memilih sistem dan melakukan pengamatan terhadap cara kerja sistem terpilih untuk pengumpulan informasi.
- b. Mendefinisikan batasan sistem.
- c. Mendeskripsikan sistem secara detail dengan *Functional Block Diagram* (FBD).
- d. Mengidentifikasi fungsi sistem dan kegagalan fungsi.
- e. Melakukan analisis dengan metode *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA).
- f. Analisis dengan metode *Logic Tree Analysis* (LTA).
- g. Pemilihan Tindakan.

2) Penentuan Pola Distribusi

- a. Distribusi Eksponensial
- b. Distribusi Weibull
- c. Distriubsi Normal
- d. Distribusi Log Normal

3) Perhitungan Total Minimum *Downtime*
Total *downtime* per-unit waktu untuk tindakan penggantian *preventif* pada waktu t_p dinotasikan sebagai $D(t_p)$ dihitung menggunakan Pers. (1).

$$D_{tp} = \frac{H(tp)TF+Tp}{tp+Tp} \quad (1)$$

Keterangan:

$H(tp)$: Banyaknya kerusakan (kegagalan) dalam interval waktu $(0, t_p)$, merupakan

nilai harapan (*expected value*).

T_f : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan.

T_p : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan *preventif* (komponen belum rusak).



$t_p + T_p$: Panjang satu siklus.

4) Perhitungan *Reliability*

Keandalan (*reliability*) adalah probabilitas sistem yang berfungsi secara normal pada saat digunakan untuk periode waktu yang diinginkan dalam kondisi operasi fisik.

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^\beta} \quad (2)$$

Keterangan:

R(t): Keandalan komponen pada saat t

F(t): Fungsi distribusi kumulatif

kegagalan komponen

β : Parameter bentuk

t : Waktu

e : 2,7183

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kerusakan Pompa

Pompa 6P-4021-J yang merupakan pompa air untuk memompa air dari *utilitas* ke atas *priling tower*. Pompa Sentrifugal adalah pompa yang memiliki elemen utama berupa motor penggerak dengan sudu *impeller* yang berputar dengan kecepatan tinggi. Standar Operasional Prosedur (SOP) *Preventive maintenance* pompa centrifugal 6P-4021-J pelaksanaan berkala setiap bulan. Data *downtime* mesin pompa ditunjukkan pada Tabel 1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal 6P-4021-J:

- 1) Tipe : *Horizontal*
- 2) *Service* : Pompa air untuk mencuci
- 3) Spesifikasi Pompa :
 - a. Jenis cairan : *Water*
 - b. *Viskositas* cairan : 0,8 CP (Centipoise)
 - c. Temperatur : 30°C
 - d. Kapasitas : 7000 liter/ jam
 - e. Tekanan *suction* : 1,5 kg/cm²
 - f. Tekanan *discharge* : 8 kg/cm²

Tabel 1. Data *downtime* mesin pompa sentrifugal tipe 6P-4021-J.

Komponen	<i>Downtime</i> (Jam)	Persentase <i>Downtime</i>
<i>Seal ring</i>	5	3,89 %
<i>Packing</i>	39	30,32 %
<i>Poros</i>	3,33	2,58 %
<i>Casing</i>	39	22,54 %
<i>Impeller</i>	34,33	26,68 %
<i>Bearing</i>	18	13,99 %
Total	128,66	100 %

Tabel 2. Frekuensi kerusakan komponen mesin pompa sentrifugal 6P-4021-J tahun 2021.

Komponen	Frekuensi Kerusakan
<i>Seal ring</i>	6
<i>Packing</i>	2
<i>Poros</i>	4
<i>Casing</i>	3
<i>Impeller</i>	8
<i>Bearing</i>	15
Total	38

Dari Tabel 2 dapat dilihat komponen yang mempunyai frekuensi kerusakan tinggi dari pompa sentrifugal tipe 6P-4021-J adalah *Bearing*, *Impeller* dan *Seal ring*.

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai *index of fit* terbesar ada pada distribusi weibull dengan nilai *index of fit* 0,88058, hal ini menunjukkan bahwa jenis distribusi waktu kegagalan untuk komponen *bearing* adalah Weibull yang ditunjukkan pada Tabel 3.



Tabel 3. Hasil nilai r atau index of fit dari komponen bearing.

Distribusi	Index of Fit
Normal	0,76264
Log Normal	0,84397
Weibull	0,88058
Ekspensial	0,8039

Mean Time to Failure (MTTF) merupakan rata-rata selang waktu suatu kerusakan dari sebuah distribusi kerusakan dan rata-rata waktu ini menjadi waktu ekspektasi terjadi sebuah kerusakan yang beroperasi saat kondisi berjalan normal. Nilai MTTF untuk pompa sentrifugal ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai MTTF Pompa Sentrifugal 6P-4021-J.

Komponen	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
<i>Seal ring</i>	1,01	1637,8
<i>Bearing</i>	1,11	2113,3
<i>Impeller</i>	1,39	3076,1

Mean Time to Repair (MTTR) merupakan rata-rata atau penentuan nilai tengah dari fungsi probabilitas waktu perbaikan. Penentuan pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan *mean time to failure*. Nilai MTTR untuk pompa sentrifugal ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai MTTR Pompa Sentrifugal 6P-4021-J.

Komponen	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
<i>Seal ring</i>	0,88574	3,3233
<i>Bearing</i>	0,91225	3,0942
<i>Impeller</i>	0,89074	3,8099

Perhitungan dengan menghitung $\frac{1}{2}$ dari P-F Interval masing-masing komponen tersebut. P-F interval yang digunakan data MTTF dari setiap komponen kritis terpilih. Interval waktu perawatan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Interval waktu perawatan

Komponen	Proposed maintenance task	MTTF (Jam)	Interval (Jam)
<i>Bearing</i>	Memberikan lubricant secara berkala	1637,8	819
<i>Seal Ring</i>	Ganti, modifikasi	2113,3	1057
<i>Impeller</i>	Impeller diganti	3076,1	1538

Perhitungan *reliability*

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad (2)$$

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \\ = 2,7183 - \left(\frac{300}{3,75203}\right)^{2,2517} \\ = 0,468$$

Dari hasil perhitungan didapat *Reliability* komponen *bearing* adalah 0,468

Berdasarkan dari analisis hasil dan pembahasan, komponen – komponen pada pompa sentrifugal yang perlu diperhatikan untuk dilakukan perawatan adalah komponen *Seal Ring*, *Bearing* dan *Impeller*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hakim & Fahrizal



(2012) bahwa dari metode RCM pada pompa sentrifugal dengan analisis FMEA, LTA dan Maintenance Task terdapat beberapa komponen yang sangat penting untuk *dipertimbangkan sebagai komponen kritis yaitu Impeller, Bearing, Mechanical Seal Kit, Shaft, dan Casing pump* [11].

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) maka nilai RPN digunakan sebagai dasar dalam pemberian usulan tindakan perbaikan *part* atau komponen kritis pompa sentrifugal tipe 6P-4021-J pada Sektor STG (*Steam Turbine Generator*) dan BB (*Boiler Batubara*) PT. PUSRI. Komponen kritis pompa sentrifugal meliputi; *bearing, seal ring, dan impeller*. Nilai RPN tertinggi adalah komponen *bearing* sebesar 96. Nilai keandalan komponen *bearing* sebesar 0,468 dengan rata-rata waktu perbaikan selama 3,32 jam.

Tindakan perawatan yang diusulkan adalah memberikan *lubricant* secara berkala. Sehingga dapat mengurangi keausan, mencegah korosi, dan mengontrol temperature pada *Bearing*.

5.2 Saran

Kegiatan pemeliharaan mesin khususnya *part – part* pada mesin pompa sentrifugal, sebaiknya dilakukan secara berkala. Dikarenakan mesin pompa merupakan salah satu peralatan utama dalam suatu industri manufaktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Pranoto, N. Matondang, and I. Siregar, “IMPLEMENTASI STUDI PREVENTIVE MAINTENANCE FASILITAS PRODUKSI DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE PADA PT . XYZ,” *J. Tek. Ind. USU*, vol. 1, no. 3, pp. 18–24, 2013.
- [2] R. Robie, “Usulan Penerapan Reliability Centered Maintenance pada Fasilitas Power PT H3I untuk Peningkatan Ketersediaan Jaringan,” *J. PASTI*, vol. VIII, no. 2, pp. 251–265, 2016.
- [3] E. Pourjavad, H. Shirouyehzad, and A. Shahin, “Analyzing RCM Indicators in Continuous Production Lines: A Case Study,” *Int. Bus. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 115–123, 2011.
- [4] William, H. L. Napitupulu, and A. Ishak, “Rancangan Sistem Informasi Perawatan Mesin Pada Pabrik Crumb Rubber PT . HB,” vol. 1, no. 3, pp. 11–17, 2013.
- [5] R. Khasanah, “RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE (RCM) EVALUATION IN THE INDUSTRY APPLICATION, CASE STUDY: FERTILIZER COMPANY, INDONESIA,” *J. PASTI*, vol. X, no. 1, pp. 8–14, 2011.
- [6] Denur, L. Hakim, I. Hasan, and S. Rahmad, “Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Mesin Ripple Mill,” *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–34, 2017.
- [7] Masyhudi, A. Zayadi, and Basori, “Uji Fungsi dan Karakterisasi Pompa Sentrifugal,” *J. Ilm. GIGA*, vol. 17, no. November, pp. 94–98, 2014.
- [8] A. Kurniawan, “Karakteristik Pompa



- Sentrifugal Dengan Variasi Penambahan Jumlah Fin Pada Bilah Tipe Semi Open,” *Otopro*, vol. 15, no. 1, pp. 20–26, 2019.
- [9] Y. Kurniawan and Kusnandar, “Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Pada Cooling Hydronic System Menggunakan Refrijeran Ramah Lingkungan,” *J. Teknol. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–71, 2018.
- [10] G. Rangatama and H. Pranoto, “Analisis Perancangan Pompa Sentrifugal pada Perancangan Shower Tester Booth di PT X,” *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 88–95, 2020.
- [11] L. Hakim and Fahrizal, “Penerapan RCM Pada Sistem Distribusi Air di PDAM Pasir Putih Pematangan Barangan Kabupaten Rokan Hulu,” *J. Aptek*, vol. 4, no. 2, pp. 129–140, 2012.