

PENERAPAN METODE *RELIABILITYENGINEERING* DALAM PERENCANAAN PERAWATAN MESIN DI PERUSAHAAN PRODUKSI AIR MINUM

Khawarita Siregar, Ukurta Tarigan, dan Syahrul Fauzi Siregar

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

Email: khawaritasiregar@yahoo.co.id

Email:ukurta.tarigan@yahoo.com

Abstrak

Perusahaan yang memproduksi air minum memiliki mesin-mesin yang menjalankan kegiatan produksi air minum yang berlangsung 24 jam setiap hari, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik an dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Kerusakan mesin saat ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama. Terdapat kerusakan pada mesin *Raw Water Pump* (RWP) I dengan 3 buah komponen kritis yaitu *Remis Packing*, *Shaft* atau Poros, dan *Drain* RWT. Nilai keandalan komponen *Remis Packing* adalah sebesar 0,9966 dengan selang waktu penggantian setiap 14 hari dari nilai MTTF 18 hari, komponen *Shaft* atau Poros adalah sebesar 0,9919 dengan selang waktu setiap 13 hari dari nilai MTTF 19 hari, komponen *Drain* RWT adalah sebesar 0,9802 dengan selang waktu setiap 14 hari dari nilai MTTF 21 hari.

Kata Kunci: Perawatan Mesin, *Preventive Maintenance*, *Reliability Engineering*, *MTTF*

PENDAHULUAN

Perusahaan semakin hari semakin bergantung pada mesin dalam memproduksi barang. Mesin yang digunakan merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. Sejak era revolusi industri, perawatan industri telah menghasilkan beberapa teori perawatan dan model perawatan.

Mesin yang digunakan merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. *Maintenance* atau pemeliharaan dilakukan dengan tujuan untuk menjamin ketersediaan dan keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis [1]. Perawatan mesin sekarang menggunakan sistem *breakdown maintenance*. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime* [2].

Perusahaan air mid merupakan perusahaan yang bergerak dalam Produksi air minum atau air bersih. Pada perusahaan kerusakan mesin terjadi secara mendadak, dan perawatan dilakukan dengan sistem *breakdown maintenance*. Kerusakan yang terjadi secara mendadak telah mengganggu jadwal produksi yang telah direncanakan.

Secara umum istilah *reliability* mungkin dapat diartikan dengan mampu untuk diandalkan. *Reliability* sendiri berasal dari kata *reliable*, yang artinya dapat dipercaya (*trusty*, *consistent*, atau *honest*). *Reliabilitas* didasarkan pada teori statistika probabilitas, yang tujuannya adalah mampu diandalkan untuk bekerja sesuai dengan fungsinya dengan suatu kemungkinan sukses dalam periode waktu tertentu yang ditargetkan [3,4].

Setiap mesin memiliki pola kerusakan yang berbeda. Untuk melakukan analisa terhadap masalah yang terkait dengan perawatan mesin, dapat digunakan beberapa jenis distribusi kerusakan dan perbaikan untuk mendekati pola kerusakan dan perbaikan mesin yang terjadi.

Mean time to failure (MTTF) merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali [5].

Penggantian komponen mesin berdasarkan *reliability engineering* diharapkan dapat menghindari kerusakan mesin yang tiba-tiba dan menjaga reliabilitas mesin tetap pada tingkat yang diharapkan dengan menerapkan jadwal penggantian komponen mesin secara berkala.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan (*applied research*) dimana penelitian ini dilakukan berkenaan dengan kenyataan-kenyataan praktis, penerapan, dan pengembangan ilmu pengetahuan yang dihasilkan oleh penelitian dasar dalam kehidupan nyata. Penelitian terapan berfungsi untuk mencari solusi tentang masalah masalah tertentu [6]. Hasil penelitian bertujuan untuk memberikan usulan jadwal penggantian komponen mesin dan mengembangkan *standard operation procedure* (SOP) perawatan mesin. Objek penelitian yang diamati adalah perawatan mesin *Raw Water Pump* I PDAM pada proses produksi air minum di Perusahaan Daerah Air Minum.

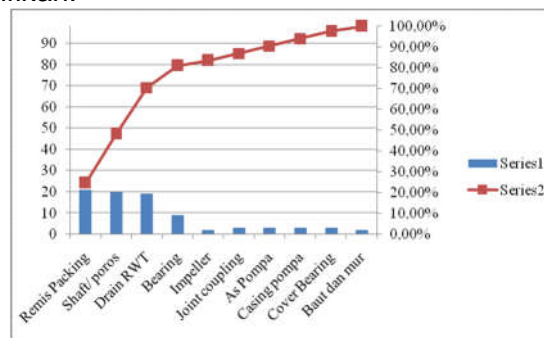
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal pertama yang dilakukan dalam perhitungan adalah menentukan mesin kritis. Dan mesin yang memiliki frekuensi kerusakan terbesar adalah Mesin *Raw Water Pump* (RWP) I. Mesin kritis *Raw Water Pump* (RWP) I yang terpilih kemudian diamati setiap komponennya untuk melihat komponen apakah yang mengakibatkan mesin tersebut tidak dapat dijalankan. Data Komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 1. Alat analisis yang digunakan sebagai penentu mesin kritis adalah diagram pareto. Diagram pareto suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan rangking tertinggi hingga terendah. Diagram pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses [7].

Tabel 1. Data Frekuensi Kerusakan Komponen Mesin

Nama Komponen Mesin	Total Kerusakan
<i>Remis Packing</i>	21
<i>Shaft/ poros</i>	20
<i>Drain RWT</i>	19
<i>Bearing</i>	9
<i>Impeller</i>	2
<i>Casing pompa</i>	3
<i>Cover Bearing</i>	3
<i>Joint coupling</i>	3
As Pompa	3
Baut dan mur	2
TOTAL	85

Diagram pareto untuk analisis komponen kritis mesin *Raw Water Pump* (RWP) idapat dilihat pada Gambar 1. Dari hasil perhitungan frekuensi kumulatif, maka aturan pareto 70-30 komponen-komponen mesin yang memberikan pengaruh paling signifikan adalah *Remis Packing*, *Shaft* atau Poros, dan *Drain RWT* sehingga penelitian akan difokuskan pada komponen-komponen mesin yang memberikan pengaruh paling signifikan.



Gambar 1. Diagram Pareto Komponen Mesin *Raw Water Pump* (RWP) I

Pola kerusakan komponen mesin kritis dianalisis berdasarkan data interval kerusakan dari nilai *Index of Fit (Correlation Coefficient)* yang terbesar. Pola distribusi yang diuji adalah distribusi normal, lognormal, eksponensial dan weibull [5]. Penentuan distribusi berdasarkan nilai *r* yang terbesar. Rumus yang dipergunakan untuk menghitung *Index of Fit* adalah sebagai berikut:

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^n T_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n T_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) \quad (1)$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^n T_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n T_i \right)^2 \quad (2)$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \quad (3)$$

$$\text{Index of Fit } (r) = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}} \quad (4)$$

Hasil pengujian pola distribusi yang terpilih untuk masing-masing komponen mesin dapat dilihat pada Tabel 2. Pola distribusi yang terpilih adalah distribusi yang mendapatkan nilai *Index of Fit (Correlation Coefficient)* terbesar.

Tabel 2. Pola distribusi yang terpilih untuk Masing-Masing Distribusi Komponen Mesin

Mesin		
No	Nama Komponen	Distribusi
1	<i>Remis Packing</i>	Normal
2	<i>Shaft</i> atau poros	Normal
3	<i>Drain RWT</i>	Weibull

Dengan mengetahui distribusi yang terpilih, dapat dihitung parameter-parameter pada komponen kritis sesuai dengan distribusi yang terpilih. Nilai MTTF untuk masing-masing distribusi didapatkan dengan menggunakan rumus berikut: mesin.

1. Normal

$$MTTF = \mu$$

2. Lognormal

$$MTTF = \mu \frac{\sigma^2}{2}$$

3. Eksponensial

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

4. Weibull

$$MTTF = \lambda$$

Hasil rekapitulasi perhitungan MTTF, maka didapat interval pergantian masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai MTTF Komponen Mesin

Komponen	Nilai MTTF
<i>Remis Packing</i>	18
<i>Shaft</i> atau Poros	19
<i>Drain RWT</i>	21

Perhitungan nilai keandalan (*reliability*) komponen mesin kritis pada jadwal penggantian yang diusulkan digunakan untuk mengetahui besar nilai keandalan komponen mesin pada saat dilakukan jadwal penggantian komponen yang diusulkan. Perhitungan dilakukan berdasarkan pola distribusi yang telah terpilih untuk masing – masing komponen. Perhitungan nilai keandalan setiap komponen adalah sebagai berikut:

1. Komponen *Remis Packing*

Data interval waktu kerusakan komponen berdistribusi normal

Parameter : MTTF = 18 hari

$$: \mu = 17,3810$$

$$: \sigma = 1,2470$$

Maka perhitungan nilai keandalan komponen mesin adalah:

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{18 - 17,3810}{1,2470}\right) = 0,3098$$

$$F(tp) = 1 - R(tp) = 1 - 0,3098 = 0,6902$$

2. Komponen *Shaft* atau Poros

Data interval waktu kerusakan komponen berdistribusi normal

Parameter : MTTF = 19 hari

$$: \mu = 18,2500$$

$$: \sigma = 2,3330$$

Maka perhitungan nilai keandalan komponen mesin adalah:

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{19 - 18,2500}{2,3330}\right) = 0,3656$$

$F(tp) = 1 - R(tp) = 1 - 0,3656 = 0,6343$
 3. Komponen *Drain* RWT
 Data interval waktu kerusakan komponen berdistribusi Weibull
 Parameter : MTTF = 21 hari
 : $\alpha = 20,0924$
 : $\beta = 10,8324$

Maka perhitungan nilai keandalan komponen mesin adalah:

$$R(tp) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] = \exp \left[- \left(\frac{21}{20,0924} \right)^{10,8324} \right] = 0,1991$$

$$F(tp) = 1 - R(tp) = 1 - 0,1991 = 0,8009$$

Rekapitulasi nilai keandalan (*reliability*) pada interval kerusakan (MTTF) komponen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Keandalan pada Interval Kerusakan (MTTF)

Komponen	Interval Kerusakan (MTTF)	Keandalan
<i>Remis Packing</i>	18 hari	0,3098
<i>Shaft</i> atau Poros	19 hari	0,3656
<i>Drain RWT</i>	21 hari	0,1991

Analisis Pemecahan Masalah

Mesin ini sering mengalami kerusakan disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktornya adalah:

1. Umur komponen yang digunakan telah melebihi batas pemakaian seharusnya.
2. Operator tidak benar dalam pemasangan komponen mesin sehingga akan mempercepat kerusakan mesin.
3. *Wear* (Keausan) yang terjadi akibat dua permukaan yang bergesekan dalam mesin pada saat beroperasi dimana semakin lama mesin digunakan maka komponen mesin akan cepat aus.

Interval waktu penggantian pencegahan komponen yang diperoleh dari nilai C_{tp} yang optimum dapat dilihat pada tabel berikut. Model penentuan interval penggantian pencegahan dengan kriteria meminimisasi ongkos dapat ditulis sebagai berikut [8][9][10]:

$$C_{(tp)} = \frac{\{C_p \cdot R_{(tp)}\} + \{C_f \cdot R_{(tp)}\}}{\left[\{t_p + T_p\} \cdot R_{(tp)} \right] + \left[\{M_{(tp)} + T_f\} \cdot \{1 - R_{(tp)}\} \right]} \dots \dots \dots (5)$$

Nilai keandalan komponen mesin *Remis Packing* pada jadwal penggantian komponen setiap 14 hari penggunaannya adalah sebesar 0,9966. Nilai keandalan komponen mesin *Shaft* atau Poros pada jadwal penggantian komponen setiap 13 hari penggunaannya adalah sebesar 0,9919. Nilai keandalan komponen mesin *Drain RWT* pada jadwal penggantian komponen setiap 14 hari penggunaannya adalah sebesar 0,9802.

Dengan adanya jadwal perawatan mesin yaitu penggantian komponen maka komponen mesin sudah harus diganti pada saat mesin dioperasikan selama interval waktu yang telah ditentukan. Hal ini akan menghilangkan biaya akibat kehilangan waktu produksi yang dapat ditimbulkan akibat kerusakan mesin yang tiba-tiba terjadi saat proses produksi berlangsung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. mesin kritis adalah mesin *Raw Water Pump* (RWP) I yaitu mesin dengan frekuensi kerusakan terbesar dengan komponen mesin kritis yaitu *Remis Packing*, *Shaft* atau Poros dan *Drain* RWT.
2. Jadwal perawatan mesin dengan penggantian komponen kritis untuk komponen *Remis Packing* adalah 14 hari, komponen *Shaft* atau Poros adalah 13 hari, dan komponen *Drain* RWT adalah 14 hari.
3. Nilai keandalan komponen mesin pada jadwal penggantian komponen *Remis Packing* adalah 0,9966, komponen *Shaft* atau Poros adalah 0,9919, dan komponen *Drain* RWT adalah 0,9802.

REFERENCES

- [1]. A.S. Corder, *Teknik Manajemen Pemeliharaan* (Jakarta. Erlangga. 1992)
- [2]. Ariani, Dorothea Wahyu, *Pengendalian Kualitas Statistik* (Yogyakarta: Andi. 2003)
- [3]. Kapur, K.C., and Lamberson, L.R, *Reliability in Engineering Design*(John Wiley & Sons, New York. 1977)
- [4]. Patrick D.TO'Connor, *Practical Reliability Engineering* (John Wiley & Sons, England. 1991)
- [5]. Ebeling, C.E, *An Introduction to Reliability and Maintaniability Engineering* (The McGRaw
- [6]. Sukaria Sinulingga, *Metode Penelitian* (Medan: USU Press. 2013)
- [7]. Nayeema Sultana dan Md. Rezaul Karim, *Optimal Replacement Age and Maintenance*
- [8]. Assauri, Sofyan, *Manajemen Produksi dan Operasi*(Lembaga Penerbit FEUI. 2008)
- [9]. Hill Companies Inc, New York. 1997) *Cost: A Case Study* (American Journal of Theoretical and Applied Statistics. 2015)
- [10]. Putri Oktalisa P, *Perancangan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Reliability Engineering dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) pada PT. XXX. FT USU* (Universitas Sumatera Utara. 2013)