

# PERENCANAAN PERAWATAN *IMPELLER* DAN *SHAFT FRESH WATER PUMP* DENGAN METODE *PREDICTIVE MAINTENANCE*

Ahmad Muzzammil<sup>1\*</sup>, Nurvita Arumsari<sup>2</sup>, Benedicta Dian Alfanda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia

\*E-mail:

[ahmadmuzzammil@student.ppns.ac.id](mailto:ahmadmuzzammil@student.ppns.ac.id)<sup>1</sup>, [arum@ppns.ac.id](mailto:arum@ppns.ac.id)<sup>2</sup>, [benedictadian@ppns.ac.id](mailto:benedictadian@ppns.ac.id)<sup>3</sup>

---

**Abstract** – *A maritime transportation based company used corrective maintenance on these two component, impeller and shaft of fresh water pump inside their ship’s water cooling system. While using corrective maintenance, these two components are getting maintained when its already in worse condition and made the system down. Therefore, a reliability analysis is performed using predictive method to predict when will these two component would break down and then scheduled to fix based on MTTF value of component. Then, the system would run without getting disrupted because of the unit’s downtime.*

**Keywords:** FMEA, MTTF, Predictive maintenance, Excel Simulation, Reliability.

---

## Nomenclature

R(t) : Keandalan fungsi waktu.  
MTTF : Rata-rata waktu antara kegagalan (jam).  
Z : nilai angka Z dari tabel Z distribusi normal.  
 $\mu$  : nilai parameter *mean* distribusi normal.  
 $\sigma$  : nilai standar deviasi distribusi normal.  
 $\theta$  : nilai parameter skala distribusi weibull.  
 $\beta$  : nilai parameter *shape* distribusi weibull.  
t : waktu (jam).  
 $\lambda$  : laju kegagalan per satuan waktu.

## 1. PENDAHULUAN

Tujuan dari perawatan adalah mengembalikan apapun yang dirawat menuju kondisi “tanpa masalah”. Tetapi tidak hanya sekedar “berapapun biayanya”, tapi tujuannya menemukan titik optimum untuk melakukan perawatan [1]. Pompa adalah komponen yang sangat signifikan dalam menjaga suhu motor diesel di dalam kapal. Pompa terdiri dari beberapa komponen kecil yang juga penting untuk memastikan suhu motor diesel tetap terjaga, seperti *impeller* dan *shaft* pompa. Karena itu, diperlukan perawatan yang cocok dan baik untuk komponen *impeller* dan *shaft* pompa.

Perawatan yang diterapkan kapal saat ini adalah *corrective maintenance*, dimana komponen dibiarkan bekerja sampai *breakdown* barulah dilakukan perawatan. Jika terus dilakukan seperti itu, *downtime* yang terlalu sering terjadi dapat menyebabkan kerugian bagi komponen maupun biaya kerugian yang dikeluarkan. *Predictive*

*maintenance* berfungsi menentukan interval perawatan yang tepat untuk melakukan perawatan berdasarkan kondisi komponen dari nilai keandalan.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dari tahap pengamatan dan pengumpulan data di kapal. Data yang didapat diolah agar didapat MTTF dalam rentang waktu tertentu yang kemudian digunakan untuk mendapatkan distribusi yang tepat untuk perhitungan keandalan komponen.

### 2.1 FMEA

Untuk menemukan MTTF, perlu diketahui failure mode yang mungkin terjadi pada komponen dan menganalisa akibatnya. Setelah itu bisa diketahui MTTF dan *failure rate* dari komponen.

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (1)$$

### 2.2 Penentuan Distribusi

Identifikasi distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi dari data interval antar kerusakan komponen dan lama waktu perbaikan komponen [2]. Proses identifikasi ini membutuhkan data MTTF komponen dari waktu ke waktu. Pengujiannya yaitu dengan *Goodness of Fit Test* yang merujuk pada nilai *Anderson-Darling* dan nilai *Pearson Correlation Coefficient*. Setelah menentukan distribusi barulah akan dihitung keandalan komponen.

Distribusi Normal

$$R(t) = 1 - Z\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \dots \dots \dots (2)$$

Distribusi Eksponensial

$$R(t) = \exp^{-\lambda \times t} \dots \dots \dots (3)$$

Distribusi Weibull

$$R(t) = \exp \left[ - \left( \frac{t}{\theta} \right)^\beta \right] \dots \dots \dots (4)$$

### 2.3 Analisa Reliability

Setelah menentukan distribusi, perhitungan keandalan komponen dihitung dengan rumus yang sudah ada berdasarkan distribusi yang ditetapkan.

### 2.4 Simulasi dengan Excel

Untuk membuktikan bahwa perhitungan dengan rumus teori, dilakukan simulasi montecarlo untuk menguji bahwa perhitungan sudah tepat dengan menggunakan bantuan microsoft Excel dan Visual Basic.

### 2.5 Penentuan Jadwal Perawatan

Untuk menentukan jadwal perawatan, perlu ditemukan MTTF tiap komponen pada kondisi dimana nilai keandalannya sudah dibawah nilai RLLM (Reliability Lower Limit Maintenance) 0,7 [3].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan jadwal perawatan yang berdasarkan kondisi komponen yang dinotasikan dengan nilai keandalan.

### 3.1 FMEA

Data yang sudah didapat kemudian diolah untuk mendapatkan informasi *failure mode* dan akibat yang mungkin terjadi pada komponen.

Tabel 1. Failure Mode & Effect Analysis

| Komponen                  | Failure Mode         | Penyebab   | Efek                                  |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------------------------|
| Impeller Fresh Water Pump | Structure Deficiency | Permukaan terkikis karena usia, ada kotoran dsb. | Aliran discharge pompa tidak maksimal |
| Shaft Fresh Water Pump    | Vibration            | Bearing yang aus, misalignment dsb.              | Terjadi breakdown pada pompa          |

Dari failure mode tersebut, dicari kegagalan terjadi karena failure mode tersebut dari data yang didapat. Karena tidak ada data kegagalan yang didapat berdasarkan failure mode, dicari failure rate dan MTTF komponen dari sumber eksternal, yaitu Oreda (Offshore Reliability Data) [4].

Tabel 2. Data Perolehan dari Oreda

| Komponen         | Laju kegagalan           | MTTF (jam) |
|------------------|--------------------------|------------|
| Impeller FW Pump | 20,3 x 10 <sup>-6</sup>  | 49261      |
| Shaft FW Pump    | 14,03 x 10 <sup>-6</sup> | 71276      |

### 3.2 Penentuan Distribusi

Dari data yang didapatkan, komponen-komponen tersebut diasumsikan berdistribusi eksponensial karena tidak ada seri data yang beruntun dari Oreda.

### 3.3 Analisa Reliability

Dengan merujuk pada rumus distribusi Eksponensial, keandalan komponen pada t = MTTF komponen tersebut adalah sebagai berikut.

#### 1. Impeller Fresh Water Pump

$$R(t) = \exp^{-\lambda \times t}$$

$$R(t) = \exp^{-0,0000203 \times 49261}$$

$$R(t) = \exp^{-0,999983}$$

$$R(t) = 0,367880067$$

#### 2. Shaft Fresh Water Pump

$$R(t) = \exp^{-\lambda \times t}$$

$$R(t) = \exp^{-0,00001403 \times 71276}$$

$$R(t) = \exp^{-1,00000228}$$

$$R(t) = 0,3678786$$

### 3.4 Simulasi dengan Excel

Untuk membuktikan bahwa perhitungan dengan rumus teori benar, dilakukan perbandingan dengan simulasi montecarlo seperti pada gambar di bawah ini.

| Komponen                   | Impeller FW Pump | Shaft FW Pump | Simulasikan |
|----------------------------|------------------|---------------|-------------|
| Reliability Index          | 0,367880067      | 0,3678786     |             |
| Random                     | 0,306219005      | 0,0663152     |             |
| Success = 1 this iteration | 1                | 1             |             |
| Fail = 0 this iteration    | 0                | 0             |             |
| Cumulative successes       | 371              | 369           |             |
| Cumulative failure         | 629              | 631           |             |
| Total Iterations           | 1000             | 1000          |             |
| Simulated reliability      | 0,371            | 0,369         |             |
| Theoretical reliability    | 0,367880067      | 0,3678786     |             |
| % error                    | 0,85%            | 0,30%         |             |

Gambar 1. Simulasi dengan Excel dan Visual Basic.

Dari gambar diatas, kedua komponen memiliki nilai keandalan yang mendekati nilai dari pdengan margin error masing-masing yaitu 0,85% untuk *impeller* dan 0,3% untuk *shaft*.

### 3.5 Penentuan Jadwal Perawatan

Jadi, berdasarkan perhitungan secara teori dan simulasi menyatakan bahwa komponen *Impeller* dan *Shaft* akan mengalami kegagalan pada waktu running mencapai 49.261 jam dan 71.276 jam yang

pada waktu tersebut keandalan kedua komponen mencapai 0,367880067 dan 0,3678786. Sehingga kedua komponen tersebut dipastikan harus dijadwalkan perawatan pada interval waktu 49.261 jam untuk *impeller* dan 71.276 jam untuk *shaft* pompa.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan sebelumnya, komponen impeller dijadwalkan perawatan paling lambat setiap 49.261 jam sebelum terjadi breakdown pada komponen. Komponen shaft dijadwalkan perawatan paling lambat setiap 71.276 jam sebelum terjadi breakdown. Penjadwalan dilakukan sebelum breakdown terjadi untuk menghindari biaya kerugian yang dikeluarkan karena *loss production*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lyonnet, P., 1991. *Maintenance Planning: Methods and Mathematics*. 1<sup>st</sup> Ed. London: Chapman & Hall.
- [2] Soesetyo, I., 2014. Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia – Sepanjang. *Jurnal Titra*, 2 (2), pp. 147-154.
- [3] Arifin, Muhammad Zainal., 2018. Perencanaan Pemeliharaan Dan Optimasi Biaya Perawatan Pada Sistem Utility Dengan Metode Preventive Maintenance. In: PPNS (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya), *Proceeding 1<sup>st</sup> Conference on Marine Engineering and its Application*. Surabaya, Indonesia, 04 Desember 2018, PPNS: Surabaya.
- [4] OREDA, C., 2002. *OREDA – Offshore Reliability Data Handbook*. 4<sup>th</sup> Ed. Norway: OREDA Participants.