

---

---

## MENENTUKAN INTERVAL WAKTU PENGGANTIAN KOMPONEN KRITIS PADA MESIN FORKLIFT MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT

Muhammad Asyiruddin<sup>1</sup>, Nina Aini Mahbubah<sup>2</sup>, Akhmad Wasiur Rizqi<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia  
e-mail : [asyiruddin19@gmail.com](mailto:asyiruddin19@gmail.com)

### ABSTRAK

UD. Anugrah merupakan sebuah perusahaan jasa skala menengah persewaan *forklift*. Saat ini perusahaan belum memiliki perencanaan perawatan terjadwal, sehingga permasalahan yang sering dialami oleh perusahaan yakni kerusakan pada mesin yang mengakibatkan *downtime*. UD. Anugrah mempunyai 15 mesin *forklift*. Fokus penelitian ini adalah mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II yang di mana mesin ini memiliki frekuensi kerusakan paling banyak yakni 58 kali dan mengakibatkan *downtime* sebesar 251 jam. Pada saat ini perusahaan perlu memiliki perencanaan perawatan terjadwal dengan tujuan agar mengurangi kerugian. Penelitian ini bertujuan untuk mencari komponen kritis pada mesin *forklift* komatsu 3 ton menggunakan bantuan diagram pareto, dan untuk menentukan interval waktu penggantian pencegahan yang optimal bagi komponen kritis pada mesin *forklift* komatsu 3 ton maka digunakan model *Age Replacement*. Hasil dari penelitian ini terdapat 20 komponen yang pernah mengalami kerusakan pada mesin *forklift* komatsu 3 ton dan dari 20 komponen tersebut dapat diketahui bahwa komponen *roller bearings* adalah komponen kritis dengan frekuensi kerusakan paling banyak yakni 14 kali kerusakan dalam jangka tahun 2017-2019. Dengan perhitungan model *Age Replacement* ditemukan bahwa waktu yang optimal untuk melakukan penggantian pencegahan adalah saat interval ke 53 hari dengan biaya penggantian usulan sebesar Rp. 6.622.664,- /3 tahunnya dengan melakukan 15 kali penggantian.

**Kata kunci** : Pareto, Model *Age Replacement*, Penggantian Pencegahan.

### ABSTRACT

*UD. Anugrah is a medium-scale forklift rental service company that currently lacks a scheduled maintenance plan. As a result, the company frequently faces equipment damage, leading to downtime. UD. Anugrah has 15 forklift machines. The focus of this research is on the Komatsu 3-ton No.II forklift, which has recorded the highest frequency of issues 58 instances resulting in a total downtime of 251 hours. To mitigate losses, it is essential for the company to implement a structured maintenance schedule. This study aims to identify critical components of the Komatsu 3-ton forklift using a Pareto diagram and to establish the optimal preventive replacement intervals for critical components through the Age Replacement model. The results of this study identified 20 components that have experienced damage on the Komatsu 3-ton forklift and among these components, it can be found that the roller bearings are critical, with the highest frequency of damage, occurring 14 times during the period from 2017 to 2019. Using the Age Replacement model calculations, it was determined that the optimal time for preventive replacement is at the 53rd-day interval. The proposed cost for these replacements is Rp. 6,622,664 over a three-year period, requiring 15 replacements.*

**Keywords** : Pareto, *Age Replacement Model*, Job Change

---

### Jejak Artikel

Upload artikel : 3 Oktober 2024

Revisi : 27 Oktober 2024

Publish : 30 November 2024

---

### 1. PENDAHULUAN

Pada dunia industri yang semakin kompetitif saat ini, keberadaan jasa persewaan alat berat sebagai kebutuhan primer dalam dunia bisnis, dimana sarana alat berat sebagai salah satu alasan untuk kelancaran bisnis merupakan pendorong maraknya persaingan dalam bisnis

jasa persewaan alat berat. Seiring berjalannya waktu semakin banyaknya permintaan masyarakat khususnya kontraktor untuk menggunakan alat berat dalam menjalankan usaha mereka menyebabkan bisnis persewaan alat berat semakin meningkat dari waktu ke waktu (Ashari, 2019).

UD. Anugrah merupakan sebuah perusahaan jasa skala menengah persewaan *forklift*. Jasa yang ditawarkan adalah jasa pembongkaran, pemuatan, dan pemindahan barang baik proses dilakukan di pabrik *customers*, proyek, serta di kapal melalui pelabuhan. UD. Anugrah beroperasi selama 8 tahun, dengan harapan besar bisa semakin baik kedepannya didalam bisnis tersebut, sehingga perusahaan semakin tertata dan profit perusahaan meningkat.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di UD. Anugrah. Penggunaan *forklift* secara kontinyu akan mengalami penurunan tingkat kesiapan mesin *forklift*, dalam usaha menjaga tingkat kesiapan mesin *forklift* agar pelayanan jasa dapat terjamin akibat penggunaan mesin secara terus menerus, sehingga di butuhkan kegiatan pemeliharaan mesin secara baik dan terencana.

Perawatan juga salah satu upaya dalam menjaga tingkat kehandalan mesin *forklift*. Selama ini, perawatan yang ada pada umumnya dilakukan dengan *coorrective maintenance* yang mana artinya adalah melakukan perbaikan pada waktu komponen tersebut rusak. Disisi yang lain, apabila perawatan dilakukan terlambat, maka akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. (Widiasih & Aziza, 2019)

Menurut Nepal dan Park (2004) dalam Rahmania et al., (2018), *downtime* disebabkan oleh tidak tersedianya peralatan dan kerusakan peralatan adalah faktor umum terbesar yang mempunyai pengaruh kuat terhadap produktivitas peralatan dan performansi perusahaan. Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan tingginya *downtime* yaitu faktor manusia, strategi yang dijalankan perusahaan, proyek, lokasi, peralatan atau mesin dan tindakan manajemen. Frekuensi kerusakan dan lama *downtime* mesin, maka semakin tinggi kerugian bagi perusahaan (Syahrudin, 2012).

UD. Anugrah selama ini belum memberikan perhatian yang cukup baik terhadap sistem perawatan mesin *forklift* yang dimilikinya. Sistem yang diterapkan saat ini yaitu *break down maintenaince*, jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen mesin, sistem penggantiannya dilakukan saat komponen mesin tersebut benar-benar rusak, Jika komponen mesin masih bisa dipakai, akan tetap dipertahankan sampai komponen tersebut rusak total tanpa memperhatikan dan mempertimbangkan pengaruh dari rusaknya komponen tersebut seperti *downtime* yang

lama akibat kinerja mesin *forklift* berhenti. Tidak adanya *schedule maintenance* sehingga mesin *forklift* sering mengalami kerusakan, untuk mengantisipasi hal tersebut perusahaan perlu memperhitungkan dengan efektif dan efisien terhadap penjadwalan perawatan dalam rangka meminimalisir biaya perawatan (Purnama et al., 2012). Pada tabel 1.2 di bawah ini memperlihatkan data frekuensi kerusakan mesin *forklift* di UD. Anugrah.

**Tabel 1.** Data frekuensi kerusakan mesin *forklift* UD. Anugrah Bulan Januari 2017-Desember 2019

Jenis <i>forklift</i>	Banyaknya Kerusakan 2017	Banyaknya Kerusakan 2018	Banyaknya Kerusakan 2019	Banyaknya Kerusakan 2017-2019	Total Downtime (Jam)
MITSUBISHI 3 TON NO. I 2016	3	2	2	7	23
MITSUBISHI 3 TON NO. II 2013	9	12	8	29	173
MITSUBISHI 3 TON NO. III 2016	2	2	1	5	17
MITSUBISHI 3 TON NO. IV 2014	10	8	7	25	165,5
MITSUBISHI 3 TON NO. V 2014	11	12	9	32	205
KOMATSU 3 TON NO. I 2015	8	7	10	25	150
<b>KOMATSU 3 TON NO. II 2014</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>251</b>
KOMATSU 3 TON NO. III 2016	7	5	3	15	97,5
KOMATSU 3 TON NO. IV 2018	0	1	3	4	19
MITSUBISHI 5 TON NO. I 2016	3	2	1	6	25
MITSUBISHI 5 TON NO.II 2013	11	8	13	32	211
MITSUBISHI 5 TON NO. III 2018	0	2	1	3	17
KOMATSU 5 TON NO. I 2016	6	4	3	13	89
KOMATSU 5 TON NO. II 2016	4	2	5	11	71,5
KOMATSU 5 TON NO. III 2017	0	1	1	2	9,7

Sumber: UD. Anugrah

Berdasarkan data frekuensi kerusakan pada tabel 1 maka terlihat bahwa *forklift* komatsu 3 ton No.II merupakan mesin dengan total frekuensi kerusakan paling banyak 58 kali, total *downtime* perbaikan 251 jam, dengan pemakaian 73% dalam 3 tahun. *Downtime* yang tinggi akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan yang meliputi kerugian biaya tenaga kerja, pergantian sparepart maka dari itu *forklift*

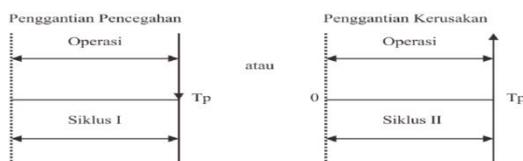
komatsu 3 ton No.II dipilih untuk dijadikan fokus penelitian di karenakan mempunyai frekuensi kerusakan paling tinggi dan *downtime* terbanyak di antara *forklift* lainnya.

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan yang telah diuraikan, maka perawatan komponen kritis pada *forklift* bertujuan meminimalisir terjadinya kerusakan pada *forklift*. Upaya *preventive maintenance* pada penelitian ini menggunakan metode *age replacement*. Pendekatan *age replacement* diharapkan mampu dapat meminimalkan biaya pemeliharaan *forklift* secara berkala dan teratur yang meliputi waktu kegiatan pemeliharaan sehingga, hal ini akan memberikan hasil yang optimal pada pemakaian *forklift* secara *continue*. (Ramadhan & Iskandar, 2015).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode *age replacement* adalah suatu model penggantian dimana interval waktu penggantian komponen dilakukan dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat. Model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan (Ansori & Muatajib, 2013).

Pada model *age replacement* ini terdapat dua siklus operasi, yaitu siklus 1 menjelaskan tentang pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan. Ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur pengantian sesuai dengan yang telah direncanakan. Dan siklus 2 tentang pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian kerusakan. Ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 1. Siklus Model Age Replacemen

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu berupa data kerusakan mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II, data waktu perbaikan, dan data biaya perbaikan kerusakan yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan selama 1 kali kerusakan. Data yang dikumpulkan dari bulan Januari 2017 - Desember 2019.

#### 3.1.1 Data Kerusakan dan Waktu Perbaikan *Forklift* Komatsu 3 ton No.II

Tabel 2. Data Kerusakan dan Data Waktu Perbaikan Mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II tahun 2017

Bulan	Tanggal	Jenis Kerusakan	Lama Perbaikan (jam)
Januari	2	Roller Bearing Pecah	4,5
	26	Tie rod Rusak	3,5
Februari	9	Kavas Rem Aus	3
	23	Cylinder Bocor	2,5
Maret	20	Roller Bearing Pecah	4,6
	14	Kampas Kopling Aus	5
Mei	29	Oli dan Filter Hydraulic Kotor	2,5
	19	Ring Piston Patah	4,5
Juni	28	Carbon Brush Motor Steering Aus	2
	24	Roller Bearing Aus	5
Juli	6	Metal Jakan Pecah	10,5
	19	O Ring Lecet	3,5
Agustus	31	Pompa Hydraulic Rusak	4
	28	Clutch Cover Aus	3,5
September	17	Roller Bearing Pecah	4,5
	29	Lampu Belakang Mati	0,75
Oktober	18	Tie Rod Rusak	4
	29	Roller Bearing Aus	5
Desember	11	Lampu depan Mati	0,5
	27	Oli Mesin Kotor	1,5

Sumber : UD. Anugrah

Tabel 3. Data Kerusakan dan Data Waktu Perbaikan Mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II tahun 2018

Bulan	Tanggal	Jenis Kerusakan	Lama Perbaikan (jam)
Januari	19	Metal Duduk Pecah	12,5
Februari	6	Cylinder Bocor	2,5
	14	Oli dan Filter Hydraulic kotor	3
Maret	26	Roller Bearing Aus	5
	12	Kipas Pendingin Rusak	2
April	27	Ring Piston Patah	4,5
	30	Roller Bearing Aus	4,8
Mei	11	Piston Bengkok	16
	1	O Ring putus	3,5
Juni	22	Clutch Cover Aus	4
	5	Oli Mesin Kotor	1,5
Juli	20	Roller Bearing Pecah	4,6
	31	Rantai Putus	6
Agustus	22	Kavas Rem Aus	3,5
September	15	Kampas Kopling Aus	5,5
	24	Injektor Tidak Berfungsi	5,4
Oktober	19	Cylinder Bocor	2,5
	8	Roller Bearing Pecah	4,7
November	12	Tie Rod Rusak	3,5
	26	Clutch Cover Retak	3
Desember	20	Lampu Belakang Mati	0,75

Sumber : UD. Anugrah

**Tabel 4.** Data Kerusakan dan Data Waktu Perbaikan Mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II tahun 2019

Bulan	Tanggal	Jenis Kerusakan	Lama Perbaikan (jam)
Januari	11	Lampu Depan Pecah	0,5
Februari	8	Roller Bearing Pecah	4,5
Maret	13	Metal Duduk Pecah	12,5
	29	Clutch Cover Aus	4
April	11	Cylinder Bocor	2,5
Mei	6	Roller Bearing Aus	4,9
	22	Metal Jalan Pecah	9,5
Juni	27	Ring Piston Patah	4,5
Juli	18	Roller Bearing Pecah	4,5
Agustus	8	O Ring Putus	3,5
	23	Oli dan Filter Hydraulic Kotor	2
	30	Tie Rod Rusak	3,5
September	25	Roller Bearing Aus	5
Oktober	17	Kavas Rem Aus	3,5
November	28	Roller Bearing Pecah	5
Desember	9	Clutch Cover Retak	3
	18	Kampas Kopling Aus	4,5

Sumber : UD. Anugrah

**3.1.2 Data Biaya Perbaikan Kerusakan Forklift komatsu 3 ton No.II,**

**Tabel 5.** Biaya Tenaga Kerja dan Harga Sewa *Forklift* Komatsu 3 ton No. II

NO	Nama	Jumlah
1	Gaji Maintenance	Rp. 4.500.000/Bulan
2	Gaji Operator	Rp. 3.900.000/Bulan
3	Harga Sewa Mesin Forklift Komatsu 3 Ton NO.II	Rp. 175.000/ Jam

Sumber : UD. Anugrah

**Tabel 6.** Harga Komponen Mesin *Forklift* Komatsu 3 ton No.II

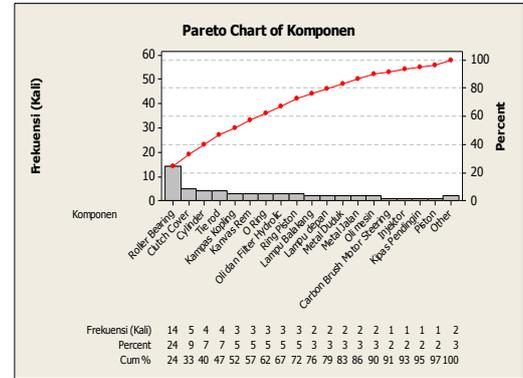
NO	Komponen	Harga Komponen
1	Roller Bearing	Rp. 550.000
2	Kavas Rem	Rp. 374.000
3	Tie rod	Rp. 150.000
4	Oli dan Filter Hydraulic	Rp. 100.000
5	Cylinder	Rp. 156.000
6	Carbon Brush Motor Steering	Rp. 332.000
7	Metal Jalan	Rp. 422.500
8	O Ring	Rp. 173.200
9	Pompa Hydraulic	Rp. 14.000.000
10	Clutch Cover	Rp. 800.000
11	Ring Piston	Rp. 700.000
12	Kampas Kopling	Rp. 410.000
13	Injektor	Rp. 3.500.000
14	Lampu depan	Rp. 150.000
15	Metal Duduk	Rp. 506.000
16	Piston	Rp. 3.450.000
17	Kipas Pendingin	Rp. 230.000
18	Lampu Balakang	Rp. 250.000
19	Oli mesin	Rp. 300.000
20	Rantai	Rp. 2.400.000

Sumber : UD. Anugrah

**3.2 Pengolahan Data**

**3.2.1 Penentuan Komponen Kritis**

Berikut 20 komponen yang akan di tentukan komponen kritis menggunakan diagram *pareto*, dan yang akan di teliti dari 20 komponen tersebut dipilih 1 komponen yang mempunyai frekuensi kerusakan terbanyak.

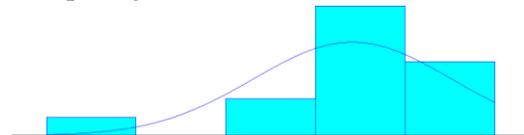


**Gambar 2.** Diagram Pareto Komponen mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Dari gambar 4.1 diatas dapat diketahui bahwa komponen kritis pada mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II yakni komponen *Roller Bearing* dengan frekuensi kerusakan paling banyak yaitu 14 kerusakan, sehingga komponen *Roller Bearing* ini akan dianalisis lebih lanjut sebagai fokus penelitian pada pengolahan data.

**3.2.2 Penentuan Distribusi Statistik Waktu Antar Kegagalan**

pengujian distribusi statistik dengan dibantu *software* *Arena V5*, dan setelah dilakukan pengujian menggunakan *software* *Arena V5* maka di dapatkan hasil yang bisa dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini :



**Gambar 3.** Distribusi Statistik *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Dengan nilai *Square Error* : 0.050445, *Kolmogorov-Smirnov Test Statistic* =0,23, *Corresponding p-value* > 0.15, *Mean* = 75.7, standart deviasi =25,5. Data tersebut dinyatakan distribusi normal dikarenakan *p-value* > 0.15 yang dimana lebih dari 0,05.

### 3.2.3 Penentuan Interval Penggantian Komponen Kritis

Pada kali ini model *Age Replacement* dengan kriteria minimasi *downtime* digunakan untuk menentukan interval waktu yang optimal penggantian komponen adapun langkah-langkah untuk menentukan penggantian komponen yang optimal adalah sebagai berikut:

#### 3.2.3.1 Menghitung *MTTF*, *MTTR* dan *MTBF* *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Rumus *MTTF* distribusi normal adalah :  
 $MTTF = \mu$   
 $MTTF = 75.7 \approx 76$  hari

Rumus *MTTR* distribusi normal adalah :

$$MTTR = \frac{\text{jumlah waktu perbaikan}}{\text{jumlah perbaikan}}$$

$$MTTR = \frac{66,6}{14} = 4,76 \text{ jam} = 0.198 \text{ hari}$$

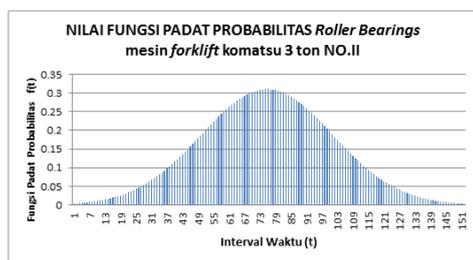
Rumus *MTBF* distribusi normal adalah :

$$MTBF = MTTF - MTTR$$

$$MTBF = 76 - 0.198 = 75,802 \text{ hari}$$

#### 3.2.3.2 Menentukan Nilai Fungsi Kepadatan Probabilitas *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Fungsi padat probabilitas menyatakan probabilitas terjadinya kerusakan dalam suatu interval waktu tertentu.



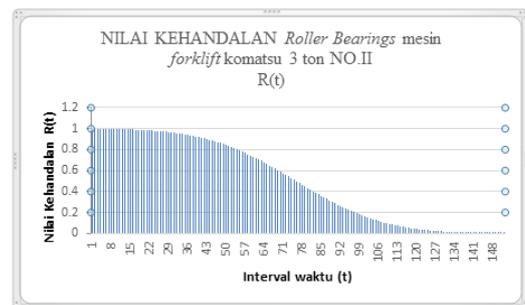
**Gambar 4.** Pola Grafik Nilai fungsi padat probabilitas *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Berdasarkan perhitungan fungsi padat probabilitas dan penggambaran grafik diatas,

maka di peroleh titik balik maksimum (nilai tertinggi) dengan kurva membuka kebawah yaitu terdapat pada interval ke 76 dengan nilai 0,309878554 yang dimana sesuai dengan rata-rata waktu antar kerusakan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II yaitu 75,7 = 76 hari. Dan dapat diketahui juga pada interval ke 77 dan seterusnya nilai grafik cenderung menurun.

#### 3.2.3.3 Menentukan Nilai Keandalan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Dengan melakukan perhitungan tingkat keandalan komponen maka akan diketahui pada selang waktu sebuah mesin dapat melakukan fungsinya untuk tetap beroperasi sesuai dengan standart-standart yang berlaku.

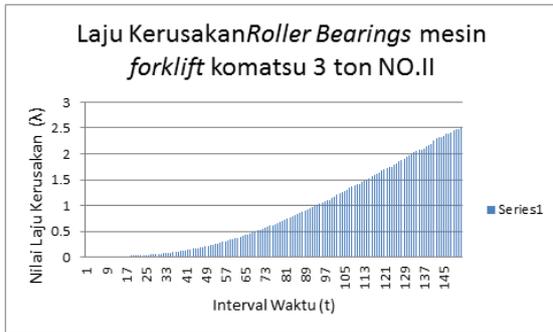


**Gambar 5.** Pola Grafik Nilai Keandalan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Setelah dilakukan perhitungan nilai keandalan dapat diketahui bahwa keandalan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II cenderung menurun seiring dengan pertambahan waktu yang artinya semakin panjang interval waktu penggantian maka keandalan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II semakin menurun.

#### 3.2.3.4 Menentukan Laju Kerusakan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Nilai laju kerusakan komponen *forklift* komatsu 3 ton No.II ditampilkan dalam bentuk grafik berikut ini :

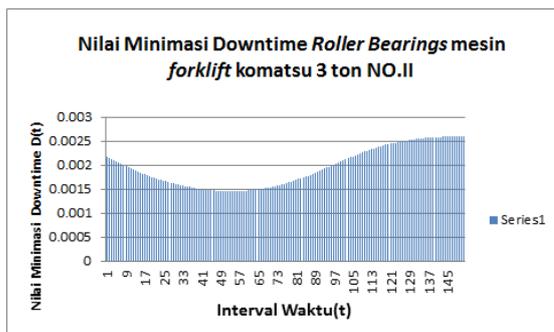


**Gambar 6.** Pola Grafik Laju Kerusakan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Berdasarkan dari nilai dan grafik laju kerusakan diatas maka dapat diketahui bahwa laju kerusakan *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II meningkat dengan seiringnya berjalannya waktu, dengan begitu dapat di artikan bahwa bila tidak dilakukan kegiatan penggantian komponen maka laju kerusakan komponen tersebut akan meningkat.

### 3.2.3.5 Menentukan Interval waktu penggantian *Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Untuk penentuan interval waktu penggantian komponen, yang dimaksud adalah menentukan waktu terbaik pada saat kapan penggantian seharusnya dilakukan, sehingga dapat meminimasi *downtime* persatuan waktu.



**Gambar 7.** Pola Grafik Nilai Minimasi *Downtime Roller Bearings* mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II

Dari nilai dan grafik diatas maka dapat diketahui bahwa pola grafik membentuk kurva terbuka ke atas dengan titik balik minimum

pada interval 53 hari dengan nilai *downtime* 0,00145227.

## 3.3 Perhitungan Biaya Perawatan

### 1. Perhitungan biaya tenaga kerja

- Biaya operator forklift  
Operator forklift terdiri dari 1 orang operator

1 shift = 8 jam kerja, 1 bulan = 22 hari kerja = 176 jam kerja

- Gaji untuk operator Forklift 1 bulan = Rp. 3.900.000
- Untuk 1 jam kerja Rp. 3.900.000/176 jam = Rp. 22.159 / jam

- Biaya *Maintenance*

Terdiri dari 2 orang maintenance yang biasa menangani kerusakan

1 shift = 8 jam kerja, 1 bulan = 22 hari kerja = 176 jam kerja

- Gaji untuk 1 orang maintenance = Rp. 4.500.000\*2
- Untuk 1 jam kerja Rp. 8.800.000/176 jam = Rp. 50.000 / jam

### 2. Kesempatan persewaan yang hilang akibat perawatan

Dalam waktu 1 jam dengan keadaan mesin normal perusahaan UD. Anugrah menyewakan forklift komatsu 3 ton dengan harga sewa Rp.175.000/Jam, jadi kesempatan yang hilang akibat perawatan adalah Rp. 175.000/jam.

### 3. Biaya suku cadang *Roller Bearings*

- Harga *Roller Bearings* = Rp. 550.000

### 4. Perhitungan biaya perawatan penggantian mesin *forklift* komatsu 3 ton NO.II

#### a. Biaya penggantian kerusakan (Cf) untuk 1 kali rusak

Diketahui :

- Biaya tenaga kerja  
Untuk 1 operator= Rp. 22.159/jam  
Untuk 2 orang maintenance = Rp. 50.000/jam

- Biaya suku cadang Roller Bearings = Rp. 550.000,-
- Peluang pendapatan yang hilang = Rp. 175.000/jam
- Rata-rata waktu perbaikan kerusakan (Tf) = Rp. 4,76 jam

$Cf = (\text{biaya tenaga kerja} + \text{Biaya suku cadang} + \text{Peluang pendapatan yang hilang}) \times \text{Rata-rata waktu perbaikan kerusakan (Tf)}$   
 $0 = ((\text{Rp. } 22.159 + \text{Rp. } 50.000) + \text{Rp. } 550.000 + \text{Rp. } 175.000) \times 4,76$   
 $0 = \text{Rp. } 3.794.476,-/1 \text{ kali kerusakan.}$

**b. Biaya penggantian pencegahan (Cp) untuk 1 kali rusak**

Diketahui

- Biaya untuk 2 orang maintenance = Rp. 50.000/jam
- Biaya suku cadang Roller Bearings = Rp. 550.000,-
- Peluang pendapatan yang hilang = Rp. 175.000/jam
- Lama waktu Penggantian Pencegahan (Tp) = 4 jam

Maka  $Cp = (\text{Biaya tenaga kerja} + \text{biaya komponen} + \text{peluang pendapatan yang hilang}) \times \text{Lama waktu penggantian pencegahan (Tp)}$   
 $= (\text{Rp. } 50.000 + \text{Rp. } 550.000 + \text{Rp. } 175.000) \times 4 = \text{Rp. } 3.100.000,-/1 \text{ kali penggantian.}$

**5. Perbandingan Biaya Perawatan saat ini dengan usulan penerapan menggunakan model Age Replacement**

- **Perhitungan total biaya perawatansaat ini pada komponen Roller Bearings mesin forklift komatsu 3 ton NO.II**

a. Perawatan yang dilakukan oleh kerusakan (Cf)

Untuk 1 kali kerusakan yaitu = Rp. 3.794.476,-/1 kali kerusakan maka dengan frekuensi terjadinya kerusakan selama 1 Januari 2017 – 31 Desember 2019 yaitu sebanyak 14 kali kerusakan maka total biaya perawatan saat ini yaitu : = Rp. 3.794.476,-x 14 = Rp. 53.122.664,-

b. Perhitungan biaya perawatan usulan menggunakan metode age replacement pada komponen Roller Bearings mesin forklift komatsu 3 ton NO.II

a. Perawatan yang dilakukan oleh penggantian pencegahan (Cp) Untuk 1 kali penggantian yaitu = Rp.3.100.000,-

b. Jumlah penggantian Roller Bearings mesin forklift komatsu 3 ton NO.II

a) Jumlah waktu operasi mesin selama rentang waktu 3 tahun terakhir 1 Januari 2017 – 31 Desember 2019 sebanyak 788 hari

b) Maka jumlah penggantinya sebanyak :

$$\frac{788}{53} = 14,7 \sim 15$$

c) Total biaya perawatan usulan yaitu = 15 x Rp. 3.100.000,- = Rp. 46.500.000,-

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa dengan menggunakan model Age Replacement penghematan biaya perawatan pencegahan sebesar :

= Rp. 53.122.664 - Rp. 46.500.000 = Rp. 6.622.664,-

**4 KESIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil pembasahan serta analisis yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

a. Berdasarkan hasil identifikasi data kerusakan mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 telah diketahui ada 20 komponen mesin *forklift* komatsu 3 ton No.II yang pernah mengalami kerusakan.

b. Berdasarkan hasil analisis diagram pareto, frekuensi kerusakan paling banyak pada komponen *roller bearing* dengan frekuensi kerusakan 14 kali dalam jangka waktu 3 tahun pada tahun 2017-2019. Maka dari itu komponen *roller bearings* disebut sebagai komponen kritis.

c. Berdasarkan perhitungan interval penggantian komponen kritis yang optimal menggunakan model *age replacement* dengan kriteria minimasi *downtime* menghasilkan interval penggantian komponen kritis yaitu pada interval ke 53 hari dengan nilai minimasi *downtime* yakni sebesar 0,00145227.

d. Dari perhitungan total penggantian pencegahan *roller bearings* diketahui biaya

usulan perawatannya yaitu sebesar Rp. 46.500.000,- dengan melakukan 15 kali penggantian per-3 tahun. Perbandingan biaya penggantian komponen sebelum dan sesudah melakukan model *age replacement* adalah sebesar Rp. 6.622.664,- per 3 tahunnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N., dan Mustajib, M.I. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (integrated Maintenance Sistem)*. Yogyakarta : Graha Ilmu. *Ilmiah Ibnu Sina*, 2(1), 2-18.
- Ashari, A. D. 2019. Analisis Strategi Pemasaran Dalam Meningkatkan Permintaan Persewaan Alat Berat pada PT. Risrag Jaya Abadi di Kabupaten Maros. Doctoral dissertation. Universitas Negeri Makassar.
- Ekawati, C., Kusmaningrum., dan Mustofa, F.H. 2016. Jadwal Perawatan Preventive Pada Mesin Dyeing menggunakan Metode Age Replacement di PT. NOBEL INDUSTRIES. Vol 04 No. 2 April 2016.
- Ghozi, F.M.A. 2019. Penentuan Interval Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Moulding Menggunakan Model Age Replacement. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Gresik
- Karunia, R., Ferdinant, P.F., dan Febianti, E 2017. Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement. vol. 5 No. 3 November 2017.
- Kurniawan, F. 2013, Manajemen Perawatan Industri Teknik dan Aplikasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurniawan, M.R. 2018. Penentuan Interval Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Dryer (Studi Kasus : PT Sumber Mas Indah Plywood). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Purnama, J., Putra, Y.A., dan Kalamollah, M. 2015. Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Rahmania, T., Matondang, A, R., Nazaruddin. 2016. Perbaikan Sistem Perawatan Mesin Pada PT. XYZ. Vol 18. No. 2, Juli 2016
- Ramadhan, A.P dan Iskandar. 2015. Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Menggunakan Metode Age Replacement Pada Forklift 5 Ton di PT Swadaya Graha. Volume 01 Nomor 01 Tahun 2015, 54-6.
- Ramadhani, G.C., Yuciana., dan Suparti. 2014. Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Diagram Kendali Demerit (Studi Kasus Produksi Air Minum Dalam Kemasan 240 ml di PT. TIW). Vol. 3. No. 3. Tahun 2014.
- Suryono, O. 2015. Evaluasi Kebijakan Perawatan Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Pencuci dan Pemisah Tembaga (MPPT) untuk Meminimasi Downtime dan Biaya Pada Departemen Pemurnian. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Gresik
- Syahroni, I. 2017. Usulan Perancangan Perawatan Mesin Forklift Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. Induspring TBK. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Syahrudin. 2012. Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD "X". Vol. 1, No. 1, Tahun 2012.
- Taufiq dan Septyani, S. 2015. Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin di PT PLN (PERSERO) Sektor Pembangkit Ombilin. Vol. 14 No. 2, Oktober 2015 :238-258.
- Usman, H dan Akbar, P.S. 2006. Pengantar Statistika. Edisi Kedua. Jakarta. Bumi Aksara
- Vidiasari, D., Soemadi, K., dan Mustofa, F.H. 2015. Interval Waktu Penggantian Pencegahan Optimal Komponen Sistem Printing Unit U41 Menggunakan Metode Age Replacement Di PT. Pikiran Rakyat. Vol 03 No.01 Januari 2015
- Widiasih, N dan Azizah, N. 2019. Perhitungan Biaya Penggantian Komponen Dengan Mempertimbangkan Penjadwalan

Perawatan Pada Mesin Bucket Raw  
Material. Vol. 14, No. 02, Tahun 2019.