

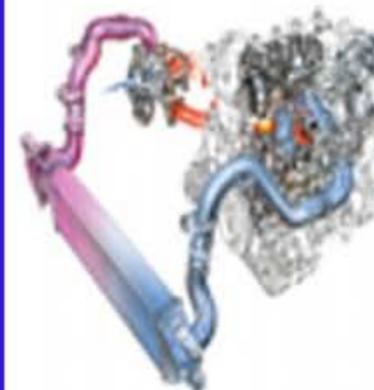
Vol. 2 No. 1 2014

ISSN 2337-6945

2014

# Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology

Volume 2, Number 1  
April 2014



Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology

ISSN 2337-6945

Renewable Energy Technology - Thermal Engineering - Fluids Engineering - Design, Manufacturing, and Product Development - Kinematics, Dynamics, and Control of Mechanical Systems - Mechatronics, Robotics and Automation - Aerodynamics - Automotive engineering - Composites, Ceramics, and Polymers Processing - Modeling, Simulation, and Optimization - Corrosion, Heat Treatment, Microstructure and Materials Properties, - Metal Casting, Metal Joining Processes

ISSN 2337-6945



9 772337 694009

Published in Lhokseumawe, Aceh-Indonesia by  
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Malikussaleh University  
Jl. Medan - Banda Aceh, Cot Tengku Nie, Releut, 24354, Aceh Utara  
Aceh - Indonesia.

## Content

### *Editorial Board Content*

- Faisal**, Kaji Eksperimental Prestasi Tungku Garam Semi Moderen dengan Metode Uji Didih Air 1-8
- Fauzan**, Proses Pembuatan Pemesinan Virtual untuk Memverifikasi Lintasan Pahat pada Milling 5 Axis 9-15
- Reza Putra dan Muhammad**, Pengaruh Variasi Temperatur pada Lingkungan Korosif NaCl 2,8% Terhadap Laju Korosi Celah AISI 1117 dengan Standar ASTM G-78 16-21
- Asrillah dan Asnawi**, Kalkulasi Potensi Panas Bumi Seulawah Agam Secara Kualitatif dan Kuantitatif Sebagai Energi Alternatif Untuk Pembangkit Listrik 22-27
- Diana Khairani Sofyan, Muhammad Siddiq Rifa'i dan M. Sayuti**, Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Pompa (140-P5-A dan 140-P5-B) dengan Menggunakan Preventive Maintenance System dengan Consequence Driven Maintenance 28-33
- Zulfikar dan Syawal Fitriansyah**, Pengaruh Besar Celah dan Overlap Terhadap Torsi dan Medan Alir Rotor Savonius Jenis J dengan Computational Fluid Dynamics 34-39
- M. Iqbal A.P., Ahmad Syuhada, Hamdani**, Optimasi Penyerapan Panas Memanfaatkan Energi Matahari Pada Kolektor 40-44
- Asnawi**, Simulasi Proses Pembakaran Pada Motor Bakar Spark Ignition dengan Menggunakan Model Kuasi Dimensi 45-53

### *Guide To Contributors*

## Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Pompa (140-P5-A dan 140-P5-B) dengan Menggunakan Preventive Maintenance System dengan Consequence Driven Maintenance

Diana Khairani Sofyan, Muhammad Siddiq Rifa'I, M. Sayuti  
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh  
Corresponding Author: [luckyamaterasu@gmail.com](mailto:luckyamaterasu@gmail.com)

**Abstrak** – PT. Pertamina (Persero) dahulu bernama Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia. PT. Pertamina (Persero) RU (Refinery Unit) II pertama kali dibangun pada bulan April 1969 dan merupakan hasil dari kerja sama Pertamina dengan Far East Sumitomo Japan. Dalam pengoperasian untuk memproduksi minyak, ada dua mesin pompa (140-P5-A dan 140-P5-B) di bagian heavy oil complex yang merupakan mesin kritis karena kerusakan salah satu mesin dapat menyebabkan terhentinya suatu proses. Mesin pompa 5-A dan mesin pompa 5-B merupakan mesin buatan tahun 1977 yang mulai dioperasikan pada tahun 1980 sehingga kedua mesin ini tergolong mesin tua yang mulai sering mengalami kerusakan. Tingginya waktu rata-rata downtime sangat berdampak pada target produksi dan berdampak kerugian bagi perusahaan. Pihak Pertamina sendiri telah melakukan kegiatan perawatan mesin dengan metode preventif maintenance dan corrective maintenance. Namun banyak terjadi kelalaian dalam kegiatan perawatan dan kurangnya kegiatan pengecekan terhadap mesin tersebut sehingga perlu dilakukan evaluasi kembali. Jumlah biaya perbaikan downtime mesin pompa 5-A pada periode 2011-2012 sebesar Rp.190.100.000. Biaya perbaikan tersebut diminimalkan dengan sistem perawatan mesin yang diperbaiki dengan metode consequence driven maintenance. Dengan dilakukannya perhitungan maka hasil yang diperoleh dari metode consequence driven maintenance biaya hasil perhitungan sebesar Rp. 105.398.905. Sehingga didapati penurunan biaya sebesar Rp.84.701.095. Copyright © 2014 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

**Keywords:** Perawatan, consequence driven maintenance, biaya perbaikan

### 1. Pendahuluan

Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam pengoperasiannya [1,2,3]. Untuk mencapai hal itu diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik. Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting, karena selain sebagai pendukung beroperasinya sistem agar lancar sesuai yang dikehendaki, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian-kerugian yang ditimbulkan karena adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam, tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya, tetapi pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu perawatan preventive (*preventive*

*maintenance*) yang digunakan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu rusak dan jenis perawatan korektif (*corrective maintenance*) yang dimaksud untuk memperbaiki peralatan yang sudah rusak [4,5].

PT. Pertamina (Persero) RU (*Refinery Unit*) II pertama kali dibangun pada bulan April 1969 dan merupakan hasil dari kerja sama Pertamina dengan Far East Sumitomo Japan. Pembangunan kilang dikukuhkan dalam SK direktur utama Pertamina No.334/Kpts/DM/1967. PT. Pertamina (Persero) RU II memproduksi beberapa jenis bahan bakar seperti Premium, *Jet Petroleum Grade*, *Aviation Turbin*, Kerosin, *Automotive Diesel Oil* (ADO). Sedangkan non-BBM antara lain : LPG, dan *Green Coke*. Dalam pengoperasian untuk memproduksi minyak, ada dua mesin pompa

(140-P5-A dan 140-P5-B) di bagian *heavy oil complex* yang merupakan mesin kritis karena kerusakan salah satu mesin dapat menyebabkan terhentinya suatu proses. Mesin pompa 5-A dan mesin pompa 5-B merupakan mesin buatan tahun 1977 yang mulai dioperasikan pada tahun 1980 sehingga kedua mesin ini tergolong mesin tua yang mulai sering mengalami kerusakan. Karena harga mesin pompa yang mahal, maka pihak Pertamina tidak mengganti mesin pompa 140-P5-A dan 140-P5-B. Pada periode 2011-2012 mesin pompa 5-A telah terjadi 7 kali kerusakan dengan total waktu *downtime* 221 jam dengan rata-rata waktu kerusakan yaitu 31.57 jam dan mesin pompa 5-B pada periode 2011-2012 telah terjadi 10 kali *downtime* dengan total waktu *downtime* 310 jam dengan rata-rata waktu *downtime* yaitu 31 jam. Tingginya waktu rata-rata *downtime* sangat berdampak pada target produksi dan berdampak kerugian bagi perusahaan.

Pihak Pertamina sendiri telah melakukan kegiatan perawatan mesin dengan metode *preventif maintenance* dan *corrective maintenance*. Namun banyak terjadi kelalaian dalam kegiatan perawatan dan kurangnya kegiatan pengecekan terhadap mesin tersebut sehingga perlu dilakukan evaluasi kembali. Jumlah biaya perbaikan *downtime* mesin pompa 5-A pada periode 2011-2012 sebesar Rp. 105.398.905. Biaya perbaikan tersebut diminimalkan dengan sistem perawatan mesin yang diperbaiki dengan metode *consequence driven maintenance*.

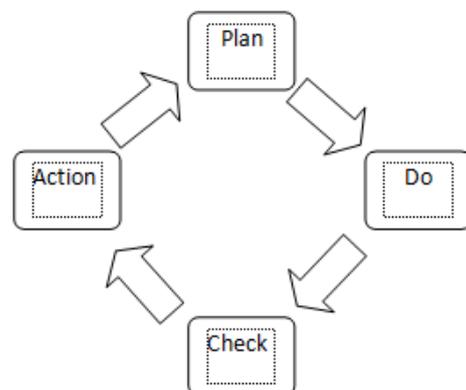
## 2. Consequence Driven Maintenance

*Consequence driven maintenance* (CDM) merupakan suatu sistem strategi perawatan yang berkesinambungan yang tujuannya secara *preventive* meminimalkan kerusakan dan percepatan perbaikan. CDM disebut juga sebagai perawatan yang menuntut keterlibatan seluruh aspek dalam perusahaan [6,7]. Sebagaimana perawatan pada umumnya, perawatan CDM juga bekerja berdasarkan kondisi yang terjadi yang meliputi langkah perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan perbaikan (*corrective maintenance*). Perawatan pencegahan sebagai perawatan terencana meliputi kegiatan *schedule* (penjadwalan) terdiri dari kegiatan pembersihan dan *service*, perawatan prediktif dengan melakukan inspeksi dan kegiatan monitoring [8,9]. Perawatan perbaikan meliputi kegiatan perbaikan kerusakan dan penggantian terhadap komponen yang rusak. Penerapan perawatan melalui system CDM selanjutnya adalah *CI* (*Continuous Improvement*) yang memiliki arti sebagai langkah perbaikan perawatan yang terus menerus. Alat yang digunakan dalam CI adalah *PDCA* (*Plan-Do-Check-Action*) atau lebih dikenal dengan *Deming Wheel* [10,11,12] :

1. *Plan* berarti adalah bagian dari obyek perawatan atau mesin yang berhasil diidentifikasi sebagai suatu kerusakan sehingga perlu dilakukan perencanaan seperti pelaksanaannya ataupun sukucadang yang diperlukan.
2. *Do* berarti aktifitas pelaksanaan perawatan yaitu tentang apa saja yang dikerjakan untuk melakukan perawatan dan dilakukan infentarisasi aktifitas perawatan pada kerusakan.
3. *Check* mengacu pada pengevaluasian data atau hasil yang diperoleh setelah implementasi antara target dan hasil yang nyata.
4. *Action* berarti perbaikan yang telah dilakukan melalui perawatan akan dicatat sebagai prosedur baru tentang perawatan kerusakan yang diterapkan bila terjadi hal yang sama.

Pengukuran keberhasilan CDM pada kinerja *maintenance* dapat diketahui pada tingkat rasio *Gross Production Hours (GPH)* yaitu jumlah jam produksi yang ada dan *downtime* yaitu jumlah waktu yang diperlukan untuk perawatan yang meliputi *LDT = Logistic Delay Time* (waktu tunggu logistik), *ADT = Administrative Delay Time* (waktu tunggu administrasi). Pada idealnya semakin banyak jam mesin yang tersedia maka semakin banyak kapasitas yang dihasilkan.

Biaya perawatan total terdiri dari biaya perawatan pencegahan dan biaya perawatan korektif. Biaya perawatan dapat ditentukan setelah diketahui biaya tetap (gaji teknisi) dan biaya variabel (biaya perbaikan atau penggantian komponen). Gaji teknisi merupakan gaji karyawan pada bagian perawatan mesin dan biaya penggantian komponen yang diperoleh dengan menjumlahkan seluruh biaya perbaikan dalam satu periode. Biaya perawatan korektif selain dari penggantian elemen- elemen pembantu mesin, adalah biaya pelumasan dan biaya pemberian grease [13].



Gambar 2.1. Skema PDCA

### 3. Metode Perhitungan

#### 3.1 Laju Kerusakan

Laju kerusakan adalah kecepatan perpindahan dimana kerusakan terjadi pada suatu saat tertentu atau interval waktu tertentu, dapat juga diistilahkan kerusakan per jam ( $\lambda$ ) (Benjamin, 1995), laju kerusakan dapat dirumuskan pada persamaan 1 :

$$\lambda = f/t \quad (1)$$

Dimana :

$\lambda$  = Laju kerusakan

f = Jumlah kerusakan yang terjadi

t = Waktu operasi keseluruhan

#### 3.2 Nilai Reliability (Keandalan)

*Reliability* adalah probabilitas bekerjanya suatu alat atau sistem sesuai dengan fungsi dalam periode tertentu dan dalam operasi tertentu (Gaspers,1998). Adapun fungsi keandalan R(t) dapat dirumuskan pada persamaan 2 :

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2)$$

Dimana :

R(t) = Fungsi keandalan

F(t) = Peluang bahwa sistem akan gagal atau rusak pada waktu t

#### 3.3 Mean Time Between Maintenance

*Mean Time Between Maintenance* merupakan waktu rata-rata di antara perawatan yang meliputi kebutuhan perawatan terjadwal (*preventive*) dan perawatan tidak terjadwal (*corrective*). Adapun fungsi dari *mean time between maintenance* dapat dirumuskan pada persamaan 3 :

$$MTBM = \frac{\text{Total waktu operasi}}{\text{Frekuensi Pemeliharaan}} \quad (3)$$

Dan laju perawatan *preventive* dapat dirumuskan pada persamaan 4 :

$$Fpt = \frac{1 - (\lambda \times MTMB)}{MTMB} \quad (4)$$

Dimana :

$\lambda$  = Laju kerusakan

MTBM = *Mean Time Between Maintenance*

Fpt = Laju perawatan pemeliharaan

#### 3.4 Rata-Rata Perawatan Corrective (Mct)

Rata-rata perawatan *corrective* merupakan waktu rata-rata perawatan korektif. Hal ini meliputi serangkaian tindakan untuk memperbaiki atau mengembalikan kondisi sistem tersebut untuk dapat

beroperasi sepenuhnya. Adapun fungsi dari rata-rata perawatan *corrective* dapat dilihat pada persamaan 5 :

$$Mct = \frac{\text{Total waktu kerusakan}}{\text{Total kerusakan}} \quad (5)$$

#### 3.5 Rata-Rata Waktu Perawatan Preventive (Mpt)

Rata-rata waktu perawatan preventive merupakan waktu rata-rata untuk melakukan perawatan terjadwal. Adapun fungsi dari rata-rata perawatan preventive dapat dilihat pada persamaan 6 :

$$Mpt = \frac{\text{Total waktu perawatan}}{\text{Total perawatan}} \quad (6)$$

#### 3.6 Rata-Rata Waktu Perawatan Aktif (M)

Rata-rata waktu perawatan aktif merupakan rata-rata lintas waktu yang diperbolehkan untuk melaksanakan perawatan terjadwal dan tidak terjadwal namun tidak meliputi waktu tunda logistik dan administrasi. Adapun fungsi dari rata-rata perawatan aktif dapat dilihat pada persamaan 7 :

$$M = \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times mpt)}{(\lambda \times fpt)} \quad (7)$$

Dimana :

Mct = Waktu rata-rata perawatan *corrective*

Mpt = Waktu rata-rata perawatan *preventive*

$\lambda$  = Laju kerusakan

#### 3.7 Mean Time Between Failure

*Mean time between failure* merupakan jarak rata-rata antar kerusakan. Biasanya ukuran MTBF ini dalam satuan jam. Adapun fungsi dari *Mean Time Between Failure* dapat dilihat pada persamaan 8 :

$$MTBF = \frac{\text{Waktu uptime total}}{\text{Jumlah downtime}} \quad (8)$$

#### 3.8 Inherit Availability (Ai)

Probabilitas suatu sistem atau alat jika digunakan dalam kondisi tertentu dalam lingkungan yang ideal (yaitu tersedia peralatan, suku cadang, personil teknisi) akan beroperasi secara memuaskan pada periode tertentu, tidak termasuk perawatan *preventive*, waktu administrasi dan penundaan waktu logistik. Adapun fungsi dari *inherit availability* dapat dilihat pada persamaan 9 :

$$Ai = \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \quad (9)$$

Dimana :

MTBF = Mean Time Between Failure

Mct = Waktu rata-rata perawatan *corrective*

### 3.9 Achieved Availability (Aa)

Secara umum definisinya sama dengan *inherit availability*, hanya dalam hal ini dimasukkan waktu perawatan *preventive*. Sehingga *achieved* dapat dilihat pada persamaan 10 :

$$Aa = \frac{MTBM}{MTBM+M} \quad (10)$$

Dimana :

MTBM = Mean Time Between Maintenance

M = Waktu rata-rata perawatan aktif

### 3.10 Biaya Perawatan Mesin yang Sebenarnya

Biaya perawatan mesin merupakan biaya yang timbul akibat adanya proses perawatan. Penentuan biaya perawatan ini didasarkan pada jumlah biaya tetap (fixed cost) atau gaji teknisi dan biaya variabel (variabel cost) atau biaya penggantian komponen.

$$\text{Total biaya} = FC + VC \quad (11)$$

Dimana :

FC = Biaya tetap perawatan (gaji karyawan/tahun)

VC = Variabel cost (biaya perawatan/tahun)

### 3.11 Biaya Perawatan Mesin hasil Perhitungan

#### A. Biaya Pelumasan

Perhitungan biaya pelumasan dapat dilihat pada persamaan 12 :

$$\text{Biaya pelumasan} = \frac{0,75 \times N}{195,5} + \frac{C}{t} \times X1 \quad (12)$$

Dimana :

X1 = Harga minyak pelumas (Rp.11.300/liter)

N = Daya output engine (137Hp)

C = Kapasitas karter oli = 0.5 x N (liter)

t = Periode penggantian karter oli (1500 jam)

#### B. Biaya Grease

*Grease* atau minyak gemuk dibutuhkan mesin sebagai bahan untuk mencegah panas yang berlebihan saat mesin beroperasi. Adapun perhitungan biaya untuk *Grease* dapat dilihat pada persamaan 13 :

$$\text{Biaya grease} = 0.5 \times 0.0001 \times N \times X2 \quad (13)$$

Dimana :

X2 = Harga grease (18.000/liter)

N = Daya output engine (137Hp)

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Data Perawatan Preventive dan Corrective

Dari data perawatan *preventive* dan *corrective* digunakan untuk menentukan *reliability*, *maintainability*

serta *availability* yang kemudian dikaji dan dihitung dengan CDM. Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan diperoleh dari penjumlahan biaya tenaga kerja, biaya material serta biaya pelumasan dan grease. Dari hasil perhitungan nilai parameter *Reliability* selama periode 2011-2012 tiap mesin memiliki nilai yang berbeda.

#### A. Mesin Pompa 140-P-5A

Selama operasi mesin 8760 jam terdapat perawatan *corrective* sebanyak 6 kali dan perawatan *preventive* sebanyak 24 kali. Dari perhitungan keandalan mesin yang ada diperoleh nilai laju kerusakan  $\lambda = 0,02522$  kerusakan/jam. Nilai *Reliability* sebesar 97,47%. Waktu rata-rata perawatan *preventive* sebesar 1 jam, waktu rata-rata perawatan *corrective* sebesar 36,83 jam dan waktu rata-rata di antara kerusakan sebesar 59,83 hari

#### B. Mesin Pompa 140-P-5A

Selama operasi mesin 8760 jam terdapat perawatan *corrective* sebanyak 10 kali dan perawatan *preventive* sebanyak 24 kali. Dari perhitungan keandalan mesin yang ada diperoleh nilai laju kerusakan  $\lambda = 0,03538$  kerusakan/jam. Nilai *Reliability* sebesar 96,462%. Waktu rata-rata perawatan *preventive* sebesar 1 jam, waktu rata-rata perawatan *corrective* sebesar 31 jam dan waktu rata-rata di antara kerusakan sebesar 35,4 hari

### 4.2 Data Hasil Analisis Maintainability

Berdasarkan hasil analisis *Maintainability* tiap mesin memiliki nilai yang berbeda seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan *Maintainability* mesin pompa 140-P-5A dan 140-P-5B (jam)

Mesin Pompa	MTBM	Mct	Mpt	M
140-P-5A	365	36,83	1	77,46
140-P-5A	365	31	1	60,45

### 4.3 Data Hasil Analisis Availability

Dari hasil perhitungan *Availability*, penggambaran tingkat probabilitas kesiapan suatu mesin untuk digunakan (*Availability*) ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan parameter *Availability* mesin pompa

Mesin Pompa	Inherit Availability (Ai)	Achieved Availability (Aa)
140-P-5A	61,8%	82,49%
140-P-5A	53,33%	85,57%

Dari data pada Tabel 2 terlihat secara umum tingkat *Inherit Availability* (Ai) bernilai di bawah 70% dengan kata lain probabilitas suatu sistem atau alat dalam kondisi atau lingkungan yang kurang ideal (yaitu tersedia peralatan, suku cadang, personil teknisi), dan perlu adanya perbaikan sistem *maintenance* yang akan

dirancang pada halaman berikutnya dalam metode PDCA. Sedangkan untuk nilai *Achieved Availability* (Aa) bernilai di atas 70% dengan kata lain probabilitas suatu sistem perbaikan setelah terjadinya kerusakan pada mesin tergolong baik namun perlu di tingkatkan kembali agar kinerja perbaikan pada mesin menjadi lebih cepat sehingga tidak mengganggu waktu produksi.

#### 4.4 Data Rasio Downtime Mesin Pompa

Hasil perhitungan rasio antara *downtime* dengan jam operasi mesin pompa 140-P-5A dan 140-P-5B dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rasio *downtime* dan jam operasi (GPH) pada mesin pompa.

Mesin Pompa	Total Downtime (jam)	GPH (jam)	Persentase Downtime	Persentase Jam Produksi
140-P-5A	221	8760	2.52%	97.48%
140-P-5B	310	8760	3.53%	96.47%

#### 4.5 Biaya Perawatan Sesungguhnya

Biaya perawatan mesin merupakan biaya yang timbul akibat adanya proses perawatan. Penentuan biaya perawatan ini didasarkan pada jumlah biaya tetap (*fixed cost*) atau gaji teknisi dan biaya variabel (*variabel cost*) atau biaya penggantian komponen. Perhitungan biaya perawatan sebagai berikut :

Total biaya perawatan untuk mesin pompa 140-P5-A :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{FC} + \text{VC} \\ &= \text{gaji mekanik} \times 12 \text{ bulan} + \text{biaya perawatan} \\ &= \text{Rp.5.500.000} \times 12 + \text{Rp.26.400.000} \\ &= \text{Rp.92.400.000} \end{aligned}$$

Biaya perawatan sesungguhnya (yang dikeluarkan perusahaan) untuk mesin pompa 140-P5-A selama periode 2011-2012 adalah Rp.92.400.000.

Total biaya perawatan untuk mesin pompa 140-P5-B :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{FC} + \text{VC} \\ &= \text{gaji mekanik} \times 12 \text{ bulan} + \text{biaya perawatan} \\ &= \text{Rp.5.500.000} \times 12 + \text{Rp.31.700.000} \\ &= \text{Rp.97.700.000} \end{aligned}$$

Sedangkan biaya perawatan sesungguhnya (yang dikeluarkan perusahaan) untuk mesin pompa 140-P5-B selama periode 2011-2012 adalah Rp.97.700.000.

#### 4.6 Biaya Perawatan Hasil Perhitungan

##### A. Biaya Pelumasan

Data yang diperlukan untuk menghitung biaya pelumasan adalah data mengenai harga oli pelumas,

nilai daya *output engine* mesin, kapasitas karter oli, dan periode penggantian karter oli. Berikut merupakan perhitungan biaya pelumasan untuk mesin pompa 1 (140-P5-A) dan mesin pompa 2 (140-P5-B) :

$$\begin{aligned} \text{Biaya pelumasan} &= \frac{0.75 \times N}{195.5} + \frac{C}{t} \times X1 \\ &= \frac{0.75 \times 137\text{Hp}}{195.5} + \frac{0.5 \times 2.5}{1500} \times \text{Rp.11.300} \\ &= (0.525 + 0.00083) \times \text{Rp.11.300} \\ &= \text{Rp. 5.948,41/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa biaya pelumasan kedua mesin pompa adalah Rp. 5.948,41/jam.

##### B. Biaya Grease

$$\begin{aligned} \text{Biaya Grease} &= 0.5 \times 0.0001 \times N \times X2 \\ &= 0.5 \times 0.0001 \times 137 \times \text{Rp.18.000} \\ &= \text{Rp. 67.5/jam} \end{aligned}$$

Biaya pelumasan dan biaya grease untuk mesin pompa 140-P5-A dan 140-P5-B sama dikarenakan pada mesin pompa mempunyai proses yang sama serta daya *output engine*, kapasitas *carter oil*, periode penggantian oli, dan jam operasi yang sama. Dari biaya pelumasan dan biaya grease maka dapat diketahui total biaya material untuk masing-masing mesin sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya material} &= (\text{Biaya pelumasan} + \text{Biaya grease}) \times \text{total jam operasi} \\ &= (\text{Rp.5.948.41} + \text{Rp.67.5}) \times 8760 \\ &= \text{Rp.52.699.452} \end{aligned}$$

Sehingga dari perhitungan di atas, maka biaya perawatan material mesin pompa 140-P5-A dan 140-P5-B masing-masing adalah Rp.52.699.452. dengan total biaya kedua mesin pompa adalah Rp. 105.398.905

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh perbandingan biaya perawatan sesungguhnya (yang dikeluarkan perusahaan) untuk mesin pompa 140-P5-A adalah Rp.92.400.000 sedangkan biaya perawatan hasil perhitungan adalah Rp.52.699.452, dan biaya perawatan sesungguhnya (yang dikeluarkan perusahaan) untuk mesin pompa 140-P5-B adalah Rp.97.700.000 sedangkan biaya perawatan hasil perhitungan adalah Rp.52.699.452

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

Pengukuran keberhasilan *consequence driven maintenance* pada kinerja *maintenance* dapat diketahui pada tingkat rasio *gross production hours* (GPH) yaitu jumlah jam produksi yang ada dan *downtime*. Pada idealnya semakin banyak jam produksi yang tersedia maka semakin banyak produk yang dihasilkan. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa persentase jam produksi mesin pompa 140-P5-A dan 140-P5-B dapat mencapai 90% hal ini menunjukkan bahwa tingkat efisiensi jam mesin baik dalam kurun setahun terakhir namun perlu ditingkatkan agar mesin mampu melaksanakan fungsinya dengan lebih optimal.

Mesin pompa 140-P5-A dan 140-P5-B memiliki waktu rata-rata perawatan *preventive* yang sama yakni 1 jam dan waktu rata-rata perawatan *corrective* untuk mesin pompa 140-P5-A sebesar 36,83 jam dan untuk mesin pompa 140-P5-B sebesar 31 jam namun perlu ditingkatkan agar tidak terlalu lama mengganggu waktu produksi.

Biaya perawatan mesin pompa meliputi biaya tetap gaji teknisi dan biaya variabel yaitu biaya penggantian komponen. Dari pengolahan data didapati biaya perawatan sesungguhnya kedua mesin pompa sebesar Rp.190.100.000. dan biaya hasil perhitungan sebesar Rp. 105.398.905. Sehingga didapati penurunan biaya sebesar Rp.190.100.000 - Rp. 105.398.905 = Rp.84.701.095.

## Referensi

- Minimasi Biaya PT. Semen Gresik (Persero) TBK, Teknik Industri, UPN "Veteran", Jawa Timur.
- [11] Gasperz, V, 1998, *Analisa Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*, Edisi Pertama, Torsono, Bandung
- [12] Hamsi, Alfian, 2004, *Manajemen Pemeliharaan Pabrik*, Teknik Industri, Universitas Sumatra Utara.
- [13] Sodikin, Imam, *Preventive Maintenance System dengan Consequence Driven Maintenance Terhadap Keandalan Mesin Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintenance*, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND.
- [1] Ariani, Doretha Wahyu, 2004, *Pengendalian Kualitas Statistik*, Andi, Yogyakarta
- [2] Assauri, Sofjan, 1999, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Keempat. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- [3] Benjamin, S, B, 1995, *Maintenance : A key to Effective Serviceability And Maintenance Management*, A Willey-Interscience Publication New York
- [4] Blanchard, Benjamin.S, 1995, *Maintanability : A Key to Effective Service Ability and Maintenance Managment*, John Willey and Sons, New York.
- [5] Budiharso, Agus, 2002, *Perencanaan Interval Perawatan Mesin Injection Moulding dengan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Rexpalst*, Tesis, Teknik Industri ITS, Surabaya
- [6] Corder, Antony, 1992, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Erlangga, Jakarta.
- [7] Djunaidi dan Mila Sufa, *Usulan Interval Perawatan komponen Kritis pada Mesin Pencetak Botol (Mould Gear) Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime*, Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [8] Ebeling, E. Charles, 1997, *Reliability and Maintanability Ebgineering*, The McGraw-Hill Company, New York.
- [9] Feller, W, 1995, *An Intruduction to Probability Theory an Its Application*, John Willey & Sons, Inc, New York, Rusmana, I & RS.
- [10] Finlay, D. Teddy, 2004, *Penetapan Interval Perawatan Pencegahan yang Optimal pada Mesin Kiln & Coal Mill untuk*