

---

## Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Metode *Preventive Maintenance* & *Predictive Maintenance* (Studi Kasus Di PLTD Kota Masohi)

Imam Sodikin<sup>1</sup>, Cyrilla Indri Parwati<sup>2</sup>, Fiqih Fayzi<sup>3</sup>, Masrul Indrayana<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas AKPRIND, Jl.Kalisahak 28, Gondokusuman, Yogyakarta, Indonesia

<sup>4</sup> Teknik Industri Universitas Widya Mataram, Dalem Mangkubumen KTI III/ 237 Yogyakarta, Indonesia  
[imam@akprind.ac.id](mailto:imam@akprind.ac.id)<sup>1</sup>, [masrul\\_indrayana@widyamataram.ac.id](mailto:masrul_indrayana@widyamataram.ac.id)<sup>4\*</sup>

---

### ABSTRAK

PT PLN (Persero) Pusat Listrik Masohi yaitu Perusahaan Milik Negara yang bergerak di bidang pembangkitan listrik pada wilayah masohi. Pemadaman listrik yang sering terjadi di kota masohi disebabkan adanya kerusakan pada mesin KOMATSU EGS 1200-6. Kerusakan mesin yang terjadi diakibatkan oleh penjadwalan perawatan mesin yang kurang efektif. Metode yang digunakan yaitu Metode *Preventive Maintenance* dan *Predictive Maintenance* untuk memperbaiki sistem penjadwalan perawatan mesin yang kurang efektif. *Preventive maintenance* bertujuan untuk menentukan jadwal perbaikan mesin yang baik dan mengurangi biaya perawatan yang berlebihan. *Predictive maintenance* bertujuan untuk memprediksi gejala-gejala sebelum terjadinya kerusakan mesin. Tahapan pengolahan data yaitu klasifikasi ABC, *breackdown* mesin, perhitungan repair, perhitungan *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. Hasil yang diperoleh yaitu diusulkan jadwal perawatan untuk klasifikasi A mengikuti kebijakan *preventive maintenance* setiap 5 bulan. Kerusakan klasifikasi B dan klasifikasi C mengikuti repair. Sedangkan *Predictive maintenance* yang dapat dilakukan oleh PT.PLN Masohi adalah dengan analisa vibrasi, tribologi dan wear debris.

**Kata Kunci:** *Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Repair*

### ABSTRACT

*PT PLN (Persero) Masohi Electric Center is a State-Owned Company that operates in the electricity generation sector in the Masohi area. Power outages that often occur in Masohi City are caused by damage to the KOMATSU EGS 1200-6 engine. Machine damage that occurs is caused by ineffective machine maintenance scheduling. The method used is the Preventive Maintenance and Predictive Maintenance Method to improve the less effective machine maintenance scheduling system. The preventive maintenance aims to determine a good machine repair schedule and reduce excessive maintenance costs. Predictive maintenance aims to predict symptoms before machine damage occurs. The data processing stages are ABC classification, machine damage, calculation repair, calculation preventive maintenance, and predictive maintenance. The results obtained are that a proposed maintenance schedule for classification A follows the preventive maintenance every 5 months. Damage to classification B and classification C follows the repair. Meanwhile, predictive maintenance that can be carried out by PT PLN Masohi is vibration analysis, tribology and debris wear.*

**Keywords:** *Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Repair*

---

### 1. Pendahuluan

Energi listrik adalah bentuk energi yang paling efektif, paling mudah dan paling efisien dalam cara penggunaannya. Di Indonesia terdapat berbagai macam unit pembangkitan listrik yang berguna memudahkan segala aktivitas manusia, seperti keperluan sederhana rumah tangga berupa penerangan, hiburan dari perangkat elektronik, hingga keperluan yang lebih kompleks, berupa kegiatan industri, militer dan sebagainya. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Masohi memiliki beberapa mesin diesel yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik ke seluruh kota. Pemadaman listrik di Kota Masohi yang sering dirasakan oleh masyarakat disebabkan adanya kerusakan mesin KOMATSU EGS 1200-6 yang terjadi secara tiba-tiba. Kerusakan mesin yang terjadi diakibatkan adanya beban energi listrik yang melebihi daya tampung mesin dan kurangnya perawatan mesin yang baik.

Perawatan mesin merupakan kegiatan yang sangat diperlukan dalam meningkatkan keandalan kegiatan produksi. Rendahnya keandalan mesin menyebabkan biaya pemeliharaan dan *opportunity cost* menjadi tinggi (Rosyid, M. A., & Indrayana, M. 2023). Kendala utama dalam aktivitas perawatan mesin yaitu

menentukan waktu penjadwalan perawatan mesin secara teratur. Kerusakan mesin terjadi karena kerusakan komponen-komponen mesin yang tidak dapat diketahui dengan pasti. Kondisi tersebut memerlukan waktu penjadwalan perawatan mesin yang baik sehingga dapat mengantisipasi dan menangani kerusakan pada mesin.

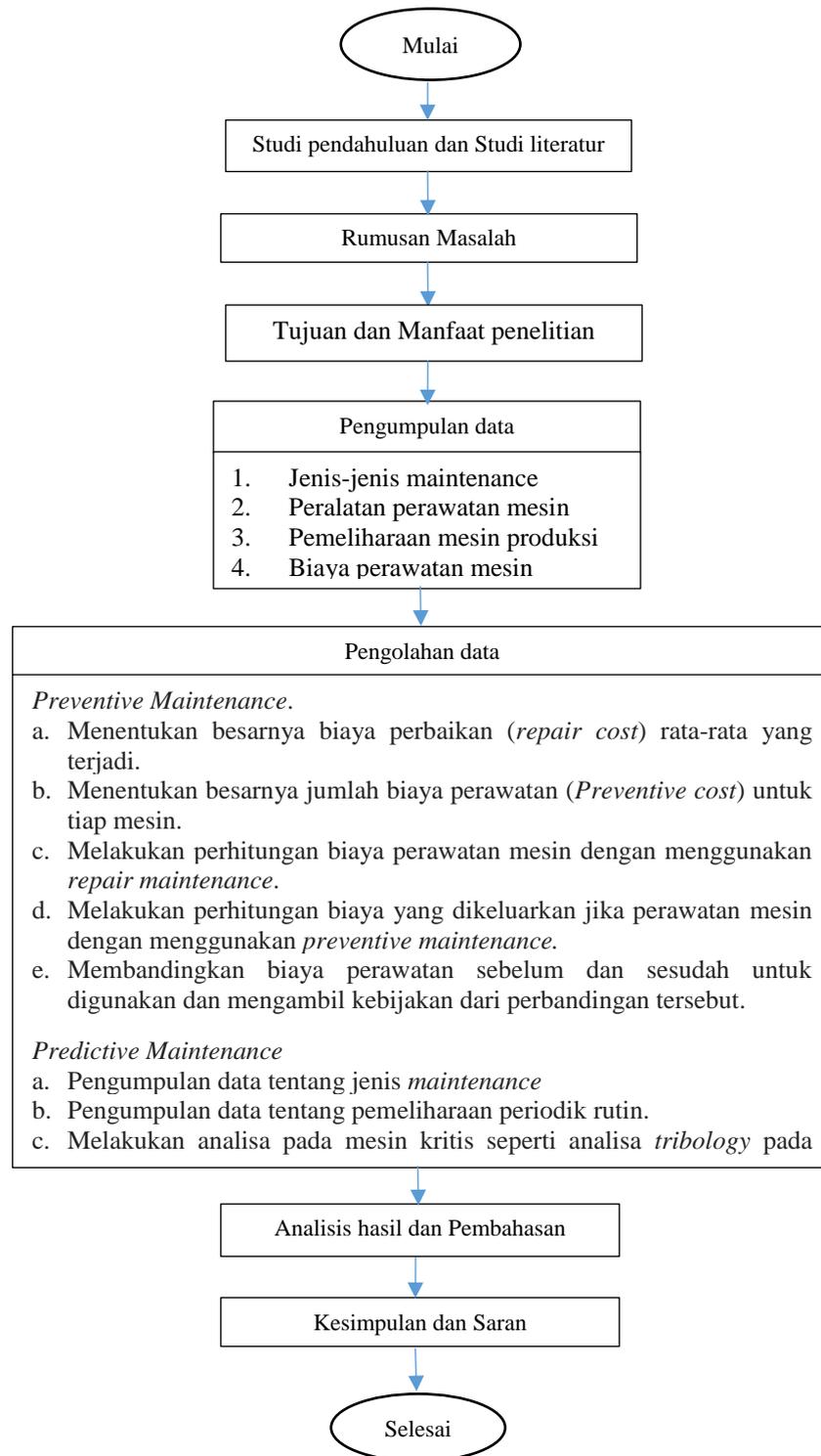
Menurut Higgins & Mobley (2002), pemeliharaan/maintenance adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. Maintenance juga dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya. Menurut Sisjono & Iwan Koswara (2004) Perawatan/*maintenance* ialah suatu kegiatan yang dilakukan secara sengaja/sadar terhadap suatu fasilitas dengan menganut suatu sistematika tertentu untuk mencapai hasil telah ditetapkan. Perawatan mesin yang terjadwal dengan baik, dapat meningkatkan keandalan, performansi mesin dan menekan biaya pemeliharaan (Boy Agasi Lito Kurniawan et al., 2019).

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada fasilitas dan peralatan seringkali dibutuhkan kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan (*Cleaning*), Inspeksi (*Inspections*), Pelumas (*Oiling*) serta pengadaan suku cadang (*stock spare part*). Masalah perawatan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pemeliharaan (*preventive*), perbaikan (*corrective*) dan pencegahan (*predictive*). Menurut Suharto dalam sodikin (2008), pemeliharaan merupakan salah satu kegiatan logistik yang paling penting dalam mendukung kesiapan operasi peralatan industri. Konsep pemeliharaan sistem berlaku umum yang bertitik tolak pada kebutuhan operasi suatu sistem, diantaranya menggambarkan: antisipasi-antisipasi tingkat dukungan perawatan, aturan umum perbaikan/*repair* dan batasan-batasannya, tanggung jawab organisasi untuk perawatan, elemen-elemen utama dari dukungan logistik sebagaimana yang berlaku pada sistem baru jika akan terjadi perubahan sistem yang sudah ada harus tersedia, sehingga memudahkan proses pemeliharaan mesin, kebutuhan keefektifan sistem kaitannya dengan kemampuan dukungan sistem yang ada dalam menjalankan sebuah konsep pemeliharaan yang dibuat, lingkungan perawatan, dan konsep perawatan pada dasarnya menjelaskan secara umum keseluruhan lingkungan dukungan sistem dimana sistem tersebut berbeda.

Perawatan korektif dilakukan setelah terjadinya kerusakan, sehingga merupakan bagian perawatan tidak terencana. *Corrective maintenance* adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak berfungsi dengan baik. Secara umum *Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodik, dimana sejumlah tugas pemeliharaan seperti inspeksi, perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan dan penyesuaian dilaksanakan. Suatu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan spesifikasi peralatan mesin. Kegiatan ini melibatkan hal-hal sebagai berikut (Baroto, 2003): pemasangan dan desain yang tepat pada peralatan dan mesin, pengamatan dan kegiatan pemeliharaan yang mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba, pembongkaran dan penggantian secara terencana dan berulang untuk mempertahankan kondisi mesin sehingga memenuhi persyaratan operasi, pemeliharaan meliputi pelumasan, penambahan bahan pembantu, pengecatan dan lain-lain agar mesin dapat beroperasi kembali. Secara umum *predictive maintenance* adalah perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan berkala (*Preventive Maintenance*). Pendeteksian ini dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan *alignment* untuk menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya.

## 2. Metode Penelitian

Bagan alur pelaksanaan penelitian mengikuti tahapan pada Gambar 1. Pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi: metode pengumpulan data primer, dan teknik interview (wawancara). Teknik pengumpulan data dengan tanya jawab secara langsung baik kepada operator, mekanik maupun personalia, baik penjelasan di lapangan maupun di luar lapangan. Observasi (pengamatan) dilakukan melalui teknik pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung kepada objek penelitian untuk memperoleh data. Metode pengumpulan data sekunder meliputi: data umum PT. PLN (Persero) Pusat Listrik Masohi, data kerusakan mesin periode bulan Agustus 2018 – Januari 2019, data perawatan mesin.



**Gambar 1.** Diagram alur penelitian

Langkah pengolahan data yaitu sebagai berikut:

Menurut Reksohadiprodjo (1995), kebijaksanaan pemeliharaan pencegahan didasarkan pada model probabilitas. Model ini memerlukan data biaya pelayanan pemeliharaan pencegahan, biaya perbaikan dan probabilitas kerusakan. Probabilitas kerusakan mencerminkan bahwa kerusakan akan terjadi walaupun sudah dilakukan pemeliharaan pencegahan.

Banyak kerusakan K yang diharapkan terjadi secara kumulatif dalam B bulan dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$K_n = \sum_{i=1}^n P_i + K_{n-1}P_1 + K_{n-2}P_2 + \dots + K_iP_{n-1} \quad (1)$$

Menurut Pujotomo & Kartha (2007) dan Zulaihah & Fajriah (2009), dalam memilih antara kebijakan repair maintenance dan preventive maintenance, dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang telah ada untuk mencari biaya total perawatan (total maintenance cost) yang paling rendah.

Metode repair (kebijakan perbaikan) dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 2-5 (Smith & Mobley, 2003).

$$TMC (\text{repair}) = TCr \quad (2)$$

$$TCr = B \times Cr \quad (3)$$

$$B = N/Tb \quad (4)$$

$$Cr = \frac{\text{Total biaya komponen}}{\text{Jumlah komponen yang diganti}} \quad (5)$$

$$Tb = \sum_{i=1}^n P_i T_i \quad (6)$$

Metode preventive maintenance (kebijakan perawatan pencegahan) dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 6 (Kyriakidis & Dimitrakos, 2006).

$$TMC(n) = TCr + TCM(n) \quad (7)$$

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung biaya perawatan sebagai berikut (Kyriakidis & Dimitrakos, 2006):

Hitung jumlah breakdown kumulatif yang diharapkan dari kerusakan ( $B_n$ ) untuk semua mesin selama periode preventive maintenance ( $T_p = n$  bulan).

Tentukan jumlah rata-rata breakdown per bulan sebagai perbandingan ( $TCr$ ).

Perkirakan biaya repair per bulan.

$$TCr(n) = \left(\frac{B_n}{n}\right) Cr \quad (8)$$

Perkirakan biaya preventive maintenance per bulan ( $TCm$ ).

$$TCm(n) = \frac{N.C_m}{n} \quad (9)$$

Tentukan biaya keseluruhan ( $TMC$ ).

$$TMC(n) = TCr(n) + TCM(n) \quad (10)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC adalah metode pembuatan grup atau penggolongan berdasarkan peringkat nilai dari nilai tertinggi hingga terendah, dan dibagi menjadi 3 kelompok besar yang disebut kelompok A, B dan C. Prinsip ABC dapat digunakan dalam pengelolaan pembelian, inventori, penjualan, dan sebagainya. Prinsip ABC juga dikenal dengan nama Analisis ABC (*ABC analysis*) dan dibuat berdasarkan sebuah konsep yang dikenal dengan nama hukum pareto (*Pareto's Law*). Berdasarkan prinsip Pareto di atas, barang persediaan dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori (Russel & Taylor, 2006), yaitu:

##### 1) Klasifikasi A

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.

##### 2) Klasifikasi B

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.

##### 3) Klasifikasi C

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

Data yang dikumpulkan adalah data breakdown atau kerusakan mesin pada periode antara bulan agustus 2018 sampai dengan bulan Januari 2019. Hasil *breakdown* mesin dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Breakdown Mesin KOMATSU EGS 1200-6

Periode	Bulan	Jumlah Kerusakan			
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Total
1	Agustus - 2018	3	7	1	11
2	September - 2018	0	8	0	8
3	Oktober - 2018	1	17	3	21
4	November - 2018	2	1	0	3
5	Desember - 2018	4	2	15	21
6	Januari - 2019	4	1	22	27
	Jumlah	14	36	41	91

Data kerusakan diklasifikasi berdasarkan harga sparepart yang harus diganti, meliputi:

- 1) Kelas A, jika harga *sparepart* memiliki harga Rp.600.000 – Rp.6.000.000,-
- 2) Kelas B, jika harga *sparepart* memiliki harga Rp.290.000 – Rp.599.999,-
- 3) Kelas C, jika harga *sparepart* memiliki harga Rp.0 – Rp.289.999,-

b. Perhitungan Biaya Perbaikan (Cr)

Perhitungan biaya perbaikan (Cr) menggunakan persamaan 5.

$$Cr(a) = \frac{Rp\ 12.273.800,-}{14} = Rp\ 876.700,- \text{ per kerusakan A}$$

$$Cr(b) = \frac{Rp\ 2.120.500,-}{36} = Rp\ 58.903,- \text{ per Kerusakan B}$$

$$Cr(c) = \frac{Rp\ 570.200,-}{41} = Rp\ 13.907,- \text{ per kerusakan C}$$

c. Perhitungan biaya repair

Perhitungan repair (a) sebagai berikut:

- 1) Perhitungan distribusi frekuensi (Tb) menggunakan persamaan 6.

$$Tb(a) = (0,214)(1) + (0)(2) + (0,071)(3) + (0,142)(4) + (0,285)(5) + (0,285)(6) \\ = 0,214 + 0 + 0,213 + 0,568 + 1,425 + 1,54 = 3,968$$

- 2) Rata-rata jumlah *breakdown* per periode (B), menggunakan persamaan 4.

$$B(a) = \frac{1}{3,968} = 0,252 \text{ per bulan}$$

- 3) Biaya *repair* yang diperkirakan (TCr) menggunakan persamaan 3.

$$TCr(a) = 0,252 \times Rp\ 876.700 = Rp\ 220.928,- \text{ per bulan}$$

- 4) Biaya *repair* yang diperkirakan (TMC) menggunakan persamaan 2.

$$TMC(a) = 220.928 + Rp\ 0,- = Rp\ 220.928,- \text{ per bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh besarnya biaya repair klasifikasi A sebesar Rp 220.928,- per bulan. Cara yang sama dapat dilakukan untuk menentukan repair untuk klasifikasi B dan klasifikasi C. Hasil perhitungan biaya repair dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Biaya *repair*

Klasifikasi	Run time (bln)	TCr/Bln	TMc/Bln
A	3,968	Rp220.928,-	Rp220.928,-
B	2,614	Rp22.462,-	Rp22.462,-
C	5,284	Rp2.628,-	Rp2.628,-

d. Perhitungan biaya perawatan preventive

Biaya perawatan *preventive* (Cm) adalah biaya yang dikeluarkan setiap perawatan rutin mesin, meliputi biaya tenaga kerja dan biaya perawatan. Karyawan dibayar setiap bulan, sehingga biaya tenaga kerja diabaikan. Sedangkan biaya perawatan meliputi biaya pelumasan dan komponen kecil lain, seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Biaya peralatan untuk *preventif*

No	Peralatan	Harga
1	Bahan Pelumas (Oli)	Rp.300.000,-
2	Komponen Kecil (Baut, Sekrup, dll)	Rp.60.000,-
	Total Harga	Rp 360.000,-

Perhitungan biaya perawatan *preventive* yang rutin dilakukan PLTD Masohi menggunakan persamaan (10):

$$C_m = (0) + (360.000,-) = \text{Rp } 360.000,- \text{ per preventif}$$

e. Perhitungan biaya *preventive maintenance*

Perhitungan biaya *preventive maintenance* untuk klasifikasi A dilakukan untuk mengetahui perkiraan jumlah biaya yang akan dikeluarkan pada tiap – tiap klasifikasi. Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan klasifikasi A pada 1 bulan operasi ( $n=1$ ) menggunakan persamaan (8), persamaan (9) dan persamaan (10):

- 1) Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi ( $B_n$ )

$$B_1 = N \times P_1 = (1) (0,214) = 0,214$$

- 2) Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi ( $B$ )

$$B = \frac{0,214}{1} = 0,214 \text{ per bulan}$$

- 3) Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi ( $TCr$ )

$$TCr_1 = (0,214) (876.700) = \text{Rp } 187.613,-$$

- 4) Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi ( $TCm$ )

$$TCm_1 = \frac{(1)(360.000)}{1} = \text{Rp } 360.000,-$$

- 5) Total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi ( $TMC$ )

$$TMC_{(1)} = 187.613 + 360.000 + 0 = \text{Rp } 547.613,-$$

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan klasifikasi A pada 2 bulan operasi ( $n=2$ ) menggunakan persamaan (8), persamaan (9) dan persamaan (10).

- 1) Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 2 bulan operasi ( $B_n$ )

$$B_2 = (1) (0,214 + 0) + (0,214)(0,214) = 0,259$$

- 2) Rata-rata jumlah *breakdown* per 2 bulan operasi ( $B$ )

$$B = \frac{0,259}{2} = 0,129 \text{ per bulan}$$

- 3) Perkiraan biaya *repair* per 2 bulan operasi ( $TCr$ )

$$TCr_2 = (0,129) (876.700) \\ = \text{Rp } 113.094,-$$

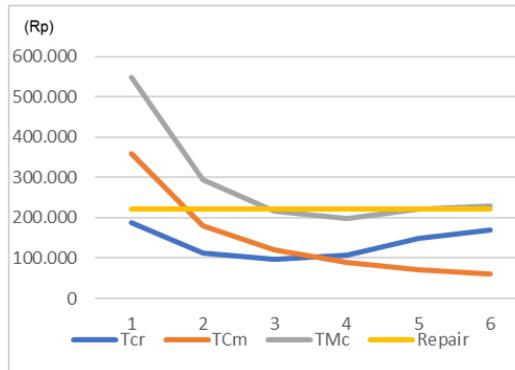
- 4) Biaya *preventive maintenance* per 2 bulan operasi ( $TCm$ )

$$TCm_2 = \frac{(1)(360.000)}{2} = \text{Rp } 180.000,-$$

- 5) Total biaya *maintenance* per 2 bulan operasi ( $TMC$ )

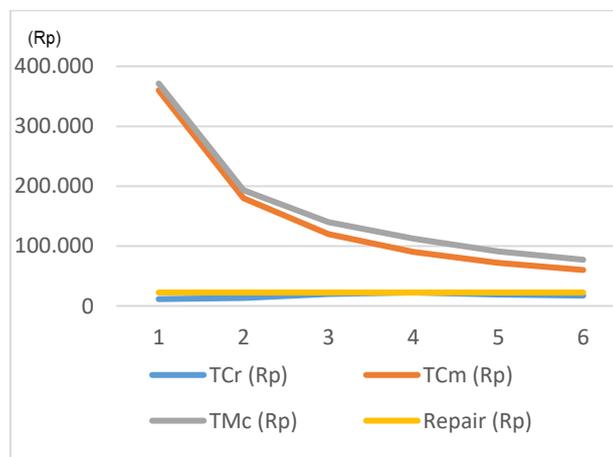
$$TMC_2 = 113.094 + 180.000 + 0 \\ = \text{Rp } 293.094,-$$

Perhitungan pada 3 bulan ( $n=3$ ) sampai dengan 6 bulan ( $n=6$ ) diberlakukan perhitungan dengan rumus yang sama secara berurutan tiap-tiap periode. Perhitungan klasifikasi B dan klasifikasi C diberlakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan klasifikasi A. Grafik perbandingan hasil perhitungan *preventive maintenance* dengan hasil perhitungan *repair* untuk klasifikasi A ditunjukkan pada Gambar 2. Grafik perbandingan pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa perhitungan hasil nilai  $TCr$  mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 187.613,- per bulan sampai periode 3 (tiga) bulan sekali sebesar Rp 96.437,- per bulan, kemudian naik sampai periode ke 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 169.203,-. Hasil perhitungan nilai  $TCm$  mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 360.000,- per bulan sampai periode 6 (enam) bulan sebesar Rp 60.000,- per bulan. Hasil perhitungan nilai  $TMC$  mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 547.613,- per bulan sampai periode 4 (empat) bulan sekali sebesar Rp 197.834,- per bulan, kemudian mengalami kenaikan sampai periode ke 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 229.203,- dan nilai *repair* sebesar Rp 220.928,- per bulan.



**Gambar 2.** Perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada klasifikasi A

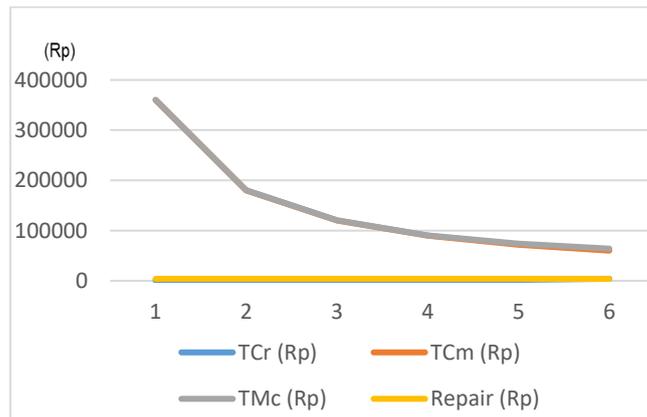
Hasil perhitungan *preventive maintenance* dibandingkan tiap-tiap periodenya. Biaya pemeliharaan yang paling rendah diperoleh pada periode 4 (empat) bulan sekali dengan biaya *preventive maintenance* setara dengan Rp 197.834,- per bulan. Grafik perbandingan hasil perhitungan *preventive maintenance* dengan hasil perhitungan *repair maintenance* untuk klasifikasi B ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada klasifikasi B

Grafik perbandingan di atas dapat diketahui bahwa perhitungan hasil nilai TCr mengalami kenaikan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 11.427,- per bulan sampai periode 4 (empat) bulan sekali sebesar Rp 22.500,- per bulan, kemudian nilai TCr mengalami penurunan sampai periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 17.140,- per bulan. Hasil perhitungan nilai TCm mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 360.000,- per bulan sampai periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 60.000,- per bulan. Hasil perhitungan nilai TMc mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 371.427,- per bulan sampai periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 77.140 per bulan dan nilai *repair* sebesar Rp 22.462,- per bulan.

Hasil perhitungan *preventive maintenance* dibandingkan tiap-tiap periodenya. Biaya pemeliharaan yang paling rendah diperoleh pada periode 6 bulan sekali dengan biaya *preventive maintenance* setara dengan Rp 77.140,- per bulan. Grafik perbandingan hasil perhitungan *preventive maintenance* dengan hasil perhitungan *repair maintenance* untuk klasifikasi C ditunjukkan pada Gambar 4. Grafik perbandingan pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa perhitungan hasil nilai TCr mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 492,- per bulan sampai periode 2 (dua) bulan sekali sebesar Rp 246,- per bulan, kemudian nilai TCr mengalami kenaikan sampai pada periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 4.018,-. Hasil perhitungan nilai TCm mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 360.000,- per bulan sampai periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 60.000,- per bulan. Hasil perhitungan nilai TMc mengalami penurunan dari periode 1 (satu) bulan sekali sebesar Rp 360.492,- per bulan sampai periode 6 (enam) bulan sekali sebesar Rp 64.018,- per bulan dan nilai *repair* sebesar Rp 3.875,- per bulan.



**Gambar 4.** Perbandingan biaya *preventive maintenance* dengan biaya *repair maintenance* pada klasifikasi C

Hasil perhitungan *preventive maintenance* dibandingkan tiap-tiap periodenya. Pada Gambar 4 biaya pemeliharaan yang paling rendah diperoleh pada periode 6 bulan sekali dengan biaya *preventive maintenance* setara dengan Rp 64.018 per bulan.

f. *Predictive maintenance*

1) Analisa vibrasi

Analisa vibrasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan aktivitas *condition monitoring*, *Vibration Analysis* merupakan faktor pendukung meminimalisir terjadinya getaran berlebih.

2) Analisa tribologi terhadap pelumas mesin

Tribologi adalah proses pemantauan pelumas dengan menggunakan *spectrometer* pada mesin diesel dalam rangka pemeliharaan prediktif. Standart kekentalan pelumas secara umum atau yang ditoleransi yaitu 75 cSt – 160 cSt. Jika melebihi nilai standart 160 cSt (161 cSt), maka hal tersebut sudah dipastikan akan menyebabkan gangguan pada kinerja mesin dan harus segera melakukan tindakan pemeliharaan selanjutnya yaitu dengan mengganti pelumas mesin yang baru (Ismail, 2016).

3) Mengetahui *wear debris* (kandungan logam lain)

Mengetahui pelumas yang dianalisa sudah tidak layak lagi untuk digunakan atau harus dilakukan pergantian pelumas, maka dilakukan analisa terhadap pelumas lama apakah sudah terkontaminasi oleh kontaminan. Perubahan dari pelumas yang lama masih dapat ditoleransi atau masih boleh digunakan apabila hasil analisa dari pelumas tersebut tidak melebihi *warning level* atau ambang batas (Ismail, 2016). Jenis-jenis material kontaminan yang terdapat pada pelumas terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Jenis material kontaminan.

No	Jenis Material Kontaminan	Indikasi Keausan Komponen
1	Aluminium (Al)	<i>Piston</i> (bahan <i>light alloy</i> Al), <i>Crankshaft</i> bearing (bahan Al Sn) dan komponen pada Al <i>Casings</i>
2	Antimony	White Metal Plain Bearing
3	Boron (Br)	Kebocoran pendingin, terdapat pada bahan <i>additive</i> minyak pelumas
4	Chromium (Cr)	<i>Piston rings</i> , <i>Cylinder</i> , <i>Line</i> , <i>Valve Seat</i>
5	Cobalt (Co)	Valve Seat atau Hard Coating
6	Tembaga (Cu)	<i>Bronze Bearing</i> atau <i>Rolling Element</i> , <i>Bearing Cages</i>
7	Indium	<i>Crankshaft Bearing</i>
8	Besi (Fe)	Gear, Shaft, Cast Iron, Cylinder
9	Timbal (Pb)	Plain Bearing
10	Magnesium (Mg)	Komponen Plastik dengan Talc Filter

No	Jenis Material Kontaminan	Indikasi Keausan Komponen
11	Nickel (Ni)	Valve Seat atau Alloy Steel
12	Potassium	Kebocoran Pendingin
13	Silicon	Kemasukan Debu (Filter Problem)
14	Sodium (Na)	Kebocoran pendingin
15	Vanadium (Va)	Blow-by dari bahan bakar
16	Seng (Zn)	Bahan additive minyak pelumas

Sumber: Ismail, 2016

#### 4. Kesimpulan

Kebijakan optimal untuk komponen klasifikasi kelas A (Komponen: Cartridge, Fuel filter, Accu. Breadher house, Rocker arm intake, Rocker arm exhaust) dilakukan perawatan dengan metode preventive maintenance, dengan periode 4 (Empat) bulan sekali dan biaya yang dikeluarkan setara dengan Rp 197.834 per bulan. Kebijakan optimal untuk komponen klasifikasi kelas B (Komponen: Sensor & Switch oil pressure, Gasket, Bracket, V-Belt, Seal O-ring.) dilakukan perawatan dengan metode repair, dengan biaya yang dikeluarkan setara dengan Rp 22.462 per bulan (Catatan: biaya klasifikasi B dapat lebih diminimalisir jika perhitungan data dilakukan selama periode 12 bulan atau satu tahun.). Kebijakan optimal untuk komponen klasifikasi kelas C (Komponen: Air filter inner/outner, Rubber isolator, Rod push, Pin dowel, Collar, ring snap. Rocker arm shaft, House water, Lever ass’y, Shaft ass’y, Pipa over flow, Screw, Nut, Ball.) dilakukan perawatan dengan metode repair, dengan biaya yang dikeluarkan setara dengan Rp 3.875 per bulan (Catatan: biaya klasifikasi B dapat lebih diminimalisir jika perhitungan data dilakukan selama periode 12 bulan atau satu tahun). Sedangkan Predictive maintenance yang dapat dilakukan oleh PT.PLN Masohi adalah dengan analisa vibrasi, tribologi dan wear debris.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih atas terselenggaranya penelitian dan menghasilkan artikel ilmiah ini kepada; jajaran pimpinan IS AKPRIND, jajaran pimpinan Universitas Widya Mataram atas dukungan dana penelitian dan jajaran pimpinan PLTD Kota Masohi.

#### 6. Daftar Pustaka

- Ansori, N & Mustajib, M, I, 2013, Sistem Perawatan Terpadu, Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Boy Agasi Lito Kurniawan, Masrul Indrayana, & Iva Mindhayani. (2019). Analisis Perawatan Mesin Stasiun Masakan Di Pg. Madukismo (1st Ed., Vol. 4). Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
- Hinggis, L, R. & Mobley, R, K., 2002 Maintenance Engineering Handbook, Sixth edition. McGraw-Hill.
- Ismail, A, R., 2016, Predictive Miantenance (PdM) dengan Sistem Major Overhaul Pada Mesin Diesel Mirrless Blackstone ELS 16 MK 2 Di PLTD Poasia, Kendari: Universitas Haluoleo.
- Kyriakidis, E.G. & Dimitrakos, T,D, 2006, Optimal preventive maintenance of a production system with an intermediate buffer, *European Journal of Operational Research*, Vol. 168, pp. 86–99.
- Pujotomo, D., & Kartha, R., 2007, Analisa Sistem Perawatan Komponen *Bearing Bottom Roller* dan *V-Belt* Mesin *Ring Frame RY-5* pada Departemen Spinning II A (Di PT Danrilis Surakarta), *Jurnal Teknik Industri Undip*. Vol. 2 (2), pp. 40 - 48.
- Reksohadiprodjo, S., 1995, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Penerbit BPFE: Yogyakarta.
- Rosyid, M. A., & Indrayana, M. (2023). Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Filling Bag Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT.SHGM. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 1, 294–303. Retrieved from <https://ojs.uajy.ac.id/index.php/SENASTI/article/view/7953>
- Russel, R., & Taylor, B. 2006. *Operation Management – Quality and Competitive-ness in a Global Environment, Fifth Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc - USA.
- Sisjono & Koswara, I, 2004, *Pemeliharaan dan Perbaikan Sistem Hidrolik*. Bandung: Departemen Pendidikan Nasional.
- Smith, R. & Mobley, R, K., 2003, *Industrial Machinery Repair: Best Maintenance Practices Pocket Guide*, 1st Edition. USA: Elsevier Science.

- Sodikin, I., 2008, *Penentuan Interval Perawatan Preventif Komponen Elektrik dan Komponen Mekanik yang Optimal pada Mesin Excavator Seri PC 200-6 dengan Pendekatan Model Jardine*, Jurnal Teknologi, Vol 1 No. 2, Desember 2008, ISSN: 1979-3405, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Zulaihah, L.; Fajriah, N. 2009. "Program Perencanaan Kebijakan Penjadwalan Preventive Maintenance Unit Mesin Las". *Jurnal Bina Teknik*. Vol. 5 (2), pp. 78 – 90