

## Optimalisasi Sistem Perawatan Dan Perbaikan Terencana Mesin Produksi Berdasarkan Analisis Keandalan Pada PLTD Hatiwe Kecil Kota Ambon

Frederik Demmatacco<sup>1\*</sup>, Sudjito Soeparman<sup>2</sup>, Rudy Soenoko<sup>2</sup>  
Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Magister dan Doktor FTUB<sup>1</sup>  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya<sup>2</sup>  
Jl. MT. Haryono 97 Malang 65145 Indonesia  
Email: Frederikdemmatacco@yahoo.co.id

### Abstract

*Based on preliminary surveys, PLTD X has been operated long enough so that the generator engines often impaired even cause damages during operation. Even maintenance system contained in the PLTD X also has not done, which means there decrease in the production of electrical power generated. Maintenance activities that have been performed by PLTD X is the replacement of engine components damaged as a rejuvenation effort and overhaul that aims to extend the lifespan of the machine, but it is also the act of Preventive maintenance which aims to treat the machines that do not damage or interruption in operation. The dispute resolution process is the method for analyzing the Reliability Centered Maintenance component failure with FBD, System function and functional failure, FMEA and RCM Decision Worksheet. It also can determine the value of Mean Time To Failure (MTTF) and Mean Time To Repair (MTTR) is used to analyze systems engine maintenance. and as a basis for determining the time interval maintenance and total cost of maintenance. Based on the results of the calculation known critical components such as Cylinder Head, Inlet valve, Gasket, Exhaust Valve Housing, Exhaust Valve. Component maintenance time intervals determined by the RCM method is as follows, Cylinder Head with interval 4458 hours, Inlet Valve with 1601 hour, Gasket with 4682 Hours, Exhaust Valve Housing with 1908 hours, Exhaust Valve with 2238 hour. Critical component consisting of Cylinder Head, Inlet Valve, Gasket, Exhaust Vave Housing and Exhaust Valve is using Scheduled Restoration Task type of maintenance.*

**Keywords:** *critical components, decision worksheet RCM, FMEA, PLTD X*

### PENDAHULUAN

Berdasarkan pengamatan pada PLTD Htiwe kecil Ambon telah beroperasi cukup lama sehingga mesin-mesin pembangkitnya sering mengalami gangguan bahkan mengakibatkan kerusakan pada saat beroperasi dan terhentinya kegiatan produksi. Bahkan sistem perawatan mesin yang terdapat di PLTD Hatiwe kecil Ambon juga belum terlaksana dengan baik sebagaimana mestinya sehingga berakibatkan turunnya produksi daya listrik yang dihasilkan. Kegiatan perawatan yang selama ini telah dilakukan oleh PLTD Hatiwe kecil Ambon adalah penggantian komponen-komponen mesin yang rusak sebagai usaha peremajaan dan *overhaul* yang bertujuan

untuk memperpanjang umur pakai mesin, selain itu juga adanya tindakan *Preventive Maintenance (PM)* yang bertujuan untuk merawat mesin-mesin agar tidak terjadi kerusakan atau gangguan saat beroperasi. *Preventive Maintenance* yang dilakukan oleh PLTD Hatiwe kecil Ambon mengacu padabuku manual (*Shop Manual*) yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, dengan tujuan menjaga kondisi komponen mesin agar tetap beroperasi dengan baik. Walaupun demikian, telah melakukan kebijakan PM, penggantian komponen yang rusak dan *overhaul* untuk peremajaan, tetap saja terjadi kerusakan saat beroperasi.

PLTD Hatiwe kecil Ambon mempunyai lima mesin dengan daya yang berbeda dan spesifikasi yang berbeda. Untuk data rekap

kerusakan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jumlah jam Kerusakan Mesin pada PLTD X

Mesin	Tahun			Jumlah jam
	1	2	3	
1	738	548	443	1729
2	416	379	593	1388
3	1187	973	1256	3416
4	469	412	0	881
5	497	356	475	1328

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, maka perlu adanya pengontrolan terhadap sistem kerja mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel ( PLTD ) secara optimal guna memenuhi kebutuhan masyarakat .salah satu metode yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan aktifitas perawatan yang belum terprogram dan keandalan mesin dikarenakan usia mesin yang sudah cukup lama beroperasi maka perlu adanya penggambaran sistem perawatan actual dengan menggunakan metode *Reliability Centerd Maintenance ( RCM )* dengan metode tersebut maka dapat digunakan untuk menganalisa fungsi komponen, jenis kerusakan yang terjadi, efek yang timbul akibat kerusakan dan tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi kerusakan tersebut selain itu juga informasi tersimpan dalam *RCM worksheet* [1]

### RUMUSAN MASALAH

Sesuai dengan uraian diatas maka dapat dirumuskan masalah yaitu:

1. Komponen-komponen Mesin apa saja yang mengalami gangguan atau kritis
2. Pada interval waktu berapa perawatan komponen kritis ditentukan berdasarkan metode *Reliability Centered Maintenance ( RCM )*
3. Kebijakan perawatan komponen kritis seperti apa yang sesuai dengan metode *Reliability Centered Maintenance ( RCM )*

### METODOLOGI PENELITIAN

Objek yang diteliti adalah Satuan Pembangkit Diesel (SPD) dan sistem perawatan actual. Dengan pertimbangan masalah yang akan diteliti, maka penelitian ini bersifat *eksploratif deskriptif* dengan melakukan pengamatan, Pengumpulan data yang dilaksanakan pada bulan oktober sampai desember 2012.

Komponen-komponen kritis dari mesin diesel akan dianalisis sesuai dengan tahapan berikut:

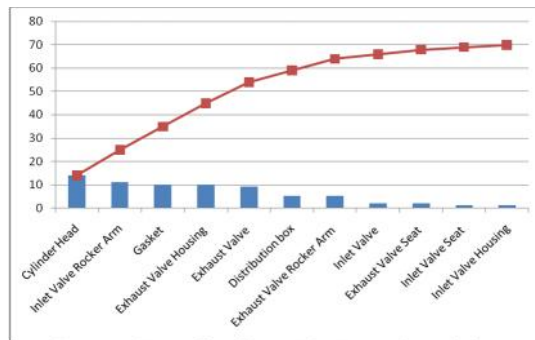
1. Analisis kualitatif meliputi analisis fungsi komponen, penyebab kegagalan dan konsekuensi kegagalan,
2. Analisis kuantitatif meliputi analisis *reliability* dan *maintenance cost* dengan membandingkan perawatan actual dengan hasil analisis dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk menganalisis kegagalan komponen dengan Fungsi Blok Diagram ( FBD ) *System function & functional failure, Failure Modes Effect Analysis (FMEA)* serta *RCM Decision Worksheet*. Selain itu juga dapat dihitung nilai *Mean Time To Failure (MTTF)* dan *Mean Time To Repair (MTTR)* yang digunakan untuk menganalisis sistem perawatan mesin. Dan sebagai dasar untuk menentukan interval waktu perawatan dan total biaya perawatan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Sistem Seleksi

Berdasarkan data pada Tabel 1.yang menjadi mesin kritis adalah mesin 3 dengan jumlah jam gangguan terbesar yaitu: 3416 atau 39.07% dari jumlah total gangguan yang ada di PLTD X. pada mesin 3 dilakukan pemeringkatan terhadap komponen yang dapat kita ketahui pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Data Breakdown Komponen Mesin 3 PLTD X Tahun 2010-2012

Berdasarkan gambar 1. Dapat kita ketahui bahwa komponen dari Mesin yang bersifat kritis adalah:

1. *Cylinder Head*
2. *Inlet Valve*
3. *Gasket*
4. *Exhaust Valve Housing*
5. *Exhaust Valve*

**ANALISA KUALITATIF**

Data Fungsi Komponen Mesin:

1. *Cylinder Head*  
*Cylinder Head* berfungsi:
  - a. Untuk menutup blok motor bagian atas dimana antara kepala silinder dan blok motor dapat dipisahkan
  - b. Menahan tekanan kompresi waktu pembakaran
2. *Inlet Valve*  
*Inlet Valve* berfungsi untuk katup masuk sebagai pintu pemasukan udara keruang bakar dan menahan tekanan kompresi dan pembakaran
3. *Gasket*  
*Gasket* berfungsi untuk merapatkan permukaan / menutup pori-pori pada bagian *cylinder head* dan blok motor
4. *Exhaust Valve Housing*  
*Exhaust Valve Housing* berfungsi sebagai rumah atau dudukan komponen-komponen katup buang
5. *Exhaust Valve*

*Exhaust Valve* berfungsi sebagai pintu keluarnya gas sisa pembakaran dari ruang bakar dan menahan tekanan kompresi pembakaran

Dari pengamatan peneliti menemukan penyebab dan efek kegagalan fungsi antara lain:

1. *Cylinder Head*  
*Cylinder Head Crack* disebabkan karena terjadi panas yang cukup tinggi sehingga Kompresi bocor dan daya yang dihasilkan menurun dan air bercampur pelumas sehingga dapat merusak fungsi pelumas
2. *Inlet Valve*  
*Inlet valve* berlubang karena terkikis udara kompresi dan tekanan pembakaran sehingga pada saat mesin beroperasi terjadi kebocoran kompresi dan pembakaran sehingga *inlet manifold cylinder* panas
3. *Gasket*  
*Gasket* rusak sehingga terjadi Kebocoran kompresi dan bercampurnya oli dengan air pendingin sehingga merusak pelumas
4. *Exhaust Valve Housing*  
*Exhaust Valve Housing* rusak dan *crack* sehingga Terjadi pergeseran kedudukan komponen-komponen *valve*, sehingga *valve* tidak menutup dengan sempurna dan kompresi menjadi bocor
5. *Exhaust Valve*  
*Exhaust Valve* berlubang terkikis udara kompresi dan rusak sehingga pada saat mesin beroperasi terjadi kebocoran kompresi. *Exhaust manifold cylinder* panas yang berlebihan.

**FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

Pada tahap ini kita menganalisis komponen yang bersifat kritis dan sering rusak sehingga jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut maka sejauhmana pengaruhnya terhadap fungsi sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, kita akan dapat memberikan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan pemeliharaan yang tepat.

Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing komponen yaitu *Cylinder Head* 400, *Inlet Valve* 400, *Gasket* 300, *Exhaust Valve Housing* 250, *Exhaust Valve* 250. Berdasarkan analisis tersebut maka dapat disimpulkan bahwa komponen *Cylinder Head*, *Inlet Valve*, *Gasket*, *Exhaust Valve Housing*, *Exhaust Valve* merupakan komponen yang harus mendapat perhatian khusus.

**ANALISA KUANTITATIF**

**Penentuan Distribusi Data**

Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan dilakukan dengan bantuan *Software Easyfit 5.5.Profesional*

Tabel 2 Hasil Pengujian Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Nama Komponen	Pola Distribusi	Parameter
<i>Gasket</i>	<i>Weibull</i>	=1,8545 = 2094,2
<i>Cylinder Head</i>	<i>Weibull</i>	= 1,5247 = 1623,7
<i>Exhaust Valve Housing</i>	<i>Weibull</i>	= 2,185 = 1319
<i>Inlet Valve</i>	<i>Weibull</i>	=2,8674 =1308,7
<i>Exhaus Valve</i>	<i>Weibull</i>	= 2,0462 = 1276,7

Tabel 3 Hasil Pengujian Distribusi Waktu Antar Perbaikan

Nama Komponen	Pola Distribusi	Paramete r
<i>Gasket</i>	<i>Weibull</i>	= 7,0639 = 7,3986
<i>Cylinder Head</i>	<i>Weibull</i>	= 52522 = 6,5253
<i>Exhaust Valve Housing</i>	<i>Weibull</i>	= 6,2338 = 6,8334
<i>Inlet Valve</i>	<i>Weibull</i>	= 6,2663 = 7,2419
<i>Exhaust Valve</i>	<i>Weibull</i>	= 5,1329 = 6,9879

Setelah diketahui distribusi data maka dilakukan perhitungan terhadap MTTF dan MTTR sesuai dengan jenis distribusi masing-masing komponen Hasil perhitungannya dapat kita lihat pada Tabel4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan MTTF dan MTTR

Nama Komponen	MTTF (Jam)	MTTR (Jam)
<i>Gasket</i>	1859.65	6.928197
<i>Cylinder Head</i>	1461.525	6.009084
<i>Exhaust valve Housing</i>	1168.106	6.353695
<i>Inlet Valve</i>	1176.521	6.733519
<i>Exhaust Valve</i>	1130.824	6.435087

**Perhitungan Interval Perawatan**

Interval perawatan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$T_M = \left[ \frac{\beta^\alpha C_M}{C_R (\alpha - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad [1]$$

Pada Tabel 5 merupakan hasil perhitungan interval perawatan

Tabel 5 Interval Perawatan

Nama Komponen	Parameter		CM	CR	Tm
Gasket	1.85	2094 .2	755357 14.3	19.879,796	4682
Cylinder Head	1.52	1623 .7	755357 14.3	30.862,386	4458
Exhaust Valve Housing	2.19	1319	755357 14.3	28.443,756	1908
Inlet Valver	2.87	1308 .7	755357 14.3	22.675,401	1601
Exhaust Valve	2.05	1276 .7	755357 14.3	22,678,103	2238

**RCM Decision Worksheet**

Berdasarkan analisis *RCM Worksheet* hasil pemilihan tindakan untuk komponen-komponen yang mengalami kegagalan pada komponen mesin dapat diperoleh beberapa tindakan perawatan antara lain:

1. *Gasket*  
*Scheduled Restoration Task* dengan melakukan perawatan *Gasket* sesuai dengan interval perawatan yang optimal. Sebagai acuan untuk interval perawatan yaitu selama 4682 Jam.
2. *Cylinder Head*  
*Scheduled Restoration Task* dengan melakukan perawatan *Cylinder Head* sesuai dengan interval perawatan yang optimal. Sebagai acuan untuk interval perawatan yaitu selama 4458 Jam.
3. *Exhaust Valve Housing*  
*Scheduled Restoration Task* dengan melakukan perawatan *Exhaust Valve Housing* sesuai dengan interval perawatan yang optimal. Sebagai acuan untuk interval perawatan yaitu selama 1906 Jam.
4. *Inlet Valve*  
*Scheduled Restoration Task* dengan melakukan perawatan *Inlet Valve* sesuai dengan interval perawatan yang optimal. Sebagai acuan untuk interval perawatan yaitu selama 1601 Jam.

5. *Exhaust valve*  
*Scheduled Restoration Task* dengan melakukan perawatan *Exhaust Valve* sesuai dengan interval perawatan yang optimal. Sebagai acuan untuk interval perawatan yaitu selama 2238 Jam

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem perawatan mesin di PLTD X, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan didapatkan komponen yang bersifat kritis adalah *Cylinder Head, Inlet valve, Gasket, Exhaust Valve Housing, Exhaust Valve*
2. Interval waktu perawatan komponen ditentukan berdasarkan metode RCM adalah sebagai berikut:
  - a. *Gasket*  
*Scheduled Restoration Tank* dengan interval waktu perawatan 4682 Jam
  - b. *Cylinder Head*  
*Scheduled Restoration Tank* dengan interval waktu perawatan 4458 Jam
  - c. *Exhaust valve Housing*  
*Scheduled Restoration Tank* dengan interval waktu perawatan 1906 Jam
  - d. *Inlet Valve*  
*Scheduled Restoration Tank* dengan interval waktu perawatan 1601 Jam
  - e. *Exhaust Valve*  
*Scheduled Restoration Tank* Dengan interval waktu perawatan 2238 Jam

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Alghofari, Ahmad Kholid, Djunaidi, Much. Fauzan, Amin, 2006 Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill dengan basis RCM (*Reability Centered Maintenance*) Jurnal Ilmiah Teknik Industri Volume 5 No 2, Jakarta.

[2] Silva, Carlos Manuel I, 2006 *Proactive Reability Maitenance Servicecos, jurnal of Quality in*

- Maintenance Engineering* vol; 14 No 4 pp 343-355.
- [3] Abraham Manuhutu 2011 Optimalisasi Pola Perawatan Dan Perbaikan Terencana Sistem Pendingin (*Cold Storage*) 70 Ton Berdasarkan analisis Keandalan. Tesis Teknik Kelautan Surabaya.
- [4] Syahrudin. 2012. Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan Yang Optimal di PLTD "X" Tesis Teknik Mesin Unibraw, Malang.
- [5] Ebell, E. Charles. 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw-Hill, Singapore.
- [6] K.B. Artana, K. Ishida 2000, *Spreadsheet modeling of optimal maintenance schedule for components in wear-out phase*
- [7] Nasution Arman Hakim 2006 Manajemen Industri, Jogjakarta, Andi Offset.