

# **Analisa Kebijakan Penjadwalan Perawatan pada Main Engine MV. Tanto Bersinar dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance***

**Dorries Putra Pradana<sup>1\*</sup>, Muhammad Shah<sup>2</sup>, dan Abdul Gafur<sup>3</sup>**

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

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia

\*E-mail: dorriesputra@gmail.com

## **Abstrak**

Mesin utama memiliki peranan penting dalam menunjang kegiatan berlayar karena jika mengalami kegagalan maka kapal tidak bisa berjalan dan menimbulkan kerugian ekonomi. Saat ini PT. Tanto Intim Line melakukan perawatan di semua kapalnya berdasarkan *corrective maintenance*. Metode tersebut dinilai masih belum efektif untuk menangani kegagalan yang terjadi, karena sedikitnya sumber daya manusia yang tersedia sehingga belum teratasi dengan baik. Dengan demikian, diperlukan *maintenance task* yang tepat, sehingga perusahaan dapat memprediksi kerusakan yang terjadi dan menyediakan suku cadang baru sebelum kerusakan terjadi. Metode perawatan yang sesuai dalam menentukan apa yang harus dilakukan adalah dengan menggunakan RCM (*Reliability Centered Maintenance*), dengan metode ini dapat diketahui jenis perawatan dan interval perawatan yang sesuai untuk setiap komponen yang mengalami kegagalan. Berdasarkan analisa didapatkan frekuensi kegagalan pada komponen injector sebesar 6 kali/tahun, komponen piston dengan frekuensi kegagalan 4 kali/tahun. Dengan didapatkannya hasil frekuensi kerusakan maka dapat ditentukan strategi perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) untuk komponen yang memiliki tingkat resiko paling tinggi dan menengah sehingga mempengaruhi biaya, produksi, dan kesehatan serta keselamatan kerja adalah piston, injector, cylinder head, cylinder liner, governor, fuel injection pump dan perawatan saat terjadi kerusakan (*corrective maintenance*) untuk komponen yang memiliki tingkat resiko paling rendah adalah connecting rod & crosshead, thrust bearing, crankshaft.

**Kata Kunci:** Keandalan, Konsekuensi Resiko, Mesin Utama, Perawatan, RCM

## **1. PENDAHULUAN**

Sistem penggerak utama pada kapal ini ialah internal combustion engine atau diesel engine dengan tipe Mitsui Man B&W 8S MC Mark. Main Engine sangat berperan penting untuk menunjang kegiatan berlayar karena jika mengalami kegagalan maka kapal tidak bisa berjalan dan menimbulkan kerugian ekonomi. Sebagai contoh, apabila injector mengalami kegagalan maka pembakaran yang dihasilkan main engine tidak sesuai dengan kondisi aktual dan tenaga yang dihasilkan tidak seperti kondisi aktual, dampaknya efisiensi kapal akan menurun. Kegagalan yang terjadi pada main engine berpengaruh terhadap semua alat bantu lainnya, jika main engine blackout maka kapal akan berhenti. Padahal kapal kontainer merupakan penunjang transportasi laut yang sering dipakai oleh perusahaan. Jika terjadi sebuah kegagalan maka pengiriman kontainer akan terkendala dan mengakibatkan kerugian yang sangat besar. Sehingga perlu dilakukan upaya mempertahankan kinerja main engine pada kapal ini dengan perawatan yang terjadwal.

Saat ini PT. Tanto Intim Line melakukan perawatan di semua kapalnya berdasarkan *corrective maintenance*. Dengan metode ini masih belum efektif untuk menangani sebuah kegagalan yang terjadi, karena sedikitnya SDM (Sumber Daya Manusia) yang tersedia sehingga belum teratasi dengan baik. Salah satunya diperlukan *maintenance task* yang tepat (Tsai, Wang, & Tsai, 2004), dengan begitu perusahaan dapat memprediksi kerusakan yang terjadi dan menyediakan suku cadang baru sebelum kerusakan terjadi.

Perawatan ialah kegiatan mengembalikan suatu komponen mesin ke dalam kondisi awal atau baru, perawatan ini sangat berdampak positif bagi efisiensi sebuah mesin yang berjalan. Salah satu metode perawatan yang sesuai untuk digunakan dalam menentukan apa yang harus dilakukan dalam menentukan kebijakan perawatan dengan metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance II*), dengan metode ini dapat diketahui jenis perawatan dan interval perawatan yang sesuai untuk setiap komponen yang mengalami kegagalan fungsi. Selain penjadwalan

perawatan, pengadaan suku cadang juga merupakan hal penting yang harus diperhatikan, karena suku cadang digunakan untuk memenuhi kegiatan perawatan (Amalia, Subekti, & Setiawan, 2018). RCM (Reliability Centered Maintenance) adalah sebuah metode untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan. RCM berfungsi untuk mengatasi penyebab dominan dari kegagalan yang nantinya akan membawa pada keputusan maintenance yang berfokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi (Palit & Sutanto, 2012). Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan perawatan pencegahan yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan (John Moubray, 1997).

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tahap awal dari metode penelitian ini adalah perumusan masalah kegagalan komponen yang terjadi. Hal ini sangat berpengaruh ketika mengawali sebuah proses agar lebih tepat. Hasil dari perumusan masalah selanjutnya akan dikembangkan dengan penelitian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga permasalahan pada penelitian ini bisa dilanjutkan kembali.

Perumusan masalah pada penelitian ini ialah bagaimana menentukan komponen kritis yang mengalami kegagalan dalam Main Engine dan bagaimana kebijakan jadwal perawatan yang dilakukan dengan menggunakan metode RCM (Reliability Centered Maintenance).

### 2.2 Studi Literatur

Tahap kedua dari metode penelitian ini adalah pengumpulan studi literatur. Pengumpulan ini meliputi berbagai macam sarana, yaitu buku, jurnal, tugas akhir, dan internet. Studi literature sangat menunjang sebuah penelitian agar penelitian tersebut valid untuk diteliti.

Tugas Akhir penelitian sebelumnya sebagai acuan penelitian ini diantara lain ialah :

1. Implementasi Reliability – Centered Maintenance II Pada Sistem Bahan Bakar Kapal Tunda Menurut Metode Klasifikasi Konsekuensi Norsok Z-008 (Studi Kasus PT. Pelindo Marine Service)
2. Usulan Perawatan Komponen Pada Unit Off Highway Truck 793C dengan Metode RCM
3. Buku Reliability Centered Maintenance II karya John Moubray, buku ini membahas teori pemeliharaan perawatan serta menganalisa fungsi kegagalan suatu komponen

### 2.3 Pengumpulan Data

Tahap ketiga metode penelitian ini adalah pengumpulan data penelitian, meliputi:

1. Data manual book of main engine untuk mengetahui frekuensi perbaikan yang dibuat oleh maker
2. Data perawatan yang sudah dilakukan perusahaan selama jangka waktu 5 tahun (2012-2016)

### 2.4 Pengolahan Data

Tahap keempat pada metode penelitian ini adalah pengolahan data yang dirumuskan oleh penelitian ini, data yang ada di analisa dan di kembangkan sesuai dengan teori yang sesuai dengan buku. Alur pengolahannya meliputi langkah-langkah penerapan RCM:

1. Penyusunan diagram blok fungsi
2. Perhitungan waktu kegagalan dan waktu perbaikan

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{1}{(MTTF/8760)} \quad (2)$$

3. Analisa mode kegagalan dan analisa efek
4. Penentuan dengan metode *logiv tree analysis*
5. Penentuan *proposed task*
6. Interval waktu perawatan

### 2.5 Penjadwalan Perawatan

Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan semua olahan data dan membuat jadwal pemeliharaan berdasarkan perhitungan interval waktu dan metode perawatan yang ditentukan dari analisa resiko, kemudian membandingkan dengan manual book agar dapat menghasilkan kebijakan jadwal yang benar.

### 2.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap pengambilan kesimpulan dari pengolahan data main engine yang telah dilakukan penulis. Saran dimaksudkan untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan obyek penelitian yang lebih luas dan sebagai bahan pertimbangan serta referensi kepada perusahaan untuk dapat diaplikasikan pada sistem yang telah diteliti oleh penulis

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Sistem dan Diagram Fungsi

Tujuan dari deskripsi system dan diagram blok fungsi adalah untuk memudahkan analisa berdasarkan fungsi komponen dalam system. Dalam penelitian ini system main engine Tanto Bersinar memiliki beberapa fungsi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Fungsi Sitem *Main Engine*

Komponen	Fungsi
<i>Camshaft</i>	Membuka dan menutup katup sesuai dengan waktu (timing) yang telah ditentukan
<i>Cylinder head</i>	Sebagai penutup saat terjadinya kompresi
<i>Main starting valve</i>	Menyalurkan udara bertekanan ke silinder
<i>Piston</i>	Berfungsi untuk melakukan langkah-langkah kerja
<i>Cylinder liner</i>	Untuk melindungi bagian dalam cylinder block dari gesekan piston
<i>Fuel injection pump</i>	Sebagai penyuplai bahan bakar ke ruang bakar melalui nozzle
<i>Governor</i>	Mengatur suplai jumlah bahan bakar sesuai dengan beban engine
<i>Injector</i>	Berfungsi mengkabutkan bahan bakar
<i>Connecting rod &amp; Crosshead</i>	Penyambung piston ke crankshaft
<i>Crankshaft</i>	Mengubah gerakan naik turun yang dihasilkan oleh piston menjadi gerakan memutar yang nantinya akan diteruskan ke transmisi
<i>Thrust bearing</i>	Memberikan kontrol celah kedepan / belakang untuk pergerakan aksial crankshaft
<i>Fly wheel</i>	Menyimpan tenaga putar (inertia) yang dihasilkan pada langkah usaha, agar poros engkol (crank shaft) tetap berputar terus pada langkah lainnya

#### 3.2 Evaluasi Keandalan

Keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem perawatan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan perawatan sendiri.

##### 1. Uji Distribusi Keandalan

Sebelum dilakukan analisa reability pada komponen main engine, perlu dilakukan distribusi data untuk mengetahui jenis distribusi dan kegagalan pada main engine. Pada penelitian ini pengujian distribusi data dengan menggunakan software minitab 16. Distribusi data yang digunakan ialah eksponensial, weibull, normal dan lognormal. Keputusan bahwa distribusi yang cocok untuk diuji adalah nilai p-value diatas 0.05.

**Tabel 3.2** Distribusi pada *Main Engine*

No	Komponen	Jenis Distribusi	Parameter				
			$\sigma$	$\mu$	$\eta$	$\beta$	$\lambda$
1	<i>Injector</i>	Weibull			319.8	1.4	
2	<i>Piston</i>	Weibull			2846.7	1.9	
3	<i>Cylinder Liner</i>	Normal	3603.7	4645.3			
4	<i>Cylinder Head</i>	Normal	3516.8	4368			
5	<i>Connecting rod &amp; Crosshead</i>	Normal	6224.1	8154			
6	<i>Main Starting Valve</i>	Normal	9757.4	10680			
7	<i>Governor</i>	Normal	3324.8	5502.8			
8	<i>Thrust Bearing</i>	Normal	5028.05	7555.2			
9	<i>Fuel Injection Pump</i>	Normal	4447.8	5921.1			
10	<i>Crankshaft</i>	Normal	12421.2	13488			

##### 2. Analisa Keandalan

Setelah didapatkan nilai parameter distribusi dari masing masing komponen main engine, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai realibility dari tiap komponen. Perhitungan berdasarkan simulasi nilai t pada komponen hingga didapatkan nilai realibility lebih dari 0,6. Analisa perhitungan nilai keandalannya sebagai berikut:

**Tabel 3.3** Hasil Perhitungan Keandalan

No	Komponen	Jenis Distribusi	Reliability	MTTF (Jam)
1	<i>Injector</i>	Weibull	0.8220	1582
2	<i>Piston</i>	Weibull	0.6091	2186
3	<i>Cylinder Liner</i>	Normal	0.6026	4645
4	<i>Cylinder Head</i>	Normal	0.6103	4368
5	<i>Connecting rod &amp; Crosshead</i>	Normal	0.6103	8154
6	<i>Main Starting Valve</i>	Normal	0.6026	10680
7	<i>Governor</i>	Normal	0.6064	5503

**Lanjutan Tabel 3.3** Hasil Perhitungan Keandalan

8	<i>Thrust Bearing</i>	Normal	0.6064	7555
9	<i>Fuel Injection Pump</i>	Normal	0.6064	5921
10	<i>Crankshaft</i>	Normal	0.6026	13488

### 3. Laju Distribusi

Laju distribusi dapat menunjukkan banyaknya kejadian kegagalan komponen kritis yang terjadi dalam jangka waktu satu tahun. Dalam penelitian ini digunakan nilai MTTF sebagai dasar penentuan tingkat frekuensi kejadian kegagalan komponen main engine. Berikut Hasil frekuensi kejadian kegagalan komponen main engine:

**Tabel 3.4** Hasil Perhitungan Laju Distribusi

No	Komponen	$\lambda$ 1 tahun
1	<i>Injector</i>	5,5378
2	<i>Piston</i>	4,0066
3	<i>Cylinder Liner</i>	1,8858
4	<i>Cylinder Head</i>	2,0055
5	<i>Connecting rod &amp; Crosshead</i>	1,0743
6	<i>Main Starting Valve</i>	0,8202
7	<i>Governor</i>	1,5919
8	<i>Thrust Bearing</i>	1,1595
9	<i>Fuel Injection Pump</i>	1,4794
10	<i>Crankshaft</i>	0,6495

### 3.3 Mode Kegagalan dan Analisa Efek

FMEA bertujuan untuk mengetahui penyebab kegagalan komponen, efek kegagalan dari komponen serta dapat menentukan komponen kritis. Untuk mengetahui kegagalan dari komponen maka diperlukan nilai dari Risk Preference Number. Risk Preference Number merupakan hasil perkalian dari nilai severity, probability of occurrence, dan probability of detection.

Setiap terjadinya kegagalan fungsi memiliki penyebab yang disebut sebagai modus kegagalan (failure mode). Modus kegagalan memberikan penjelasan mengenai komponen yang mengalami kerusakan sehingga terjadi kegagalan fungsi. Setiap modus kegagalan yang terjadi akan dianalisis untuk mengetahui efek yang disebabkan oleh kegagalan fungsi yang disebut *failure effect*.

Berdasarkan hasil FMEA injector memiliki nilai RPN yang paling besar yaitu 150, lalu fuel injection pump dengan nilai RPN 112, cylinder head dengan nilai RPN 105, piston dengan nilai RPN 84, cylinder liner dengan nilai RPN 84, connecting rod & crosshead dengan nilai RPN 72, thrust bearing dengan nilai RPN 49, main starting valve dengan nilai RPN 84, dengan nilai RPN 40, dan governor dengan nilai RPN 32.

### 3.4 Analisa Logika Pohon

LTA (Logic Tree Analysis) merupakan pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan modus kegagalan (failure mode).

**Tabel 3.5** Hasil Analisa LTA

Information Reference					Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action		
No	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4
									E1	E2	E3			
									O1	O2	O3			
1	<i>Injector</i>	1	A	1	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N

Pada kolom information reference mengacu pada analisa FMEA, equipment diisi komponen yang mengalami kerusakan, fungsi (F) diisi angka satu yang menunjukkan fungsi utama komponen, pada kolom fungsi kegagalan (FF) diisi huruf A yang menyatakan kegagalan fungsi komponen yang pertama, sedangkan pada kolom mode kegagalan (FM) diisi angka satu yang menyatakan modus kegagalan pada komponen pertama. Pada penentuan dampak kriteria (consequence evaluation) kolom H (hidden function) dan S (safety) diisi huruf N (no), karena komponen tersebut tidak termasuk dalam kedua kategori tersebut. Selanjutnya pada kategori E (environment) dan O (operational) diisi huruf Y (yes). Penentuan proactive task & default action kolom H1S1E1O1 diisi Y (yes).

### 3.5 Interval Waktu Perawatan

Perhitungan interval waktu perawatan berdasarkan penentuan kebijakan perawatan yang dihasilkan

**Tabel 3.6** Hasil Perhitungan Interval Waktu

No	Komponen	Interval Waktu
1	<i>Injector</i>	42
2	<i>Piston</i>	302
3	<i>Cylinder Liner</i>	2323
4	<i>Cylinder Head</i>	4848
5	<i>Connecting rod &amp; Crosshead</i>	4077
6	<i>Main Starting Valve</i>	18960
7	<i>Governor</i>	2352
8	<i>Thrust Bearing</i>	3778
9	<i>Fuel Injection Pump</i>	9120
10	<i>Crankshaft</i>	7926

### 3.6 Strategi Perawatan Berdasarkan Analisa Resiko

Setelah didapatkan hasil konsekuensi pada tiap komponen main engine, maka dapat dilaksanakan kebijakan perawatan pada komponen – komponen main engine MV Tanto Bersinar. Komponen dengan tingkat konsekuensi resiko rendah (low) akan mendapatkan strategi perawatan secara corrective, sedangkan untuk komponen dengan tingkat konsekuensi resiko menengah (medium) dan tinggi (high) akan mendapatkan strategi perawatan secara preventive.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komponen kritis yang terdapat pada main engine MV. Tanto Bersinar adalah injector dengan frekuensi kegagalan 6 kali/tahun, komponen piston dengan frekuensi kegagalan 4 kali/tahun, komponen cylinder head dengan frekuensi kegagalan 2 kali/tahun, komponen cylinder liner dengan frekuensi kegagalan 2 kali/tahun, komponen governor dengan frekuensi kegagalan 2 kali/tahun, komponen fuel injection pump dengan frekuensi kegagalan 2 kali/tahun, komponen thrust bearing dengan frekuensi kegagalan 1 kali/tahun, komponen Connecting rod & Crosshead dengan frekuensi kegagalan 1 kali/tahun, komponen Main Starting Valve dengan frekuensi kegagalan 1 kali/tahun, dan komponen Crankshaft dengan frekuensi kegagalan 1 kali/tahun
2. Berdasarkan analisa komponen main engine dengan menggunakan metode reliability centered maintenance didapatkan kebijakan perawatan pencegahan (preventive maintenance) dan perawatan saat terjadi kerusakan (corrective maintenance). Adapun komponen yang memiliki tingkat resiko paling tinggi dan menengah sehingga mempengaruhi biaya, produksi, dan kesehatan serta keselamatan kerja mendapatkan strategi perawatan pencegahan (preventive maintenance) adalah piston, injector, cylinder head, cylinder liner, governor, fuel injection pump. Selanjutnya komponen yang memiliki tingkat resiko paling rendah mendapatkan strategi perawatan saat terjadi kerusakan (corrective maintenance) adalah connecting rod & crosshead, thrust bearing, crankshaft.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, N., & Hidayah, N. Y. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
- Amalia, S., Subekti, A., & Setiawan, P. A. (2018). Perencanaan Kegiatan Perawatan dengan Metode RCM II (Reliability Centered Maintenance) dan Penentuan Persediaan Suku Cadang Pada Boiler Perusahaan Rokok (pp. 1–7).
- Azis, Suprawhardana, M. ., & Purwanto, T. . (2010). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy. *Jurnal Forum Nuklir Vol. 4(1)*.
- Birolini, A. (2003). *Reliability Engineering*. Italy: Springer.
- E.ebeling, C. (1973). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. British Library Document Supply Centre.
- Gesper, V. (1992). Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik.
- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Manzini, R. (2010). *Maintenance for Industrial System*. London: Springer.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance II*. New York: Industrial Press Inc.
- Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance II. In *Second Edition*. New York: Industria Press.
- Nachul, A., & Imron, M. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance Terpadu)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Palit, H. C., & Sutanto, W. (2012). PERANCANGAN RCM UNTUK MENGURANGI DOWNTIME MESIN (pp. 1–7).
- Pranoto, H. (2015). *Reliability Centered Maintenance*. (M. Wacana, Ed.). Jakarta.
- Razak, R. (2017). *USULAN PERAWATAN KOMPONEN PADA UNIT OFFHIGHWAY TRUCK 793C DENGAN METODE RCM*. Malang.
- Samlawi, A. K. (2018). *MOTOR BAKAR (TEORI DASAR MOTOR DIESEL) HMKB781*.
- Smith, A., & Hinchliff, G. (2004). *RCM-GATEWAY TO WORLD CLASS*. America: El Seiver.
- Soesetyo, I., & Yeny, L. (2014). Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia - Sepanjang. *Predictive Maintenance Dan Biaya Perawatan*, 147–154.
- Sudradjat, A. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung: Refika Aditama.
- Taufik, & Septyani, S. (2015). Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Jurnal Optimasi*.
- Tsai, Y. ., Wang, K. ., & Tsai, L. . (2004). A study of Availability-Centered Preventive Maintenance for Multi-Component Systems. *Reliability Engineering and System Safety; Vol. 84(3)*, 261–270.
- Wahyunugraha, W. H., Alkaff, A., & Gamayanti, N. (2013). No Title. *Analisis Keandalan Pada Boiler PLTU Dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, 1–6.