

## Penjadwalan Kegiatan Perawatan Mesin Induk Kapal Tunda KM Bima Dengan Menggunakan Metode RCM II

Arga Yuristiawan<sup>1\*</sup>, Wibowo Arninputranto<sup>2</sup>, dan Ekky Nur Budiyan<sup>3</sup>

<sup>12</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [yurisarga@gmail.com](mailto:yurisarga@gmail.com)

### Abstrak

KT. BIMA mempunyai waktu operasi yang cukup tinggi, namun pada kapal ini kurang diperhatikan mengenai masalah perawatan mesin induk yang optimal dan terencana sehingga menyebabkan seringnya kegagalan pada komponen mesin induk. Penelitian ini menggunakan failure modes and effect analysis (FMEA) dalam mengidentifikasi bentuk kegagalan dan efek kegagalan dari komponen utama mesin induk. Kemudian dalam pemilihan jadwal perawatan yang optimal menggunakan reliability centered maintenance (RCM II). Analisa kuantitatif akan dimasukkan dalam penentuan interval waktu perawatan optimal dengan memperhatikan biaya perawatan serta biaya kerusakan. Dari hasil penelitian didapatkan 7 failure modes yang mengikuti kegagalan fungsi yang dimiliki oleh mesin induk. Hasil perhitungan interval perawatan (TM) dengan mempertimbangkan biaya maintenance (CM) dan biaya perbaikan (CR), maka dapat diketahui nilai interval perawatan optimal (TM) yang diperoleh untuk mencegah kegagalan pada komponen mesin induk lebih kecil dari nilai MTTFnya. Berdasarkan perhitungan TM (Time Maintenance) dapat diketahui bahwa masing-masing komponen memiliki interval perawatan optimum yang berbeda dengan interval waktu tertinggi adalah blower turbocharger yakni 1071.4 jam dan terendah adalah connecting rod dengan nilai 453.5 jam

Kata kunci :RCM II (reliability centered maintenance), interval perawatan, mesin induk

### PENDAHULUAN

KM. BIMA mempunyai waktu operasi yang cukup tinggi, namun pada kapal ini kurang diperhatikan mengenai masalah perawatan mesin yang optimal dan terencana. Pada umumnya perusahaan melakukan perawatan mesin dengan bentuk tindakan *maintenance* yang sama selama bertahun-tahun dan dilakukan berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan dari *manual book* dari perusahaan pembuat mesin tersebut. Dalam kenyataannya, kerusakan mesin (*breakdown*) dan peralatan produksi tetap saja terjadi, bahkan seringkali tingkat *breakdown* mesin yang dihasilkan masih berada dalam frekuensi yang cukup tinggi dari frekuensi *maintenance* yang ada. Selain itu prosedur dan rencana yang sudah terususun baik untuk rencana perawatan kapal sering kali gagal terlaksana karena berbenturan dengan jadwal operasi kapal yang sangat padat

Dari hasil laporan penelitian ini, akan didapatkan data untuk mengoptimalkan kebijakan perawatan mesin induk dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)* merupakan serangkaian proses untuk menentukan apa yang harus dilakukan dalam rangka memastikan bahwa aset-aset fisik dapat berjalan dengan baik dalam menjalankan fungsi yang dikehendaki oleh pemakainya (perusahaan) dengan menambahkan *Safety and Environment consequence* pada *decision diagramnya*. (Moubray, 1997).

### METODOLOGI

Pengolahan data dilakukan dengan membuat *functional block diagram (FBD)*. *Functional block diagram* berfungsi untuk menjelaskan hubungan dan aliran kerja antar fungsi komponen yang membentuk suatu sistem serta untuk memperjelas ruang lingkup analisis sehingga proses analisis fungsi dan kegagalan fungsi dapat

dilakukan dengan mudah. Hasil pengolahan data kerusakan pada mesin Tubber dan Bottomer bertujuan untuk mengetahui bagian komponen mesin Tubber dan Bottomer yang memiliki nilai frekuensi kegagalan paling tinggi selama tiga tahun terakhir, yaitu dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2016. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung banyaknya frekuensi kerusakan setiap komponen.

Berdasarkan *Functional Block Diagram* yang telah dibuat, selanjutnya kegagalan fungsi, modus kegagalan, dan efek kegagalan dari tiap-tiap komponen ditentukan. Penentuan data-data tersebut akan dirangkum dalam tabel tabel FMEA atau yang disebut RCM II *Information Worksheet*. Berdasarkan RCM *Information Worksheet* dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu membuat RCM II *Decision Worksheet* yang dapat digunakan untuk mencari *maintenance task* yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi tiap *failure mode* yang terjadi pada setiap *equipment*. Uji distribusi dilakukan terhadap waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu lama perbaikan (TTR) yang ada pada *Maintenance Record* komponen mesin dengan bantuan *software* Weibull version 6.0. Kemudian ditentukan waktu *maintenance* optimal ditinjau dari segi minimasi biaya. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repaire* (MTTR), perhitungan biaya *Maintenance* (CM) dan biaya perbaikan (CR) serta perhitungan waktu *maintenance* optimal (TM).

Berikut merupakan beberapa distribusi umum yang digunakan untuk menghitung tingkat keandalan suatu peralatan.

- Distribusi Log Normal

$$MTTF = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)$$

Dimana :  $\mu$  = mean

$\sigma$  = standar deviasi

- Distribusi Normal

$$MTTF = \mu$$

- Distribusi Weibull

$$MTTF = \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Dimana :  $\eta$  = eta = *scale parameter*

$\beta$  = beta = *shape parameter*

$\Gamma$  = fungsi gamma

- Distribusi Eksponensial

$$MTTF = 1/\lambda$$

Dimana :

$\lambda$  = *failure rate*

Penentuan interval waktu perawatan yang digunakan untuk *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task* berdasarkan rumus berikut ini :

Untuk distribusi *weibull 3* parameter diperoleh :

$$TM = \gamma + \eta \left[ \frac{1}{\beta - 1} x \frac{CM}{CR - CM} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

Untuk distribusi *weibull 2* parameter diperoleh :

$$TM = \eta \left[ \frac{1}{\beta - 1} x \frac{CM}{CR - CM} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

Dimana :

CM = biaya tenaga kerja + biaya material

CR = CF + ((CW+CO) x MTTR)

CF : biaya penggantian komponen jika perlu diganti

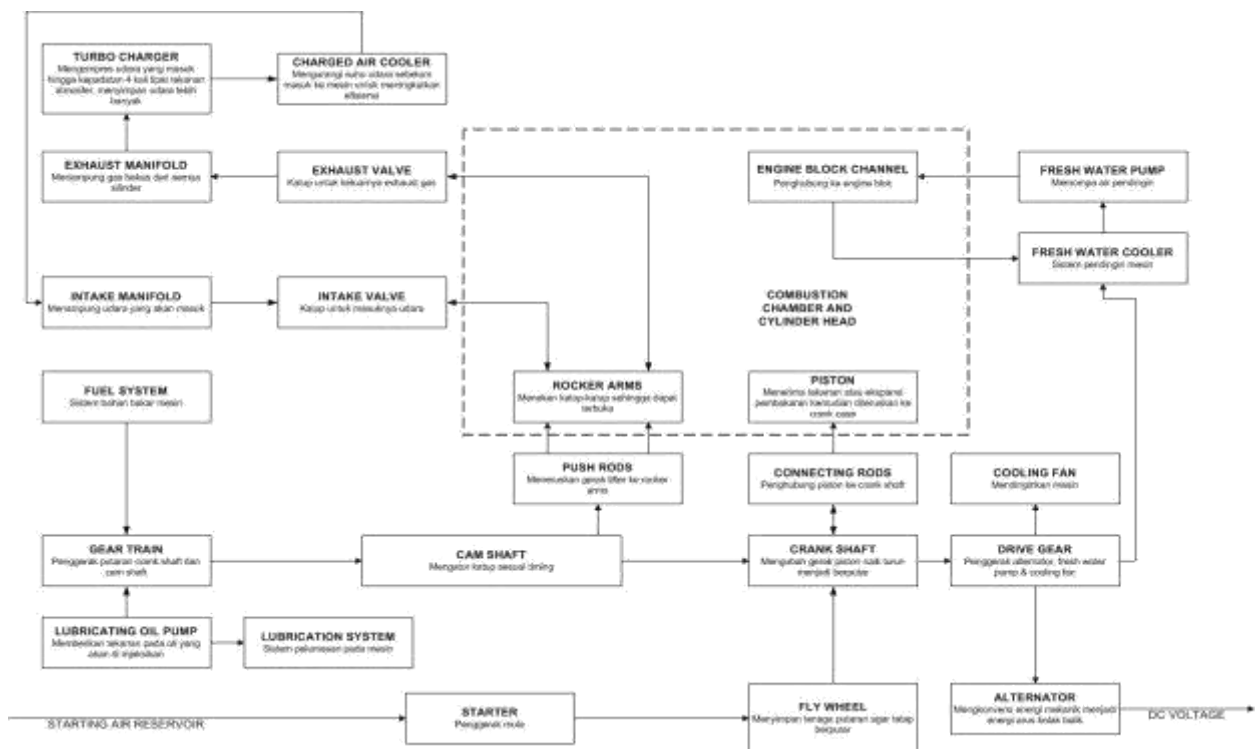
CO : biaya yang ditanggung perusahaan akibat terjad *downtime*

CW : biaya pekerja yang melakukan repair

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam mengimplementasikan RCM II adalah dengan membuat *Functional Block Diagram* (FBD). *Functional block diagram* berfungsi untuk menjelaskan hubungan dan aliran kerja antar fungsi komponen yang membentuk suatu sistem serta untuk memperjelas ruang lingkup analisis sehingga proses analisis fungsi dan

kegagalan fungsi dapat dilakukan dengan mudah. Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa Tahap pertama dalam mengimplementasikan RCM II adalah dengan membuat Functional Block Diagram (FBD). Functional block diagram berfungsi untuk menjelaskan hubungan dan aliran kerja antar fungsi komponen yang membentuk suatu sistem serta untuk memperjelas ruang lingkup analisis sehingga proses analisis fungsi dan kegagalan fungsi dapat dilakukan dengan mudah. Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa proses kerja motor induk meliputi *fuel oil system, starting air system, lube oil system, cooling water system*, dan proses pembakaran didalam motor induk. minyak pelumas dihisap dari lube oil tank dialirkan menuju motor induk untuk melumasi komponen-komponen mesin induk. Untuk sistem bahan bakar yaitu bahan bakar dari storage tank bahan bakar dialirkan menuju motor induk untuk proses pembakaran pada motor induk. Untuk mendukung proses pembakaran dibutuhkan suplai udara bertekanan yang berasal dari kompresor. Udara sisa hasil pembakaran nantinya akan di rubah oleh turbocharge menjadi udara murni kembali yang dapat digunakan kembali untuk proses pembakaran. Untuk mencegah *overheating* pada mesin pada motor induk terdapat sistem pendingin dimana sumber air yaitu berasal dari air laut yang kemudian dirubah menjadi air tawar.



Gambar 3.1 FBD Mesin induk

**Perhitungan MTTF dan MTTR**

Penentuan komponen mesin induk yang diteliti berdasarkan data kegagalan dari perusahaan yakni 6 komponen dari 40 komponen mesin induk. Penentuan jenis distribusi dan parameter suatu komponen menggunakan *software* Weibull++6. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai MTTR dan MTTF untuk mengetahui nilai rata-rata waktu kerusakan dan waktu perbaikan. Hasil perhitungan MTTF pada tabel 3.2 menunjukkan bahwa semakin besar nilai MTTF dari suatu komponen maka hal ini menunjukkan bahwa peralatan tersebut memiliki rentang waktu kerusakan yang lama. Sebaliknya jika nilai MTTF pada suatu komponen kecil, maka hal ini berarti komponen tersebut semakin rentan untuk mengalami kerusakan.

Tabel 3.2 Rekap hasil perhitungan MTTF dan MTTR

Equipment	Jenis Kerusakan	MTTF(jam)	MTTR(jam)
Gear Train	Korosi	9872.616	

			2.8611
Camshaft	Korosi	11269.51	
			2.0552
Piston	Ring Piston Rusak	8598.21	
			2.836722
Connecting Rod	Bengkok	6196.296	
			4.013175
Turbocharger	Blower Kotor	9919.218	
			2.723007
	Bearing aus	8156.637	
			4.068342
Flywheel	Korosi	9182.145	
			2.300939

### Perhitungan TM

Penentuan TM dilakukan dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan (CM), biaya untuk perbaikan (CR) serta nilai dari waktu antar perbaikan (MTTR). Oleh karena itu besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perawatan dan perbaikan harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menghitung nilai interval perawatan optimal (TM). Berdasarkan perhitungan interval perawatan optimal (TM), Maka dapat diketahui bahwa besarnya nilai TM lebih rendah dari nilai MTTFnnya, seperti terlihat pada tabel 3.3 Hal ini menunjukkan bahwa interval waktu perawatan (TM) bertujuan untuk menghindari dan mencegah terjadinya kegagalan (*failure*) pada komponen sebelum kegagalan tersebut terjadi. Dengan menentukan TM, maka penggantian/ perbaikan pada komponen menjadi lebih baik, efektif dan efisien sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan perawatan dan juga dapat mencegah terjadinya kegagalan fungsi dari setiap *failure mode*, dengan memperhatikan TM dalam penggantian komponen dilakukan sebelum komponen tersebut mengalami kegagalan sehingga mengurangi angka kecelakaan dan menambah efektifitas pekerjaan.

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan TM

Equipment	Problem	TM	MTTF
Gear Train	Korosi	937.3 jam	9872.62 jam
Camshaft	Korosi	1009.3 jam	11269.5 jam
Piston	Ring Piston Rusak	750.5 jam	8598.21 jam
Connecting Rod	Bengkok	453.5 jam	6196.3 jam
Turbocharger	Blower Kotor	1071.4 jam	9919.22 jam
	Bearing aus	765.5 jam	8156.64 jam

Flywheel	Korosi	885.9 jam	9182.14 jam
----------	--------	-----------	-------------

**KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan interval perawatan optimal dilakukan dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan, parameter yang didapat, biaya untuk perbaikan serta nilai dari waktur MTTR masing-masing komponen. Berdasarkan perhitungan TM (*Time Maintenance*) dapat diketahui bahwa masing-masing komponen memiliki interval perawatan optimum yang berbeda dengan interval waktu tertinggi adalah blower turbocharger yakni 1071.4 jam dan terendah adalah connecting rod dengan nilai 453.5 jam . Dari hasil interval perawatan optimal dapat diketahui bahwa besarnya TM berada dibawah MTTF, hal ini menunjukkan bahwa interval perawatan optimal ditunjukkan untuk menghindari terjadinya kegagalan sebelum waktu kerusakan terjadi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ebeling, Charles E. (1997). *An Intruduction to Reliability and Mainteinability Engineering*. New York : The McGraw-Hill Companies, Inc

Ayumas, Gangga Rasfandhi (2015). *Perencanaan Kegiatan Perawatan Pada Container Crane DI PT. X Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance (RCM) II Dengan Pendekatan Benefit-Cost Analisis*. Tugas Akhir Teknik K3, PPNS

Moubray, John. 1997. *Reliability Centered Maintenance, Second Edition*. Industrial Press Inc, New York.