

# PERENCANAAN PERAWATAN PADA *OVERHEAD TRAVELLING* *CRANE* 120 TON DENGAN METODE RCM II DI PERUSAHAAN PELEBURAN BAJA

Hilda Indah Nur Cahyanti<sup>1\*</sup>, Galih Anindita<sup>2</sup>, Haidar Natsir Amrullah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

\*E-mail: [hildaindah91@gmail.com](mailto:hildaindah91@gmail.com)

## Abstrak

Perusahaan peleburan baja merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufacturing peleburan baja. *Overhead travelling crane* memiliki peran penting dalam proses produksi ini. Jika alat ini mengalami kerusakan maka akan menghambat proses peleburan serta dapat menimbulkan bahaya bagi keselamatan di lingkungan kerja. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan perawatan yang terjadwal guna meningkatkan keandalan kerja alat. Penelitian ini menggunakan metode FMEA dalam mengidentifikasi bentuk dan efek kegagalan dari komponen. Komponen yang mempunyai *hazard* paling tinggi diidentifikasi dengan mengalikan nilai *severity* dan *likelihood*. Metode RCM II digunakan untuk pemilihan jadwal perawatan yang optimal. Hasil penelitian ini yaitu dari 4 komponen terdapat 5 *failure modes* yang mengakibatkan kegagalan fungsi pada mesin. Penentuan kegiatan perawatan dengan RCM II *Decission Diagram* diketahui terdapat 4 *failure mode* yang dapat dicegah dengan menggunakan *schedule discard task* dan 1 *failure mode* menggunakan *schedule restoration task*. Kerugian biaya perbaikan dari 4 komponen yang paling tinggi yaitu komponen *lifting beam* dengan total biaya perbaikan sebesar Rp. 10.226.667.917. Sedangkan biaya perbaikan paling rendah yaitu pada komponen *wire rope drum* sebesar Rp. 6.926.313.030. Hasil interval perawatan berada di bawah nilai MTTF sehingga interval perawatan dapat mencegah kegagalan sebelum waktu kerusakan terjadi.

Kata kunci : FMEA, Interval Perawatan, Keandalan, *Reliability Centered Maintenance* (RCM II).

## 1. PENDAHULUAN

*Overhead travelling crane* merupakan peralatan angkat angkut yang banyak digunakan di dunia industri yang berguna untuk mengangkat dan memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain dalam area yang tidak terlalu luas dan dapat digantungkan pada crane itu sendiri. Perusahaan peleburan baja merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufacturing peleburan baja. Perusahaan ini memiliki 2 *plant* dalam proses produksinya yaitu *Steel Melting Shop* (SMS) dan *Rolling Mill* (RM). *Overhead travelling crane* berperan penting dalam berjalannya proses produksi, apabila mengalami kerusakan akan menimbulkan risiko bahaya yang tinggi. Perusahaan ini hanya melakukan perawatan secara korektif yaitu melakukan perbaikan pada saat mengalami kerusakan. Sehingga menyebabkan *downtime* yang lama serta mengganggu proses produksi peleburan baja.

Oleh karena itu perlu adanya penjadwalan perawatan yang tepat dan terencana untuk mempertahankan fungsi mesin dengan menggunakan metode RCM II. RCM II merupakan sebuah metode kualitatif yang digunakan untuk menentukan kegiatan perawatan yang tepat. RCM II dapat menganalisis fungsi komponen, kerusakan yang mungkin terjadi, dan efek yang ditimbulkan apabila kerusakan itu terjadi. Selanjutnya dapat disusun suatu tindakan perawatan dalam *scheduled* yang jelas untuk dapat meningkatkan keandalan suatu peralatan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi penyebab dan efek kegagalan dari mesin menggunakan metode FMEA, menentukan jenis perawatan optimal serta menentukan interval perawatan untuk penggantian komponen yang mengalami kerusakan.

**2. METODOLOGI**

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

Sebelum menganalisa komponen dengan FMEA yaitu membuat *Functional Block Diagram* (FBD). Selanjutnya membuat tabel FMEA yang memuat data fungsi komponen, bentuk-bentuk kegagalan, penyebab serta efek yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi.

1. Perhitungan Risiko

*Likelihood* merupakan kemungkinan dalam suatu periode waktu dari suatu risiko tersebut akan muncul. *Consequence* adalah suatu kejadian dari akibat seperti kerugian. Perhitungan risiko dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Risk = Likelihood \times Consequences \dots\dots\dots (1)$$

**2.2 Reliability Centered Maintenance (RCM II)**

*Reliability Centered Maintenance* merupakan proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin agar aset yang digunakan berjalan sesuai dengan fungsinya yang diinginkan oleh penggunaanya (Moubray, 1997). *RCM II Decision Worksheet* akan menganalisis konsekuensi dari adanya kegagalan apakah berpengaruh terhadap kesehatan (H), keselamatan (S), lingkungan (E), atau berpengaruh terhadap kerugian operasional (O). Berikut kolom dan keterangan dalam *Decision Worksheet*.

Distribusi Keandalan

a. Distribusi Normal :

$$MTTF = \mu \dots\dots\dots (2)$$

b. Distribusi Weibull

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

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(3)

Dimana :  $\Gamma$  menyatakan fungsi gamma.....

c. Distribusi Log Normal

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

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(4)

**2.3 Biaya Maintenance**

1. Biaya Maintenance (CM)  
Biaya yang dikeluarkan pada saat perawatan dilakukan. Biaya ini meliputi (biaya TK + biaya material)
  2. Biaya Perbaikan (CR)
    - a. Biaya Main Hours (CW)  
biaya pekerja yang melakukan tindakan *maintenance* selama terjadi kerusakan pada komponen/peralatan. Biaya ini diperoleh dari besarnya gaji tiap personil per-hari
    - b. Biaya Konsekuensi Operasional (CO)  
biaya yang timbul akibat terjadinya *downtime* pada suatu komponen/peralatan. Biaya ini dapat dihitung dengan rumus :  
CO = Harga Produk/unit x jumlah output/hari .....
- .....  
.....  
.....  
.....  
.....

(5)

c. Biaya Penggantian Komponen (CF)

Biaya ini timbul akibat adanya kerusakan dari komponen/peralatan yang membutuhkan penggantian komponen baru dimana kerusakan komponen disebabkan selama proses produksi. Sehingga didapatkan rumus CR sebagai berikut :

$$CR = CF + ((CW + CO) \times MTTR) \dots\dots\dots (6)$$

d. Interval Perawatan (TM)

Interval perawatan adalah jarak waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat mulai dari awal perbaikan sampai diperbaiki lagi. Rumus yang digunakan dalam menghitung interval perawatan sebagai berikut: (Samudro 2014)

$$T = \eta x \left[ \frac{1}{\beta + 1} x \frac{CM}{CR - CM} \right]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots (7)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

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

*Failure Mode and Effect Analysis* bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan mengalami suatu kegagalan (*failure*) serta akibat yang ditimbulkannya. Tabel 1 merupakan salah satu contoh FMEA RCM II *Decision Worksheet* pada *overhead travelling crane*. Selanjutnya menilai risiko yaitu mengalikan antara *severity* dengan *likelihood* untuk mengetahui komponen yang mempunyai *hazard* paling tinggi.

Tabel 1 FMEA pada *Overhead Travelling Crane*

System : Overhead Travelling Crane															
Function : Untuk mengangkat dan memindahkan <i>ladle</i> cairan baja dari EAF menuju ke LRF yang selanjutnya ke CCM untuk proses <i>finishing</i> yaitu mencetak <i>billet</i>															
No	Equipment	Functional	Functional Failure	Failure Mode	Effect	Hazard	Risk Analysis								
							Health and Safety			Environment					
							L	S	Risk	L	S	Risk			
<b>Main Hoist</b>															
1	Wire Rope	1	Sebagai kawat baja penghubung yang berfungsi untuk mengangkat dan menarik barang (menaik turunkan <i>ladle crane</i> )	A	Tidak dapat berfungsi sebagai kawat baja penghubung pada saat mengangkat dan menarik barang (menaik turunkan <i>ladle crane</i> )	1	Wire rope mengalami aus, korosi serta putus lebih dari 8 kawat 1 strand	Menyebabkan bintik-bintik pada core dan kekerasan yang parah serta jika putus akibatnya material/ <i>ladle</i> yang berisi cairan baja terjatuh	Menyebabkan material/ <i>ladle</i> yang berisi cairan baja terjatuh	D	4	H	D	2	L
2	Pulley	1	Sebagai tempat alur wire rope	A	Tidak dapat menggerakkan wire rope	1	Groves aus	Gesekan terlalu tinggi akibatnya wire rope cepat rusak	-	-	-	-	-	-	-
						2	Bearing rusak	Puli tidak dapat berputar sehingga gerakan alur wire rope tidak stabil	-	-	-	-	-	-	

System : Overhead Travelling Crane														
Function : Untuk mengangkat dan memindahkan <i>ladle</i> cairan baja dari EAF menuju ke LRF yang selanjutnya ke CCM untuk proses <i>finishing</i> yaitu mencetak <i>billet</i>														
No	Equipment	Functional	Functional Failure	Failure Mode	Effect	Hazard	Risk Analysis							
							Health and Safety			Environment				
							L	S	Risk	L	S	Risk		
<b>Main Hoist</b>														
3	Lifting Beam	1	Sebagai braket yaitu tempat pulley dan hook untuk menaikkan dan menurunkan barang/beban	A	Tidak dapat menaikkan dan menurunkan barang/beban	1	Pulley lifting beam bearing pecah	Menyebabkan pulley tidak bisa berputar dan wire rope tidak bisa naik turun untuk mengangkat material	-	-	-	-	-	-
4	Wire Rope Drum	1	Sebagai tempat untuk menggulung atau mengulur tali baja pada saat menaikkan atau menurunkan barang/beban	A	Tidak dapat menggulung atau mengulur tali baja pada saat menaikkan atau menurunkan barang/beban	1	Groove wire rope drum aus dan rusak	Groove wire rope aus menyebabkan wire rope slipped	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan analisis FMEA di atas *hazard* paling tinggi yaitu pada komponen *wire rope*. Dasar penilaian risiko ini yaitu berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *maintenance* pada perusahaan peleburan baja.

### 3.2 Reliability Centered Maintenance (RCM II)

RCM II *Decision Worksheet* digunakan untuk melakukan analisis konsekuensi dari masing-masing penyebab kegagalan (*failure mode*) dan untuk mencari jenis kegiatan perawatan yang optimal dan menentukan *initial interval* untuk kegiatan perawatan tersebut serta memberikan keterangan siapa yang bertanggung jawab dalam melaksanakan *proposed task* tersebut pada kolom *can be done by*. Tabel 2 merupakan salah satu contoh RCM II *Decision Diagram Worksheet* pada *overhead travelling crane*.

Tabel 2 RCM II Decision Worksheet Overhead Travelling Crane

RCM II Worksheet	System : Overhead Travelling Crane												Facilitator :		Date :	
	Function : Untuk mengangkat dan memindahkan ladle cairan baja dari EAF menuju ke LRF yang selanjutnya ke CCM untuk proses finishing yaitu mencetak billet												Auditor :		Year :	
Equipment	Information Reference			Consequence Evaluation				H1 H2 H3			Default Action		Proposed Task	Initial Interval	Can be Done By	
				S1 S2 S3												
	F FF FM			H S E O				N1 N2 N3			H4 H5 S4					
<b>Main Hoist</b>																
Wire rope	1	A	1	Y	Y			N	N	Y				Schedule Discard task, mengganti wire rope baik yang mengalami aus, korosi maupun yang putus dengan yang baru	4 bulan	Mechanic
Pulley	1	A	1	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration task, melakukan repair pada groves yang aus serta memberkan pelumas/oli pada groves	1 bulan	Mechanic
			2	Y	N	N	Y	N	N	Y					Schedule Discard task, membongkar puli dan mengganti bearing	2 bulan
Lifting beam	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard task, melakukan penggantian bearing	1 bulan	Mechanic
Wire rope drum	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard task, melakukan penggantian wire rope drum yang rusak	1 bulan	Mechanic

3.3 Biaya Perbaikan

Biaya perbaikan adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan karena adanya komponen pada *overhead travelling crane* yang mengalami suatu kerusakan dimana perlu dilakukan suatu kegiatan perbaikan dan penggantian komponen. Biaya perbaikan terdiri dari biaya *man hours* (CW), biaya penggantian komponen (CF), dan biaya konsekuensi operasional (CO). Berikut data hasil perhitungan biaya perbaikan pada komponen *overhead travelling crane* pada Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3 Biaya Perbaikan Overhead Travelling Crane

Equipment	Jenis Kerusakan	CF (Rp)	CW (Rp)	CO (Rp)	MTTR (hari)	(CW + CO) x MTTR	CR (Rp)
<b>Main Hoist</b>							
Wire rope	Wire rope aus, korosi dan putus lebih dari 8 kawat 1 strand	37.769.847	1.443.333	6.050.616.000	1,290	7.807.156.540	7.844.926.387
Pulley	Groves aus		1.443.333	6.050.616.000	1,337	8.091.603.328	8.091.603.328
	Bearing rusak	4.250.000	1.443.333	6.050.616.000	1,510	9.138.609.593	9.142.859.593
Lifting beam	Pulley lifting beam bearing pecah	35.000.000	1.443.333	6.050.616.000	1,684	10.191.667.917	10.226.667.917
Wire rope drum	Grove wire rope drum aus	214.579.230	1.443.333	6.050.616.000	1,109	6.711.733.800	6.926.313.030

Berdasarkan biaya perbaikan pada Tabel 3, kerugian biaya perbaikan dari empat komponen yang paling tinggi yaitu komponen *lifting beam* dengan total biaya perbaikan sebesar Rp. 10.226.667.917. Sedangkan biaya perbaikan paling rendah yaitu pada komponen wire rope drum sebesar Rp. 6.926.313.030. Nilai kerugian akibat biaya perbaikan ini sangat dipengaruhi oleh beberapa hal. Pertama adalah biaya penggantian *spare part* apabila pada saat perbaikan peralatan memerlukan penggantian *spare part*. Kedua konsekuensi operasional pada saat perbaikan yang mengharuskan proses produksi harus berhenti, semakin lama proses produksi terhenti karena perbaikan maka semakin besar pula konsekuensi operasional yang ditanggung perusahaan dan yang terakhir adalah lamanya waktu perbaikan.

3.4 Waktu Interval Perawatan

Perhitungan interval perawatan dilakukan untuk mendapatkan interval waktu dari komponen tersebut dapat mengalami suatu kegagalan berdasarkan data kerusakan yang ada. Interval perawatan dilakukan pada komponen yang mengalami *schedule restoration task* dan *schedule discard task*. Perhitungan interval perawatan tiap komponen bergantung pada nilai parameter distribusi yang telah diperoleh sebelumnya dan biaya-biaya yang berhubungan dengan perawatan seperti CM (*Cost Maintenance*) dan CR (*Cost Repair*) untuk masing – masing komponen. Tabel 4 akan menunjukkan hasil dari interval perawatan pada *overhead travelling crane*.

Tabel 4 Interval Perawatan *Overhead Travelling Crane*

Equipment	Jenis kerusakan	TM
<b>Main Hoist</b>		
Wire rope	Wire rope aus, korosi dan putus lebih dari 8 kawat 1 strand	4 bulan
Pulley	Groves aus	1 bulan
	Bearing rusak	2 bulan
Lifting beam	Pulley lifting beam bearing pecah	1 bulan
Wire rope drum	Grove wire rope drum aus	1 bulan

Berdasarkan perhitungan interval perawatan optimal dapat diketahui bahwa besarnya nilai TM jauh berada dibawah nilai MTTF. Hal ini menunjukkan bahwa interval waktu perawatan optimal akan ditujukan untuk menghindari terjadinya kegagalan sebelum waktu kerusakan terjadi. Dengan menentukan interval perawatan optimal maka penggantian/perbaikan komponen akan menjadi lebih terencana sehingga dapat meminimalkan ekspektasi biaya yang dikeluarkan dalam menjalankan kegiatan perawatan.

#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil analisis secara kualitatif dengan menggunakan RCM II *Decision Worksheet* maka jadwal perawatan yang optimal yang dapat diberikan untuk semua jenis *failure modes* yang dimiliki oleh *overhead travelling crane* terbagi menjadi 2 jenis perawatan yaitu *schedule restoration task* dan *schedule discard task*. Kerugian biaya perbaikan pada komponen yang mengalami *schedule discard task* paling tinggi yaitu pada komponen *lifting beam* sebesar Rp. 10.226.667.917. Sedangkan biaya perbaikan paling rendah yaitu pada komponen *wire rope drum* sebesar Rp. 6.926.313.030.
2. Berdasarkan hasil perhitungan interval perawatan optimal yang rata-rata memiliki jenis perawatan *schedule discard task* dengan mempertimbangkan biaya perawatan, biaya penggantian komponen, biaya tenaga kerja serta biaya kegagalan konsekuensi operasional, diketahui bahwa nilai yang diperoleh dalam menurunkan kegagalan yang dialami komponen *overhead travelling crane* jauh berada di bawah nilai MTTF. Hal ini menunjukkan bahwa interval perawatan optimal akan berusaha untuk menghindari terjadinya kegagalan sebelum waktu kerusakan terjadi.

#### 5. DAFTAR NOTASI

- CR = Biaya perbaikan
- CF = Biaya penggantian komponen
- CW = Biaya pekerja (*man hours*)
- CO = Biaya konsekuensi operasional
- MTTR = Lamanya waktu perbaikan
- $\mu$  = *mean*
- $\sigma$  = standar deviasi
- CR = Biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen perawatan (Rp)
- CM = Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan (biaya tenaga kerja + biaya material)
- $\eta, \beta, \gamma$  = parameter distribusi Weibull

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Gorrod, M., 2004. *Risk Management Systems. Process, Technology and Trends.*

Moubray, J., 1997. *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition. Industrial Press Inc. Madison Avenue-New York.*

Priyanta, MSE, I., 2000. Keandalan dan perawatan, Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan, Teknologi Kelautan, ITS. , (March).

Samudro, M.A., 2014. Tugas Akhir Rancang Bangun Software Manajemen Perawatan Pada *Billet Reheating Furnace (BRF) dengan Metode RCM II*