

# Perencanaan Perawatan Mesin Tuber dan Bottomer Line-2 Menggunakan Metode RCM II

## (Studi Kasus : PT. Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) Tuban Jawa Timur)

Ariska Andi Kurniawati<sup>1\*</sup>, Anda Iviana Juniani<sup>2</sup>, dan Ekky Nur Budiyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>23</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: ariskaandi@gmail.com

### Abstrak

Mesin Tuber dan Bottomer merupakan salah satu mesin yang berfungsi untuk mengolah gulungan kertas kraft menjadi kantong semen. Kegagalan mesin ini dapat mengakibatkan proses produksi terganggu sehingga tidak bisa mencapai target produksi yang diinginkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan aktivitas perawatan yang tepat untuk meminimalisir kegagalan yang terjadi. Untuk menentukan kegiatan perawatan pada mesin Tubber dan Bottomer, penelitian ini menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II. Langkah awal dari metode ini yaitu menentukan kegagalan fungsi (functional failure) dari setiap komponen dengan menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan hasilnya berupa preventive task dari masing-masing kegagalan komponen. Berdasarkan Diagram Pareto sebagai penentu komponen kritis, dapat diketahui bahwa komponen kritis pada mesin Tuber yaitu press roll, bearing, pinch roll, side knife, delivery belt, cross joint, web brake, dan flange cylinder. Sedangkan komponen kritis pada mesin Bottomer yaitu press roll, glue roll valve, gripper, cutter valve, guide blade, dan belt feeder. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa dari seluruh komponen kritis yang berjumlah 14 komponen terdapat 14 failure mode yang dapat menyebabkan terjadinya functional failure pada mesin Tubber dan Bottomer. Pada penentuan kegiatan perawatan dengan RCM II menunjukkan bahwa 3 failure mode dapat dicegah dengan menggunakan scheduled restoration task dan 11 failure mode dapat dicegah dengan menggunakan scheduled discard task.

**Keyword :** Mesin Tubber dan Bottomer, Perawatan, Diagram Pareto, Functional Failure, RCM II.

## 1. PENDAHULUAN

Mesin Tuber dan Bottomer merupakan salah satu mesin yang berfungsi untuk mengolah gulungan kertas kraft menjadi kantong semen. Mesin Tuber sendiri digunakan untuk mengelem, melipat dan memotong kertas kraft sekaligus memberi logo dan tulisan pada bagian luar kantong dengan cara *printing*. Sedangkan mesin Bottomer berfungsi untuk membuka bottom, memberi *valve patch* serta melipatnya sehingga membentuk bottom. Hasil dari produksi mesin ini disebut *pasted bag*. Penelitian ini dilakukan pada komponen kritis mesin Tuber Bottomer Line 2 dimana pada data perusahaan menunjukkan bahwa komponen mesin tuber bottomer pada Line 2 sering mengalami *downtime* yang mengakibatkan proses produksi terganggu sehingga tidak bisa mencapai target produksi yang diinginkan. Oleh karena itu dilakukan perancangan sistem manajemen perawatan untuk meminimalisir kegagalan yang terjadi.

Dari hasil laporan penelitian ini, akan didapatkan data untuk mengoptimalkan kebijakan perawatan mesin Tuber dan Bottomer Line 2 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).

**2. 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 (Data Perusahaan, 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 (*Failure Mode and Effect Annalysis*) 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

$$MTTF = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :  $\mu$  = mean  
 $\sigma$  = standar deviasi

- Distribusi Normal

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

- Distribusi Weibull

$$MTTF = \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :  $\eta$  = eta = *scale parameter*  
 $\beta$  = beta = *shape parameter*  
 $\Gamma$  = fungsi gamma

- Distribusi Eksponensial

$$MTTF = 1/\lambda \dots\dots\dots(4)$$

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 :

$$TM = \gamma + \eta \left[ \frac{1}{\beta - 1} x \frac{CM}{CR - CM} \right]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk distribusi *weibull 2* parameter diperoleh :

$$TM = \eta \left[ \frac{1}{\beta - 1} x \frac{CM}{CR - CM} \right]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots(6)$$

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 terjadi *downtime*

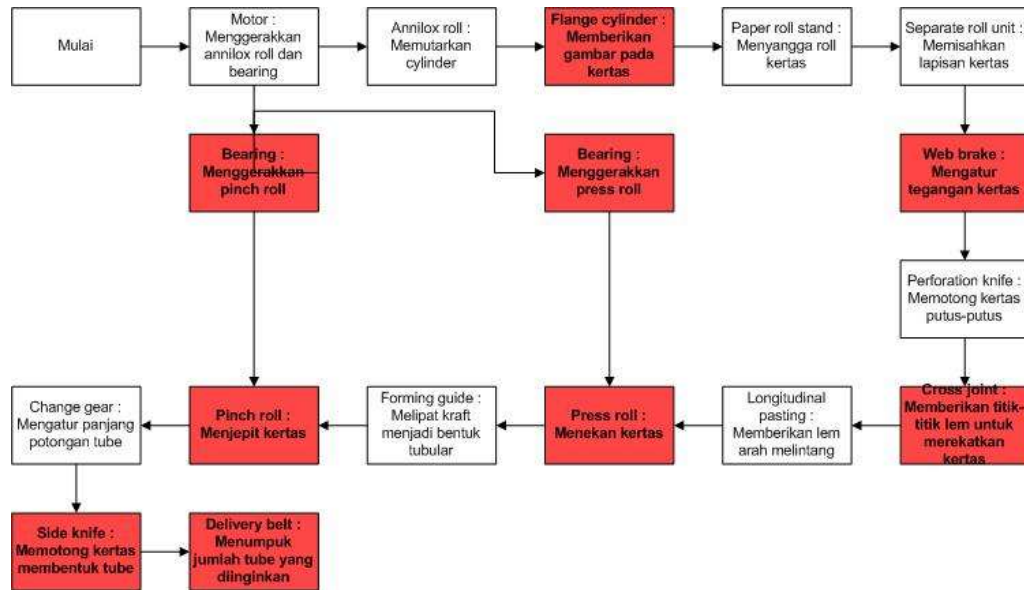
CW : biaya pekerja yang melakukan repair

### 3. 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 3.1 diketahui bahwa sistem kerja mesin Tubber dimulai dari motor yang berfungsi menggerakkan *annilox roll* dan bearing. *Annilox roll* ini berfungsi untuk menggerakkan *cylinder* untuk memerikan gambar pada kertas. Sedangkan *bearing* ini berfungsi untuk menggerakkan roller ada press roll dan pinch roll. Press roll berfungsi menekan kertas agar mudah dibentuk pada *forming guide*. *Forming guide* adalah alat yang berfungsi melipat kraft/kertas menjadi bentuk tubular. Sedangkan pinch roll berfungsi menjepit kertas untuk membantu proses pemotongan kertas pada area *cutting unit* dengan menggunakan komponen *change gear* dan *side knife*. Komponen *change gear* berfungsi mengatur panjang potongan tube dan *side knife* berfungsi memotong kertas menjadi bentuk tube. Tube kertas yang sudah jadi akan dikirim ke *delivery belt* yang berfungsi menumpuk sejumlah tube yang diinginkan.

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat diketahui *Functional Block Diagram* dari Mesin Bottomer yang merupakan lanjutan proses dari mesin Tubber pada gambar 3.1 diatas. Sistem kerja dari mesin bottomer dimulai dari *belt feeder* yang berfungsi mengambil tube dari tumpukan untuk dikirim ke sucking station. Sucking station berfungsi untuk memisahkan bagian-bagian tube pada tumpukan tube. Tube yang telah dipisahkan dikirim ke *trans belt dan timing belt* untuk diluruskan pada arah keamping. Kemudian tube yang melipat akan dibuang oleh alat *ejector* ke arah atas. Langkah selanjutnya yaitu melubangi kantong dengan ukuran kecil-kecil dengan menggunakan *needle hole punch*. Tube yang telah dilubangi kemudian masuk pada bagian *valve unit* untuk membuat *valve patch* dengan menggunakan banuan alat *cutter valvr, gripper, dan guide blade*. *Cutter valve* adalah alat yang berfungsi memotong kertas menjadi valve patch. *Gripper* adalah alat yang berfungsi untuk menjepit valve patch dan *guide blade* adalah alat yang berfungsi untuk memotong valve patch. Setelah valve patch telah jadi kemudian dilekatkan menggunakan alat yang bernama *guing cylinder*. *Guide roll valve* adalah alat yang berfungsi memberikan perekatan pada bottom tube. Bottom tube yang telah direkatkan kemudian ditekan tepi lipatannya menggunakan *spring loaded press roll*. Kemudian tube tersebut diputar posisinya dari vertikal menjadi horizontal oleh alat yang bernama *turning bar*. Kantong yang telah jadi kemudian ditumpuk pada *stopper* yang kemudian dikirim ke meja delivery dengan menggunakan *roller conveyor*.



Gambar 3.1 FBD Mesin Tubber



Gambar 3.2 FBD Mesin Bottomer

**Penentuan Komponen Kritis**

Dalam penentuan komponen kritis, digunakan diagram pareto yang kemudian dapat diketahui beberapa komponen yang memiliki frekuensi kegagalan tinggi. Rekap hasil penentuan komponen kritis terdapat pada Table 3.1.

Tabel 3.1 Komponen Kritis pada mesin Tubber dan Bottomer

Bagian Unit Mesin	Komponen
Forming Unit	Press Roll
	Bearing 6205
Cutting Unit	Pinch Roll
	Side Knife MA 8433
Stacking Conveyor	Delvey Belt 1645
Cross Pasting Unit	Cross Joint GMB 81A
Web Draw Unit	Web Brake
Printing Machine	Flange Cylinder
Pressing and Counting	Press Roll BS 56089
Bottom Pasting Unit	Glue Roll Valve
Valve Unit	Gripper BS 47020
	Cutter Valve BS 44023
	Guide Blade
Rotary Feeder	Belt Feeder 35x2060

**Perhitungan MTTF dan MTTR**

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

No.	Equipment	Komponen	MTTR (jam)	MTTF (jam)
1	Forming Unit	Press roll	0,92	959,33
		Bearing	1,61	1284,53
2	Cutting Unit	Pinch roll	1,55	2830,19
		Side knife	0,75	7564,78
3	Stacking Conveyor	Delivery belt	1,09	3619,27
4	Cross Pasting Unit	Cross joint	3,78	7583,89
5	Web Draw Unit	Web brake	0,75	6762,09
6	Printing Machine	Flange cylinder	1,14	7429,15
7	Pressing and Counting	Press roll	1,29	1604,71
8	Bottom Pasting Unit	Glue roll valve	1,34	2399,46
9	Valve Unit	Gripper	1,63	1978,15
		Cutter valve	1,67	5216,93
		Guide blade	1,78	2624,17
10	Rotary Feeder	Belt feeder	1,42	2665,12

### 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 MTTFnya, 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

No.	Equipment	Komponen	TM (jam)
1	Forming Unit	Press roll	322,97
		Bearing	142,55

2	Cutting Unit	Pinch roll	231,13
		Side knife	996,51
3	Stacking Conveyor	Delivery belt	419,96
4	Cross Pasting Unit	Cross joint	346,55
5	Web Draw Unit	Web brake	893,01
6	Printing Machine	Flange cylinder	824,17
7	Pressing and Counting	Press roll	180,30
8	Bottom Pasting Unit	Glue roll valve	202,69
9	Valve Unit	Gripper	193,85
		Cutter valve	449,03
		Guide blade	191,45
10	Rotary Feeder	Belt feeder	214,06

#### 4. KESIMPULAN

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

1. Berdasarkan Diagram Pareto, dapat diketahui beberapa komponen kritis yang terdapat pada mesin Tuber dan Bottomer. Komponen kritis pada mesin Tuber yaitu *press roll*, *bearing*, *pinch roll*, *side knife*, *delivery belt*, *cross joint*, *web brake*, dan *flange cylinder*. Sedangkan komponen kritis pada mesin Bottomer yaitu *press roll*, *glue roll valve*, *gripper*, *cutter valve*, *guide blade*, dan *belt feeder*.
2. Masing-masing *failure mode* yang direncanakan pada RCM II dihitung juga interval perawatannya berdasarkan kegiatan perawatan yang dilakukan. Hal ini bertujuan agar kegagalan fungsi (*functional failure*) dari setiap *failure mode* dapat dicegah sebelum terjadi kerusakan atau tidak memperparah kerusakan yang terjadi.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan. 1999. Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi Keempat. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia: Jakarta.
- Borris, Steven. 2006. Total Productive Maintenance. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Budiharso, Agus. 2002. Perencanaan Interval Perawatan Mesin Injection Moulding dengan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Rexplast. Tesis Teknik Industri ITS Surabaya.
- Corder, Antony. 1992. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Erlangga: Jakarta.
- Ludfi. 2016. Perencanaan Kegiatan Perawatan dan Persediaan Suku Cadang pada RTG Crane dengan Pendekatan RCM II dan RCS di PT KIS Banjarmasin. Tugas Akhir Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja PPNS Surabaya.
- Moubray, John. 1997. Reliability Centered Maintenance, Second Edition. Industrial Press Inc, New York.