

## **APLIKASI METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* UNTUK *PREVENTIVE MAINTANANCE MACHINE***

**Wirawan Aryanto Balol, Sarbini**

**Abstrak:** Preventive maintenance adalah keharusan untuk operasional *coil winding machine*. Namun, pada saat ini perencanaan *preventive maintenance* untuk mesin ini belum pernah mengalami perubahan maupun evaluasi. Masih terjadinya *downtime* yang tidak direncanakan, menunjukkan belum optimalnya pelaksanaan *preventive maintenance* dalam mencegah terjadinya *unplanned downtime*. Untuk menyelesaikan masalah ini, perlu dilakukan suatu perencanaan ulang terhadap jadwal *preventive maintenance*. Perencanaan ini dilakukan dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance* (RCM). Metode ini memperhitungkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan PM terhadap probabilitas penurunan *unplanned downtime*. Penggunaan RCM dalam perencanaan *interval preventive maintenance* untuk *coil winding machine* memberikan tambahan 2 buah item PM untuk dilakukan, serta perubahan interval PM terhadap 2 item lainnya. Efek dari jadwal PM terbaru adalah peningkatan jumlah jam *downtime* untuk pelaksanaan PM sebanyak 7,83 jam, sementara terdapat penurunan *unplanned downtime* sebanyak 24 jam.

**Kata kunci:** *reliability centered maintenance, preventive maintenance, downtime, coil winding machine*

Kehandalan mesin produksi merupakan salah satu faktor penting untuk menjamin kelancaran produksi. Mesin produksi merupakan salah satu masukan yang dibutuhkan dalam proses khususnya di dunia industri, untuk mendapatkan luaran yang diinginkan. Kehandalan (*reliability*) dari sebuah mesin produksi, akan mempengaruhi luaran yang dihasilkan. Ketika mesin produksi mengalami kerusakan, maka dapat terjadi *downtime* yang menghambat proses produksi, yang berujung pada kerugian.

Salah satu metode yang lebih efektif dari sisi biaya dan sumberdaya, adalah untuk merencanakan perawatan terhadap mesin menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). RCM adalah metode untuk menetapkan suatu skema atau strategi perawatan terhadap semua bagian dari mesin, dengan tujuan untuk melakukan perawatan secara efektif dari sisi biaya dan sumberdaya. Salah satu jenis strategi perawatan yang ada adalah menggunakan *Preventive Maintenance* dalam interval waktu tertentu. Dari latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membahas penentuan interval waktu untuk *Preventive Maintenance* yang lebih optimal

Dari sudut pandang perkerayaan, *maintenance* adalah tindakan untuk mempertahankan kondisi yang sudah ada, dan memungkinkan sesuatu hal untuk berlanjut. Ketika diletakkan didalam konteks industri, *maintenance* adalah tindakan untuk memastikan bahwa mesin-mesin produksi, dapat memenuhi fungsi tujuannya. Dari hal ini, maka RCM (*Reliability-centered Maintenance*) didefinisikan sebagai “proses yang digunakan untuk menentukan kebutuhan perawatan (*maintenance*) dari aset-aset fisik dalam konteks operasionalnya” (Moubray, 1997).

Metode RCM ini, menggunakan suatu pendekatan evaluasi dengan mengajukan tujuh buah pertanyaan. Pertanyaan ini mempertanyakan mengenai unsur-unsur dalam perawatan yang perlu dijawab, untuk menentukan jenis tindakan perawatan seperti apa

---

Wirawan Aryanto Balol adalah dosen Teknik Industri Universitas Wisnuwardhana Malang.  
Sarbini adalah dosen Teknik Industri Universitas Wisnuwardhana Malang.  
Email: wirawan@wisnuwardhana.ac.id, sarbini@wisnuwardhana.ac.id

yang diperlukan. Ketujuh pertanyaan tersebut disajikan pada Tabel 1. Ketujuh pertanyaan ini merupakan kunci dari metode RCM dalam menentukan jenis perawatan seperti apa yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen dalam suatu sistem, atau dalam suatu subsistem. Dengan pemilihan tindakan perawatan yang tepat, diharapkan didapatkan suatu tindakan perawatan yang optimal secara biaya dan sumberdaya.

## METODE

Penelitian dilakukan di Kota Malang pada Periode Bulan Juli 2022. Pengumpulan data akan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat teknologi informasi untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan terkait. Subyek penelitian adalah mesin *coil winding* yang merupakan milik sebuah perusahaan swasta di Batam, Provinsi Kepulauan Riau.

Penelitian menggunakan metode RCM dalam menyusun suatu rencana perawatan mesin *coil winding* yang baru. Tujuan akhir dari kegiatan ini adalah menghasilkan interval yang diperlukan untuk *preventive maintenance* komponen pada mesin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Fungsi

Tabel 1. Fungsi Mesin *Coil Winding*

No	Fungsi
1	Menghentikan putaran lilitan dalam 0,15 detik ketika aliran listrik utama ( <i>mains</i> ) terputus dari mesin <i>coil winding</i> .
2	Menghentikan putaran lilitan dalam 0,15 detik ketika tabir pengaman dibuka.
3	Mengatur tegangan dari kawat tembaga yang akan dililitkan pada <i>bobbine</i> dalam toleransi $\pm 0,2$ N.
4	Menahan <i>bobbine</i> di dalam <i>jig</i> sehingga relatif tidak bergerak ketika dilakukan pelilitan, dalam toleransi 0,5 mm pergeseran sejajar sumbu pemutar <i>bobbine</i> .
5	Melakukan pelilitan sebanyak jumlah yang ditentukan, dengan toleransi $\pm 0,1$ % dari jumlah lilitan yang ditentukan.
6	Melakukan pergeseran horizontal terhadap <i>wire guide</i> sebanyak rasio kerapatan yang ditetapkan dengan toleransi 1%.

**Tabel 2.** *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Fungsi	No	Kegagalan Fungsi	Modus Kegagalan (Penyebab)	Imbas Kegagalan
1	Menghentikan Putaran Saat Aliran Listrik Terhenti	A	Mesin Gagal Berhenti saat aliran listrik terputus	EM Brake terganjal pecahan EM disk atau partikel asing.	Mesin gagal berhenti sehingga terus berputar dan menimbulkan kerusakan transmisi sehingga perlu penggantian motor dengan <i>downtime</i> selama 6 jam
		B	Mesin Berhenti Lebih dari 0,15 detik	EM Brake telah aus	Mesin gagal berhenti sehingga terus berputar dan menimbulkan kerusakan transmisi sehingga perlu penggantian motor dengan <i>downtime</i> selama 6 jam
2	Menghentikan Putaran Saat Tabir Pengaman Dibuka	A	Mesin Gagal Berhenti	EM Brake terganjal pecahan EM disk atau partikel asing.	Mesin gagal berhenti sehingga terus berputar dan menimbulkan kerusakan transmisi sehingga perlu penggantian motor dengan <i>downtime</i> selama 6 jam
		B	Mesin Berhenti Lebih dari 0,15 detik	EM Brake telah aus	Mesin gagal berhenti sehingga terus berputar dan menimbulkan kerusakan transmisi sehingga perlu penggantian motor dengan <i>downtime</i> selama 6 jam
3	Mengatur Tegangan Kawat Tembaga Dalam Toleransi 0,2 N dari spesifikasi	A	Tegangan kawat keluar dari toleransi	Roda wire tensioner telah aus	Diperlukan penggantian wire tensioner dengan waktu sekitar 1 jam
				Wire guide telah aus	Diperlukan penggantian wire guide dengan waktu sekitar 1 jam
		B	Kawat sering putus	Roda wire tensioner telah aus	Diperlukan penggantian wire tensioner dengan waktu sekitar 1 jam
				Wire guide telah aus	Diperlukan penggantian wire guide dengan waktu sekitar 1 jam
4	Menahan bobbin tidak bergerak dalam jig.	A	Bobbin bergerak melebihi toleransi	Jig telah aus	Diperlukan penggantian jig yang menimbulkan <i>downtime</i> selama 10 hari
				Spindle telah aus	Diperlukan penggantian spindle yang menimbulkan <i>downtime</i> selama 30 hari
5	Jumlah lilitan dalam toleransi dari spesifikasi	A	Jumlah lilitan diluar toleransi spesifikasi.	EM Brake telah aus	Mesin gagal berhenti, sehingga perlu penggantian motor.
				Control Board mengalami kerusakan	Mesin tidak dapat berputar atau berhenti sesuai spesifikasi. Perlu penggantian dengan <i>downtime</i> 4 jam.
		B	Mesin tidak dapat memulai putaran untuk melilit	Transmisi terganjal serpihan	Mesin gagal berhenti, sehingga perlu penggantian motor.
				Control Board mengalami kerusakan	Mesin tidak dapat berputar atau berhenti sesuai spesifikasi. Perlu penggantian dengan <i>downtime</i> 4 jam.
6	Rasio kerapatan sesuai toleransi	A	Rasio kerapatan diluar toleransi kerapatan.	Friction disk telah aus	Diperlukan penggantian friction disk yang menimbulkan <i>downtime</i> selama 4 jam.
				Proximity sensor tidak berfungsi	Diperlukan penggantian proximity sensor yang menimbulkan <i>downtime</i> selama 2 jam

### Perencanaan *Predictive Maintenance*

Dari FMEA yang telah dilakukan, didapati modus kerusakan yang dapat dicegah atau dikurangi probabilitasnya terjadinya dengan melakukan tindakan proaktif. Tindakan proaktif beserta modus kegagalan yang dapat dicegah terjadinya dengan perawatan *on-condition*, dituangkan kedalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Tindakan Perawatan Proaktif *On-condition*

No	Modus Kegagalan	Tindakan <i>On-condition</i>
1	<i>EM Brake</i> telah aus	Melakukan pengecekan setiap 3 bulan, dan mengganti <i>EM Brake</i> dalam 1 bulan ketika keausan telah diketahui menghambat pengereman
2	Roda pada <i>wire tensioner</i> telah aus	Melakukan pengecekan setiap 1 pekan, dan mengganti <i>wire tensioner</i> untuk restorasi apabila keausan mengakibatkan kawat tembaga sering putus
3	<i>Wire guide</i> telah aus	Melakukan pengecekan setiap 1 pekan, dan mengganti <i>wire guide</i> apabila keausan terlihat
4	Jig telah aus	Melakukan pengecekan setiap 1 bulan, dan memesan <i>spare part</i> apabila keausan terlihat
5	<i>Spindle</i> telah aus	Melakukan pengecekan setiap 3 bulan, dan memesan <i>spare part</i> apabila keausan terlihat
6	<i>Friction disk</i> telah aus	Melakukan pengecekan setiap 1 bulan, dan memesan <i>spare part</i> apabila keausan terlihat

Kemudian, dilakukan analisis untuk menentukan apakah tindakan *scheduled restoration* dan *scheduled discard* merupakan tindakan yang dapat dilakukan untuk menjaga kehandalan mesin.

### Perencanaan *Standard Task*

Tindakan ini khususnya membahas mengenai kemungkinan tindakan atau skema perawatan yang sesuai untuk digunakan terhadap modus kegagalan yang probabilitasnya terjadinya tidak terkait atau sulit dikaitkan dengan usia pemakaian, atau juga disebabkan tidak ada standard pasti mengenai kemungkinan penyebab kerusakan. Hal ini diterapkan skema perawatan dengan mengikuti Tabel 4.

**Tabel 4.** Rencana Perawatan terhadap Modus Kegagalan Tidak Terkait Pemakaian

No	Modus Kegagalan	Rencana Perawatan
1	EM Brake terganjal pecahan EM disk atau partikel asing.	<i>Run to failure</i>
2	<i>Control Board</i> mengalami kerusakan	<i>Run to failure</i>
3	Transmisi terganjal serpihan	<i>Run to failure</i>
4	<i>Proximity sensor</i> tidak berfungsi	<i>Run to failure</i>

Dengan telah dilakukannya perancangan skema perawatan, maka penerapan RCM telah selesai dilakukan. Tindakan selanjutnya sesuai dengan tujuan penelitian ini, adalah menyusun interval *preventive maintenance* mesin, dimana pada jadwal tersebut, terdapat tindakan yang telah direncanakan sebelumnya.

### Perencanaan *Interval Preventive Maintenance*

Setelah seluruh perancangan skema dan strategi perawatan pada bab sebelumnya, maka diperlukan perencanaan operasional, yaitu khususnya perawatan tindakan, dan waktu terkait dengan jadwal. Perencanaan ini dituangkan dalam sebuah jadwal *preventive maintenance*, dimana tindakan yang perlu dilakukan secara berkala dilakukan pada interval tertentu. Jadwal perawatan dan interval, dituangkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Interval dan *Preventive Maintenance*

No	Item	Deskripsi	Interval
1	<i>Wire Tensioner</i>	Pastikan bahwa roda-roda pada <i>wire tensioner</i> dapat berputar tanpa hambatan. Lakukan penggantian apabila ada keausan	Mingguan
2	<i>Wire Guide</i>	Pastikan bahwa <i>wire tensioner</i> dapat menyalurkan kawat tembaga tanpa hambatan. Lakukan penggantian apabila ada keausan	Mingguan
3	Jig	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian jig.	Bulanan
4	Friction Disk	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian jig.	Bulanan
5	<i>Spindle</i>	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian <i>spindle</i> .	3 Bulanan
6	<i>Electromagnetic Brake</i>	Lakukan pengecekan kondisi <i>EM Brake</i> . Jadwalkan penggantian apabila ditemui keausan.	Bulanan

**Perbandingan Sebelum dan Sesudah**

Evaluasi pertama adalah melihat perbedaan dari jadwal PM sebelum dan setelah digunakan pendekatan RCM untuk melakukan perencanaannya. Perbedaan keduanya ditunjukkan pada Tabel 6.

Dari berbagai perubahan tersebut, terdapat penambahan aktivitas *Preventive Maintenance* sebesar 440 menit setiap bulannya. Namun dari penambahan ini, diharapkan terdapat penurunan terhadap *unplanned downtime* setiap bulannya, dari 1440 menit menjadi tidak ada. Perbandingannya waktu PM terhadap *unplanned downtime* ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 6.** Perbedaan Preventive Maintenance Sebelum dan Sesudah Penerapan RCM

No	Deskripsi	Sebelum RCM	Setelah RCM	Waktu Pengerjaan
1	Pastikan bahwa roda-roda pada <i>wire tensioner</i> dapat berputar tanpa hambatan. Lakukan penggantian apabila ada keausan	Bulanan	Mingguan	60 menit
2	Pastikan bahwa <i>wire tensioner</i> dapat menyalurkan kawat tembaga tanpa hambatan. Lakukan penggantian apabila ada keausan	Tidak Ada	Mingguan	60 menit
3	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian jig.	Bulanan	Bulanan	30 menit
4	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian jig.	Bulanan	Bulanan	15 menit
5	Pastikan bahwa bobbine tidak bergerak melewati toleransi. Apabila pergerakan bobbine mulai mendekati toleransi, rencanakan penggantian <i>spindle</i> .	Bulanan	3 Bulanan	60 menit
6	Lakukan pengecekan kondisi <i>EM Brake</i> . Jadwalkan penggantian apabila ditemui keausan.	Tidak Ada	Bulanan	60 menit

**Tabel 7.** Prediksi *downtime* Sebelum dan Sesudah RCM

Deskripsi	Sebelum RCM	Sesudah RCM
<i>Preventive Maintenance Hours</i>	2,75	10,18
<i>Unplanned Downtime Hours</i>	24	0

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari analisis terhadap *coil winding machine* dengan pendekatan RCM, adalah sebagai berikut:

1. Skema perawatan mesin *coil winding* telah berhasil disusun berdasarkan pendekatan RCM.
2. Berdasarkan FMEA, telah ditentukan tindakan *preventive maintenance* yang dibutuhkan untuk masing-masing modus kegagalan.
3. Waktu Preventive Maintenance sebelum RCM adalah 2,75 jam dan sesudah RCM adalah 10,18 jam namun dengan hal ini membuat Unplanned Downtime sebelum RCM 24 jam menjadi nol {0} jam setelah dilakukan RCM

## SARAN

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah melakukan analisa RCM untuk seluruh mesin yang digunakan dalam industry sehingga dapat menekan sekaligus menghilangkan *Unplanned Downtime*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afey, I. (2010). Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Scientific Research*.
- Alghofari, A., Djunaidi, M., & Fauzan, A. (2006). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis RCM (Reliability Centered Maintenance). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 45-52
- Denur, Hakim, L., Hasan, I., & Rahmad, S. (2017). Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Ripple Mill. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 27 – 34
- Hartini, S., Sriyanto, & R, A. (2010). *Analisis Moda Kegagalan Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance 2nd Edition*. Oxford: Butterworth-Heinemann