

**ANALISIS PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN
KEGAGALAN YANG VITAL PADA STASIUN KERJA
CARDING DENGAN MENGGUNAKAN KONSEP
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)
(Studi Kasus Pada PT. Sandang Jaya Makmur, Sumedang)**

**FAILURE PREVENTIVE ANALYSIS ON CARDING
WORKCENTER THROUGH RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) CONCEPT
(Case Study In PT. Sandang Jaya Makmur, Sumedang)**

Siska Herawati¹, Heru Susilo², Victor Suhandi³
siska_herawati_87@yahoo.com, victor.suhandi@eng.maranatha.edu

Abstrak

PT. Sandang Jaya Makmur adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam industri pemintalan benang. Perusahaan mendapat keluhan mengenai kualitas benang, yaitu hasil pewarnaan tidak merata (belang) dan mudah patah. Salah satu proses dalam mesin carding menentukan kualitas benang.

Kualitas produk dipengaruhi keandalan mesin dan keandalan mesin dipengaruhi tindak pemeliharaan. Oleh sebab itu, digunakan konsep RCM. Konsep RCM berfokus pada keandalan dan keamanan (safety). Melalui konsep ini, akan ditentukan tindak pemeliharaan yang tepat untuk mesin carding.

Tindak pemeliharaan yang sebaiknya diselenggarakan berdasarkan konsep RCM yaitu untuk komponen blower, cylinder assy, licker – in, motor cylinder assy, panel, sensor doffer dan toplet adalah menyusun waktu dan tindakan perbaikan/refurbis. Untuk komponen coiler dan doffer, sebaiknya menyusun waktu dan tindakan penggantian. Untuk komponen sensor feedroller sebaiknya menyusun waktu dan tindakan monitoring.

Dengan menerapkan tindak pemeliharaan yang diusulkan, keuntungan yang diperoleh adalah downtime yang pendek dan biaya perbaikan yang kecil. Oleh sebab itu, perusahaan tidak perlu melakukan overhaul sehingga menghemat biaya overhaul.

Kata Kunci : Pemeliharaan, Keandalan, Konsep RCM.

¹ Siska Herawati, mahasiswi jurusan Teknik Industri Universitas Kristen Maranatha

² Heru Susilo, dosen mahasiswa Universitas Kristen Maranatha

³ Victor Suhandi, dosen mahasiswa Universitas Kristen Maranatha

Abstract

PT. Sandang Jaya Makmur is a company that moves in spinning thread industry. The company get complaint about quality of their thread especially about coloring that not spread evenly (stripe) and easy to break. One of the processes in carding machine determines the quality of the thread.

Quality of product influenced by machine reliability and machine reliability influenced machine maintenance. RCM concept is reliability and safety focused. Through this concept will decide the appropriate maintenance program for carding machine.

Maintenance program that held based on RCM concept for blower, cylinder assy, licker – in, cylinder assy motor, panel, doffer sensor, and toplet component are describe repair / refurbishing action and assign frequency. For coiler and doffer component better describe replacement task and design frequency. For feedroller sensor better describe monitoring task and assign frequency.

By applying proposed maintenance programs, the advantages are short downtime and economic maintenance cost. That's why the company doesn't need to do overhaul so it will economizing the overhaul cost.

Key word : Maintenance, Reliability, RCM concept.

1. Pendahuluan

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan salah satu faktor penting yang menunjang berjalannya suatu aktivitas. Jika suatu sistem memiliki pemeliharaan yang baik, maka dapat dipastikan bahwa sistem tersebut dapat berjalan dengan baik dan aman. Pemeliharaan berlaku sangat luas, contohnya pemeliharaan (perawatan) diri sendiri, kesehatan, pemeliharaan dalam berbagai bidang industri seperti bidang manufaktur dan jasa.

Dalam bidang manufaktur, mesin – mesin merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan produksi. Oleh karena itu, pemeliharaan mesin – mesin tidak boleh diabaikan. Pemeliharaan mesin memang membutuhkan biaya, tetapi hasil dari mesin – mesin yang terpelihara juga menguntungkan perusahaan. Misalnya menjamin berjalannya proses produksi yang lancar dan menjamin keandalan mesin yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

PT. Sandang Jaya Makmur adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam industri pemintalan benang. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan saat ini adalah adanya keluhan dari pelanggan yang berhubungan dengan kualitas benang yang dihasilkan. Keluhan yang muncul yaitu hasil pewarnaan yang tidak merata (belang) dan benang yang mudah patah. Setelah ditinjau ulang maka dipilihlah

stasiun kerja *carding* sebagai objek pengamatan, karena dalam salah satu proses dalam mesin *carding* yaitu memisahkan antara serat panjang dengan serat pendek sangat berpengaruh terhadap kualitas benang yang dihasilkan.

Dengan melihat bahwa kualitas produk dipengaruhi oleh keandalan (*reliability*) mesin dan keandalan mesin dipengaruhi oleh tindak pemeliharaan. Oleh sebab itu, maka akan dilakukan penelitian untuk menentukan tindak pemeliharaan yang tepat untuk stasiun kerja *carding* dengan menggunakan konsep *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

2. Tinjauan Pustaka

Pemeliharaan

Pengertian Pemeliharaan menurut beberapa tokoh :

1. *Antony Corder* (1976)
Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai, suatu kondisi yang bisa diterima (3,4).
2. *Supandi* (1990)
Pemeliharaan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya (10,26).
3. *Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma, Elmer L. Peterson* (1995)
Pemeliharaan adalah semua tindakan yang diperlukan untuk menjaga sistem atau produk pada, atau memperbaikinya menjadi, kondisi yang diharapkan (1,15).

Adapun tujuan dilakukannya pemeliharaan (3,3), yaitu :

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan *asset* (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return of investment*) maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dsb.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Keandalan (*Reliability*)

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas sebuah komponen atau sistem akan berfungsi pada periode waktu tertentu dan pada kondisi operasi tertentu (6,5).

Dalam konteks pemeliharaan mesin untuk proses produksi, *reliability* dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu mesin untuk melakukan operasi atau misi tertentu, dalam waktu tertentu, dan lingkungan operasi tertentu, tanpa terjadi kerusakan (12,10).

Dari definisi diatas maka dapat disimpulkan ada 3 faktor penting dalam keandalan (*Reliability*), yaitu :

1. Fungsi tertentu
2. Waktu tertentu
3. Lingkungan operasi tertentu

Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah rata – rata waktu antar kegagalan dalam suatu sistem. Seringkali dihubungkan dengan “umur guna” suatu alat. MTBF dinyatakan dengan satuan unit waktu per kegagalan, MTBF dinyatakan dengan :

$$MTBF = \frac{\text{Total time between failure}}{\text{number of failure}}$$

Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju Kegagalan didefinisikan sebagai kegagalan produk / sistem per unit ukuran hidup. Contoh ukuran hidup adalah waktu, mil dan siklus (4,25). Menurut *Blanchard*, Laju Kegagalan mengacu kepada frekuensi kegagalan, atau laju dimana kegagalan terjadi dalam interval waktu tertentu. Laju Kegagalan dinotasikan dengan λ .

Perhitungannya : $\lambda = \frac{\text{number of failure}}{\text{total operating time}}$

Dapat ditulis juga $\lambda = \frac{1}{MTBF}$

Konsep *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Konsep *Reliability Centered Maintenance* merupakan suatu pendekatan yang sistematis untuk mengembangkan program pemeliharaan pencegahan yang terfokus pada efektifitas dan efisiensi biaya dan mengontrol rencana untuk produk atau proses (1,252). Teknik ini merupakan pilihan terbaik pada awal desain sistem atau proses dan berkembang sebagai desain sistem. Akan tetapi, dapat juga digunakan untuk mengevaluasi program pemeliharaan pencegahan pada

sistem yang sudah ada dengan tujuan peningkatan terus – menerus (*continuous improvement*) (1,252).

Logika *Maintenance Steering Group* (MSG) pada penerbangan merupakan pendahulu konsep RCM, yang telah ada sejak awal tahun 1960 – an. *Stanley Nowlan* dan *Howard Heap* dari *United Airlines* memperkenalkan konsep RCM secara formal pada industri penerbangan komersil pada tahun 1978 (2,1).

Tujuan dari konsep RCM adalah menjadikan sistem andal (*reliable*) sesuai dengan desainnya (7,187). Konsep RCM menghasilkan program / tindak pemeliharaan terjadwal yang mengantisipasi *failure modes* yang spesifik. Selain itu, dengan konsep ini secara efektif (7,186) :

- Mendeteksi kegagalan sebelum terjadi dan segera ditangani dengan kerusakan yang kecil.
- Mengeliminasi penyebab kegagalan sebelum kegagalan tersebut terjadi.
- Mengeliminasi penyebab kegagalan melalui perubahan desain.
- Mengidentifikasi kegagalan yang aman diijinkan terjadi.

Adapun langkah – langkah proses dalam konsep RCM (7,191), yaitu :

1. Mengidentifikasi alat / sistem yang akan dianalisis.
2. Menentukan fungsi alat / sistem tersebut.
3. Menentukan kegagalan dari fungsi alat / sistem tersebut.
4. Mengidentifikasi penyebab kegagalan fungsi tersebut.
5. Mengidentifikasi dampak atau efeknya.
6. Menggunakan Logika Keputusan RCM untuk memilih taktik / tindak pemeliharaan yang tepat.
7. Mendokumentasikan program pemeliharaan.

Failure Mode Classification Matrix

Dalam Failure Mode Classification Matrix, dilakukan pengelompokkan failure mode untuk menentukan failure mode mana yang mendapatkan prioritas dan perhatian yang lebih, dilihat dari probabilitas kejadian (probability of occurrence) atau seberapa sering kejadian kerusakan itu terjadi dan dilihat juga dari tingkat keseriusan efek kegagalan (severity).

Diagram sebab akibat (Cause & Effect Diagram / Fish Bone Diagram)

Fish Bone Diagram adalah alat bantu yang digunakan untuk memperlihatkan hubungan masalah kualitas dengan faktor – faktor

penyebabnya, yang bertujuan untuk mencari akar penyebab permasalahan (8,9).

Kegunaan dari Fish Bone Diagram (8,9) :

1. Sebagai sarana pengumpulan dan penyimpanan data.
2. Mengidentifikasi karakteristik dan parameter kunci.
3. Mencari potensi penyebab suatu permasalahan.
4. Menggambarkan penyebab yang mempengaruhi proses.
5. Memperlihatkan pengetahuan yang harus dikuasai.
6. Sebagai alat untuk membantu memecahkan berbagai jenis persoalan yang menyangkut produksi.

Ada 5 faktor utama yang perlu diperhatikan dalam penyusunan Fish Bone (8,10), yaitu:

1. Manusia (Man)
2. Mesin / Peralatan (Machine)
3. Metode / Cara (Method)
4. Material (Material)
5. Lingkungan Kerja (Environment)

Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis adalah sebuah teknik untuk menganalisis keandalan (reliability) dan keamanan (safety), dan secara umum diterapkan pada sistem dinamik yang kompleks. (5,207).

Fault Tree merupakan sebuah model secara grafik dan logis menggambarkan berbagai kombinasi kemungkinan kejadian, baik cacat maupun normal, terjadi pada sistem yang memimpin / mengarah kepada kejadian utama yang tidak diinginkan (5,207). Keunggulan Fault Tree Analysis (5,207) :

1. Mengarahkan analisis untuk menemukan kegagalan – kegagalan secara deduktif.
2. Menunjukkan aspek – aspek dari sistem yang terlibat pada kegagalan.
3. Menyediakan gambaran untuk menolong manajemen sistem yang diganti / dipindahkan dari perubahan desain sistem.
4. Menyediakan pilihan analisis keandalan sistem secara kualitatif, sebaik kuantitatif.
5. Memperbolehkan analisis berkonsentrasi pada satu kegagalan sistem khusus pada satu waktu.
6. Menyediakan bagi analisis suatu wawasan mengenai perilaku sistem.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA yang baik mengidentifikasi *failure mode* yang potensial dan *failure mode* yang diketahui, mengidentifikasi penyebab dan efek dari masing – masing *failure mode*, memprioritaskan *failure mode* berdasarkan *Risk Priority Number (RPN)* yang memperhitungkan faktor – faktor, yaitu : frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*), keseriusan dari efek kegagalan (*severity*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*) (9,22). Dengan demikian, menjamin daya tahan (*durability*) tinggi, kualitas, keandalan yang mungkin pada produk / servis (jasa).

Beberapa keuntungan dari penggunaan FMEA dalam bidang manufaktur (9,xxviii) :

- Meningkatkan kualitas, keandalan dan keamanan pada produk atau jasa.
- Membantu memilih alternatif (dalam sistem, desain, proses dan servis) dengan potensi keandalan dan keamanan yang tinggi selama tahap / fase awal.
- Membantu mengidentifikasi karakteristik yang kritis atau signifikan.
- Membantu mengidentifikasi *error* dan pencegahan.
- Membantu menentukan tindakan perbaikan.

Distribusi Eksponensial

Distribusi Eksponensial adalah distribusi kontinu yang dibatasi oleh batas bawah (10,65). Bentuknya selalu sama, mulai pada nilai finite yang minimum dan menurun secara kontinu pada nilai x yang lebih besar. Distribusi Eksponensial sering digunakan untuk mewakili waktu antara kejadian yang acak seperti waktu antar kedatangan pada lokasi tertentu di model antrian atau waktu antar kegagalan pada model keandalan, dll (10,65). Distribusi Eksponensial dapat ditulis *Exponential (min, β)*. Rumusnya adalah sebagai berikut : (10,65)

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{[x - \text{min}]}{\beta}\right)$$

Persamaan untuk *Cumulative Density Function (CDF)* :

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{[x - \min]}{\beta}\right)$$

Keterangan : min = nilai minimum dari x
 β = parameter *scale* = *mean*

Distribusi Gamma

Distribusi Gamma adalah distribusi kontinu yang dibatasi oleh batas bawah (10,68). Distribusi Gamma digunakan untuk mewakili umur hidup (*lifetimes*), *lead times*, waktu servis, dll (10,69). Distribusi Gamma dapat ditulis *Gamma* (*min*, α , β). Rumusnya adalah sebagai berikut : (10,68)

$$f(x) = \frac{(x - \min)^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} \exp\left(-\frac{[x - \min]}{\beta}\right)$$

Keterangan : min = nilai minimum dari x
 α = parameter *shape* > 0
 β = parameter *scale* > 0

Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi kontinu yang dibatasi oleh batas bawah (10,94). Distribusi Weibull biasanya digunakan untuk mewakili *wear out lifetimes* pada keandalan, kecepatan angin, intensitas air terjun, dll (10,95). Distribusi Weibull dapat ditulis *Weibull* (*min*, α , β).

Rumusnya adalah sebagai berikut : (10,94)

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x - \min}{\beta}\right)^{\alpha-1} \exp\left(-\left(\frac{[x - \min]}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

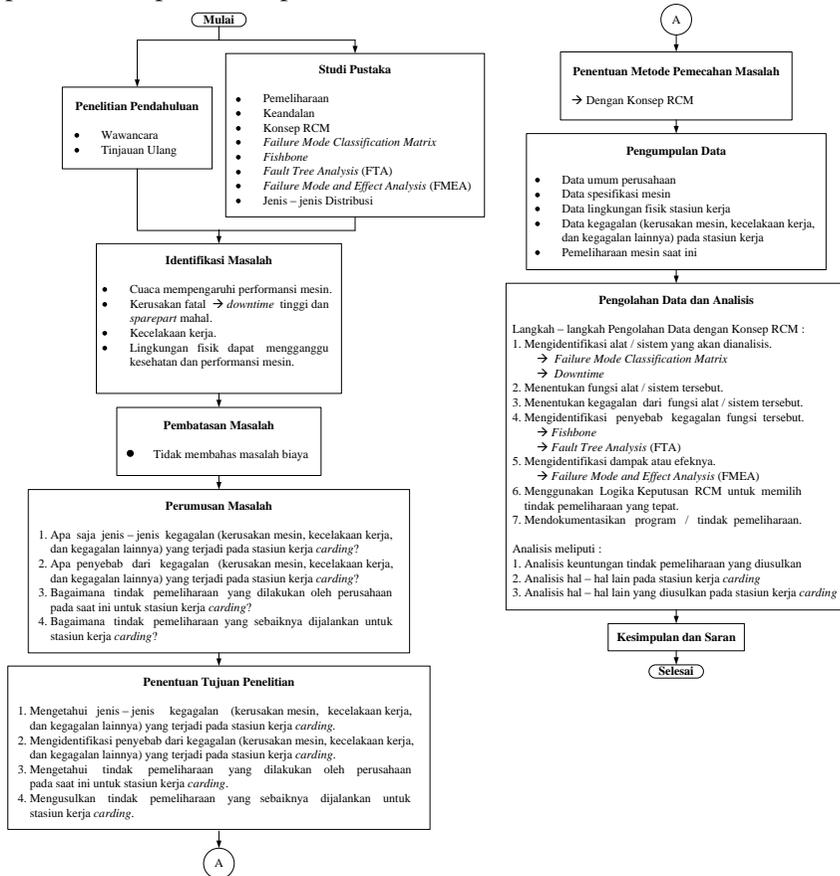
Persamaan untuk *Cumulative Density Function* (CDF) :

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{[x - \min]}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

Keterangan : min = nilai minimum dari x
 α = parameter *shape* > 0
 β = parameter *scale* > 0

3. Metodologi Penelitian

Langkah – langkah yang harus ditempuh oleh penulis dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Sistematika Penelitian

4. Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- Data spesifikasi mesin.
- Data lingkungan fisik stasiun kerja.
- Data kerusakan mesin.
- Data kegagalan lain yang terdiri dari data kecelakaan kerja dan data kegagalan lain yang menghambat proses produksi.

- Keterangan mengenai pemeliharaan mesin yang saat ini dilakukan pada mesin *carding*.

5. Pengolahan Data

Pengolahan data kerusakan mesin dengan menggunakan konsep RCM. Berdasarkan data kerusakan yang berhasil dikumpulkan, kerusakan – kerusakan tersebut dikelompokkan ke dalam 10 komponen berdasarkan jenis komponen yang mengalami kerusakan dan tingkat keparahannya (*severity*).

Penentuan Distribusi Kerusakan Komponen

Selang waktu terjadinya kerusakan biasanya mengikuti distribusi tertentu. Oleh sebab itu, berdasarkan data waktu antara terjadinya kerusakan / kegagalan (*Time Between Failure*) yang berhasil dikumpulkan, ditentukan distribusi yang mendekatinya dengan tujuan dapat memperkirakan probabilitas terjadinya kerusakan pada waktu tertentu. Hasil pengujian distribusi kerusakan komponen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Hasil Distribusi Kerusakan Komponen

| No | Komponen | Distribusi Kerusakan |
|----|----------------------|------------------------------------|
| 1 | <i>Blower</i> | <i>Weibull (78, 1.48, 4507.38)</i> |
| 2 | <i>Cylinder assy</i> | <i>Gamma (32, 0.525, 4372.98)</i> |
| 3 | <i>Doffer</i> | <i>Exponential (390, 3057.83)</i> |
| 4 | Panel | <i>Weibull (102, 1, 3051.59)</i> |
| 5 | <i>Sensor Doffer</i> | <i>Gamma (53, 0.554, 4290.63)</i> |

Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Failure Rate

Dengan mengetahui besarnya MTBF setiap komponen maka dapat diperhitungkan dan dijadikan patokan untuk menentukan waktu pemeriksaan ataupun penggantian. *Failure Rate* menunjukkan laju dimana kegagalan terjadi dalam interval waktu tertentu. Hasil Perhitungan MTBF dan *Failure Rate* Komponen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Hasil Perhitungan MTBF & *Failure Rate* Komponen

| No | Komponen | MTBF (dalam jam) | <i>Failure Rate</i> (Kegagalan/jam) |
|----|----------------------------|------------------|--|
| 1 | <i>Blower</i> | 4150 | 0.000240964 |
| 2 | <i>Coiler</i> | 5587 | 0.000178987 |
| 3 | <i>Cylinder assy</i> | 2330 | 0.000429185 |
| 4 | <i>Doffer</i> | 3450 | 0.000289855 |
| 5 | <i>Licker - in</i> | 1561.08 | 0.000640581 |
| 6 | <i>Motor Cylinder assy</i> | 6365.19 | 0.000157104 |
| 7 | Panel | 3150 | 0.00031746 |
| 8 | Sensor <i>Doffer</i> | 2430 | 0.000411523 |
| 9 | Sensor <i>Feedroller</i> | 533.42 | 0.001874707 |
| 10 | Toplet | 5336.61 | 0.000187385 |

Waktu Mengganggu (*Downtime*)

Downtime merupakan rentang waktu dari terjadinya kerusakan hingga selesai diperbaiki dan dapat beroperasi lagi.

Tabel 3 : Rata – rata *Downtime* Komponen

| No | Komponen | Rata - rata <i>downtime</i> (dalam jam) |
|----|----------------------------|--|
| 1 | <i>Blower</i> | 4.37 |
| 2 | <i>Coiler</i> | 3.08 |
| 3 | <i>Cylinder assy</i> | 13.24 |
| 4 | <i>Doffer</i> | 11.35 |
| 5 | <i>Licker - in</i> | 10.95 |
| 6 | <i>Motor Cylinder assy</i> | 8.94 |
| 7 | Panel | 4.52 |
| 8 | Sensor <i>Doffer</i> | 2.70 |
| 9 | Sensor <i>Feedroller</i> | 0.30 |
| 10 | Toplet | 12.91 |

Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada Mesin Carding

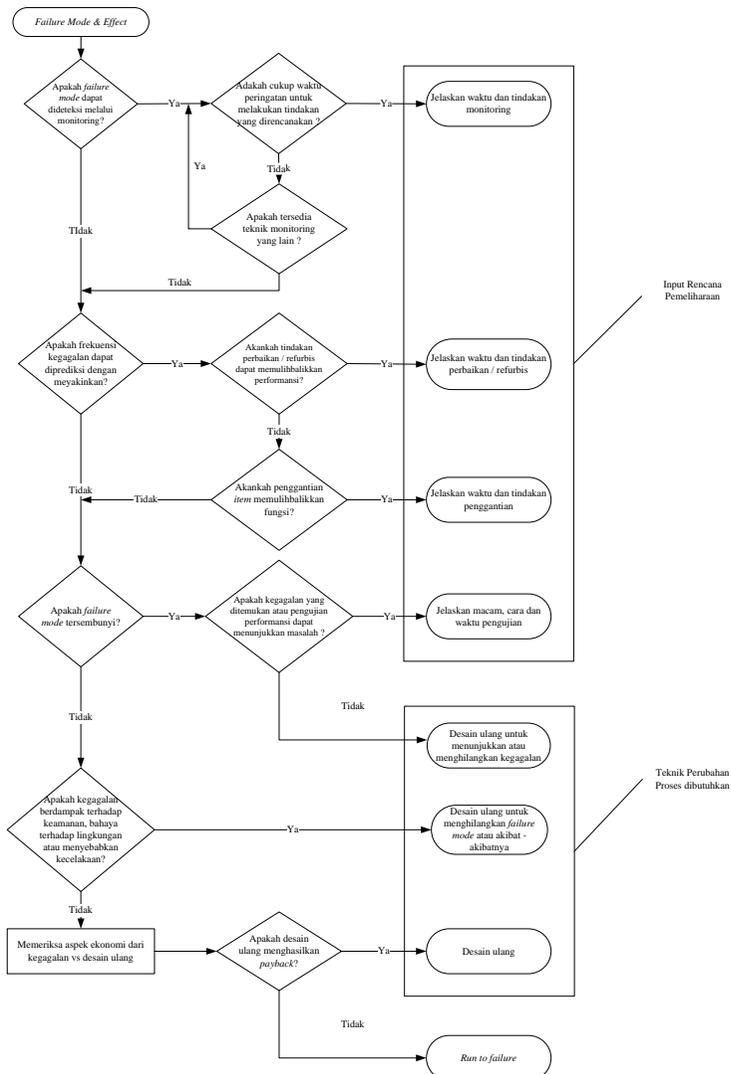
Penyebab terjadinya kegagalan dapat dicari dengan menggunakan alat yaitu *Fishbone* dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada *Fishbone*, penyebab kerusakan dicari dan dianalisis dari 5 faktor yaitu manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Pada FTA, penyebab kerusakan dicari dan dianalisis juga hubungan antar penyebab kerusakan terhadap kerusakan yang ditimbulkan.

Identifikasi Dampak atau Efek dari Kerusakan Komponen

Pengidentifikasian dampak atau efek dari kerusakan komponen disusun dalam bentuk *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Pemilihan Tindak Pemeliharaan dengan Menggunakan Logika Keputusan RCM

Untuk membantu menentukan pilihan teknik pemeliharaan yang tepat untuk masing – masing komponen, maka digunakan Logika Keputusan RCM seperti yang ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2 : Logika Keputusan RCM

6. Analisis

Analisis Keuntungan Tindak Pemeliharaan yang Diusulkan

Dengan melakukan tindak pemeliharaan yang diusulkan berdasarkan konsep RCM, keuntungan yang dapat diperoleh yaitu kegagalan pada mesin dapat diminimasi dan *downtime* yang pendek karena pada konsep RCM mencegah kegagalan sebelum kegagalan itu terjadi (*immediately before failure*). Selain itu, dengan konsep RCM keamanan (*safety*) juga terjamin. Dalam hal pemeliharaan mesin, perusahaan tidak perlu melakukan *overhaul* seperti yang saat ini dilakukan. *Overhaul* merupakan suatu teknik pemeliharaan yang mahal dan hasilnya pun keandalan mesin tidak terjamin baik. Dengan melakukan pembongkaran mesin, dimana mesin dalam kondisi yang baik, sangat beresiko membuat mesin malah menjadi rusak atau tidak seperti kondisi yang awal. Dengan tidak dilakukannya *overhaul* maka Perusahaan dapat melakukan penghematan biaya.

Analisis Lingkungan Kerja

Dilihat dari keadaan temperatur yang tinggi, sebaiknya dipasang ventilasi yang lebih banyak, misalnya dengan menambah jumlah jendela ke luar lebih banyak maupun penghisap debu ke luar. Selain itu, diwajibkan penggunaan *ear plug* untuk mengurangi kebisingan pada telinga operator, dan penggunaan masker yang memadai untuk operator.

7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, kesimpulan yang ditarik adalah sebagai berikut :

1. Jenis – jenis kegagalan yang terjadi pada stasiun kerja *carding*, dikelompokkan menjadi kegagalan komponen yaitu : *blower*, *coiler*, *cylinder assy*, *doffer*, *licker – in*, motor *cylinder*, panel, sensor *dofffer*, sensor *feedroller* dan toplet.
2. Penyebab kegagalan yang terjadi pada stasiun kerja *carding* karena lingkungan yang berdebu dan kurangnya alat penghisap debu, inspeksi tidak teratur. Selain itu faktor kesalahan manusia (*human error*) pun ikut menjadi penyebab kegagalan pada stasiun kerja *carding*.
3. Program pemeliharaan yang dilakukan pada saat ini untuk stasiun kerja *carding*, diantaranya :
 - *Overhaul*
 - Pemeliharaan dengan *scoring*

- Pembersihan teknis
 - Pengecekan performansi mesin
4. Tindak pemeliharaan yang sebaiknya diterapkan pada stasiun kerja *carding*, yaitu :
- Untuk kegagalan pada komponen *blower* : menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan membersihkan dan memperbaiki selang, mengecek dan memperbaiki baut – baut yang kendur, membersihkan bagian motor *blower* dan memberikan pelumas.
 - Untuk kegagalan pada komponen *coiler* : menyusun tindakan penggantian ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan mengganti gigi *coiler* yang rusak dan mengganti *belt* penghantar yang rusak.
 - Untuk kegagalan pada komponen *cylinder assy* : menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan perbaikan *metallic* yang mulai tumpul dan meratakan *metallic* dengan penggerindaan, perbaikan dan pembersihan pada motor (dinamo) *cylinder assy*. Misalnya dengan pelumasan atau penambahan grafit komutator, pengecekan jarak komponen dan me – refurbis *belt* penghantar.
 - Untuk kegagalan pada komponen *doffer*: menyusun tindakan penggantian ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan mengganti gigi *doffer* yang telah tumpul, penggantian *metallic doffer* yang cacat dan pelumasan gigi *doffer*.
 - Untuk kegagalan pada komponen *licker - in*: menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan me – refurbis garnet *licker – in* yang cacat misalnya dengan penggerindaan, pengasahan *mote knife* dan me – refurbis *belt* penghantar.
 - Untuk kegagalan pada komponen *motor cylinder*: menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan perbaikan dan pembersihan kabel – kabel pada motor, pelumasan kembali dan penambahan grafit komutator.
 - Untuk kegagalan pada komponen *panel*: menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan perbaikan lidah *contactor* dengan pembersihan, pembersihan panel, pengecekan dan pembersihan inverter, pemeriksaan arus dan tegangan listrik.
 - Untuk kegagalan pada komponen *sensor doffer* : sebaiknya dilakukan penyusunan waktu dan tindakan perbaikan./ refurbis

ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan penggantian *limit switch* yang telah tidak sensitif, pembersihan atau mengganti *contactor* yang tidak kontak.

- Untuk kegagalan pada komponen *sensor feedroller*: menyusun tindakan monitoring ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan me – *monitoring per* (pegas) dan mempertimbangkan menggunakan alat untuk *monitoring*.
- Untuk kegagalan pada komponen toplet : menyusun tindakan perbaikan / refurbis ketika umur pakai mendekati MTBF, yaitu dengan me – refurbis dan membersihkan toplet (*bartoplet*, *combtoplet* dan *brushtoplet*), memperbaiki baut yang kendur dan me – refurbis *belt* penghantar.

Setiap tindakan disertai dengan inspeksi untuk menentukan waktu inspeksi berikutnya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis memberikan saran – saran sebagai berikut :

- Dalam hal pemeliharaan mesin, sebaiknya menerapkan tindak pemeliharaan yang diusulkan, yaitu beralih dari *overhaul* ke konsep RCM.
- Dalam hal kesejahteraan dan kesehatan karyawan agar lebih diperhatikan mengingat kondisi lingkungan kerja yang rentan terhadap gangguan kesehatan. Selain itu, agar menumbuhkan rasa memiliki pabrik sehingga karyawan bekerja lebih sungguh – sungguh.

8. Daftar Pustaka

- [1] Blanchard, B.S, Verma, D, Peterson, E.L, “*Maintainability : A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*”, John Willey & Sons Inc, Canada, 1995.
- [2] Bloom Neil, “*Reliability Centered Maintenance: Implementation Made Simple*”, McGraw – Hill, Inc. 2006.
- [3] Corder, Antony, “*Maintenance Management Techniques*”, McGraw – Hill (UK) Ltd, 1976.
- [4] Dhillon, B.S, Reiche, Hans, “*Reliability and Maintainability Management*”, CBS Publisher & Distributor, Delhi, 1985.
- [5] Dimitri, Kececioglu, “*Reliability Engineering Handbook Volume 2*”, Prentice Hall, New Jersey, 1991.

- [6] Ebeling, C.E, “*An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*”, McGraw – Hill, Inc. 1997.
- [7] Jardine, A.K.S, “*Maintenance, Replacement and Reliability*”, Pitman Publishing, New York, 1987.
- [8] Muis, Rudijanto,. “*Diktat Kuliah Rekayasa Kualitas*”, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2004.
- [9] Stamatis, D. H, “*Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*”, ASQ Quality Press, Second Edition, Wisconsin, 2003.
- [10] “*Stat.:Fit : Version 2*”, Geer Mountain Software Corporation, United States of America, 2006.
- [11] Supandi, “*Manajemen Perawatan Industri*”, Ganeca Exact Bandung, 1990.
- [12] Susilo, Heru, “*Diktat Kuliah Elemen Mesin*”, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2002.