



Artikel Penelitian

## Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI

Noor Ahmadi, Nur Yulianti Hidayah

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12640, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 16 Juli 2017

Revisi Akhir: 4 Oktober 2017

Diterbitkan Online: 7 Oktober 2017

### KATA KUNCI

RCM

*Downtime**Availability**Total Minimum Downtime**Replacement Critical Parts*

### KORESPONDENSI

Telepon: +62 81513176196

E-mail: nurhidayah@univpancasila.ac.id

### A B S T R A C T

PT. Coca-Cola Amatil Indonesia is a company that produces carbonated beverages. Most of the production activity uses automatic machines. The problem faced is the damage that often occurs suddenly on the blowmould machine so that corrective maintenance must be done. The purpose of this research is to know the cause of the damage and to propose the action plan to minimize downtime. The method used is Reliability Centered Maintenance to determine the selection of action and time interval of replacement for critical components on the blowmould machine. From the FMEA analysis, it is known that the critical components of each blowmould machine subsystem are bearing roller feed, mandrel, seal gasket, and fitting. The results of LTA analysis are the category of failure (outage problem and economic problem) and the selection of action for the critical component (time directed). From the calculation of Total Minimum Downtime, known that the replacement schedule for critical component are 23 days for bearing roller feed, 9 days for mandrel, 8 days for seal gasket, and 8 days for fitting, that is resulting in decreased downtime of 1.56% with a value of 99.63% availability.

## 1. PENDAHULUAN

PT. Coca-Cola Amatil Indonesia (PT. CCAI) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri minuman, khususnya minuman berkarbonasi dan non-karbonasi. Mesin-mesin di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia disusun secara berseri dan dihubungkan dengan conveyor pada setiap mesinnya, sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu mesin akan mengakibatkan terhentinya kegiatan produksi pada lini tersebut. Pada PT. CCAI terdapat 13 area lini produksi. Dari ke 13 lini produksi tersebut, lini Line 4 memiliki total downtime tertinggi selama periode Januari-September 2015 yaitu mengalami 97 kali *downtime* dengan total waktu *downtime* 81.568 menit. Area produksi Line 4 merupakan area *Juice Beverage* dengan kecepatan mesin 40.800 botol per jam dengan ukuran botol 350 ml. Line 4 terdiri dari 8 buah mesin untuk proses produksi *Juice Beverage*, yaitu Blowmould, Filler, Closure, Labeller, Packer, Apollo, Palletizer, Atlanta. Selama periode Januari - September 2015, Blowmould mengalami *downtime* tertinggi dengan total waktu downtime 44.729 menit. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui komponen dan subsistem mesin blowmould yang paling rentan mengalami kerusakan (komponen dan subsistem kritis), mengetahui penyebab terjadinya kerusakan atau

*downtime* pada tiap subsistem mesin blowmould, dan memberikan usulan tentang jadwal penggantian komponen mesin serta membuat rencana tindakan sebagai kegiatan perawatan untuk meningkatkan *availability*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan *output* sesuai dengan yang dikehendaki [1]. Menurut Heizer dan Render [2], pemeliharaan adalah segala kegiatan yang dilakukan untuk menjaga sistem peralatan agar pekerjaan dapat sesuai dengan pesanan. Perawatan juga didefinisikan sebagai suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan [3]. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan perawatan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melaksanakan kegiatan produksi dengan efektif dan efisien

dengan hasil produk yang berkualitas. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatan akan lebih intensif [1].

## 2.2. Reliability Centered Maintenance

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) didefinisikan sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap asset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaannya dalam konteks operasionalnya [4]. Secara mendasar, metodologi RCM menyadari bahwa semua peralatan pada sebuah fasilitas tidak memiliki tingkat prioritas yang sama. RCM menyadari bahwa desain dan operasi dari peralatan berbeda-beda sehingga memiliki peluang kegagalan yang berbeda-beda juga. Pendekatan RCM terhadap program maintenance memandang bahwa suatu fasilitas tidak memiliki keterbatasan finansial dan sumber daya, sehingga perlu diprioritaskan dan dioptimalkan. Secara ringkas, RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan reliability yang tinggi dan biaya yang efektif.

Tujuan utama dari RCM menurut Smith [5] adalah mengoptimalkan *preventive maintenance* untuk:

1. Mempertahankan fungsi sistem
2. Mengidentifikasi modus kerusakan (*failure mode*)
3. Memprioritaskan kepentingan dari modus kerusakan
4. Memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif dan dapat diterapkan.

Sejalan dengan Smith, menurut Moubrey [4] tujuan utama RCM adalah:

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik
2. Untuk memperoleh informasi yang penting dalam melakukan improvement pada desain awal yang kurang baik
3. Untuk mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula peralatan dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan
4. Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum.

Penerapan metode RCM akan memberikan keuntungan yaitu: keselamatan dan integritas lingkungan menjadi lebih diutamakan, prestasi operasional yang meningkat, efektifitas biaya operasi dan perawatan yang lebih rendah, meningkatkan ketersediaan dan reliabilitas peralatan, umur komponen yang lebih lama, basis data yang lebih komprehensif, motivasi individu yang lebih besar, dan kerja sama yang baik diantara bagian-bagian dalam suatu instalasi [4].

## 2.3. Tahapan-tahapan Dalam Penyusunan RCM

### 2.3.1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pemilihan sistem dapat didasarkan pada beberapa aspek kriteria yaitu [6]:

1. Sistem yang mendapat perhatian yang tinggi karena berkaitan dengan masalah keselamatan (*safety*) dan lingkungan
2. Sistem yang memiliki *preventive maintenance* dan/atau biaya *preventive maintenance* yang tinggi.
3. Sistem yang memiliki tindakan *corrective maintenance* dan/atau biaya *corrective maintenance* yang banyak.
4. Sistem yang memiliki kontribusi yang besar atas terjadinya *full* atau *partial outage* (atau *shutdown*)

Pengumpulan informasi berfungsi untuk mendapatkan gambaran dan pengertian yang lebih mendalam mengenai sistem dan bagaimana sistem bekerja.

### 2.3.2. Definisi Batasan Sistem

Definisi batas sistem (*system boundary definition*) digunakan untuk mendefinisikan batasan-batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan RCM, berisi tentang apa yang harus dimasukkan dan yang tidak dimasukkan ke dalam sistem sehingga semua fungsi dapat diketahui dengan jelas dan perumusan *system boundary definition* yang baik dan benar akan menjamin keakuratan proses analisis system [6].

### 2.3.3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional

Deskripsi sistem dan diagram blok merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama sistem yang berupa blok-blok yang berisi fungsi-fungsi dari setiap subsistem yang menyusun sistem tersebut, maka dibuat tahapan identifikasi detail dari sistem yang meliputi [7]:

1. Deskripsi sistem. Langkah ini diperlukan untuk mengetahui komponen yang terdapat didalam sistem tersebut dan bagaimana komponen tersebut beroperasi.
2. Blok diagram fungsi. Pembuatan diagram fungsi dengan menggunakan *Functional Flow Block Diagram* (FFBD). FFBD merupakan diagram alir dari aliran fungsional suatu sistem yang dibuat berdasarkan urutan waktu dan langkah demi langkah.
3. Hubungan *input/output* sistem. Pada tahap ini akan digambarkan *input output* pada sistem dan hubungan diantara *input* dari subsistem satu dengan yang lainnya. penggambaran *input output* sistem menggunakan model diagram *Integration Definition For Function Modelling* (IDEFO).
4. *System Work Breakdown Structure* (SWBS). Pada tahap ini akan digambarkan himpunan daftar peralatan untuk setiap bagian-bagian fungsi subsistem.

### 2.3.4. Fungsi Sistem Dan Kegagalan Fungsional

Fungsi sistem adalah kinerja yang diharapkan oleh sistem untuk dapat beroperasi. Kegagalan fungsional didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen/sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan [7].

### 2.3.5. Failure Mode Effect Analysis

*Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) [8]. FMEA

salah satu teknik yang banyak digunakan secara luas untuk melakukan penilaian kualitatif terhadap keandalan sistem.

FMEA meliputi pengidentifikasian yaitu [7]:

1. *Failure Cause* : penyebab terjadinya *failure mode*
2. *Failure Effect*: dampak yang ditimbulkan *failure mode*. *Failure effect* ini dapat ditinjau dari 3 sisi level yaitu: komponen/lokal, sistem, dan *plant*.

Dalam FMEA, dapat dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan tingkat prioritas dari suatu kegagalan [9]. RPN merupakan hubungan antara tiga buah variabel yaitu *Severity* (Keparahan), *Occurrence* (Frekuensi Kejadian), dan *Detection* (Deteksi Kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan. *Risk Priority Number* ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

### 2.3.6. Logic Tree Analysis

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Tujuan LTA adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya [7]. Pada tabel LTA mengandung informasi mengenai nomor dan nama kegagalan fungsi, nomor dan mode kerusakan, analisis kekritisan, dan keterangan tambahan yang dibutuhkan. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori, yaitu *Evident*, *Safety*, *Outage*, *Category*. Pada bagian *Category* terdiri dari 4 kategori:

1. Kategori A (*safety problem*), yaitu komponen yang dapat mengakibatkan gangguan keselamatan pada operator dan lingkungan
2. Kategori B (*outage problem*), yaitu komponen yang dapat mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem.
3. Kategori C (*economic problem*), yaitu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem tetapi menyebabkan kerugian pada perusahaan karena fungsi komponen berkurang.
4. Kategori D (*hidden failure*), yaitu komponen yang kegagalan fungsinya tidak disadari dan sulit terdeteksi oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan operator.

### 2.3.7. Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu [5]. Dalam pelaksanaannya pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan empat cara yaitu:

1. *Time Directed* (TD).  
Suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.

2. *Condition Directed* (CD).

Suatu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

3. *Failure Finding* (FF).

Suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

### 2.4. Interval Penggantian Komponen Dengan Total Minimum Downtime

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak dapat berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* minimum menjadi sangat penting. Melakukan tindakan penggantian pencegahan adalah untuk menghindari terhentinya mesin akibat kerusakan komponen. Tindakan penggantian pencegahan dapat dilakukan dengan menentukan interval waktu antara tindakan penggantian ( $tp$ ) yang optimal dari suatu komponen sehingga dicapai minimasi *downtime* yang maksimal [10]. Model *Age Replacement* adalah model perawatan dengan menetapkan nilai interval waktu perawatan pencegahan berdasarkan selang waktu terpakai yang digunakan untuk tindakan penggantian dengan kriteria *Total Minimum Downtime* (TMD) [11]. Dengan TMD, akan diperoleh tindakan penggantian komponen berdasarkan interval waktu yang optimum. Total *downtime* per unit waktu untuk tindakan penggantian preventif pada waktu  $tp$ , dinotasikan dengan  $D(tp)$  adalah :

$$D(tp) = \frac{H(tp) T f + T p}{tp + T p} \quad (2)$$

$$H(tp) = \sum_{i=0}^{tp-1} [1 + H(tp - 1 - i)] \int_i^{i+1} f(t) dt \quad (3)$$

### 2.5. Availability (Ketersediaan)

*Availability* adalah probabilitas komponen atau sistem dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya setelah dilakukan tindakan penggantian dan pemeliharaan pencegahan [10].

$$A(t) = 1 - D(t) \quad (4)$$

Nilai *availability* total meliputi penggantian pencegahan dan pemeriksaan dengan arti nilai *availability* merupakan peluang waktu yang tersedia untuk komponen dapat beroperasi dengan baik.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. CCAI-Cibitung Plant. Objek yang diteliti adalah mesin pada area produksi Line 4 yaitu mesin *Blowmould* yang berfungsi menupkan *perform* atau *pre-bottling* menjadi botol PET sesuai bentuk botol yang tercetak pada mould dengan pressure 40 bar. Data-data yang dikumpulkan berupa:

- a. Waktu dan frekuensi kerusakan mesin *Blowmould*
- b. Subsistem mesin *Blowmould*.

- c. Waktu antar kerusakan komponen dan lamanya *downtime*.
- d. Penyebab kerusakan pada mesin Blowmould.

Tahapan pengolahan data dan analisis meliputi:

- a. Menentukan subsistem dan komponen kritis pada mesin Blowmould.
- b. Menjelaskan fungsi tiap-tiap subsistem pada mesin Blowmould.
- c. Menjelaskan kegagalan fungsi komponen dari tiap-tiap subsistem mesin Blowmould.
- d. Membuat alur fungsi subsistem mesin Blowmould dengan FFBD.
- e. Menentukan modus kerusakan, penyebab kerusakan, dan dampak kerusakan yang ditimbulkan dengan menggunakan FMEA.
- f. Menentukan prioritas jenis kerusakan berdasarkan nilai RPN.
- g. Analisis kategori komponen yang ditentukan dengan LTA untuk melihat kategori kegagalan pada komponen mesin.
- h. Rekomendasi tindakan perawatan (*action plan*).
- i. Penentuan TMD dan penentuan interval perawatan yang optimum.
- j. Analisis penurunan *downtime* dan peningkatan *availability*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Komponen dan History Maintenance Mesin Blowmould

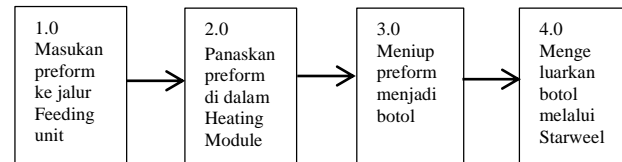
Data komponen pada mesin *Blowmould* didasarkan pada *manual book* yang telah disusun per subsistem. Data *history maintenance* mesin dan waktu perbaikan korektif komponen pada mesin *blowmould* selama periode Januari–September 2015 ditampilkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1, diketahui komponen yang paling sering mengalami kerusakan dari tiap-tiap subsistem mesin Blowmould yaitu *Bearing Roller Feed*, *Mandrel (gripper head)*, *Seal Gasket*, dan *Fitting*.

Tabel 1. Data Kerusakan Komponen Mesin Blowmould Periode Januari - September 2015

| Sub. Sistem    | Komponen                      | Frek. Rusak |
|----------------|-------------------------------|-------------|
| Feeding Unit   | Bearing Roller Feed           | 6           |
|                | Roller Feeding Unit           | 2           |
| Heating Module | Cooling Shield                | 8           |
|                | Mandrel (Gripper Head)        | 12          |
|                | Halogen Infrared Lamp         | 5           |
|                | Connector Piece               | 6           |
|                | Insulator                     | 15          |
| Blowmould      | Compensator                   | 8           |
|                | O-Ring Blow Nozzle 37x3,5     | 12          |
|                | Seal Gasket                   | 24          |
|                | Blowing Nozzle                | 5           |
|                | Bolt L 6x20mm                 | 10          |
|                | Stretching rod MMPO           | 2           |
|                | Fitting                       | 10          |
| Blowmould      | Starwheel Gripper Jaw (Right) | 8           |
|                | Starwheel Gripper Jaw (Left)  | 8           |
|                | Clamp Gripper                 | 5           |
|                | Belt Gear Starwheel           | 1           |
|                | Plate/Disk Gripper            | 3           |

##### 4.2. Deskripsi Sistem dan Functional Flow Block Diagram (FFBD)

Suatu sistem dapat dideskripsikan berdasarkan fungsi dari subsistem yang terdapat di dalamnya. Fungsi dari sistem Blowmould adalah untuk meniupkan *preform* menjadi botol sebagai wadah pengisian produk. Blok diagram fungsi merupakan suatu diagram yang mengilustrasikan proses dari suatu sistem yang komplit. Diagram ini membantu memvisualisasikan struktur fungsi yang jelas. *Functional Flow Block Diagram* (FFBD) untuk mesin *Blowmould* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. FFBD Top Level Sistem Blowmould

FFBD sistem blowmould ini menunjukkan aliran fungsi-fungsi dari sebuah mesin dalam membuat botol produk minuman.

##### 4.3. System Work Breakdown Structure (SWBS)

SWBS merupakan struktur yang menggambarkan sejumlah komponen, mesin, unit proses, dan sub sistem yang dapat mengakibatkan kegagalan dalam sebuah sistem kerja. Pada tahapan ini akan digambarkan himpunan daftar komponen untuk setiap bagian fungsi subsistem. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama yaitu diagram dan kode dari subsistem yang mengalami *breakdown*.

Tabel 2. SWBS Sistem Mesin Blowmould

| Mesin      | Kode | Sub Mesin                  | Kode | Spare part             |
|------------|------|----------------------------|------|------------------------|
| Blow mould | A    | Feeding Unit Preform       | A.1  | Bearing Roller Feed    |
|            | B    | Heating Module Blowmould   | B.1  | Mandrel (Gripper Head) |
|            | C    | Blowmould Carrousel Drive  | C.1  | Seal Gasket            |
|            | D    | Blowmould Bottle Discharge | D.1  | Fitting                |

##### 4.4. Pendeskripsian Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Pendeskripsian fungsi sistem dan kegagalan fungsi dari mesin Blowmould dapat dilihat pada Tabel 3.

##### 4.5. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Analisa FMEA digunakan untuk menentukan jenis kegagalan, penyebab, dan akibat kerusakan yang ditimbulkan pada mesin Blowmould. FMEA juga menggambarkan tingkat kejadian kerusakan, keparahan, dan tingkat deteksi kerusakan yang dinyatakan dengan nilai RPN. Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi dan

sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Tabel FMEA yang digunakan mengacu pada Harpco System. Dalam pembuatan tabel FMEA (Lampiran: Tabel L.1) didiskusikan dengan operator Blowmould, mekanik produksi, dan *team leader line 4* untuk menentukan nilai *severity* dan *detection*. Hasil dari analisis

FMEA diketahui bahwa terdapat 4 komponen kritis yang menjadi penyebab kerusakan pada subsistem mesin Blowmould yaitu *Seal Gasket*, *Mandrel (Gripper Head)*, *Bearing Roller Feed*, dan *Fitting*. Nilai RPN dari masing-masing komponen mesin Blowmould dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Fungsi dan Kegagalan Fungsi dari Sistem Produksi Blowmould

| No. Fungsi | No. Kerusakan Fungsi | Uraian Fungsi  | Kegagalan Fungsi  |
|------------|----------------------|--|---|
| A.1        |                      | Menyalurkan <i>preform</i> ke mesin <i>blowmould</i>               |   |
|            | A.1.1                |  | <i>Roller feeding</i> tidak berputar dengan lancar                    |
| B.1        |                      | Memaskan <i>Preform</i> sebelum masuk ke mesin <i>Blowmould</i>    |   |
|            | B.1.1                |  | <i>Preform</i> tidak lurus atau rata saat masuk <i>heating module</i> |
| C.1        |                      | Meniupkan <i>preform</i> dengan tekanan tinggi menjadi botol       |   |
|            | C.1.1                |  | Terdapat angin yang bocor saat mencoba <i>pre-blow</i>                |
| D.1        |                      | Mengambil botol berkualitas baik untuk dibawa menuju <i>Filler</i> |   |
|            | D.1.1                |  | <i>Gripper</i> menabrak <i>cavity blowmould</i> saat mengambil botol  |

Tabel 4. Nilai RPN Komponen Mesin Blowmould

| No. | Spare part                    | RPN |
|-----|-------------------------------|-----|
| 1   | Seal Gasket                   | 280 |
| 2   | Mandrel (Gripper Head)        | 210 |
| 3   | Bearing Roller Feed           | 180 |
| 4   | Connector Piece               | 180 |
| 5   | Fitting                       | 180 |
| 6   | Cooling Shield                | 96  |
| 7   | Starwheel Gripper Jaw (Right) | 96  |
| 8   | Starwheel Gripper Jaw (Left)  | 96  |
| 9   | Compensator                   | 90  |
| 10  | Clamp Gripper                 | 90  |
| 11  | Bolt L 6x20mm                 | 84  |
| 12  | O-Ring Blow Nozzle 37x3,5     | 84  |
| 13  | Belt Gear Starwheel           | 81  |
| 14  | Halogen Infrared Lamp         | 80  |
| 15  | Blowing Nozzle                | 75  |
| 16  | Stretching rod MMPO           | 72  |
| 17  | Insulator                     | 70  |
| 18  | Roller Feeding Unit           | 60  |
| 19  | Plate/Disk Gripper            | 60  |

#### 4.6. Logic Tree Analysis (LTA)

*Logic Tree Analysis* (LTA) bertujuan untuk memberikan prioritas pada setiap mode kerusakan dan melakukan peninjauan terhadap

fungsi dan kegagalan fungsi dengan cara menjawab pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini. Analisa kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam empat kategori. Empat hal penting dalam analisis kekritisan yaitu menyatakan tentang *evident*, *safety*, *outages*. Pengisian Tabel LTA (Lampiran: Tabel L.2) dilakukan diskusi dengan operator produksi dan mekanik line (*Flowchart* penyusunan LTA terdapat pada Lampiran: Gambar L.1, L.2, dan L.3). Hasil analisis LTA menunjukkan bahwa kerusakan di mesin Blowmould bersifat *outage problem* yang dapat mengakibatkan kegagalan total di sistem dan bersifat *economic problem* yaitu menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

#### 4.7. Prosedur Perawatan Berdasarkan Pemilihan Tindakan RCM

Berdasarkan hasil pemilihan tindakan untuk komponen-komponen yang mengalami kegagalan pada mesin Blowmould, maka dapat diperoleh beberapa tindakan perawatan. Tabel 5 menunjukkan hasil rekapitulasi pemilihan tindakan yang diambil dari *Failure Cause* pada FMEA dan LTA. Tindakan perawatan TD (*Time Directed*) bertujuan untuk menghindari kegagalan komponen dengan lebih fokus pada aktivitas penggantian yang dilakukan secara berkala.

Tabel 5. Rekapitulasi Pemilihan Tindakan RCM

| Major Sub-system            | Spare Part             | RPN | LTA Category | Failure Causes   | Action Plan |
|-----------------------------|------------------------|-----|--------------|--|-------------|
| Feeding Unit Preform        | Bearing Roller Feed    | 180 | C            | Aus, bearing pecah, umur pakai terlampaui                          | TD          |
| Heating Module Blow-mould   | Mandrel (Gripper Head) | 210 | B            | Tertabrak preform rusak, bengkok pada shaft, umur pakai terlampaui | TD          |
| Low-mould Carrousel Drive   | Seal Gasket            | 280 | B            | Gasket tidak tahan panas, preform reject masuk cavity, umur pakai  | TD          |
| Blow-mould Bottle Discharge | Fitting                | 180 | B            | Botol reject menabrak gripper, umur pakai terlampaui               | TD          |

**4.8. Perhitungan Total Minimum Downtime (TMD)**

Prinsip dasar pendekatan TMD adalah untuk menekan periode kerusakan sampai batas minimum dalam memutuskan pergantian komponen (interval pergantian komponen). Perusahaan beroperasi selama 24 jam dalam satu hari. Waktu yang diperlukan untuk mengganti komponen karena terjadi kerusakan disimbolkan dengan  $T_f$  dan waktu yang diperlukan untuk mengganti komponen berdasarkan interval waktu (tindakan preventif) disimbolkan dengan  $T_p$ .

Tabel 6. Parameter Distribusi dan Lama Penggantian Kerusakan

| No | Nama Komponen Kritis   | Pola Distribusi | Parameter                             | Lama Penggantian (menit) |       |
|----|------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------|-------|
|    |                        |                 |                                       | $T_f$                    | $T_p$ |
| 1  | Bearing Roller Feed    | Weibull         | $\alpha = 6,2346$<br>$\beta = 32,266$ | 180                      | 140   |
| 2  | Mandrel (Gripper Head) | Weibull         | $\alpha = 3,4038$<br>$\beta = 14,173$ | 40                       | 20    |
| 3  | Seal Gasket            | Weibull         | $\alpha = 2,4141$<br>$\beta = 10,899$ | 50                       | 40    |

Tabel 8. Penurunan Downtime

| No.                                 | Nama Komponen          | Corrective                 |           | Usulan Menggunakan TMD     |           | Penurunan (%) |
|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------|
|                                     |                        | Interval pergantian (hari) | Down time | Interval pergantian (hari) | Down time |               |
| 1                                   | Bearing Roller Feed    | 45                         | 0,03188   | 23                         | 0,00488   | 2,69          |
| 2                                   | Mandrel (Gripper Head) | 30                         | 0,01377   | 9                          | 0,00222   | 1,16          |
| 3                                   | Seal Gasket            | 30                         | 0,02056   | 8                          | 0,00568   | 1,49          |
| 4                                   | Fitting                | 30                         | 0,01063   | 8                          | 0,00183   | 0,88          |
| <b>Rata-rata Penurunan Downtime</b> |                        |                            |           |                            |           | <b>1,56</b>   |

Tabel 9. Peningkatan Availability

| No.  | Nama Komponen          | Corrective                 |           | Usulan Menggunakan TMD     |           | Penurunan (%) |
|--|------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------|
|  |                        | Interval pergantian (hari) | Down time | Interval pergantian (hari) | Down time |               |
| 1  | Bearing Roller Feed    | 0,03188                    | 0,96812   | 0,00488                    | 0,99512   | 2,69          |
| 2  | Mandrel (Gripper Head) | 0,01377                    | 0,98623   | 0,00222                    | 0,99778   | 1,16          |
| 3  | Seal Gasket            | 0,02056                    | 0,97944   | 0,00568                    | 0,99432   | 1,49          |
| 4  | Fitting                | 0,01063                    | 0,98937   | 0,00183                    | 0,99817   | 0,88          |
| <b>Rata-rata Peningkatan Availability</b>                  |                        |                            |           |                            |           | <b>1,56</b>   |
| <b>Rata-rata nilai Availability dari metode corrective</b> |                        |                            |           |                            |           | <b>98,1</b>   |
| <b>Rata-rata nilai Availability dengan TMD</b>             |                        |                            |           |                            |           | <b>99,6</b>   |

**5. KESIMPULAN**

- a. Dari hasil FMEA terdapat 4 komponen kritis yang menjadi penyebab kerusakan pada subsistem mesin Blowmould yaitu Seal Gasket, Mandrel (Gripper Head), Bearing Roller Feed, dan Fitting.
- b. Interval penggantian Bearing Roller Feed selama 23 hari, Mandrel (Gripper head) selama 9 hari, Seal Gasket selama 8 hari, dan Fitting selama 8 hari.
- c. Dengan menggunakan interval penggantian komponen yang optimum akan terjadi penurunan *downtime* komponen sebesar 1,56% dan peningkatan *availability* komponen sebesar 1,56 %.

|   |         |         |                                       |    |    |
|---|---------|---------|---------------------------------------|----|----|
| 4 | Fitting | Weibull | $\alpha = 3,0996$<br>$\beta = 13,493$ | 30 | 15 |
|---|---------|---------|---------------------------------------|----|----|

Dari hasil perhitungan TMD maka diperoleh interval pergantian optimum masing-masing komponen seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Interval Penggantian Optimal Komponen Kritis Sistem Blowmould

| No. | Nama Komponen          | Interval Penggantian Optimal (Hari) | Interval Penggantian Optimal (menit) |
|-----|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1   | Bearing Roller Feed    | 23                                  | 33.120                               |
| 2   | Mandrel (Gripper Head) | 9                                   | 12.960                               |
| 3   | Seal Gasket            | 8                                   | 11.520                               |
| 4   | Fitting                | 8                                   | 11.520                               |

Dari hasil perhitungan TMD terjadi penurunan *downtime* sebesar 1,56% dan peningkatan *availability* sebesar 1,56% antara sistem perawatan yang digunakan saat ini dengan menggunakan *Total Minimum Downtime*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] V. Gasperz. *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- [2] J. Heizer dan B. Render. *Operation Management*, 6<sup>th</sup> Edition. Prentice Hall, 2001.
- [3] S. Assauri. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Depok: FEUI, 2004.
- [4] J. Moubray. *Reliability Centered Maintenance II*, Second Edition. New York: Industria Press Inc., 2000.
- [5] A.M. Smith dan G.R. Hinchcliffe. *RCM Gateway to World Class Maintenance*. USA: Elsevier. Inc., 2004.
- [6] V.S. Dephande dan J.P. Modak. *Application of RCM to Medium Scale Industry*. India: Department of Mechanical

- Engineering, P.C.E & A, Nagpur University, Maharashtra, 2001.
- [7] M.T. Azis, M.S. Suprawhardana, dan T.P. Purwanto. "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy". *Jurnal Forum Nuklir*, Vol. 4(1), pp. 81-98, Mei 2010.
- [8] N.B. Puspitasari dan A. Murtanto. "Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat tenun Mesin) Studi Kasus PT. Asaputex jaya Tegal". *Jurnal J@TI Undip*, Vol. 9(2), pp. 93-98, Mei 2014, <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>.
- [9] D.H. Stamatis. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1995.
- [10] Taufik dan S. Septyani. "Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin". *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 14(2), pp. 238-258, Oktober 2015, <https://doi.org/10.25077/josi.v14.n2.p238-258.2015>.
- [11] N. Ansori dan I. Mustajib. *Sistem Perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Graha ilmu, 2013.

## NOMENKLATUR

- RPN *Risk Priority Number*  
 S *Severity*  
 O *Occurance*  
 D *Detection*  
 H(tp) Banyaknya kerusakan (kegagalan) dalam interval waktu (0,tp) atau nilai harapan (*expected value*)

banyaknya kegagalan yang terjadi dalam interval waktu (0,tp)

- Tf Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan.  
 Tp Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan preventif (komponen belum rusak).  
 tp+Tp Panjang satu siklus.

## BIODATA PENULIS



### Noor Ahmadi

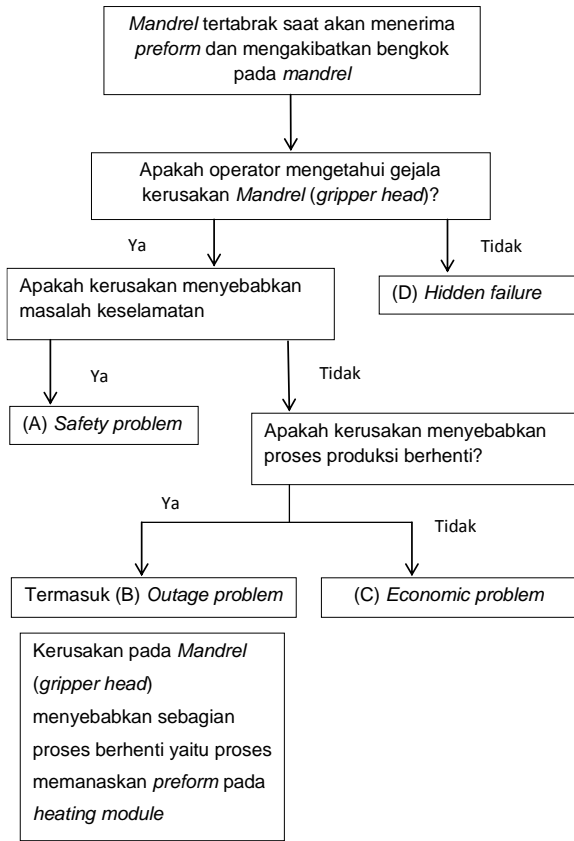
Lahir pada tahun 1990 dan merupakan alumni Jurusan Teknik Industri Universitas Pancasila lulus tahun 2016. Sebelumnya mengambil program D3 Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta. Bekerja di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia sejak tahun 2012 hingga sekarang.



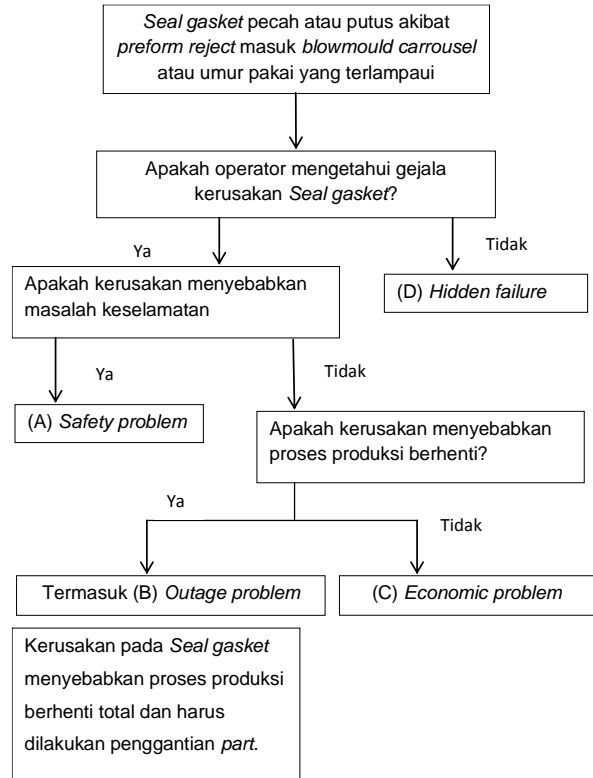
### Nur Yulianti Hidayah

Lahir pada tahun 1975, menempuh program Sarjana (S1) di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta lulus tahun 1998 dan program Magister (S2) di Fakultas Teknik Universitas Indonesia lulus tahun 2000. Sejak tahun 2000 menjadi dosen di Jurusan Teknik Industri Universitas Pancasila dan saat ini menjabat sebagai Kepala Laboratorium Sistem Produksi. Selain itu mengajar juga di UPN Jakarta dan pernah mengajar di Jurusan Teknik Industri Universitas Sahid.

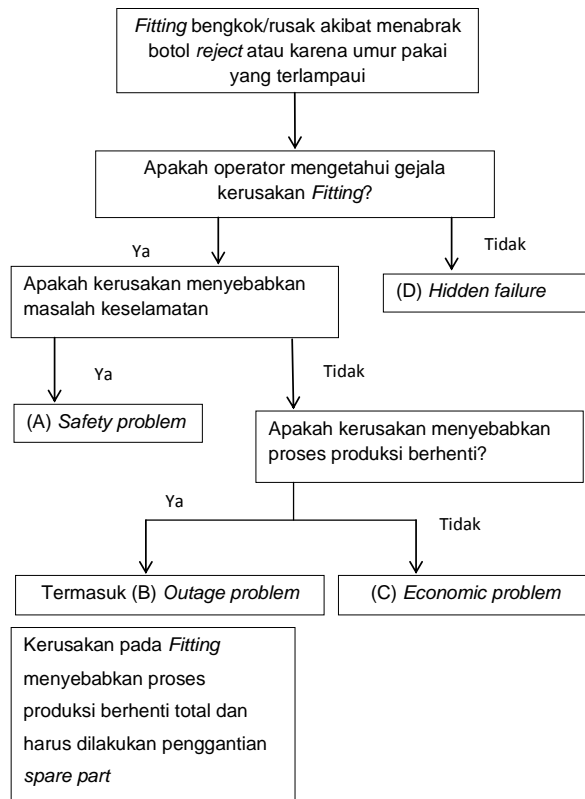
LAMPIRAN



Gambar L1. Logic Tree Analysis Mandrel (Gripper Head)



Gambar L2. Logic Tree Analysis Seal Gasket



Gambar L3. Logic Tree Analysis Fitting



Tabel L1. Fungsi dan Kegagalan Fungsi dari Sistem Produksi Blowmould

| Major Sub sistem             | Sub sistem Function   | Functional Failure                                      | No                        | Komponen   | Failure Mode                   | O C C  | Failure Causes   | D E T                    | Failure Effect                                | SEV | RPN |
|------------------------------|---|---|---------------------------|--|--------------------------------|--|--|--------------------------|---|-----|-----|
| Feeding Unit Preform         | Jalur Preform masuk menuju Blow-mould                       | Roller feeding tidak berputar dengan lancar             | 1                         | Bearing Roller Feed                                  | Bearing roller rusak           | 6  | Aus, bearing pecah, umur pakai terlampaui                          | 6                        | Preform tidak masuk dengan lancar             | 5   | 180 |
|                              |   |   | 2                         | Roller Feeding Unit                                  | Roller Feeding bengkok         | 4  | Bearing aus, preform reject masuk, kurang pelumasan                | 3                        | Tidak dapat menyalurkan preform dengan lancar | 5   | 60  |
| Heating Module Blow-mould    | Jalur Pemanasan Preform yang menuju Blowmould               | Preform tidak panas secara merata                       | 1                         | Halogen Infrared Lamp                                | Lampu Halogen putus            | 5  | Konsleting control atau putus kabel                                | 2                        | Preform bagus ter-reject                      | 8   | 80  |
|                              |   |   | 2                         | Mandrel (Gripper Head)                               | Mandrel bengkok                | 7  | Tertabrak preform rusak, bengkok pada shaft, umur pakai terlampaui | 6                        | Blowmould berhenti total                      | 5   | 210 |
|                              |   | Preform tidak lurus atau rata saat masuk heating module | 3                         | Cooling Shield                                       | Cooling shield bengkok         | 6  | Aus atau shaft bengkok, tertabrak preform rusak                    | 4                        | Preform bagus ter-reject                      | 4   | 96  |
|                              |   |   | 4                         | Connector Piece                                      | Connector piece rusak/ bengkok | 6  | Dudukan mandrel bengkok, aus, tertabrak preform rusak              | 6                        | Blowmould berhenti total                      | 5   | 180 |
| Blow-mould Carrousel Drive   | Proses Meniupkan Preform menjadi botol sesuai cetakan mould | Hasil botol tidak maksimal karena cavity tidak terkunci | 1                         | Insulator  | Insulator rusak                | 7  | aus, retak akibat panas  | 5                        | Preform bagus ter-reject                      | 2   | 70  |
|                              |   |   | 2                         | Compensator  | Compensator retak/ pecah       | 5  | retak atau aus, umur pakai terlampaui                              | 3                        | Blowmould berhenti total                      | 6   | 90  |
|                              |   |   | 3                         | Seal Gasket  | Seal Gasket pecah/ putus       | 8  | Gasket tidak tahan panas, preform reject masuk cavity, umur pakai  | 5                        | Blowmould berhenti total                      | 7   | 280 |
|                              |   | 4   | Bolt L 6x20mm             | Bolt L drat aus/rusak                                | 6                              | kepala baut rusak, gasket pecah                              | 2  | Blowmould berhenti total | 7   | 84  |     |
|                              |   | 5   | Blowing Nozzle            | Blowing nozzle rusak                                 | 5                              | Seal rusak dan kotor, preform reject masuk, kurang pelumasan | 3  | Botol reject             | 5   | 75  |     |
|                              |   | 6   | O-Ring Blow Nozzle 37x3,5 | O-ring rusak/ putus                                  | 7                              | Seal lokal tidak tahan panas, preform reject masuk           | 4  | Botol reject             | 3   | 84  |     |
|                              |   | 7   | Stretching rod MMPO       | Stretching rod menabrak saat masuk mendorong preform | 4                              | Stretching bengkok, blow nozzle aus, kurang pelumasan        | 2  | Blowmould berhenti total | 9   | 72  |     |
| Blow-mould Bottle Dis-charge | Mengeluarkan botol menuju Mesin Filler                      | Gripper yang miring mengambil paksa botol               | 1                         | Clamp Gripper  | Clamp gripper bengkok          | 6  | Shaft Dudukan Gripper rusak, umur pakai terlampaui                 | 3                        | Botol bagus ter-reject                        | 5   | 90  |

|  |   |                               |                                       |   |  |   |                          |   |     |
|--|---|-------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|--------------------------|---|-----|
| dari blowmould   | 2 | Starwheel Gripper Jaw (Right) | Star-wheel gripper bengkok            | 6 | Botol reject menabrak gripper, settingan gripper terlalu keras | 2 | Blowmould berhenti total | 8 | 96  |
|  | 3 | Starwheel Gripper Jaw (Left)  | Star-wheel gripper bengkok            | 6 | Botol reject menabrak gripper, settingan gripper terlalu keras | 2 | Blowmould berhenti total | 8 | 96  |
| Gripper menabrak cavity blowmould saat mengambil botol | 4 | Fitting                       | Fitting bengkok                       | 6 | Botol reject menabrak gripper, umur pakai terlampaui           | 5 | Blowmould berhenti total | 6 | 180 |
|  | 5 | Plate/Disk Gripper            | Plate gripper bengkok                 | 5 | Botol reject menabrak gripper, baut penahan patah              | 3 | Botol bagus ter-reject   | 4 | 60  |
| Starwheel berputar slip atau berputar tidak sesuai     | 6 | Belt Gear Starwheel           | Gigi belt gear starwheel patah/ rusak | 3 | Botol reject menabrak gripper, gigi belt rusak dan kendor      | 3 | Blowmould berhenti total | 9 | 81  |

Tabel L2. Logic Tree Analysis (LTA)

| Major Subsystem                   | Komponen               | Failure Mode            | Failure Causes   | Critically Analysis |        |        |          |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|--|---------------------|--------|--------|----------|
|                                   |                        |                         |  | Evident             | Safety | Outage | Category |
| <b>Feeding Unit Preform</b>       | Bearing Roller Feed    | Bearing roller rusak    | Aus,bearing pecah,umur pakai terlampaui                            | Y                   | N      | N      | C        |
| <b>Heating Module Blowmould</b>   | Mandrel (Gripper Head) | Mandrel bengkok         | Tertabrak preform rusak, bengkok pada shaft, umur pakai terlampaui | Y                   | N      | Y      | B        |
| <b>Blowmould Carrousel Drive</b>  | Seal Gasket            | Seal Gasket pecah/putus | Gasket tidak tahan panas, preform reject masuk cavity, umur pakai  | Y                   | N      | Y      | B        |
| <b>Blowmould Bottle Discharge</b> | Fitting                | Fitting bengkok         | Botol reject menabrak gripper, umur pakai terlampaui               | Y                   | N      | Y      | B        |