# Identifikasi Risiko Kerusakan Pada Pompa *Cooling Water System* Unit Utilitas-2 Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (Rcm) Di PT. Pupuk Iskandar Muda

Syarifuddin[1*], Meilinda Dhika Putri[2], Muhammad Zeki[3]
[1]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Indonesia
[2]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra Langsa, Indonesia
[*]Corresponding Author: syarifuddin@unimal.ac.id

**Abstract** – *PT Pupuk Iskandar Muda adalah perusahaan yang bergerak dalam industri, perdangangan dan jasa di bidang perpupukan, petrokimia, dan kimia lainnya, yang memiliki berbagai macam mesin produksi yang sering mengalami kerusakan pada proses produksi. Oleh karena itu dibutuhkan kebijakan perawatan optimal yang dapat mengurangi frekuensi kerusakan dan menurunkan biaya perawatan mesin, dengan lebih meningkatkan perawatan secara preventive dan predictive sehingga proses operasional tidak terganggu. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah Reliability Centered Maintenance (RCM). Penelitian ini difokuskan pada mesin pompa cooling water system yang mengakibatkan jam berhenti (downtime) dan delay pada proses produksi yang mengakibatkan kinerja menjadi kurang efektif dan efisien. Berdasarkan frekuensi kerusakan mesin pompa cooling water system pompa E63-GA2001B yang sering mengalami kerusakan, dan komponen yang paling sering rusak yaitu filter oil. Perawatan yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan tindakan condition directed yaitu tindakan dengan cara mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat, dan dilakukan penggantian komponen apabila ditemukan gejala-gejala kerusakan. Perawatan yang perlu dilakukan pada komponen filter oil, perlu dilakukan penggantian pada filter oil yang mulai rusak, kotor, kebocoran dan diperiksa pelumasnya secara berkala*

**Keywords**: *Downtime, Cooling Water System, RCM*

## 1 Latar Belakang

Pada era persaingan global saat ini, perusahaan di tuntut untuk meningkatkan produktivitas dalam perusahaannya agar tetap bersaing dengan perusahaan lainnya. Khusus perusahaan di bidang manufaktur, peningkatan produktivitas pada sistem produksi merupakan hal mutlak yang harus dilakukan. Salah satu indikator dalam peningkatan produktivitas tersebut adalah tingkat reliabilitas dari mesin-mesin produksi pada perusahaan. Dalam mengukur seberapa baik reliabilitas suatu mesin produksi maka diperlukan proses pemeliharaan (*maintenance*) yang efektif dan efisien bagi perusahaan. *Maintenance* merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik [1] dengan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian [2] yang diperlukan supaya terciptanya suatu keadaan operasional produksi yang memuaskan sesuaui dengan apa yang telah direncanakan [3].

PT Pupuk Iskandar Muda adalah perusahaan yang bergerak dalam industri, perdangangan dan jasa di bidang perpupukan, petrokimia, dan kimia lainnya, dengan menghasilkan urea 1725 ton/hari, dan *ammonia* 1170 ton/hari. Permasalahan yang sering terjadi pada pompa *cooling water system* unit utilitas-2 adalah mesin-mesin yang mengalami kerusakan yang disebabkan usia mesin sudah cukup tua. Kondisi mesin tua menyebabkan tingginya downtime pada pompa. Perusahaan pun telah melaksanakan perawatan mesin secara preventif secara rutin. Namun kerusakan masih saja sering terjadi ketika mesin sedang digunakan dalam proses produksi.

Pada pompa *cooling water system* unit utilitas-2 data yang didapatkan tahun 2016 s/d 2021, *downtime* tertinggi berada pada pompa item E63-GA2001B memiliki frekuensi kerusakan tertinggi. Oleh karena itu, proses penelitian difokuskan pada mesin pompa *cooling water system*.

Berdasarkan hasil observasi yang telah didapatkan maka diperlukan perencanaan kebijakan perawatan yang optimal dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM sendiri adalah metode terintegrasi analisis kuantitatif dan kualitatif pada penentuan perencanaan perawatan mesin dimana RCM memiliki keuntungan dalam [4]. Penentuan rencana perawatan yang difokuskan pada mesin-mesin kritis serta menghindari aktivitas perawatan yang tidak diperlukan [5].

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor dan dampak kegagalan, menetapkan aktivitas dan interval perawatan sesuai dengan langkah yang terdapat pada metode RCM.

*Corresponding email:* syarifuddin@unimal.ac.id
*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik , Universitas Mulawarman, Samarinda*

## 2 Metode

2.1 *Maintenance*

Perawatan *(Maintenance)* adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan [6], penyesuaian, dan penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang telah direncanakan [7], maka fasilitas dapat digunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu yang direncanakan tercapai [8].

2.2 *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa suatu aset dapat bekerja [9] melakukan apa yang penggunanya ingin lakukan sesuai pengoperasiannya [10]. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perencanaan dan kualitas pembentukan *Preventive Maintenance* yang efektif [11]. Perencanaan tersebut meliputi komponen pengganti yang telah diprediksikan dan direkomendasikan.

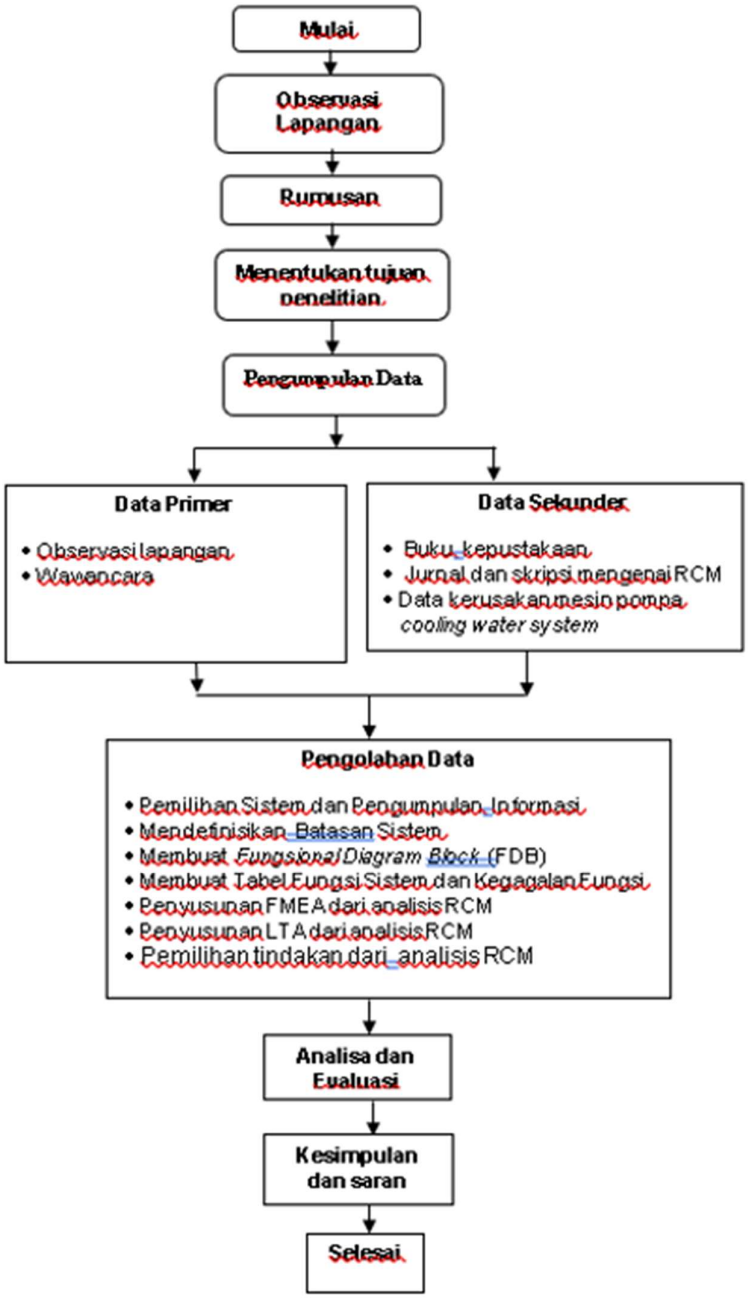
Secara mendasar, metodelogi RCM menyadari bahwa semua peralatan pada sebuah fasilitas tidak memiliki tingkat prioritas yang sama [12]. RCM menyadari bahwa desain dan operasi dari peralatan berbeda-beda sehingga memiliki peluang kegagalan yang berbeda-beda [13] juga.

2.3. Body Cooling Water System

*System cooling Water* adalah sebuah sistem yang mampu mengontrol suhu dan tekanan dengan cara mentransfer panas (*heat*) fluida panas dari proses produksi kedalam *cooling water* [14], pada proses ini *cooling water* mempertahankan suhu dan tekanan proses yang di tetapkan. Efisiensi dan efektivitas *design* sistem *cooling water* sangat tergantung terhadap tipe proses produksi yang akan didinginkan, kualitas air dan lingkungannya [15].

Pompa *Cooling Water System* pompa pendingin utama yang berfungsi untuk memompakan air kondensat dari kondensor ke *hot water basin cooling tower* untuk kemudian didinginkan dan mendistribusikan *cooling water* ke sistem operasi (HE, Turbin) unit *Utility, Ammonia* dan Urea [16].

Adapun flow chart pada metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:




Gambar 1. Flow chart Penelitian

## 3 Hasil Dan Pembahasan

3.1. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Langkah-langkah tahapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang digunakan untuk menganalisa kegiatan *maintenance* pompa *cooling water system.*

Adapun tahapan-tahapan pengolahan data dengan menggunakan langkah-langkah RCM yaitu:

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

   Pada tahap ini dilakukan pemilihan sistem atau seleksi sistem terhadap sistem *cooling water* terhadap *equipment* pompa *cooling water system*, Adapun sistem pada *cooling water* adalah sebagai berikut:

   a. *Open Recirculating System*

      Pada sistem ini terdiri atas pompa, *heat excharger* (HE), dan *cooling tower.* Pompa akan menjaga air diresirkulasi (dikembalikan lagi) melalui *hear excharger.* Panas akan ditransfer ke *cooling water* dan selanjutnya akan mengalir kembali ke *cooling tower* dan panas dibuang melalui proses evaporasi (penguapan).

   *b. Once-through System*

      Pada sistem ini, *cooling water* akan melewati *heat excharger* sekali sehingga konsentrasi zat terlarut dalam *cooling water* yang banyak karena tidak ada sistem resirkulasi, sehingga air laut sebagai sumber air sering kali digunakan.

   c. *Closed Recirculating System*

      Pada sistem ini konsentrasi zat terlarut pada *cooling water* tidak berubah dan kehilangan *cooling water* atau bahan kimia pengontrol sangatlah kecil sebab tidak terjadi evaporasi.

      Maka yang menjadi pilihan sistem dalam penelitian ini adalah sistem *open recirculating.*

      Selanjutnya yaitu pengumpulan informasi yang bertujuan untuk memperoleh data yang terkait dengan pompa *cooling water system.*

      a. Data yang digunakan dalam penelitian data kerusakan mesin pada pompa *cooling water system* unit utilitas-2 tahun 2016 s/d 2021, dan data itu digunakan melakukan tahapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM).
      b. Pada pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan laporan ini data yang valid yang diberikan langsung dari departemen rendal pemeliharaan.

2. Definisi Batasan Sistem

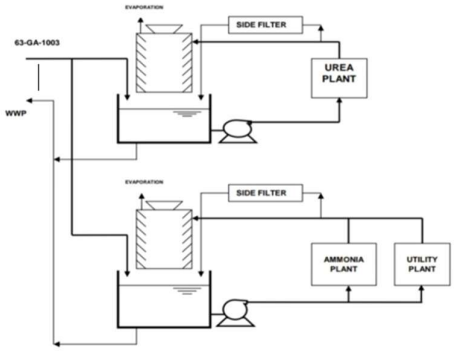
   Hal ini dilakukan agar sistem yang dinilai memiliki batasan yang jelas dan tidak terjadi tumpang tindih dengan sistem lainnya, dan juga batasan sistem menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan *input* apa yang masuk dan *output* apa yang keluar dari sistem sehingga analisis proses sistem berlangsung dengan baik.

   Seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa sistem yang dipilih adalah *open recirculating* dengan pompa *cooling water system* yang dipilih untuk menganalisis adalah komponen utama yang sering mengalami kerusakan adalah sebagai berikut:

      a. *Filter oil*
      b. *Gear*
      c. Oli
      d. *Valve*
      e. *Bearing*

3. Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram* (FBD)

   Bertujuan mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari sistem. FBD berguna untuk menjelaskan sistem kerja pada proses pompa *cooling water system* unit utilitas-2 dapat dilihat pada *G*ambar 2 :




Gambar 2. *Functional Block Diagram* (FBD)

Gambar 2. menyatakan blok diagram proses cara kerja pompa *cooling water system***.** *Open recurculating sysyem* ini merupakan sebuah sistem yang mampu mengontrol suhu dan tekanan dengan cara mentransfer panas (*heat*) fluida panas dari proses produksi kedalam *cooling water*, pada proses ini *cooling water* mempertahankan suhu dan tekanan proses yang di tetapkan dan mencegah terjadinya *overheating.*

Pada *cooling tower* ini terjadinya proses evaporasi (proses penguapan suhu, air dibuang ke udara dan panas air diuapkan). Proses kerja *cooling tower* terjadinya perpindahan panas terjadi 2 fluida yaitu air dan udara sebagai pendingin. Air yang sudah dingin, dikembalikan melalui pipa sebagai perantara ke *cooling tower* dengan suhu yang lebih tinggi, kemudian diterima oleh *hot water basin.* Air yang sudah mengalami proses pendinginan ditampung di *cold water basin*, selanjutnya air pendingin tersebut didistribusikan kembali ke proses melalui pompa untuk digunakan sebagai media pendingin. Pompa *cooling water system* ini merupakan pompa pendingin utama yang berfungsi untuk memompakan air kondensat dari kondensor ke *hot water basin cooling tower* untuk kemudian didinginkan dan mendistribusikan *cooling water* ke sistem operasi (*Heat Excharger*, Turbin) unit *Utility, Ammonia* dan Urea**.**

Ketika pompa *cooling water system* mulai dihidupkan atau saat *start up*, sebuah solenoid *valve* akan terbuka dan otomatis memasukkan air dari *primary intercooler* ke perapat-perapat. Apabila pompa *cooling water system* sudah mulai beroperasi *selenoid valve* ini akan menutup, karena perapat-perapat sudah mulai dialiri oleh sebagian kecil air yang keluar dari pompa (*output* pompa).

4. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Fungsi sistem ini merupakan kinerja yang diharapkan dari suatu sistem untuk dapat beroperasi sedangkan kegagalan fungsi merupakan ketidakmampuan suatu fungsi untuk memenuhi standar yang diharapkan. Adapun fungsi sistem dan bentuk kegagalan fungsi sistem dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi Sistem

| No | Komponen Sistem | Fungsi Sistem (*System Fuction*) | Jenis Kegagalan Fungsi Sistem (*Functional Failure*) |
|---|---|---|---|
| 1 | *Filter oil* | Berfungsi untuk menjaga oli agar tidak kotor. | Dikarenakan oli tercemar maka *filter oil* menjadi kotor. |
| 2 | *Gear* | Berfungsi menaikkan dan menurunkan kecepatan pada turbin | Dikarenakan tekanan terjadi secara terus menerus mengakibatkan vibrasi yang sangat tinggi pada *gear.* |
| 3 | Oli | Berfungsi sebagai pelumasan mesin | Dikarenakan oli tercemar dan hilangnya viskositas oli maka menyebabkan terjadinya oli kotor. |
| 4 | *Valve* | Berfungsi untuk mengatur aliran suatu fluida dengan cara menutup, membuka atau menghambat bagian jalan aliran fluida | Tekanan yang dikeluarkan terlalu kuat dan terjadi secara terus menerus. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | *Bearing* | Berfungsi sebagai bantalan untuk menahan gaya aksial maupun gaya radial. Dan berfungsi untuk menumpu atau menahan beban dari poros agar dapat berputar dan juga berfungsi untuk memperlancar putaran poros dan menahan poros agar tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek dapat diperkecil. | Terjadinya getaran yang berlebihan disisi pompa menyebabkan kebocoran *seal* bantalan pompa dan juga dikrenakan vibrasi *bearing* aus dan *rubbing* |

5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik yang banyak digunakan secara luas untuk penilaian yang menyebabkan bentuk, penyebab pengaruh, kerusakan terhadap keandalan sistem secara keseluruhan.

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN) dari komponen *item* pompa E63-GA2001B sebagai berikut:

a. *Filter oil*
b. *Gear*
c. Oli
d. *Valve*
e. *Bearing*

RPN merupakan hasil perhitungan matematis dan keseriusan *effect* (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas komponen yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Adapun penyusunan tabel *Failure Mode and Effect Analysis ( F*MEA) dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

| **Item** | **Komponen** | ***Failure Mode*** | ***Failure Causes*** | ***Failure Effect*** | **S** | **O** | **D** | **RPN** | **RANK** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E63-GA2001B | *Filter oil* | Oli tercemar dan pengaruh ph. | Kotor dan rusak pada *filter oil* | Terjadinya kotor pada oli dikarenakan tercemar dan juga rusaknya oli dikarenakan pengaruh dari ph. | 7 | 3 | 5 | 105 | 3 |
| | *Gear* | *Gear* aus | Vibrasi tinggi pada *gear* | Terjadinya vibrasi pada *gear* dikarenakan *gear* aus | 9 | 3 | 8 | 216 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oli | Oli tercemar dan kurangnya pelumasan | Kotor dan volume berkurang | Terjadinya kotor pada oli dikarenakan tercemar dan hilangnya viskositas pada oli. | 8 | 2 | 1 | 16 | 6 |
| | *Valve* | *Valve aus* | Tekanan terjadi terus menerus | Dikarenakan terjadi tekanan pada *valve* dikarenakan *valve* aus | 7 | 2 | 5 | 70 | 5 |
| | *Bearing* | *Bearing* aus | Vibrasi tinggi pada *bearing* | Dikrenakan vibrasi *bearing* aus dan *rubbing* | 9 | 3 | 8 | 216 | 2 |

6. Equations Penyusunan Logic Tree Analysis (LTA

Equations Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif. Kualitatif maksudnya data tidak berbentuk angka yang diperoleh dari rekaman, pengamatan, wawancara, atau bahan tertulis. *Logic Tree Analysis* (LTA) ini digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing komponen. Berdasarkan LTA, mode kegagalan dapat digolongkan dalam empat kategori yaitu:

a. *Safety Problem* (kategori A)
   *Mode* kegagalan mempunyai konsekuensi *safety* yang dapat melukai atau mengancam jiwa seseorang.
b. *Outage Problem* (kategori B)
   *Mode* kegagalan mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
*c.* *Minor to Investigation Economic Problem* (kategori C)
   *Mode* kegagalan tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem. Dampaknya ekonomi ter golong kecil dan dapat diabaikan.
*d.* *Hidden Failure* (kategori D)
   Kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator yang digolongkan dalam kategori D/A, kategori D/B, dan kategori D/C.

Dengan penilaian untuk masing-masing LTA (*Logic Tree Analysis*), dan berikut adalah penentuan kriteria Y (Ya) dan T (Tidak) dalam penyusunan *Logic Tree Analysis* LTA dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 *Logic Tree Analysis* (LTA)

| **Komponen** | ***Failure Mode*** | ***Conquences*** | | | ***Category*** | **Keterangan** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Evident*** | ***Safety*** | ***Outage*** | | |
| *Filter oil* | Kotor | Y | T | Y | C | kegagalan tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem. Dampaknya ekonomi tergolong kecil dan dapat diabaikan. |
| | Rusak | Y | Y | Y | B | Kegagalan menpunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian |
| | Kebocoran | Y | Y | Y | B | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Gear* | Vibrasi tinggi | Y | Y | Y | B | Kegagalan menpunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan |
| | *Abnormal sound* | Y | Y | Y | B | |
| Oli | Kotor | Y | T | T | C | Tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem. Dampaknya ekonomi tergolong kecil |
| | Volume berkurang | Y | T | T | C | |
| *Valve* | *Aus* | Y | Y | Y | B | Kegagalan menpunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi. |
| *Bearing* | *Abnormal sound* | Y | Y | Y | B | Kegagalan menpunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan |
| | Vibrasi tinggi | Y | Y | Y | B | |
| | Patah | Y | Y | Y | B | |
| | Berkarat | Y | Y | Y | B | |

Y = Ya
T = Tidak
*Evident* = Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem.
*Safety* = Apakah *mode* kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan terhadap operator.
*Outage* = Apakah *mode* kerusakan ini mengakibatkan mesin berhenti.
Setelah dilakukan tahap LTA setelah itu dilakukan pengelompokkan persentase kerusakan pada komponen yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori *Failure Mode*

| No | Kategori | *Failure Mode* | Persentase |
|---|---|---|---|
| 1 | A atau D/A | - | |
| 2 | B atau D/B | 9 | 75% |
| 3 | C atau D/C | 3 | 25% |
| **Total** | | **12** | **100%** |

Tabel 4 menunjukkan bahwa komponen *failure effect* termasuk kedalam kategori B dan C dimana kerusakan tersebut menyebabkan kegagalan menpunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.

7. Pemilihan Tindakan (*Task Selection)*
Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai perencanaan tindakan terhadap masing-masing *equipment.*
Kategori tindakan perawatan terbagi 3 tindakan yaitu:
   1. *Condition directed* (CD) adalah suatu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
   2. *Failure finding* (FF) adalah suatu tindakan yang bertujuan untuk menentukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

3. *Time Directed* (TD) adalah suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu dan umur komponen.

Adapun contoh penyusunan *Task Selection* dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Pemilihan Tindakan (*Task Selection)*

| **No** | **Komponen** | ***Failure Mode*** | ***Selection Guide*** | | | | | | | ***Selection Task*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | |
| 1 | *Filter oil* | Kotor | T | T | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD) |
| | | Rusak | T | T | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD) |
| | | Kebocoran | Y | Y | T | Y | T | Y | Y | *Time Direction* (TD) |
| 2 | *Gear* | Vibrasi tinggi | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD) |
| | | *Abnormal sound* | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD |
| 3 | Oli | Kotor | T | T | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD) |
| | | Volume berkurang | Y | Y | Y | Y | T | Y | Y | *Time Direction* (TD)) |
| 4 | *Valve* | Aus | Y | T | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD |
| 5 | *Bearing* | *Abnormal sound* | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | *Failure Finding* (FF) |
| | | Vibrasi tinggi | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | *Failure Finding* (FF) |
| | | Patah | Y | Y | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD |
| | | Berkarat | Y | Y | Y | Y | T | Y | Y | *Conditioan Directed* (CD |

Keterangan:
Y = Ya
T = Tidak

Petunjuk pemilihan tindakan (*selection guide)* adalah sebagai berikut:

1. Apakah umur kehandalan untuk kerusakan ini diketahui?
2. Apakah TD *task* dapat digunakan?
3. Apakah CD *task* dapat digunakan?
4. Apakah mode kegagalan termasuk kategori D?
5. Apakah FF *task* dapat digunakan?
6. Apakah tindakan yang dipilih efektif?

8. Pemilihan tindakan (*Selection Task).*
   Untuk mengetahui tindakan kategori perawatan komponen yaitu terlebih dahulu menghitung tingkat persentase kerusakan komponen tersebut. Berikut tindakan perawatan dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6 Tindakan Perawatan Mode Kerusakan

| No | Kategori | *Failure Mode* | Persentase |
|---|---|---|---|
| 1 | *Condition directed* | 8 | 68% |
| 2 | *Time directed* | 2 | 16% |
| 3 | *Failure finding* | 2 | 16% |
| **Total** | | **12** | **100%** |

Dari keseluruhan komponen yang ada, yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed, time directed* dan *failure finding.* Berdasarkan tabel 3.14 kategori tindakan komponen, dari hasil yang didapat melalui wawancara dengan pembimbing materi di dapat bahwa komponen kritis yang termasuk dalam kategori tindakan *condition directed.*

Sehingga rencana tindakan perawatan pada pompa *cooling water system* dengan solusi tindakan *Condition Directed*, *Time directed* dan *Failure finding* dapat dilihat pada tabel 7,8 dan 9 sebagai berikut:

Tabel 7 Tindakan *Condition Directed (CD)*

| Mesin | Komponen | Tindakan CD (*Condition Directed)* |
|---|---|---|
| Pompa *Cooling Water System* | *Filter Oil* | • Pemeriksaan komponen *filter oil* (bertujuan untuk menjaga oli agar tidak kotor, dan tidak ada masalah pada komponen tersebut).<br>• Pemeriksaan kotoran/partikel kecil yang menempel pada komponen yang menyebakan *filter oil* tercemar. |
| | *Gear* | • Pemeriksaan getaran *gear* (mencegah terjadinya vibrasi tinggi pada *gear* yang menyebabkan tekanan terjadi secara terus menerus dan juga menyebabkan *gear* aus).\<br>• Pemeriksaan visual kondisi fisik *gear* (menghindari kerusakan fisik seperti retak/aus pada *gear*) |
| | Oli | • Pemeriksaan visual kondisi oli yang berfungsi sebagai pelumasan mesin (menghindari oli tercemar dari partikel kecil, yang menyebakan oli kotor). |
| | *Valve* | • Pemeriksaan visual kondisi fisik *valve* (menghindari kerusakan fisik, seperti *valve* patah) |
| | *Bearing* | • Pemeriksaan visual kondisi fisik *bearing* (menghindari keretakan fisik *bearing*).<br>• Pemeriksaan vibrasi *bearing* (mencegah terjadinya vibrasi tinggi menyebabkan kebocoran *seal* bantalan dan juga menyebabkan *bearing* aus). |

Tabel 8 Tindakan *Time Directed (TD)*

| *Mesin* | *Komponen* | *Tindakan TD (Time Directed)* |
|---|---|---|
| *Pompa Cooling Water System* | *Filter oil* | *Pemeriksaan dan penggantian komponen setiap 14 hari.* |
| | *Oli* | *Pemeriksaan dan penggantian komponen setiap 7 hari.* |

*Tabel 9 Tindakan Failure Finding (FF)*

| Mesin | Komponen | Tindakan FF (*Failure Finding)* |
|---|---|---|
| Pompa *Cooling Water System* | *Bearing* | Pemeriksaan dilakukan secara berkala selama 7 hari. |

## Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang di lakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komponen kritis pada pompa *cooling water system* adalah komponen *filter oil, gear,* oli, *valve,* dan *bearing* dikarenakan komponen tersebut yang mengalami kerusakan tertinggi, dan komponen tersebut yang selanjutnya akan di analisis menggunkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)
2. Pemilihan tindakan yang didapat melalui pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) terdiri dari 3 tindakan, yaitu tindakan pertama *condition directed* (CD) tindakan kategori ini mencapai 5 komponen (*filter oil, gear,* oli, *valve* dan *bearing*) dengan 8 *failure mode* mencapai 68% berdasarkan pengelompokan tindakan. Tindakan kedua *time directed* (TD) tindakan kategori ini mencapai 2 komponen (*filter oil,* dan oli) dengan 2 *failure mode* mencapai 16% berdasarkan pengelompokan tindakan. Tindakan ketiga *failure finding* (FF) tindakan kategori ini mencapai 1 komponen (*bearing*) dengan 2 *failure mode* mencapai 16% berdasarkan pengelompokan tindakan.

## References


[1] Assauri, S. (2008), *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

[2] Corder, S. Antony. 2000. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.

[3] Dekker, R. 1996. *Applications of Maintenance Optimization Models: a review and analysis, Reliability engineering and system safety*, 51, 229-240.

[4] Dhillon, B. S. 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. New York: Taylor & Francis Group.

[5] Moubray, Jhon. 1991. "*Reliability Centered Maintenance"*. Butterworth-Heinemann.

[6] Moubray, Jhon. 1997. "*Reliability Centered Maintenance"*. Industrial Press Inc. New York.

[7] Moubray, John. 2000. *Reliability Centered Maintenance*. New York: Industrial Press.

[8] Ngadiyono, Yatin. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri.* Yogyakarta : Teknik Mesin. Universitas Negeri Yogyakarta.

[9] Pranoto, J., Matondang, N. and Siregar, I. (2013) 'Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. XYZ', Jurnal Teknik Industri USU, 1(3), pp. 18–24.

[10] Prasmoro, A. V. 2020. Analisa Perawatan pada mesin las MIG dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*: Studi kasus di PT. TE. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineerin*g, Vol. 12(1), 13-27.

[11] Robbins, Stephen dan Mary Coulter. 2007. *Management 8th Edition*. New York: Prentice Hall.
Smith, Anthony M dan Glenn R. Hinchcliffe. 2004. *RCM-Gateaway to World Class Maintenance.* London: Elsevier Inc.

[12] Soemarno, Ardhi, 2008, *Pemeliharaan***,** [Htmfile].

[13] Subagyo, Pangestu. 2000. *Manajemen Operasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: BPEE.

[14] Sudrajat, A. (2011). *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*, Bandung: PT Refika Aditama.

[15] Supandi. 1995. *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung: Ganesa Exact.

[16] Tampubolon, Manahan P. 2004. *Manajemen Operasional*. Edisi Pertama. Jakarta: Ghalia Indonesia.