

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Proses Pengolahan Kelapa Sawit

Setelah proses penimbangan tandan buah segar, buah kemudian dimasukkan ke dalam lori untuk dilakukan proses perebusan. Buah beserta lori direbus pada suatu tempat perebusan (*sterilizer*) selama  $\pm 90$  menit. Di dalam perebusan uap panas dialirkan dengan suhu  $125^{\circ}\text{C}$  dan tekanan puncak dalam ruangan berkisar  $\pm 2,8 - 3,0\text{ kg/cm}^2$  (Risza, 1994 dikutip oleh Suhardi, 2013).

Tandan buah segar yang telah direbus kemudian dimasukkan ke dalam mesin pelepas buah (*thresher*), buah yang telah rontok dibawa ke dalam mesin pelumat (*digester*) sedangkan janjangan kosong di bawa ke tempat pembakaran (*incenerator*) dan digunakan sebagai mulsa. Buah diaduk dalam suatu bejana silindris tegak selama beberapa waktu dan dipanaskan dalam suhu yang tinggi. Bejana yang dilengkapi dengan beberapa lengan atau pisau pengaduk (Semangun, 2003 dikutip oleh Suhardi, 2013). Setelah buah diaduk pada *digester* kemudian buah dikempa (*Screw Press*). Pengempaan ini bertujuan untuk memeras minyak sebanyak mungkin dari masa remasan sehingga kehilangan minyak sekecil-kecilnya (Lubis, 1992 dikutip oleh Suhardi, 2013).

Minyak mentah berupa cairan yang ditiriskan dari bejana peremas dan yang diperas oleh kempa terdiri dari campuran minyak, air dan sisa – sisa sel serta potongan serabut-serabut halus dan cangkang halus. Upaya pertama untuk memisahkan serabut dan cangkang halus adalah dengan menggunakan ayakan getar melalui kawat saringan (*vibrating screen*). Setelah disaring proses selanjutnya adalah dengan mengendapkan minyak tersebut dalam tangki pengendap (klarifikasi). Tangki ini berbentuk silinder *vertical* dengan kerucut terbalik dibawahnya tempat menampung sementara endapan sisa serabut halus, pasir, tanah dan kotoran yang lain lainnya (Styamidjaja, 1991 dikutip oleh Suhardi, 2013).

Minyak yang dikutip dari tangki pengendapan masih mengandung sekitar 0,5 % air dan sejumlah kotoran. Kotoran ini dipisahkan dengan sentrifus

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berputaran tinggi, biasanya kadar airnya akan turun menjadi 0,25 % dan kadar kotoran menjadi sekitar 0,01 %. Untuk mendapatkan kadar air yang diinginkan (0,08 %) minyak masih harus dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan pengeringan *Vacum* pada suhu yang relatif rendah, agar minyak tidak teroksidasi saat pengeringan dengan suhu yang tinggi (Semangun, 2003 dikutip oleh Suhardi, 2013).

Inti yang telah dikeringkan melalui hembusan angin akan lebih mudah untuk penghancuran karena inti dengan cangkang telah lekang dengan demikian inti tidak ikut pecah pada waktu pemecahan. Pembersihan dan pengeringan biji seperti yang tersebut diatas adalah untuk mencapai efisiensi pemecahan yang tinggi, pemecahan dilakukan pada alat pemecah sentrifugal, pemecah ini terdiri dari suatu rotor berputaran tinggi, yang dilengkapi dengan sejumlah alur radial disepanjang mukanya, biji yang dimasukkan melalui rotor akan terlempar melalui celah kearah cincin pemecah dengan gaya sentripeta (*ripple mill*) (Lubis,1992 dikutip oleh Suhardi, 2013).

Campuran pecahan dari *ripple mill* terdiri atas cangkang, inti dan biji tidak pecah. Pemisah inti dari campuran ini dilakukan dengan perbedaan berat jenis inti dari cangkang dan biji. Perinsip pemisahan ini dilakukan dengan menggunakan media suspensi tanah liat dan bisa juga digunakan suspensi kaolin (Semangun,2003 dikutip oleh Suhardi, 2013). Inti basah yang terambil pada *hidrosiklon* atau lumpur pemisah harus dikeringkan secepatnya untuk menghindari kerusakan mutu oleh kegiatan mikroba. Untuk mencegah peristiwa ini dapat dilakukan seterilisasi melalui pemanasan dengan uap sampai suhu minimum 90° C selama beberapa saat. Selanjutnya pengeringan dilakukan dalam *not silo dryer* dengan mengalirkan angin panas melalui inti, seperti pada pengeringan biji. Salah satu persyaratan mutu inti ialah kadar kotorannya tidak boleh melebihi 2,75 %. Cangkang dan kotoran lain dapat dipisahkan atau dipilih dengan tangan atau dengan hembusan angin (*winnowing*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Persyaratan penimbunan atau penyimpanan inti yang baik adalah (Styamidjaja.1991 dikutip oleh Suhardi,2013):

1. Kadar inti 7 %
2. Kadar inti pecah diusahakan sedikit mungkin
3. Memakai goni bersih dan kuat
4. Ventilasi gudang harus baik dan udara kering,
5. Tinggi lapisan goni berisi inti tidak lebih dari 4 lapis Penimbunan tidak langsung diatas lantai semen (memakai lantai papan yang berkolong)

## 2.2 Perawatan (*Maintenance*)

Dalam bahasa indonesia, pemakaian istilah *maintenance* seringkali diterjemahkan sebagai perawatan atau pemeliharaan. Perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas/mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Sehingga kegiatan perawatan merupakan seluruh rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan unit-unit pada kondisi operasional dan aman, dan apabila terjadi kerusakan maka dapat dikendalikan pada kondisi operasional yang handal dan aman (Ansori, 2013).

Dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada fasilitas dan peralatan seringkali dibutuhkan kegiatan pemeliharaan (*cleaning*), inspeksi (*inspection*), pelumasan (*oiling*), serta pengadaan suku cadang (*stock spare part*) dari komponen yang terdapat pada fasilitas industri. Masalah perawatan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pencegahan (*preventive*) dan perbaikan (*corrective*). Tindakan pada problematika perawatan tersebut dapat berupa:

1. Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan yang ditujukan untuk sistem atau mesin agar dapat mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.
2. *Service*, yaitu tindakan yang bertujuan untuk menjaga suatu sistem atau mesin yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian mesin.
3. Penggantian komponen (*replacement*), yaitu tindakan penggantian komponen-komponen yang rusak atau tidak memenuhi kondisi yang

diinginkan. Perbaikan (*repairment*), yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.

4. *Overhaul*, tindakan besar-besaran yang biasanya dilakukan pada akhir periode tertentu.

Kompleksnya permasalahan terkait perawatan, seringkali perawatan didekati dengan model matematis yang mempresentasikan permasalahan tersebut. Dengan pendekatan ini diharapkan pengambilan keputusan dalam permasalahan perawatan akan dapat mengurangi proporsi pertimbangan yang subyektif (Ansori, 2013).

Perawatan atau *maintenance* adalah aktivitas agar suatu komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu (Nurfaizah, 2014). *Maintenance* merupakan suatu fungsi dalam suatu industri manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai mesin atau peralatan, maka biasanya kita akan selalu berusaha untuk tetap dapat mempergunakan mesin/peralatan sehingga kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus mesin atau peralatan agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi:

1. Kegiatan pengecekan.
2. Meminyaki (*lubrication*).
3. Perbaikan atau reparasi atau kerusakan-kerusakan yang ada.
4. Penyesuaian atau penggantian *spare part* atau komponen.

### 2.2.1 Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

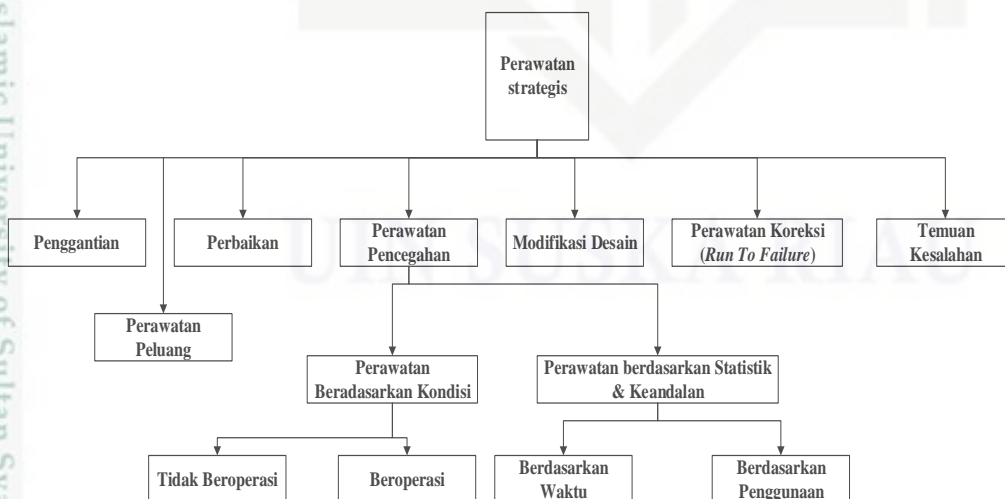
Secara umum manajemen perawatan industri memiliki beberapa tujuan (Kurniawan, 2013):

1. Mengatasi segala permasalahan, yang berkenan dengan kontinuitas aktivitas pabrik.
2. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri.

3. Meminimasi *Downtime*, yaitu waktu selama proses produksi berhenti (waktu menunggu) yang dapat mengganggu kontinuitas proses.
4. Meningkatkan efisiensi sumber daya produksi
5. Peningkatan profesionalisme personil departemen perawatan industri.
6. Meningkatkan nilai tambah produk, sehingga perusahaan dapat bersaing di pasar global.
7. Membantu para pengambil keputusan, sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
8. Melakukan perencanaan terhadap perawatan *preventif*, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
9. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari berhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.

### 2.2.2 Jenis Perawatan (*maintenance*)

Filosofi perawatan untuk fasilitas produksi pada dasarnya adalah menjaga level maksimum konsistensi optimasi produksi dan availabilitas tanpa mengesampingkan keselamatan. Untuk mencapai filosofi tersebut digunakan strategi perawatan (*maintenances strategies*). Proses perawatan mesin dilakukan oleh suatu perusahaan umumnya terbagi dalam dua bagian yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*) (Ansori, 2013).



Gambar 2.1 Klasifikasi Strategi Perawatan  
(Sumber: Ansori, 2013)

### 2.2.3 *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

*Planned Maintenance* merupakan Pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Keuntungan *Planned Maintenance* antara lain:

1. Pengurangan pemeliharaan darurat, ini tidak diragukan lagi merupakan alasan utama untuk merencanakan kerja pemeliharaan.
2. Pengurangan waktu nganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat local, mengakibatkan waktu nganggur meskipun pekerjaan darurat tersebut misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.
3. Menaikkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini erat hubungannya dengan pengurangan waktu nganggur pada mesin atau pelayanan.
4. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.
5. Pengurangan penggantian suku cadang.
6. Meningkatkan efisiensi mesin atau peralatan.

#### 2.2.3.1 *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Perkembangan dunia industri yang semakin pesat, mengakibatkan adanya peningkatan kompetisi di dunia industri, sehingga perusahaan-perusahaan industri berlomba-lomba untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi. Salah satunya adalah upaya perusahaan dalam memperpanjang waktu pengoperasian suatu fasilitas industri dan mengurangi kerugian produksi yang diakibatkan oleh rusaknya peralatan. Hal ini memerlukan suatu program perawatan yang terencana dengan baik serta pengambilan keputusan yang tepat. *Preventive maintenance* merupakan alternatif terbaik dalam memecahkan masalah tersebut, karena terkadang departemen perawatan disuatu perusahaan industri tidak mempertimbangkan kemungkinan adanya kerusakan mesin secara tiba-tiba (Kurniawan, 2013).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*) adalah inspeksi secara periodik untuk mendeteksi kondisi yang dapat menyebabkan kondisi mesin rusak (*breakdown*) atau terhentinya proses sehingga dapat mengembalikan kondisi peralatan seperti pada saat peralatan itu ada. *Preventive Maintenance* merupakan proses deteksi dan perawatan dari ketidaknormalan peralatan sebelum timbul kerusakan yang menyebabkan kerugian (Kurniawan, 2013).

Secara umum *Preventive Maintenance* dapat diklasifikasikan menjadi 2 aktivitas, antara lain:

1. Inspeksi secara periodik.
2. Pemulihan terencana dari kerusakan berdasarkan hasil inspeksi tersebut.

Sistem perawatan yang paling efektif diterapkan dalam perusahaan industri adalah perawatan preventif (*Preventive Maintenance*). Kegiatan perawatan, sebaiknya dilakukan sesuai dengan jadwal dan sifatnya direncanakan. Perawatan preventif adalah aktivitas perawatan, guna menghindari kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba, melalui sistem perawatan berkala dan terencana (Kurniawan, 2013).

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan industri adalah dalam menentukan penjadwalan preventif, sehingga jadwal yang telah ditetapkan terkadang kurang optimal, dan berdampak terhadap *output* produksi. Penentuan interval waktu optimum, dapat membantu perusahaan dalam menetapkan waktu perawatan, sehingga kehilangan sumber daya akibat terhentinya proses secara dini dapat diantisipasi secara dini. Hal ini dilakukan untuk menentukan interval waktu yang optimum pada perawatan preventif terhadap mesin produksi berdasarkan biaya terendah (Kurniawan, 2013).

Penentuan interval waktu, dapat dilakukan dengan beberapa tahapan, antara lain (Kurniawan, 2013):

1. Pengumpulan data waktu reparasi dan waktu operasional mesin produksi per periode sebelumnya. Adapun data yang dikumpulkan yaitu data waktu kerusakan mesin dan waktu proses perbaikan atau reparasi
2. Menentukan interval hari dari kegiatan perawatan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. *Mann's test* untuk membuktikan bahwa waktu reparasi dan waktu operasi menggunakan distribusi *Weibull*. *Mann's test* dilakukan untuk membuktikan apakah waktu reparasi dan waktu operasi berdistribusi *Weibull*.
4. *Mann's test* untuk membuktikan bahwa waktu reparasi dan waktu operasi berdistribusi normal. *Mann's test* dilakukan untuk membuktikan apakah waktu reparasi dan waktu operasi berdistribusi normal.
5. Penentuan interval waktu perawatan.  
Menentukan waktu perawatan (*maintenability*) yaitu suatu peluang dari suatu alat akan beroperasi kembali dalam periode perawatan tertentu setelah kegiatan perawatan dilakukan sebelumnya. *Maintenability* dapat diketahui jika waktu kerusakan diketahui. Waktu kerusakan tersebut antara lain:
  - a. *Mean Time to Repaire* (MTTR) adalah waktu rata-rata untuk melakukan perbaikan.
  - b. *Mean Time to Failure* (MTTF) adalah waktu rata-rata untuk kegagalan.  
Formulasi dari waktu tersebut antara lain:
6. Penentuan biaya terkecil.

### 2.2.3.2 Predictive Maintenance (Pemeliharaan Prediktif)

Jenis pemeliharaan ini biasa disebut *condition maintenance* dan *predictive maintenance*, pemeliharaan ini memerlukan data performa mesin, pengujian dan pengawasan secara visual. Selanjutnya akan digunakan untuk membuat perencanaan penjadwalan pemeliharaan sebelum terjadinya kegagalan.

### 2.2.4 Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tidak Terencana)

*Unplanned maintenance* biasanya bisa berupa *breakdown/ emergency maintenance*. *Breakdown/ emergency maintenance* (pemeliharaan darurat) adalah tindakan *maintenance* yang tidak dapat dilakukan pada mesin peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin atau peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi (Jono, 2015).



#### 2.2.4.1 *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

*Autonomous Maintenance* atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan melalui kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin atau peralatan yang mereka tangani sendiri (Jono, 2015).

#### 2.2.4.1 *Corrective Maintenance* (Pemeliharaan Korekif)

Perawatan koreksi dilakukan setelah terjadinya kerusakan, sehingga merupakan bagian dari perawatan yang tidak terencana. *Corective Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik. *Breakdown Maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan dan untuk memperbaikinya tentu harus menyiapkan suku cadang dan perlengkapan lainnya untuk pelaksanaan kegiatan tersebut (Ansori, 2013).

Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktivitas mengembalikan sistem dari keadaan rusak menjadi dapat beroperasi kembali. Perbaikan baru terjadi ketika mengalami kerusakan, walaupun terdapat beberapa perbaikan yang dapat diundur. Perawatan korektif dapat dihitung sebagai *Mean Time to Repaire* (MTTR). Waktu perbaikan ini meliputi beberapa aktivitas yang terbagi menjadi 3 bagian, antara lain:

1. Persiapan (*Preparation Time*), berupa persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan ini, adanya alat dan peralatan test, dan lain-lain.
2. Perawatan (*Active Maintenance Time*), berupa kegiatan rutin dan pekerjaan perawatan.
3. Menunggu dan Logistik (*Delay Time and Logistik Time*) berupa waktu menunggu persediaan.

Strategi *Corrective Maintenance* sering dikatakan sebagai “*Run to Failure*”. Banyak dilakukan pada kelompok elektronik. Suatu keputusan untuk mengoperasikan peralatan sampai terjadi kerusakan karena ditinjau dari segi

ekonomis tidak menguntungkan untuk melakukan suatu perawatan (Ansori, 2013).

### 2.3 *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

*Reliability centered Maintenance (RCM)* merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan. Melalui penggunaan RCM, dapat memperoleh informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin atau peralatan dapat terus beroperasi dengan baik. Selain itu juga ada yang mendefinisikan *Reliability centered Maintenance (RCM)* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memilih alternatif desain pemeliharaan berdasarkan kriteria keselamatan operasional (Kurniawan, 2013).

Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut (Sayuti, 2013):

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

#### 2.3.1 *Prinsip-prinsip Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Prinsip dalam *reliability centerd maintenance* terbagi atas 7 yaitu (Azis, 2009):

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sistem atau alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem atau alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih focus kepada fungsi sistem dari pada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. RCM berbasis pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem atau *equipment* untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. RCM bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi
6. RCM mendefinisikan kegagalan *failure* sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sebagai *performance standard* yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata atau jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

### 2.3.2 Tahap Dalam *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat *alternative* strategi perawatan yang didasarkan pada *criteria* operasional, ekonomi, dan keamanan (Smith, 1993 dikutip oleh Rasindyo, 2015).

Terdapat 7 tahapan dalam proses pengerjaan menggunakan Metode RCM:

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
2. Definisi Batasan Sistem
3. Deskripsi Sistem dan Functional Block Diagram
4. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
6. *Logic Tree Analysis* (LTA)
7. *Task Selection*

### 2.3.3 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi (*System Selection And Information Collection*)

Pemilihan sistem dapat didasarkan pada beberapa aspek kriteria yaitu (Azis, 2009):

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* (*shutdown*).

Dokumen atau informasi yang dibutuhkan dalam *Reliability Centered Maintenance* analisis antara lain (Azis, 2009):

1. *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID) merupakan ilustrasi skematik dari hubungan fungsi antara perpipaan, instrumentasi, komponen peralatan dan sistem
2. *Schematic* atau *Block Diagram* merupakan sebuah gambaran dari sistem, rangkaian atau program yang masing-masing fungsinya diwakili oleh gambar kotak berlabel dan hubungan diantaranya digambarkan dengan garis penghubung.
3. *Vendor Manual* yaitu berupa dokumen data dan informasi mengenai desain dan operasi tiap peralatan (*equipment*) dan komponen.
4. *Equipment History* yaitu kumpulan data kegagalan (*failure*) komponen dan peralatan dengan data *corrective maintenance* yang pernah dilakukan.

### 2.3.4 Defenisi Batasan Sistem (*System Boundary Definition*)

Defenisi Batasan Sistem digunakan untuk mendefenisikan batasan–batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan *Reliability Centered Maintenance* (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 sistem (Azis, 2009).

### 2.3.5 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (*System Description and Functional Block Diagram*)

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 (Azis, 2009):

1. Deskripsi sistem
2. *Functional Block Diagram*
3. *In / Out Interface*
4. *System Work Breakdown System*

### 2.3.6 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional (*System Function and Functional Failure*)

Fungsi (*function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan (Azis, 2009).

Tabel 2.1 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

RCM	
Step 4	: <i>System Function and Functional Failure</i>
Info	: <i>Function and Functional Failure</i>
Plant	: Reaksi RSG GA Siwabessy                      Analys : M. Tahri azis

(Sumber: Azis, 2009)

Tabel 2.2 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional (Lanjutan)

System		: Sistem Pendingin Prime			Date :		
Komp.		: Pompa JE 01 AP 01					
No	Kode	Nama item		Functions (F)		Failure Functions (FF)	
				Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	A1			1.1			
1							
1							
2	A2			2.1			
2				2.1			
2				2.1			

(Sumber: Azis, 2009)

### 2.3.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Terdapat standar yang berhubungan dengan metode FMEA. Standar Inggris yang digunakan secara garis besar menjelaskan BS 5760 atau *British Standar 5760*, yaitu :

1. Bagian 2 *Guide To The Assesment Of Reliability*
2. Bagian 3 *Guide To Reliability practice*
3. Bagian 5 *Guide Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)* memberikan pedoman dalam pengaplikasian teknik tersebut.

Selain itu ada juga standar militer Amerika, US MIL STD 1629

(*procedure for performing a failure modes effect and criticality analysis*) yang banyak dipertimbangkan menjadi referensi standar (Nurkertamanda, 2009). Arti FMEA dalam penggalan kata sebagai berikut:

- *Failure* : prediksi kemungkinan kegagalan atau *defect*
- *Mode* : penentuan mode kegagalan
- *Effect* : identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kegagalan
- *Analysis* : tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab

*Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berpotensi untuk timbul, menentukan pengaruh resiko kecelakaan kerja, dan mengidentifikasi tindakan untuk memitigasi resiko tersebut.

#### 2.3.7.1 Definisi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai *failure modes and effect analysis*, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa.

Menurut Roger D. Leitch (dikutip oleh Kustiyaningsih, 2011), definisi dari *failure modes and effect analysis* adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari *engineer* selama perancangan dan pengembangan. Analisa tersebut bisa disebut analisa “*bottom up*”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi dan mempertimbangkan kegagalan yang berbeda. Menurut John Moubrey (dikutip oleh Kustiyaningsih, 2011), definisi dari *failure modes and effect analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Satya Utama Universitas Sultan Syarif Kasim Riau

### 2.3.7.2 Langkah-langkah Pembuatan FMEA

Langkah – langkah pembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Penjabaran produk atau proses beserta fungsinya
2. Membuat blok diagram yaitu diagram yang menunjukkan komponen atau langkah proses sebagai blok yang terhubung oleh garis yang menunjukkan bagaimana komponen atau langkah tersebut berhubungan.
3. Membuat formulir FMEA, yang berisi produk/sistem, subsistem, subproses, komponen, pemimpin desain, pembuat FMEA, revisi serta tanggal revisi, Formulir ini dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan.
4. Mendaftar item atau fungsi menggunakan diagram FMEA.
5. Mengidentifikasi potensi kegagalan, yaitu kondisi dimana komponen, subsistem, system, ataupun proses tidak sesuai dengan desain yang telah ditetapkan.
6. Mendaftar setiap kegagalan secara teknis, untuk fungsi dari setiap komponen atau langkah-langkah proses.
7. Mendeskripsikan efek penyebab dari setiap kegagalan, sesuai dengan persepsi konsumen.
8. Mengidentifikasi penyebab dari setiap kegagalan.
9. Menentukan faktor *probabilitas*, yaitu pembobotan numerik, pada setiap penyebab yang menunjukkan setiap keseringan penyebab tersebut terjadi. Skala yang biasanya digunakan adalah 1 untuk menunjukkan tidak sering dan 10 untuk menunjukkan sering terjadi.
10. Identifikasi kontrol yang ada, yaitu mekanisme yang mencegah penyebab kegagalan terjadi atau mekanisme yang mampu mendeteksi kegagalan sebelum sampai ke konsumen.
11. Menentukan kemungkinan dari deteksi
12. *Review Risk Priority Number (RPN)*, yaitu hasil perkalian antara variabel *Severity*; keseriusan akibat kesalahan terhadap proses, *Occurance*; keseringan terjadi kesalahan, *Detection*; alat kontrol akibat penyebab yang potensial (*detection*).
13. Menentukan rekomendasi untuk kegagalan potensial yang punya RPN tinggi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



### 2.3.7.3 enentukan Nilai *Severity* (S), *Occorence* (O), *Detection* (D), Dan *Risk Priority Number* (RPN)

Pendefinisian dari nilai *severity*, *occurence*, dan *detection* harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number*. Pendefinisian ini dapat disesuaikan kembali dengan keadaan dilapangan. Berikut merupakan langkah-langkah sebagai acuan dalam pendefinisian nilai-nilai tersebut:

#### 1. *Severity* (S)

*Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. *Severity* adalah suatu perkiraan subyektif mengenai kerumitan suatu kegagalan dan bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Proses sistem peringkat yang dijelaskan pada Tabel sesuai dengan standar AIAG (*Automotive Industry Action Group*, 2008) dibawah ini:

Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process

<i>Effect</i>	<i>Criteria : Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rank</i>
Berbahaya tanpa adanya peringatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat membahayakan operator mesin atau operator perangkai</li> <li>2. Kegagalan mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan pemerintah</li> <li>3. Kegagalan akan terjadinya tanpa adanya peringatan terlebih dahulu</li> </ol>	10
Berbahaya dengan peringatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat membahayakan operator mesin atau operator perangkai</li> <li>2. Kegagalan mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan</li> <li>3. Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan</li> </ol>	9
Sangat Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan major pada lini produksi</li> <li>2. 100% produk harus dibongkar</li> <li>3. Produk tidak terdapat dioperasikan dan kehilangan fungsi utamanya</li> </ol>	8
Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. Produk harus dipilah dan sebagian dibongkar ulang</li> <li>3. Produk dapat beroperasi, tetapi berkurang performansinya</li> </ol>	7

(Sumber: Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, (Fourth edition, Juni 2008) *Potential Failure and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual*)

Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process (Lanjutan)

Sedang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. Sebagian produk harus dikerjakan ulang (tanpa ada pemilahan)</li> <li>3. Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan tidak dapat berfungsi</li> </ol>	6
Rendah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. 100% produk harus dikerjakan ulang</li> <li>3. Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan beroperasi dengan performansi yang berkurang</li> </ol>	5
Sangat Rendah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. Produk harus dipilah dan sebagian dikerjakan ulang</li> <li>3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> tidak sesuai</li> <li>4. Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> tersebut</li> </ol>	4
Minor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. Sebagian produk harus dikerjakan secara on-line ditempat</li> <li>3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> tidak sesuai</li> <li>4. Sebagian pelanggan menyadari <i>defect</i> tersebut</li> </ol>	3
Sangat Minor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gangguan minor pada lini produksi</li> <li>2. Sebagian kecil produk harus dikerjakan ulang ditempat</li> <li>3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> produk tidak sesuai</li> <li>4. Pelanggan yang sangat jeli yang menyadari <i>defect</i> tersebut</li> </ol>	2
Tidak Ada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bentuk kegagalan tidak memiliki efek samping</li> </ol>	1

(Sumber: Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, (Fourth edition, Juni 2008) *Potential Failure and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual*)

## 2. Occurrence (O)

*Occurrence* (interval kejadian) merupakan suatu penilaian mengenai interval atau jarak yang mungkin terjadi dari suatu kegagalan yang melekat pada suatu produk pada suatu periode tertentu. *Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan (*possible failure rates*). Untuk mengetahui penilaian ini juga diperlukan adanya perankingan untuk masing-masing kategori yang ditetapkan. Adapun skala perhitungan interval kejadian sebagai berikut:

Tabel 2.5 Rating Occurrence (O)

Rating	Kejadian	Kriteria Verbal
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit
4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi rendah
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi

### 3. Detection (D)

*Detection* merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala dari 1 sampai 10. Tingkat kemampuan untuk dideteksi dijelaskan pada Tabel 2.5 sesuai standar *Crisp ratings for detection of a failure* di Y.M. Wang, *et al* (Yang, 2009).

Tabel 2.6 Detection Ranking

Detection	Likelihood of Detection	Ranking
Hampir tidak Mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pegontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9

Tabel 2.7 *Detection Ranking* (Lanjutan)

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Ranking</i>
Jarang	Alat pegontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampa tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

#### 4. *Risk Priority Number*

*Risk Priority Number* merupakan produk matematis dari tingkat keparahan, tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan pengaruh, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Untuk mendapatkan nilai RPN, dapat ditunjukkan dengan persamaan dibawa ini :

$$RPN = S \times O \times D$$

Dimana,

S = *Severity*.

O = *Occurance*.

D = *Detection*.

Melalui nilai RPN ini akan memberikan informasi bentuk kegagalan atau kecelakaan kerja yang mendapatkan prioritas penanganan.

### 2.3.8 Logic Tree Analysis (LTA)

Tabel 2.8 Logic Tree Analysis (LTA)

No	Functional Failure	No	Failure Mode	Criticality Analysis				Com
				Evident	Safety	Outage	Category	
1.	Air tidak mengalir	1	Bearing rusak	Y	N	Y	B	
1.1		2	Motor terbakar	Y	N	Y	B	
		3	Impeller rusak	Y	N	Y	B	

(Sumber: Azis, 2009)

### 2.3.9 Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tugas pencegahan secara teknis tidak menguntungkan untuk dilakukan, tindakan standar yang harus dilakukan bergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi

Beberapa kategori pencegahan tersebut antara lain (Azis, 2009):

1. *Time Directed* (TD) adalah Suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
2. *Condition Directed* (CD) adalah tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
3. *Failure Finding* (FF) yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

4. *Redesign* yaitu memungkinkan perubahan apapun terhadap kemampuan bawaan (*build-in-capability*) dari suatu sistem. Ini termasuk modifikasi pada *hardware* dan perubahan pada prosedur.
5. *Run To Failure* (RTF) adalah tindakan yang diambil dengan cara membiarkan komponen tersebut bekerja sampai mengalami kegagalan, karena tidak ada tindakan ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan

## 2.4 Diagram Pareto

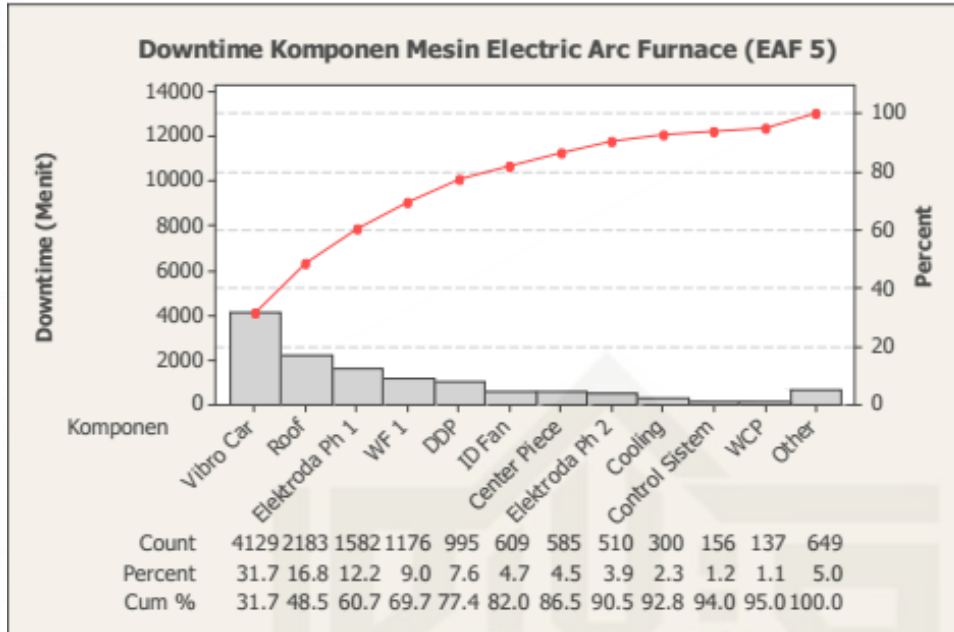
Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram Pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan yang seharusnya pertama kali dibatasi, maka kita akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat/pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti (Wiginsoebroto, 2006).

Langkah-langkah dalam pembuatan diagram pareto adalah sebagai berikut (Ginting, 2007):

1. Kumpulkan dan susun data berdasarkan jumlah yang paling besar ke yang paling kecil dan tentukan jumlah kumulatifnya.
  2. Gambar grafik dengan sumbu Y sebagai jumlah data dan sumbu X sebagai kategori data dan digambar dengan skala tepat.
  3. Gambarkan diagram batang pada sumbu X sesuai kategori data dan jumlahkan mulai dari jumlah data terbesar hingga yang terkecil.
- Dengan menggunakan Tabel kumulatif, gambar grafik kumulatifnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Diagram Pareto  
(Sumber: Eva Listiana Putri, dkk. 2013)

Gambar 2.2 merupakan tampilan dari diagram pareto, yang merupakan salah satu *tools* untuk menentukan prioritas perbaikan kerusakan.

## 2.5 Reliability (Kehandalan)

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas komponen, peralatan, mesin, atau sistem tetap beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam interval waktu kondisi tertentu. Dalam menyatakan berfungsi tidaknya suatu fasilitas atau peralatan tertentu, kita bisa menyatakannya dalam nilai kehandalan dari fasilitas atau peralatan tersebut. Keandalan menyatakan konsep kesuksesan operasi atau kinerja atau ketiadaan kerusakan. Ketidakehandalan atau kekuranghandalan menyatakan kebalikannya. Teori keandalan menguraikan kegunaan interdisiplin, probabilitas, statistik, dan pemodelan stokastik, dikombinasikan dengan pengetahuan rekayasa kedalam desain dan pengetahuan ilmu mekanisme kerusakan, untuk mempelajari beberapa aspek kehandalan (Ansori, 2013).

### 2.5.1 Perhitungan *Time To Failre* dan *Time To Repaire*

Perhitungan TTF dilakukan dengan menghitung selisih waktu ketika kerusakan pertama selesai diperbaiki dengan waktu kerusakan berikutnya terjadi. Sedangkan TTR dengan menghitung lamanya proses perbaikan yaitu selisih waktu kerusakan selesai diperbaiki dengan waktu kerusakan terjadi.

### 2.5.2 Distribusi Kerusakan

Pada penelitian ini, distribusi yang digunakan dalam menentukan MTTF dan MTTR adalah distribusi *weibull*, *lognormal*, normal dan eksponensial.

#### 1. Distribusi Normal

Distribusi ini biasa disebut kurva lonceng (*bell curve*) karena grafik fungsi kepadatan probabilitasnya (*Probability Density Function*) mirip dengan bentuk lonceng. Parameter pada distribusi normal yaitu  $\mu$  dan  $\sigma$ . Fungsi probabilitas yang ada pada distribusi normal antara lain (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots\dots (2.1)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots (2.2)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots (2.3)$$

$$MTTF = \mu \quad \dots\dots (2.4)$$

#### 2. Distribusi Lognormal

Distribusi *lognormal* mempunyai dua parameter yaitu  $s$  (*scale parameter*) dan  $t_{med}$  (median dari data waktu kerusakan) yang juga menunjukkan median dari data. Fungsi yang terdapat dalam distribusi lognormal yaitu (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp\left[-\frac{1}{2s^2}\left(\ln\frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \quad \dots\dots (2.5)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{1}{s}\ln\frac{t}{t_{med}}\right) \quad \dots\dots (2.6)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s}\ln\frac{t}{t_{med}}\right) \quad \dots\dots (2.7)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \dots\dots (2.8)$$



$$MTTF = t_{med} \exp (s^2 / 2) \dots\dots (2.9)$$

### 3. Distribusi Weibull

Distribusi weibull mempunyai dua parameter yang digunakan dalam distribusi ini yaitu  $\beta$  (shape parameter) dan  $\theta$  (scale parameter). Fungsi yang terdapat dalam distribusi weibull yaitu (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-(t/\theta)^\beta} \dots\dots (2.10)$$

$$F(t) = 1 - \exp[-(t/\theta)^\beta] \dots\dots (2.11)$$

$$R(t) = e^{-(t/\theta)^\beta} \dots\dots (2.12)$$

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots (2.13)$$

### 4. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial banyak digunakan dalam rekayasa keandalan karena distribusi ini dapat mempresentasikan fenomena distribusi waktu yang mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem. Fungsi kepadatan distribusi eksponensial dapat dinyatakan dalam persamaan (Ponidi, 2015):

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda t}; t > 0, \lambda > 0$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \dots\dots (2.14)$$

Dimana:

t = Waktu

$\lambda$  = rasio kegagalan konstan

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots (2.15)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \dots\dots (2.16)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots\dots (2.17)$$

MTTF hanya digunakan pada komponen atau alat yang sering sekali mengalami kerusakan dan harus diganti dengan komponen atau alat yang masih baru atau baik. Sedangkan MTTR adalah rata-rata waktu komponen untuk dilakukan perbaikan atau perawatan (repair). MTTR didasarkan atas lamanya

perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan (*failure*) (Ansori, 2013).

## 2.6 Penjadwalan

Beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan sebagai berikut (Ginting, 2007):

1. Meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggunya, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivits dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Baker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barng setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi *penalty cost* (biaya keterlambatan).
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkn sehingga penmbahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

## 2.7 Simulasi

Simulasi berkembang pesat seiring dengan perkembangan komputer dan semakin kompleksnya masalah. Banyak defenisi simulasi yang dipakai oleh para peneliti dimana satu sama lain saling berbeda tetapi mempunyai inti yang sama. Simulasi adalah suatu prosedur kuantitatif, yang menggambarkan sebuah sistem dengan mengembangkan sebuah model dari sistem tersebut dan melakukan sederetan uji coba untuk memperkirakan perilaku sistem pada kurun waktu tertentu. Definisi yang lain, Simulasi adalah proses merancang model (matematika atau logika) dari suatu sistem dan kemudian menjelaskannya untuk mendeskripsikan, menjelaskan, dan menduga (memprediksi) tingkah laku (karakteristik dinamis) sistem (Pristiwanto, 2013).

1. Kelebihan atau keunggulan simulasi
  - a. Simulasi dapat memberi jawaban yang tidak bisa dilakukan model analitik
  - b. Simulasi dapat digunakan untuk analisis yang besar dan kompleks pada situasi keadaan nyata yang tidak dapat dilakukan oleh model kuantitatif konvensional
  - c. Model simulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena asumsi yang lebih sedikit
  - d. Simulasi membolehkan kita untuk mempelajari pengaruh alternatif dari kumpulan individu atau variabel mana yang lebih penting
  - e. Pada banyak hal, simulasi lebih murah dari percobaannya sendiri.
  - f. Untuk sejumlah proses dimensi, simulasi memberikan penyelidikan yang langsung dan terperinci dalam periode waktu khusus.
2. Kekurangan simulasi
  - a. Simulasi bukan presisi dan juga bukan suatu proses optimasi. Simulasi tidak menghasilkan penyelesaian, tetapi menghasilkan cara untuk menilai jawaban termasuk jawaban optimal.
  - b. Model Simulasi yang baik dan efektif adalah sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan model analitik
  - c. Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidakpastian (*probability*)

Simulasi memberikan hasil yang cukup baik bila digunakan untuk memecahkan berbagai persoalan, termasuk dalam pembuatan perencanaan. Pendekatan yang digunakan memecahkan berbagai masalah yang mengandung ketidakpastian dan kemungkinan jangka panjang yang tidak dapat diperhitungkan dengan seksama adalah dengan simulasi. Simulasi dapat diartikan sebagai sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan – persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Pristiwanto, 2013).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.8 Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi adalah sebuah metode analitik yang bertujuan untuk membuat imitasi dari sebuah sistem yang mempunyai sifat acak, dimana jika digunakan model lain menjadi sangat *mathematically complex* atau terlalu sulit untuk dikembangkan. Simulasi *Monte Carlo* adalah salah satu metode simulasi sederhana yang dapat dibangun secara cepat dengan hanya menggunakan *spreadsheet* (misalnya *microsoft excel*). Pembangunan model simulasi *Monte Carlo* didasarkan pada probabilitas yang diperoleh data historis sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana (Cahyo, 2008).

*Outcome* dari diagram keputusan yang bersifat deterministik kadang kurang bisa mengakomodasi sistem nyata yang mempunyai faktor ketidakpastian yang relatif tinggi. Dengan kekuatan dalam kesederhanaan yang dimiliki oleh metode *Monte Carlo* ini, maka *outcome* yang mempunyai faktor ketidakpastian dari sebuah Diagram Keputusan akan dapat diakomodasi keberadaannya. Hal ini dilakukan dengan cara menentukan berbagai nilai *outcome* beserta probabilitasnya kemudian melakukan simulasi *Monte Carlo* berdasarkan keluaran bilangan random terhadap probabilitas *outcome*. Bilangan acak yang digunakan dalam simulasi *Monte Carlo* ini merupakan sebuah representasi dari situasi yang tidak pasti dalam sebuah sistem nyata (Cahyo, 2008).

Adapun tahapan dalam melakukan simulasi *Monte Carlo* pada penjadwalan yaitu:

1. Pembangkitan skenario perawatan, skenario perawatan ini akan disimulasikan untuk mengetahui jenis perawatan dan interval penggantian yang tepat.
2. Pembangkitan bilangan acak *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR).  
Pembangkitan bilangan acak TTF dan TTR ini bertujuan untuk menghasilkan nilai-nilai yang mempunyai distribusi setara dengan populasi data TTF dan TTR yang sebenarnya.
3. Validasi data pembangkitan bilangan acak bilangan acak *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repaire* (TTR) dengan uji kesamaan dua rata-rata.
4. Simulasi perawatan mesin berdasarkan skenario perawatan yang diusulkan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau