

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance (perawatan) merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus melakukan apa yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Kurniawan, 2013). *Maintenance* adalah konsepsi dari semua pekerjaan yang bertujuan agar mesin atau fasilitas dalam kondisi baik seperti semula dengan menjaga dan mempertahankan kualitasnya (Ansori dan Mustajib, 2013). *Maintenance* adalah hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan (Manzini, 2010).

Menurut Kurniawan (2013), dalam pemahaman tentang istilah perawatan terdapat beberapa kegiatan seperti berikut:

1. *Inspection* (inspeksi)

Kegiatan pengecekan terhadap fasilitas produksi untuk mengetahui keberadaan atau kondisinya.

2. *Repair* (perbaikan)

Kegiatan terhadap mesin produksi untuk mengembalikan kondisi mesin ketika ada gangguan yang bersifat perbaikan kecil, sehingga dapat beroperasi kembali.

3. *Overhaul* (perbaikan menyeluruh)

Kegiatan *repair* yang memiliki sifat perbaikan besar, sehingga mengganggu kegiatan produksi dan membutuhkan biaya besar.

4. *Replacement* (penggantian)

Kegiatan dalam perawatan dengan cara mengganti komponen mesin yang rusak.

Proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan (Ansori dan Mustajib, 2013). Secara umum, menurut Sudradjat (2011), perawatan bertujuan untuk:

1. Menjamin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan optimal mungkin.
2. Memperpanjang usia kegunaan fasilitas.
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat
4. Menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya.

Jenis perawatan (*maintenance*) pada dasarnya terbagi menjadi dua, yaitu *planned maintenance* (perawatan terencana) dan *unplanned maintenance* (perawatan tak terencana) (Ansori dan Mustajib, 2013). *Planned maintenance* adalah perawatan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Menurut Ansori dan Mustajib (2013), yang merupakan *planned maintenance* adalah *preventive maintenance* yaitu adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan preventif termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Kegiatan *preventive maintenance* dapat dilakukan dalam bentuk:

1. *Scheduled Maintenance*

Perawatan ini bertujuan mencegah terjadinya kerusakan dan perawatannya dilakukan secara periodik dalam rentang waktu tertentu. Rentang waktu

perawatan ditentukan berdasarkan pengalaman, data masa lalu atau rekomendasi dari pabrik pembuat mesin yang bersangkutan.

2. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah perawatan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan. Bentuk perawatan terencana yang paling maju ini disebut perawatan prediktif, dan merupakan teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja dibawah standar yang ditetapkan oleh pemakaian. Bagaimanapun baiknya suatu mesin dirancang, tidak bisa dihindari lagi pasti terjadi sejumlah keausan dan memburuknya kualitas mesin. Sesudah mengoptimalkan desain untuk mesin dengan metode perancangan pengurangan perawatan, tetap saja masih diketahui bahwa bagian-bagian mesin akan aus, berkurang kualitasnya dan akhirnya rusak dengan tingkat yang dapat diramalkan jika dipakai pada kondisi penggunaan normal konstan.

Adapun *unplanned maintenance* adalah perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya dan dilakukan karena adanya sebab-sebab tertentu. Bentuk-bentuk dari *.unplanned maintenance* antara lain adalah:

1. *Emergency Maintenance*

Emergency maintenance adalah perawatan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdekteksi sebelumnya. *Emergency maintenance* dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan penanganan segera. Adanya berbagai jenis perawatan di atas diharapkan dapat menjadi alternative untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami di perusahaan. Sebaiknya perawatan yang baik adalah perawatan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktivitas mesin.

2. *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktivitas mengembalikan sistem dari keadaan rusak menjadi beroperasi kembali. Perbaikan baru terjadi ketika mengalami kerusakan, walaupun terdapat beberapa perbaikan yang dapat diundur (Ansori dan Mustajib, 2013).

3. *Breakdown Maintenance*

Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja tidak terjamin, kondisi mesin tidak diketahui, dan tidak ada perencanaan waktu, tenaga kerja, maupun biaya yang baik.

2.2 *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada *Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. *Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar aset fisik dapat kontinyu dalam memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini (Pranoto, 2015).

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah pendekatan yang efektif untuk pengembangan program-program PM (*Preventive Maintenance*) dalam meminimalkan kegagalan peralatan dan menyediakan *plant* di industri dengan alat-alat yang efektif dan kapasitas optimal untuk memenuhi permintaan pelanggan dan unggul dalam persaingan. Selain itu dampak dengan penerapan

RCM yaitu terjadi peningkatan keandalan dan penurunan total biaya perawatan untuk semua komponen-komponen (Kurniawan, 2013).

RCM sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna (Moubray, 1997). Penelitian mengenai RCM pada dasarnya berusaha menjawab 7 pertanyaan utama tentang *item* atau peralatan yang diteliti (Moubray, 1997). Ketujuh pertanyaan mendasar tersebut adalah:

1. Apa fungsi dan hubungan standar performansi dari aset dalam menjalankan operasinya (*system function*)?
2. Dalam hal seperti apakah aset tersebut gagal untuk memenuhi fungsinya (*functional failure*)?
3. Apa yang menyebabkan masing-masing aset mengalami kegagalan fungsional (*failure modes*)?
4. Apa yang terjadi ketika masing-masing kegagalan tersebut terjadi (*failure effect*)?
5. Dalam hal apa setiap kegagalan menimbulkan masalah (*failure consequence*)?
6. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah kegagalan (*pro-active task*)?
7. Apa yang harus dilakukan jika tidak ditemukan *pro-active task* yang sesuai (*default action*)?

Keuntungan pendekatan RCM menurut Moubray (1997) adalah kegiatan perawatan yang dilakukan menjadi lebih efektif dikarenakan waktu *downtime* yang berkurang dan waktu penggunaan mesin akan semakin maksimal digunakan. Keuntungan lainnya yaitu RCM dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen prioritas. Lebih lengkap, RCM sangat menitikberatkan pada penggunaan *preventive maintenance* sehingga keuntungan RCM adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.
2. Biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.
3. Minimisasi frekuensi *overhaul*.

4. Minimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.
5. Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.
6. Meningkatkan *reliability* komponen.
7. Menggabungkan *root cause analysis*.

Adapun tujuan utama dari pengaplikasian metode RCM, menurut Moubray (1997) 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.

Menurut Pranoto (2015), prinsip-prinsip *Reliability Centered Maintenance* (RCM) antara lain adalah:

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sistem/alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem/alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. RCM berbasiskan pada keandalan yaitu kemampuan suatu sistem/*equipment* untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan
4. RCM bertujuan menjaga agar keandalan 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 sesuai *standard performance* yang ditetapkan.

7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata/jelas, Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

Metode RCM memiliki 7 tahapan dalam penyusunannya. Tahapan tersebut antara lain adalah: (Moubray, 1997)

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Pemilihan sistem dapat didasarkan pada beberapa aspek kriteria yaitu :

- a. Sistem yang mendapat perhatian yang tinggi karena berkaitan dengan masalah keselamatan (*safety*) dan lingkungan.
- b. Sistem yang memiliki *preventive maintenance* dan/atau biaya *preventive maintenance* yang tinggi.
- c. Sistem yang memiliki tindakan *corrective maintenance* dan/atau biaya *corrective maintenance* yang banyak.
- d. Sistem yang memiliki kontribusi yang besar atas terjadinya *full* atau *partial outage* atau *shutdown*.

2. Mendefinisikan batasan sistem

Definisi batas sistem (*system boundary definition*) digunakan untuk mendefinisikan batasan-batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Jumlah sistem dalam suatu fasilitas atau pabrik sangat luas tergantung dari kekompleksitasan fasilitas, karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Lebih jauh lagi pendefinisian batas sistem ini bertujuan untuk menghindari tumpang tindih antara satu sistem dengan sistem lainnya.

3. Deskripsikan Sistem dan *Function 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. Dalam tahap ini ada lima fungsi informasi yang harus di kembangkan yaitu penguraian sistem, blok diagram fungsi, masukan dan keluaran sistem, dan data historis peralatan serta *system work breakdown structure* (SWBS).

a. Deskripsi Sistem

Langkah pendeskripsian sistem diperlukan untuk mengetahui komponen-komponen yang terdapat di dalam sistem tersebut dan bagaimana komponen-komponen yang terdapat dalam sistem tersebut beroperasi. Sedangkan informasi fungsi peralatan dan cara sistem beroperasinya dapat dipakai sebagai informasi untuk membuat dasar untuk menentukan kegiatan pemeliharaan pencegahan. Keuntungan yang didapat dari pendeskripsian sistem adalah:

- 1) Sebagai dasar informasi tentang desain dan cara sistem beroperasinya yang dipakai sebagai acuan untuk kegiatan pemeliharaan pencegahan di kemudian hari.
- 2) Diperoleh pengetahuan sistem secara menyeluruh.
- 3) Untuk mengidentifikasi parameter-parameter yang menyebabkan kegagalan sistem.

b. *Function Block Diagram*

Melalui pembuatan blok diagram fungsi suatu sistem maka masukan, keluaran dan interaksi antara sub-sub sistem tersebut dapat tergambar dengan jelas.

c. *Input dan Output Sistem*

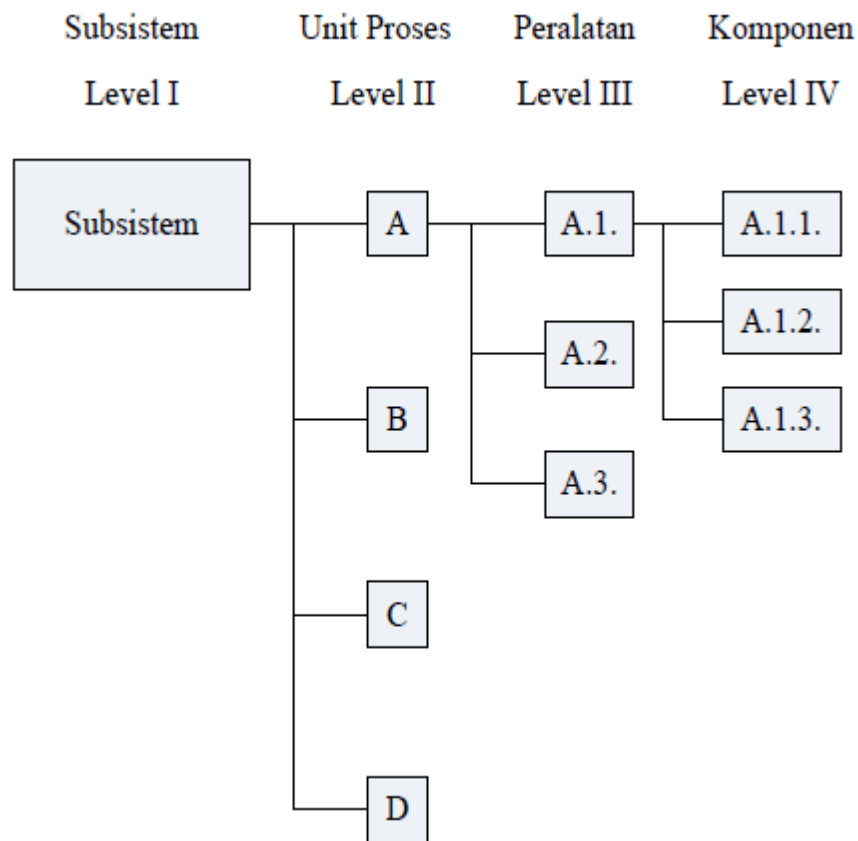
Bagian menggambarkan proses transformasi dari faktor masukan menjadi keluaran.

d. Data Historis Peralatan

Data historis ini berisikan informasi perkembangan dari sistem (mesin dan peralatan) dari awal pengoperasian hingga saat terakhir. Informasi ini dapat berupa penggantian komponen, penambahan kapasitas, kecelakaan kerja akibat kegagalan fungsi atau perubahan *design*. Informasi ini akan sangat berguna dalam pengkajian langkah-langkah selanjutnya.

e. *System Work Breakdown Structure (SWBS)*

Pada tahap ini akan digambarkan himpunan daftar peralatan untuk setiap bagian-bagian fungsi sub sistem. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama yaitu diagram subsistem/komponen. *System work breakdown structure (SWBS)* dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 2.1 Contoh *System Work Breakdown Structure* (SWBS)
Sumber: Smith and Hinchcliffe (2004)

4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Fungsi (*Function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional Failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidak mampuan suatu komponen/sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan. Persyaratan *maintenance* dari setiap item hanya dapat ditentukan bila fungsi-fungsi dari setiap dipahami secara jelas. Ada beberapa kategori fungsi:

a. Fungsi Primer

Setiap aset dioperasikan untuk memenuhi suatu fungsi atau beberapa fungsi spesifik. Ini dikenal sebagai fungsi primer. Fungsi ini menyebabkan aset itu ada dan merupakan keterkaitan dari setiap orang yang ingin mengembangkan program *maintenance*. Fungsi primer biasanya sesuai dengan nama *item*-nya.

b. Fungsi Sekunder

Hampir setiap item memiliki pula sejumlah fungsi sekunder yang kadang-kadang melebihi jumlah fungsi primer, namun kegagalan mereka masih

menimbulkan konsekuensi yang serius, terkadang melebihi dari pada kegagalan pada fungsi primer. Ini berarti kebutuhan untuk mempertahankan fungsi sekunder membutuhkan usaha dan waktu sebagaimana pada fungsi primer, jadi perlu diidentifikasi dengan jelas. Fungsi sekunder memiliki unsur *containment*, *support*, *appearance*, *hygiene* dan *gauges*.

Definisi kegagalan fungsional mencakup kerugian fungsionalnya dan situasi dimana prestasinya jatuh dari batas yang dapat diterima. Dalam hal ini, standar prestasi fungsional yang terkait dengan mudah untuk didefinisikan. Tetapi masalah tidak semudah itu bilamana pandangan terhadap kegagalan melibatkan banyak pertimbangan dari banyak orang. Yang perlu menjadi perhatian di sini adalah standar prestasi yang digunakan untuk menentukan kegagalan fungsional, menentukan tingkat *maintenance* pencegahan yang dibutuhkan untuk mencegah kegagalan. Dalam prakteknya, banyak waktu dan energi yang dihemat bila standar prestasi disetujui sebelum kegagalan terjadi, dan bila setiap orang bertindak dengan dasar standar tersebut apabila kegagalan memang terjadi. Inilah sebabnya mengapa standar ini harus didefinisikan secara jelas untuk setiap item peralatan dalam konteks operasinya dan juga mengapa mereka harus di-*set* oleh *engineer* (*maintenance* dan *designer*) bersama-sama dengan orang operasional.

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

Failure Mode dapat diartikan sebagai sebuah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kegagalan potensial, error dan masalah yang diketahui dari sistem, desain, proses atau jasa sebelum hal tersebut sampai kekonsumen. Pada pengolahan data kualitatif ini akan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan (Moubray, 1997).

Secara umum, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu:

- a. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk dan proses selama siklus hidupnya.
- b. Efek dari kegagalan tersebut.

- c. Tingkat kekritisian efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk dan proses.

Tujuan yang dapat dicapai dengan penerapan FMEA oleh perusahaan adalah:

- a. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
- b. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
- c. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan efisiensi proses.
- d. Untuk membantu fokus *engineer* dalam mengarahkan perhatian terhadap produk dan proses dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Output dari proses FMEA adalah:

- a. Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses
- b. Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
- c. Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadian dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

Kerusakan suatu alat atau komponen yang timbul dari suatu mesin akan memiliki dampak yang cukup besar bagi sebuah perusahaan dalam proses produksinya. Berbagai macam kerusakan akan memiliki efek dan akibat yang berbeda-beda terhadap kinerja mesin. Oleh karena itu, apabila kerusakan tersebut dapat dicari penyebabnya, bukan tidak mungkin bisa diantisipasi dan dicegah terlebih dahulu. Berikut merupakan contoh dari tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Tabel 2.1 FMEA

RCM II Information Worksheet		Sistem : Sub-sistem : Fungsi Sub-sistem :							
No	Equipment	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN

Sumber: Gaspersz (2002)

Pada tabel diatas, untuk kolom *equipment* diisi dari nama komponennya, kolom *function* diisi fungsi dari komponen tersebut, kolom *function failure* diisi kegagalan atau kerusakan komponen dalam

menjalankan fungsinya, kolom *failure mode* diisikan penyebab dari kegagalan atau kerusakan yang terjadi pada komponen dan *effect of failure* diisikan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi apabila terjadi kegagalan atau kerusakan. Sedangkan untuk pengisian S (*severity*), O (*occurrence*) dan D (*detection*) perlu disesuaikan dengan tabel.

Skala pertama yaitu tingkat keparahan (*Severity*). *Severity* adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besar tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan tinggi. Dengan demikian, apabila efek yang terjadi bukan merupakan efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan sangat rendah.

Skala kedua yaitu tingkat kejadian (*Occurance*). *Occurance* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurance* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.

Skala ketiga yaitu metode deteksi (*Detection*). Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Setelah rating ditentukan selanjutnya hasil RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai petunjuk kearah tindakan perbaikan. RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut (Gasperz, 2002):

$$RPN = severity \times occurrence \times detection \dots\dots\dots (1)$$

Berikut merupakan tabel penilaian untuk S (*severity*), O (*occurrence*) dan D (*detection*):

Tabel 2.2 *Severity Rating*

<i>Ranking</i>	Akibat	Kriteria Verbal	Akibat Pada Produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak ada penyesuaian yang diperlukan	Proses dalam pengendalian dengan tanpa perawatan
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti, akibat hanya dapat diketahui oleh operator berpengalaman	Proses dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit perawatan
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti, akibat hanya dapat diketahui oleh rata-rata operator	Proses telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan.
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan, akibat hanya dapat diketahui oleh semua operator	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi.
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun telah menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa tidak puas, karena tingkat kerja berkurang.	30 - 60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap dapat beroperasi dan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin.	1 - 2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	Mesin tetap dalam beroperasi, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	2 - 4 jam <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrem	Mesin tetap dapat beroperasi, telah kehilangan fungsi utama mesin.	4 - 8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja.	> 8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak di operasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba dan bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>

Sumber: Gaspersz (2002)

Tabel 2.3 *Occurance Rating*

<i>Ranking</i>	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat kejadian kerusakan
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi
2	<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6.001-10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001-6.000 jam operasi
4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001- 3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001- 2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401- 1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101- 100 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11- 10 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2- 10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 <i>jam operasi</i>

Sumber: Gaspersz (2002)

Tabel 2.4 *Detection Rating*

<i>Ranking</i>	Kejadian	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	<i>Moderately high</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate high</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	<i>Moderate</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	Sangat rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	<i>Remote</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

9	<i>Very remote</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>very remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
10	Tidak pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan selalu tidak mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan metode kegagalan.

Sumber: Gaspersz (2002)

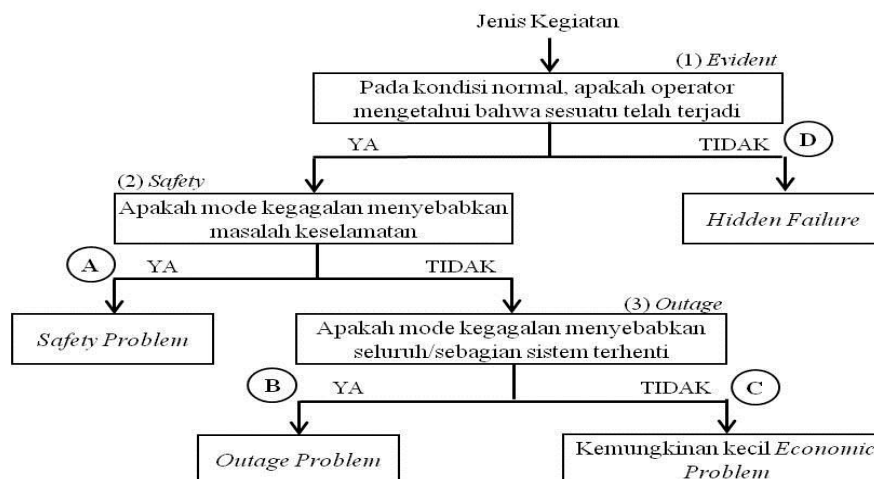
6. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan. melakukan tinjauan fungsi dan kegagalan fungsi sehingga status *mode* kerusakan tidak sama. Proses LTA menggunakan pertanyaan logika yang sederhana atau struktur keputusan kedalam empat kategori, setiap pertanyaan akan dijawab “Ya” atau “Tidak”. Analisis kekritisian menentukan setiap jenis kerusakan ke dalam empat kategori. Keempat analisis kekritisian itu sebagai berikut: (Smith and Hinchcliffe, 2004)

- a. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- b. *Safety*, yaitu apakah *mode* kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- c. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
- d. *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni:
 - 1) Kategori A (*safety problem*): jika *failure mode* mempunyai konsekuensi *safety* terhadap personal maupun lingkungan
 - 2) Kategori B (*outage problem*): jika *failure mode* mempunyai konsekuensi terhadap operasional *plant* sehingga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan
 - 3) Kategori C (*economic problem*): jika *failure mode* tidak berdampak pada *safety* maupun operasional *plant* dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan

- 4) Kategori D (*hidden failure*): jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure*, yang kemudian digolongkan lagi kedalam kategori D/A, kategori D/B dan kategori D/C.

Pada Gambar 2.1 berikut dapat dilihat struktur pertanyaan dari *Logic Tree Analysis* (LTA).



Gambar 2.2 *Logic Tree Analysis*
Sumber: Smith and Hinchcliffe (2004)

7. Pemilihan tindakan

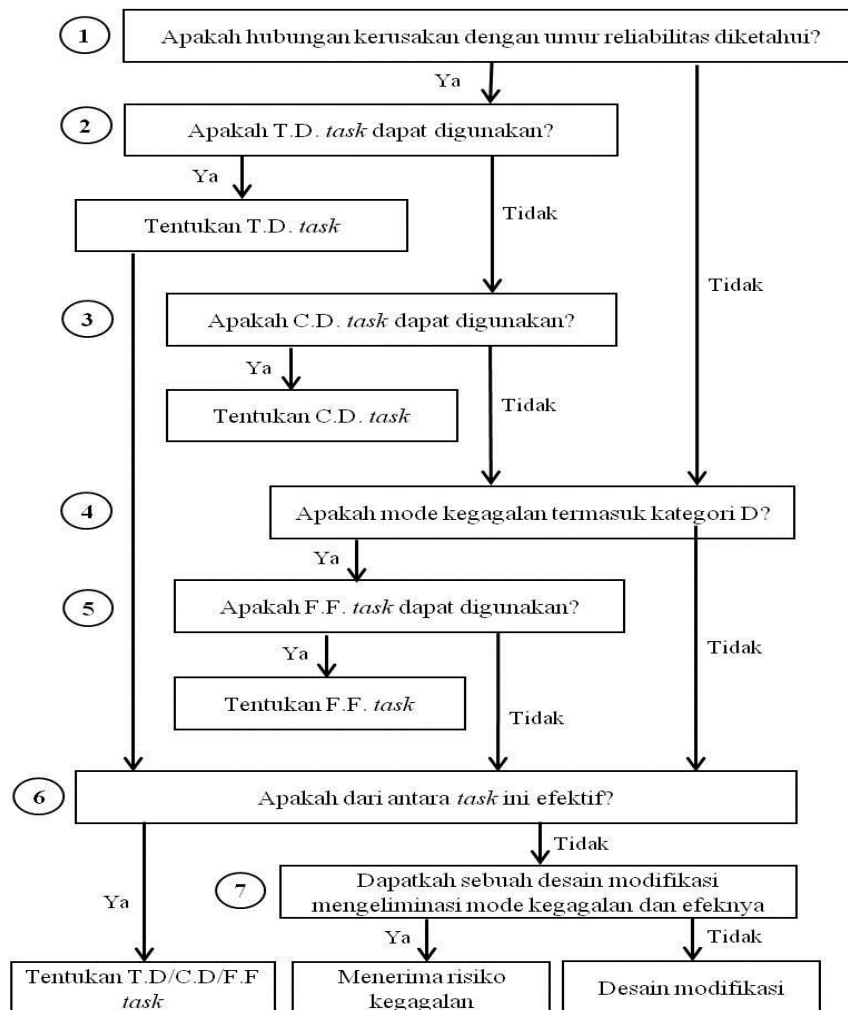
Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tugas yang dipilih dalam kegiatan *preventive maintenance* harus memenuhi syarat berikut:

- a. Jika tindakan pencegahan tidak dapat mengurangi resiko terjadinya kegagalan majemuk sampai suatu batas yang dapat diterima, maka perlu dilakukan tugas menemukan kegagalan secara berkala. Jika tugas menemukan kegagalan berkala tersebut tidak menghasilkan apa-apa, maka keputusan standar selanjutnya yang wajib dilakukan adalah mendesain ulang sistem tersebut (tergantung dari konsekuensi kegagalan majemuk yang terjadi). Jika tindakan pencegahan tidak dapat mengurangi resiko terjadinya kegagalan yang dapat mengancam keselamatan ataupun dampak lingkungan sampai batas aman, maka sebaiknya dilakukan desain ulang maupun perubahan terhadap sistem tersebut.
- b. Jika tindakan pencegahan dilakukan, akan tetapi biaya proses total masih lebih besar daripada jika tidak dilakukan, yang dapat menyebabkan

terjadinya konsekuensi operasional, maka keputusan awalnya adalah tidak perlu dilakukan *maintenance* terjadwal (jika hal ini telah dilakukan dan ternyata konsekuensi operasional yang terjadi masih terlalu besar, maka sudah saatnya untuk dilakukan desain ulang terhadap sistem).

- c. Jika dilakukan tindakan pencegahan, akan tetapi biaya proses total masih lebih besar dari pada jika tidak dilakukan tindakan pencegahan, yang dapat menyebabkan terjadinya konsekuensi non operasional, maka keputusan awalnya adalah tidak perlu dilakukan *maintenance* terjadwal, akan tetapi apabila biaya perbaikannya terlalu tinggi, maka sekali lagi sudah saatnya dilakukan desain ulang terhadap sistem.

Road map pemilihan tindakan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 2.3 *Road Map* Pemilihan Tindakan
Sumber: Smith and Hinchcliffe (2004)

Keterangan:

- a. *Condition Directed* (C.D), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
- b. *Time Directed* (T.D), tindakan yang diambil yang lebih berfokus pada aktivitas pembersihan yang dilakukan secara berkala.
- c. *Finding Failure* (F.F), tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.
- d. *Run to Failure* (R.T.F), tindakan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan komponen (melakukan penggantian komponen). Suatu tindakan yang menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan ekonomis yang dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.

2.3 Keandalan

Perawatan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem perawatan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan perawatan sendiri. Akhir-akhir ini konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan jumlah suku cadang dalam kegiatan perawatan. Ukuran keberhasilan suatu tindakan perawatan (*maintenance*) dapat dinyatakan dengan tingkat *reliability*.

Menurut Ebeling (1997) dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Menurut Birolini (2003) *reliability* dapat didefinisikan sebagai karakteristik probabilitas suatu sistem dapat melakukan fungsinya dalam kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Secara umum *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan, Tujuan utama dari studi keandalan adalah untuk memberikan informasi sebagai basis untuk mengambil

keputusan. Selain itu teori *reliability* dapat digunakan untuk memprediksi kapan suatu komponen pada suatu mesin akan mengalami kerusakan, sehingga dapat menentukan kapan harus dilakukan perawatan, pergantian dan penyediaan komponen. Beberapa parameter utama yang menggambarkan keandalan:

1. *Mean Time Between Failure* adalah jarak waktu rata-rata antar kegagalan komponen atau sistem yang dapat diperbaiki
2. *Mean Time to Repair* adalah jarak waktu rata-rata antara kebutuhan perbaikan
3. *Mean Time to Failure* adalah jarak waktu rata-rata antar kegagalan komponen atau sistem yang harus diganti
4. *Failure Rate* adalah frekuensi kegagalan suatu komponen atau sistem
5. *Mean Life to Component* adalah rata-rata usia kegunaan komponen

2.4 Pola Distribusi Data Dalam Keandalan

Dalam menghitung keandalan, distribusi statistik digunakan untuk menentukan interval perawatan. Berikut adalah distribusi yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang banyak digunakan terutama dalam analisis umur suatu objek karena bentuk distribusinya yang bermacam-macam sehingga memungkinkan berbagai bentuk data untuk sesuai dengan distribusi. Dalam distribusi Weibull terdapat 2 parameter, yaitu (1) β (beta) yang disebut *shape parameter* yaitu parameter yang menentukan bentuk dari distribusi data dan (2) θ (theta) yang disebut *scale parameter* yang mempengaruhi sebaran data. Parameter beta menggambarkan laju kerusakan pada komponen atau sistem. Untuk menghitung keandalan dalam distribusi ini digunakan formula (Ebeling, 1997):

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

Dimana $t \geq 0$, $\theta > 0$ dan $\beta > 0$

Dengan:

β = parameter bentuk

θ = parameter skala

e = bilangan euler

Perubahan nilai dari parameter bentuk (β) yang menggambarkan laku kerusakan dijelaskan dalam tabel bawah ini (Ebeling, 1997):

Tabel 2.5 Nilai Parameter Bentuk (β) Distribusi Weibull

Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
$0 < \beta < 1$	Laju kerusakan menurun (DFR)	$\beta > 2$	Laju kerusakan meningkat (IFR)
$B = 1$	Laju kerusakan konstan (CFR) Distribusi eksponensial		Kurva berbentuk konveks
$1 < \beta < 2$	Laju kerusakan meningkat (IFR)	$3 < \beta < 4$	Laju kerusakan meningkat (IFR)
	Kurva berbentuk konkaf		Distribusi normal
$\beta = 2$	Laju kerusakan linier (LFR)		
	Distribusi Rayleigh		

2. Distribusi Normal

Distribusi normal cocok digunakan untuk memodelkan fenomena keausan dan *fatigue*. Parameter yang digunakan dalam distribusi normal yaitu μ yaitu rata-rata dan σ^2 yaitu variansi. Distribusi normal juga dapat digunakan untuk menganalisis probabilitas lognormal karena terdapat hubungan dengan distribusi lognormal. Fungsi keandalan pada distribusi ini adalah (Ebeling, 1997):

$$R(t) = 1 - \Phi \frac{t-\mu}{\sigma} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana $\mu > 0$, $\sigma > 0$, dan $t > 0$

Dengan:

μ = rata-rata

σ = variansi

ϕ = fungsi densitas probabilitas

3. Distribusi Lognormal

4. Distribusi lognormal menggunakan 2 parameter yaitu s sebagai parameter bentuk dan t_{med} sebagai parameter lokasi, yang merupakan nilai tengah dari distribusinya. Distribusi ini dapat memiliki berbagai macam bentuk sehingga data yang sesuai dengan distribusi Weibull biasanya juga sesuai dengan

distribusi lognormal. Fungsi keandalan distribusi lognormal adalah (Ebeling, 1997):

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana $s > 0$, $t_{med} > 0$, dan $t > 0$

Dengan:

s = parameter bentuk

t_{med} = parameter lokasi

Φ = fungsi densitas probabilitas

5. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial digunakan ketika tingkat kegagalan komponen atau sistem adalah konstan, atau disebut *constant failure rate model*. Pada distribusi ini laju kerusakan konstan terhadap waktu sehingga kegagalan tidak bergantung pada umur komponen atau sistem. Untuk menghitung keandalan pada saat t , digunakan fungsi keandalan sebagai berikut (Ebeling, 1997):

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana $t > 0$ dan $\lambda > 0$

Dengan:

e = bilangan euler

λ = tingkat kegagalan per jam atau siklus untuk menghitung tingkat kegagalan (λ) digunakan formula (Ebeling, 1997):

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \dots \dots \dots (5)$$

Pada distribusi ini tingkat kegagalan per jam atau siklus ($\lambda(t)$) sama dengan λ .

2.5 Uji Kesesuaian

Dalam menganalisis kesesuaian data dapat dimanfaatkan Uji *Goodness of fit* (kesesuaian) antara frekuensi hasil pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan. Uji ini dilakukan dengan membandingkan hipotesa nol (H_0) yang menyatakan bahwa data kerusakan mengikuti distribusi pilihan dan hipotesis alternatif yang menyatakan bahwa data kerusakan tidak mengikuti distribusi pilihan. Pengujian yang dilakukan dalam *Goodness of Fit* ada tiga macam, yaitu *Mann Test* untuk distribusi *Weibull*, *Bartlett Test* untuk distribusi

Eksponential dan *Kolmogorov-Smirnov* untuk distribusi *Normal* dan *Lognormal*.

1. *Mann Test*

Untuk *Mann Test* hipotesis cara untuk melakukan uji ini adalah :

H_0 : Data kerusakan untuk distribusi *Weibull*

H_1 : Data kerusakan tidak berdistribusi *Weibull*

2. *Bartlet's Test*

Untuk *Bartlet's*, hipotesis untuk melakukan uji ini adalah

H_0 : Data kerusakan berdistribusi *Eksponential*

H_1 : Data kerusakan tidak berdistribusi *Eksponential*

3. *Kolmogorov-Smirnov Test*

Dalam metode *Kolmogorov-Smirnov* hipotesis dalam melakukan uji ini adalah:

H_0 : Data kerusakan berdistribusi *Normal* atau *Lognormal*

H_1 : Data kerusakan tidak berdistribusi *Normal* atau *Lognormal*

2.6 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure merupakan rata-rata selang waktu kerusakan dari suatu distribusi kerusakan. Perhitungan MTTF untuk masing-masing distribusi adalah:

1. Distribusi *Weibull*

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots \dots \dots (6)$$

2. Distribusi *Normal*

$$MTTF = \mu \dots \dots \dots (7)$$

3. Distribusi *Lognormal*

$$MTTF = t \frac{s^2}{med e^{\frac{s^2}{2}}} \dots \dots \dots (8)$$

4. Distribusi *Eksponential*

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (9)$$

2.7 Mean Time To Repair (MTTR)

Untuk menghitung nilai rata-rata perbaikan, distribusi data untuk waktu perbaikan, distribusi data untuk waktu perbaikan perlu diketahui lebih dahulu. Pengujian untuk menentukan distribusi data dilakukan dengan cara seperti yang ada diatas. Rumus untuk masing-masing distribusi adalah:

1. Distribusi *Weibull*

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots(10)$$

2. Distribusi *Normal*

$$MTTR = \mu \dots\dots\dots(11)$$

3. Distribusi *Lognormal*

$$MTTR = t \frac{s^2}{mede^2} \dots\dots\dots(12)$$

4. Distribusi *Eksponential*

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots(13)$$

2.8 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Nurato, Muhammad Kholil dan Joko S. (2015). Penelitian tersebut meneliti obyek mesin Okuma HJ 28 yang merupakan jenis mesin bubut (CNC Lathes). Permasalahan yang ada dalam penelitian tersebut adalah adanya *downtime* penyebab berhentinya proses produksi serta pembengkakan biaya perawatan sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan serta belum adanya perencanaan perawatan dengan sistem *preventive maintenance*. Penelitian tersebut diarahkan untuk mengetahui penyebab kegagalan fungsi sistem pada mesin Okuma HJ 28 dan mengetahui bagaimana sistem pemeliharaan mesin Okuma bekerja. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan proses yang digunakan untuk memutuskan jenis perawatan serta penggetesan apa yang dibutuhkan oleh suatu sistem agar sistem tersebut dapat terus berjalan sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna untuk bekerja sesuai dengan konteks operasinya. RCM yang digunakan pada penelitian tersebut memiliki 3 alat pengambilan keputusan utama

yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diagram pengambilan keputusan RCM dan tabel pengambilan keputusan RCM. Hasil yang didapatkan dari penerapan metode penelitian ini berupa interval perawatan *shiftly maintenance*, *monthly maintenance* dan *three months maintenance*. Jenis perawatan yang dilakukan adalah perawatan pencegahan, perawatan prediksi serta tidak ada perawatan (*no scheduled maintenance*). Perawatan pencegahan dilakukan untuk kegagalan sistem yang telah diketahui metode penyelesaiannya, sedangkan *predictive maintenance* dilakukan untuk sistem yang telah diketahui metode untuk memprediksi kegagalan sistem dan *no scheduled maintenance* dilakukan pada kegagalan sistem yang belum diketahui metode penyelesaiannya.

Penelitian berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Diana Puspita Sari dan Mukhammad Faizal Ridho (2016). Obyek yang diteliti adalah mesin *blowing* I di *plant* I PT. Pisma Putra Textile. Metode yang diterapkan pada penelitian tersebut adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. Penelitian difokuskan pada mesin *Blowing* I, karena memiliki *downtime* tertinggi. Berdasarkan frekuensi kerusakan mesin komponen yang paling sering rusak yaitu *flat belt* dan *apron berpaku*. Perawatan yang diperlukan dilakukan pada permukaan *belt* bergelombang, *belt* putus, kayu *apron* patah, dan paku-paku *apron* patah dengan *scheduled discard task* dengan interval perawatan dan *total cost* optimal berurutan yaitu 580 jam dengan TC Rp. 14661546,36, 465 jam dengan TC Rp 18350303,77, 490 jam dengan TC Rp 18966057,60, dan 450 jam dengan TC Rp 13419317,27. Sedangkan perawatan untuk kerusakan karet kendor adalah *scheduled restoration task* dengan interval perawatan 340 jam dan TC Rp 16338431,41. Total penurunan biaya keseluruhan sebesar Rp 21.587.975,45 atau 20,89% dari biaya perawatan perusahaan.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Wresni Anggraini dan Risvaldi (2016). Penelitian tersebut dilakukan di PT. Riau Graindo Pekanbaru yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan dan penerbitan koran. Dalam rentang waktu Januari hingga Desember 2013, di perusahaan tersebut terjadi 291 kali kerusakan pada komponen-komponen mesin *web*. Fungsi mesin *web* sangat vital dalam proses produksi di PT. Riau Graindo, yaitu berfungsi untuk melakukan pencetakan dan pewarnaan kertas. Dengan

menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*, penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan komponen-komponen kritis pada mesin *web*, kemudian menghitung *reliability* komponen agar dapat ditentukan jadwal penggantian komponen. Hasil penelitian menunjukkan urutan komponen mesin *web* yang paling kritis, yaitu; *roll* tinta, *roll* air, blangket, *gear* besar, *gear* kecil, *bealting* utama, *bealting* kecil dan *bearing roll* air. Nilai *reliability* komponen saat dilakukan penggantian adalah *roll* tinta 0.46; *roll* air 0.45; blangket 0.44; *gear* besar 0.42; *gear* kecil 0.47; *bealting* utama 0.49; *bealting* kecil 0.49; dan *bearing roll* air 0.47. Diusulkan penjadwalan penggantian komponen, yaitu *roll* tinta 104.5 jam; *roll* air 118.5 jam; blangket 114.5 jam; *gear* besar 536.8 jam; *gear* kecil 415.3 jam; *bealting* utama 176 jam, *bealting* kecil 218 jam, dan *bearing roll* air 206.5 jam, sehingga dengan adanya penjadwalan penggantian komponen, kerusakan-kerusakan komponen kritis selama proses produksi koran berlangsung dapat dihindari.