

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini membahas pengetahuan mengenai pengertian Manajemen Perawatan, Jenis-jenis Perawatan, Pengertian Reliability, Laju Kerusakan, Pengertian Mean Time To Failure, Mean Time To Reppair, Distribusi Keandalan, dan Identifikasi Penyebab Kegagalan Fungsi dari Sistem (*FMEA*), Diagram Pareto, Penggunaan RCM yang digunakan sebagai landasan teori yang memberikan acuan dalam mengevaluasi masalah yang dibahas dalam penelitian di bengkel PT. Puninar Jaya, yang merupakan tempat peneliti mengamati sistem yang berlangsung di dalamnya. Tinjauan pustaka juga dilakukan melalui referensi – referensi dari penelithan sebelumnya yang memiliki keterkaitan permasalahan.

2.1 Manajemen Perawatan (Maintenance)

Sistem perawatan merupakan suatu metode yang digunakan dalam kegiatan untuk mengadakan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, serta pengawasan dari mesin produksi dan mesin pendukung. Pengertian maintenance adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. Secara alamiah tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak bisa rusak. Usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala dengan suatu aktivitas yang dikenal dengan istilah perawatan.

Menurut Corder (1992), perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Menurut Assauri (1999), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Berdasarkan pada teori yang telah ada dapat diambil kesimpulan bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan.

Tujuan utama dilakukannya sistem manajemen perawatan menurut *Japan institute of plan Maintenance dan Colsutant TPM india*, secara detail disebutkan sebagai berikut:

- a. Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.
- b. Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- c. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
- d. Menjamin keselamatan operator dan pemakai fasilitas.
- e. Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- f. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- g. Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien.
- h. Mengadakan kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lain dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu keuntungan yang sebesar-besarnya dan total biaya yang rendah.

2.2 Klasifikasi Perawatan

Suatu peralatan selalu memiliki tindakan kegiatan perawatan yang bermacam-macam, sesuai dengan rekomendasi pabrikan alat itu sendiri, mulai dari tindakan perawatan ringan sampai tindakan perawatan yang berat yang mengharuskan penggantian mesin.

2.2.1. Preventive Maintenance

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi. Preventive Maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah / memindahkan kemungkinan munculnya gangguan / kerusakan pada

mesin. Preventive Maintenance dilakukan tanpa perlu menunggu adanya tanda-tanda kerusakan atau rusak. (Preventive Maintenance Scania handbook 2007)

1. Periodic Maintenance

Periodic Maintenance adalah pelaksanaan service yang harus dilakukan setelah peralatan bekerja untuk jumlah jam operasi tertentu.

2. Schedule Overhaul

Jenis perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu sesuai dengan standart overhaul. Dilakukan setelah ditentukan terhadap masing-masing komponen yang ada. Schedule Overhaul dilaksanakan untuk merekondisi mesin atau komponen agar kembali ke kondisi Standard Factory. Interval waktu yang telah ditentukan dipengaruhi oleh kondisi yang beraneka ragam seperti kondisi medan operasi, periodic service, skill operator dan sebagainya.

2.2.2. Corrective Maintenance

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan, sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Corrective Maintenance adalah perawatan yang dilakukan untuk mengembalikan mesin ke kondisi standart bisa berupa repair atau penyetelan, beda dengan preventive maintenance yang pelaksanaannya teratur tanpa menunggu adanya kerusakan, pada Corrective Maintenance justru perbaikan dilakukan setelah komponen / mesin tersebut telah menunjukkan adanya gejala kerusakan atau rusak (Preventive Maintenance Scania Manual Hand Book, 2007).

1. Repair Dan Adjustmen

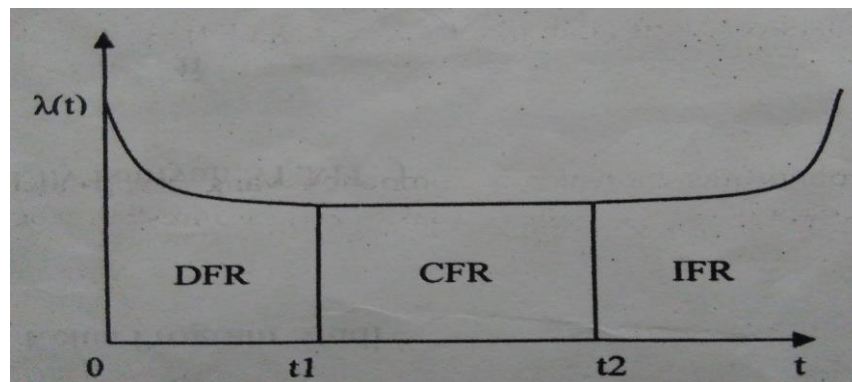
Adalah perawatan yang sifatnya memperbaiki kerusakan yang belum parah atau mesin yang belum Breackdown (tidak bisa digunakan)

2. Breackdown Maintenance

Adalah perawatan yang dilaksanakan setelah mesin tersebut betul-betul rusak, hal ini biasanya terjadi karena adanya kerusakan yang diabaikan/dibiarkan tanpa adanya usaha untuk memperbaiki sehingga kerusakan semakin lama semakin parah dan butuh waktu lama untuk perbaikan.

2.3 Laju Kegagalan

Menurut Ebeling (1997), Laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau sistem. Laju kegagalan dari suatu komponen atau sistem dapat di plot pada suatu kurva dengan variabel random waktu sebagai absis dan laju kegagalan dari komponen atau sistem sebagai ordinat. Kurva bathtub ini terdiri dari tiga buah bagian utama, yaitu masa awal (burn-in period), masa yang berguna (useful life period), dan masa aus (wear out period). Pengetahuan mengenai keandalan suatu sistem terlebih dahulu harus memperhatikan laju kerusakan dari suatu sistem. Laju kerusakan suatu sistem umumnya digambarkan dalam *bathub curve* seperti terlihat pada gambar.



Gambar 2.1. Kurva Bathub-shape (Ebeling, 1997)

Kurva bak mandi mendeskripsikan keterangan yang terdiri dari tiga bagian atau fase, yaitu:

1. Bagian pertama adalah tingkat kegagalan yang turun, yang dikenal sebagai kegagalan awal (masa awal / burn in period). Periode 0 sampai dengan t_1 , mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan.

Kurva menunjukkan bahwa laju kerusakan menurun dengan bertambahnya waktu atau diistilahkan dengan Decreasing Failure Rate (DFR). Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses manufaktur atau desain yang kurang sempurna. Jumlah kerusakan berkurang karena alat yang cacat telah mati kemudian diganti atau cacatnya dideteksi atau direparasi. Jika suatu peralatan yang dioperasikan telah melewati periode ini, berarti desain dan pembuatan peralatan tersebut di pabriknya sudah benar. Periode ini dikenal juga dengan periode pemanasan (burn in period). Model probabilitas yang sesuai adalah distribusi Weibull dengan $\alpha > 1$.

2. Bagian kedua adalah tingkat kegagalan yang konstan, yang dikenal sebagai kegagalan acak (masa berguna / useful life period). Periode t_1 sampai t_2 mempunyai laju kerusakan paling kecil dan tetap yang disebut Constant Failure Rate (CFR). Periode ini dikenal dengan Useful Life Period. Kerusakan yang terjadi bersifat random yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bekerjanya peralatan, sehingga periode ini merupakan periode pemakaian peralatan yang normal dan dikarakteristikan secara pendekatan dengan jumlah kerusakan yang konstan tiap satuan waktu. Distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial atau Weibull dengan $\alpha = 1$.
3. Bagian ketiga adalah tingkat kegagalan yang naik, yang dikenal sebagai kegagalan aus (masa aus / wear-out period). Pada periode setelah t_2 menunjukkan kenaikan laju kerusakan dengan bertambahnya waktu yang sering disebut dengan Increasing Failure Rate (IFR). Hal ini terjadi karena proses keausan peralatan. Model distribusi yang sesuai adalah Distribusi Weibull dengan $\alpha < 1$.

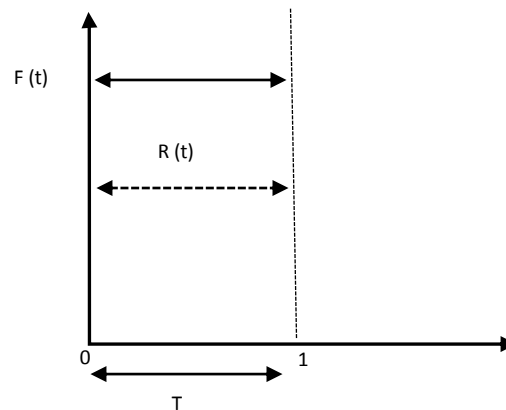
2.4 Devinisi Keandalan

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas komponen, peralatan, mesin, atau sistem tetap beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam interval waktu dan kondisi tertentu (Govil, 1990)

Dalam menyatakan berfungsi atau tidaknya suatu fasilitas/peralatan tertentu, kita dapat menyatakan dalam nilai keandalan dari fasilitas/peralatan tersebut.

Keandalan menyatakan konsep kesuksesan operasi atau kinerja dan ketiadaan kerusakan. Ketiadakandalan/kekurangandalan menyatakan kebaikannya. Teori keandalan menguraikan kegunaan interdisiplin, probabilitas, statistik, dan pemodelan stokastik, dikombinasikan dengan aspek keandalanrekayasa kedalam desain dan pengetahuan ilmu mekanisme kerusakan, untuk mempelajari berbagai aspek keandalan (blichke & Murthy, 2000).

Suatu peralatan dinyatakan memiliki dua state yaitu “baik” dan “rusak” yang merupakan proses probabilistik sehingga jika keandalan berharga 1, maka sistim dapat dipastikan sistimdalam keadaan baik dan jika berharga 0, dipastikan sistim dalam keadaan rusak. Jika keandalan adalah $R(t)$ maka keandalan berkisar $0 \leq R(t) \leq 1$ sehingga dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2. Fungsi keandalan sebagai fungsi waktu (Nachnul Ansori dan M. Imron Mustajib, 2013)

Dimana :

$R(t)$ = Fungsi keandalan

$F(t)$ = Probabilitas kerusakan

T = Lamanya suatu peralatan beroperasi sampai dengan rusak yang merupakan fariabel acak.

$R(t)$ = $P \{ \text{alat dapat berfungsi} \}$ pada saat t

= $P \{ T \}$ (mesin dapat berfungsi)

$$= 1 - F(t)$$

Jadi keandalan dapat dihitung dengan rumus

$$R(t) = \int_1^{\infty} f(t) dt$$

$$= 1 - F(t) \text{ untuk } 0 \leq R(t) \leq 1$$

Dimana :

$R(t)$ = Fungsi Keandalan

$F(t)$ = Probabilitas Kerusakan

Untuk $t \rightarrow 0$, $R(t) \rightarrow 1$, berarti sistem keadaan baik

Untuk $t \rightarrow \infty$, $R(t) \rightarrow 0$, berarti sistem keadaan rusak

2.5 Fungsi keandalan

Seperti yang sudah disebutkan diatas bahwa keandalan merupakan probabilitas kinerja dari sistem/alat untuk memenuhi fungsi-fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu. Sedangkan fungsi keandalan adalah suatu fungsi matematis yang menggambarkan fungsi kerusakan.

Variabel utama dalam fungsi keandalan adalah waktu terjadinya kerusakan (time failure). Fungsi tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$R(t) = \int_1^{\infty} f(t) dt = P(x > t)$$

Dimana:

$R(t)$ merupakan probabilitas peralatan dapat beroperasi hingga waktu t .

Probabilitas suatu peralatan mengalami kerusakan sebelum jangka waktu t disebut sebagai *CDF (Cumulative Distribution Failure)* dengan rumusan:

$$F(t) = P(x \leq t)$$

Sehingga dari kedua persamaan diatas dapat dirumuskan bahwa probabilitas keandalan suatu peralatan hingga waktu t dirumuskan

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$F(t) = \left(- \int_0^t \lambda(t) dt \right)$$

2.6 Kerusakan

Karakteristik kerusakan peralatan pada umumnya tidak sama meskipun dioperasikan pada waktu yang sama akan memberikan selang waktu terjadi kerusakan yang berbeda. Karena kerusakan suatu alat atau komponen tergantung pada variabel waktu dan untuk mengetahui variabel waktu kerusakan digunakan fungsi kepadatan probabilitas (Nachnul Ansori dan M. Imron Mustajib, 2013).

2.7 Model Distribusi Probabilitas keandalan versus Kerusakan

Waktu terjadinya kerusakan tiap peralatan merupakan variabel random. Sebelum menghitung nilai probabilitas keandalan suatu mesin atau peralatan maka perlu diketahui secara statistik distribusi kerusakan peralatan tersebut. Distribusi kerusakan digunakan untuk menentukan kerusakan komponen berdasarkan interval waktu kerusakannya. Menurut Gaspersz (2002) distribusi kegagalan adalah cara untuk mengetahui seberapa besar kegagalan terjadi. Distribusi kegagalan yang sering digunakan di dalam teori keandalan yaitu:

1. Distribusi Exponensial

Distribusi yang menggambarkan suatu kerusakan dari mesin yang disebabkan oleh kerusakan pada salah satu komponen dari mesin atau peralatan yang menyebabkan mesin terhenti. Dalam hal ini kerusakan tidak dipengaruhi oleh unsur pemakaian peralatan.

Digunakan untuk memodelkan laju kerusakan yang konstanta untuk sistem yang beroperasi secara kontinu. Dalam distribusi exponensial, beberapa persamaan yang digunakan antara lain:

- a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

t = Waktu $t \geq 0$

λ = Kecepatan rata-rata terjadi kerusakan $\lambda > 0$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan $F(t)$

$$f(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

- c. Fungsi keandalan distribusi eksponensial adalah :

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

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = e^{1/MTTF}$$

- d. Nilai laju kerusakan

$$h(t) = \lambda$$

2. Distribusi weibull

Distribusi ini paling banyak dipakai dalam perhitungan teknik keandalan. Dalam distribusi weibull dikenal dengan adanya dua parameter, yakni parameter berbentuk (β) dan parameter skala (α).

- a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan $F(t)$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

- c. Fungsi keandalan distribusi weibull

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

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = e^{1/MTTF}$$

- d. Fungsi laju kerusakan distribusi weibull

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

Parameter β disebut parameter bentuk atau kemiringan weibull (weibull slope), sedang parameter α disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup. Bentuk fungsi distribusi weibull bergantung pada parameter bentuknya (β), yaitu:

- a. $\beta < 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi hyper-exponential dengan laju kerusakan cenderung menurun.
- b. $\beta = 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi eksponensial dengan laju kerusakan cenderung konstan.
- c. $\beta > 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi normal dengan laju kerusakan cenderung meningkat.

3. Distribusi lognormal

Distribusi ini berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk kondisi yang bervariasi. Disini time to failure (t) dari satu komponen diasumsikan memiliki distribusi lognormal bila $y = \ln(t)$, mengikuti distribusi normal dengan rata-rata (μ) dan variansi adalah (σ)

- a. Fungsi kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{t \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan $F(t)$

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{t \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

- c. Fungsi keandalan distribusi lognormal :

$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{t \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = e^{1/MTTF}$$

- d. Fungsi laju kegagalannya adalah

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

4. Distribusi normal

Distribusi normal (Gaussian) mungkin merupakan distribusi probabilitas yang paling penting baik dalam teori maupun aplikasi statistik. Fungsi-fungsi dari distribusi Normal:

- a. Fungsi kepadatan probabilitasnya

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{t-\mu}{2\sigma^2}\right)^2}$$

Dimana:

σ = Standar deviasi dari variabel acak

μ = rata-rata dari variabel acak

- b. Fungsi kumulatif kerusakan $F(t)$

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{t-\mu}{2\sigma^2}\right)^2} dt$$

- c. Fungsi keandalan $R(t)$

$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{t-\mu}{2\sigma^2}\right)^2} dt$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

- d. Fungsi laju kerusakan $h(t)$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

5. Distribusi Gama

Distribusi Gamma memiliki karakter yang hampir mirip dengan distribusi Weibull dengan *shape* parameter β dan *scale* parameter α . Dengan

memvariasikan nilai kedua parameter tersebut maka ada banyak jenis sebaran data yang dapat diwakili oleh distribusi Gamma. Fungsi-fungsi dari distribusi Gamma:

- a. Fungsi kepadatan probabilitasnya

$$f(t) = \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} e^{-\frac{t}{\alpha}}; t \geq 0; \alpha, \beta > 0$$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan $F(t)$

$$F(t) = \int_0^t \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} e^{-\frac{t}{\alpha}} dt$$

- c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \int_t^\infty \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} e^{-\frac{t}{\alpha}} dt$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = e^{1/MTTF}$$

- d. Fungsi laju kerusakan $h(t)$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

2.8 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang akan dianalisis, sehingga kita dapat memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak terbesar terhadap kejadian tersebut. (Ir Nis Masrurroh MT, 2008).

Menurut Ariani (2004), terdapat beberapa tujuan dari diagram pareto tersebut, di antaranya adalah:

1. Membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah).
2. Mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas.
3. Memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya terbatas untuk menyelesaikan masalah.
4. Membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses.

2.9 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Menurut Chalifoux dan Baird (1999), RCM adalah pendekatan *maintenance* yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *Preventive Maintenance (PM)*, *Predictive Maintenance (PdM)* dan *Reactive Maintenance (RM)* untuk memaksimalkan umur (*life time*) dari suatu peralatan dan fungsi yang diperlukan.

Reliability Centered Maintenance adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua aset fisik terus melakukan apa yang user ingin dilakukan dalam kondisi operasinya saat ini. *Reliability Centered Maintenance* berdasarkan pada paham bahwa setiap aset digunakan untuk memenuhi fungsi atau fungsi spesifik dan perawatan itu berarti melakukan apapun yang perlu untuk memastikan bahwa aset terus memenuhi fungsinya untuk kepuasan user (*Moubray, 1997*). Tujuan dari Reliability Centered Maintenance adalah:

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 *equipment* dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
 4. Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum.
- Kelebihan yang dimiliki oleh *Reliability Centered Maintenance* ini adalah

sebagai berikut:

1. Dapat membuat suatu kegiatan ataupun program *maintenance* menjadi lebih efisien.
2. Meminimalisasi frekuensi dilakukannya *overhaul*.
3. Menurunkan biaya *maintenance* dengan mengeliminasi kegiatan *maintenance* atau *overhaul* yang tidak perlu.
4. Pengurangan probabilitas terjadinya kegagalan pada suatu alat atau fasilitas produksi.
5. Menambah keandalan komponen

Pada dasarnya *Reliability Centered Maintenance* berusaha menjawab tujuh pertanyaan utama tentang item atau peralatan yang menjadi obyek penelitian. Ketujuh pertanyaan mendasar *Reliability Centered Maintenance* tersebut antara lain (Moubray, 1997) :

1. Apakah fungsi dan hubungan performansi standar dari item dalam konteks operasional saat ini ?
2. Bagaimana peralatan tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya ?
3. yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi tersebut ?
4. Apakah yang terjadi pada saat terjadi kerusakan ?
5. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut terjadi?
6. Apakah yang dapat dilakukan untuk memprediksi dan mencegah masingmasing kegagalan tadi ?
7. Apakah yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak berhasil ditemukan ?

Ketujuh pertanyaan akan dimasukkan kedalam *RCM Decision Worksheet* yang merupakan dokumen lembar kerja kedua dalam pengerjaan RCM. *Worksheet* ini digunakan untuk merecord jawaban dari pertanyaan yang muncul dari *decision diagram*, sehingga kita dapat mengetahui :

1. Apa saja kegiatan rutin *maintenance* (jika ada) yang harus dilakukan, berapa sering dilakukan dan siapa yang melakukan
2. Kegagalan mana sajakah yang cukup sering sehingga perlu dilakukan *redesign*

3. Keadaan/ kondisi dimana keputusan yang sudah diambil diberikan untuk menghadapi kegagalan yang terjadi.

Dari data yang didapat dari fmea dan perhitungan maka didapat RCM Decision Worksheets sebagai berikut:

1. *Information Reference*

Mengacu pada informasi yang diperoleh dari FMEA yakni dengan memasukkan kode yang dimiliki *Function Failure*, serta *Failure Mode* dari masing-masing *equipment*

2. *Consequence Evaluation*

Merupakan konsekuensi yang ditimbulkan karena terjadinya kegagalan fungsi. Dalam RCM *Failure Consequence* dibedakan menjadi 4 jenis yakni *Hidden failure*, *Safety Effect*, *Environmental Effect* dan *Operational Effect*. Pengisian yang dilakukan dalam *consequence evaluation* adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Penentuan Kriteria Dampak/ Konsekuensi dalam RCM

<i>Failure Consequence</i>	Memiliki Konsekuensi	Tidak Memiliki Konsekuensi
Kolom H (<i>Hidden Function</i>)	<i>Failure modes</i> tidak dapat diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal	<i>Failure modes</i> dapat diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal
Kolom S (<i>Safety</i>)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada Keselamatan Kerja Operator	<i>Failure Mode</i> tidak berdampak pada Keselamatan Kerja Operator
Kolom E (<i>Environment</i>)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada Lingkungan sekitar	<i>Failure mode</i> tidak berdampak pada Lingkungan sekitar
Kolom O (<i>Operational</i>)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan	<i>Failure Mode</i> tidak berdampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan

Sumber: John Mourbray, 1997.

3. *Proactive task & Default Action*

Proactive task merupakan tindakan/kondisi yang diambil dalam mencegah terjadinya *failure modes*. Dalam penentuan tindakan tersebut

akan dibantu dengan *Decision Diagram* dengan memenuhi *technically feasible* dan *worth doing* yang telah ditetapkan dalam RCM, yakni sebagai berikut :

Tabel 2.2. Penentuan Persyaratan Kondisi *Proactive Task* Dalam RCM

Proactive Task	Persyaratan Kondisi proactive task
Kolom H1/S1/O1/N1 <i>Scheduled on condition task</i>	- memungkinkan untuk dilakukan pendeteksian terhadap gejala awal terjadinya kerusakan - dapat dilakukan <i>monitoring</i> terhadap item pada interval kurang dari P-F interval - apakah dalam interval waktu tersebut cukup untuk dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi/ mengeliminasi <i>functional failures</i>
Kolom H2/S2/O2/N2 <i>Scheduled restoration task</i>	- dapat diidentifikasikan umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan - mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/ konsekuensi terhadap <i>safety/environment</i>) - dapat memulihkan daya tahan item terhadap kegagalan yang terjadi
Kolom H3/S3/O3/N3 <i>Scheduled Discard Task</i>	- dapat diidentifikasikan umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan - mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/ konsekuensi terhadap <i>safety/environment</i>)
Kolom H4/S4/O4/N4 <i>Scheduled failure finding task</i>	- pendeteksian untuk menemukan <i>hidden failure</i> memungkinkan untuk dapat dilakukan - task yang diberikan mampu menurunkan terjadinya <i>multiple failure</i> - task yang diberikan dilakukan sesuai dengan interval yang dikehendaki
Kolom H5 <i>Redesign</i>	- <i>hidden failure</i> dapat dicegah hanya dengan jalan melaksanakan perubahan desain pada mesin
Kolom S4 <i>Combination task</i>	- <i>safety effect</i> dapat dicegah apabila kombinasi aktifitas antar <i>proactive task</i> bisa dilakukan

Sumber: John Murbray, RCM2

Apabila jawaban atas pertanyaan yang diajukan *decision diagram RCM* adalah dengan memenuhi persyaratan. Jika memenuhi persyaratan maka dijawab (*Ya*) dan dicatat dengan (Y) sedangkan apabila tidak memenuhi (*Tidak*) dicatat dengan (T) pada kolom *RCM Decision Worksheet*.

4. *Proposed Task*

Dari hasil keputusan yang didapatkan dituangkan kedalam tindakan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegalam

fungsi yang mungkin terjadi. Dalam *proposed task* dijelaskan tindakan perencanaan yang digunakan sebagai tindakan nyata untuk menerjemahkan hasil dari *proactive task* maupun *default action* yang diberikan.

5. *Initial interval*

Dipakai untuk mencatat interval perawatan optimal dari masing-masing *task* yang telah dihitung atau diberikan untuk *scheduled restoration/discard task*.

6. *Can be done by*

Dipakai untuk mencatat data siapa yang diberikan wewenang dalam melaksanakan aktifitas perawatan tersebut. Meliputi pihak yang berkaitan langsung dengan proses perawatan atau perbaikan item tersebut.

Tujuan utama dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsi sistem. RCM mempertahankan fungsi tersebut dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan tingkat kepentingan dari mode kegagalan. Lalu selanjutnya dilakukan pemilihan tindakan perawatan pencegahan yang efektif dan dapat diterapkan. Secara umum, langkah-langkah RCM terdiri dari 7 langkah seperti dijabarkan berikut ini. (Y.M. Kinley Aritonang 2015).

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi.

Bila keseluruhan sistem yang ada ingin diperbaiki, maka akan memakan waktu yang cukup lama dan membutuhkan biaya yang tinggi. Dengan demikian untuk menyederhakan permasalahan perlu ditentukan sistem yang akan dianalisis secara mendetail.

2. Definisi batasan sistem

Definisi batasan sistem dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk ke dalam sistem yang diamati.

3. Deskripsi sistem dan Functional Diagram Block (FDB)

Pendeskripsian sistem bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari sistem seperti data historis dari sistem, cara kerja sistem bersangkutan, input dan output sistem, dsb.

4. Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional.

Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Kegagalan (*failure*) dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk melakukan apa yang diharapkan oleh pengguna. Sedangkan kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performansi standar yang dapat diterima oleh pengguna.

5. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA bertujuan untuk menentukan mode kegagalan yang signifikan dan efek kerusakan tersebut pada sistem. Failure effect merupakan akibat yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang terjadi. Hubungan antar kegagalan fungsi serta penyebab terjadi kegagalan tersebut dapat ditentukan dengan cara mendata kegagalan fungsi yang telah terjadi (*data historis*). Selanjutnya analisa tersebut digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

FMEA sering menjadi langkah awal dalam mempelajari keandalan sistem. Kegiatan FMEA melibatkan banyak hal-seperti *me review* berbagai komponen, rakitan, dan subsistem-untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalannya, penyebab kegagalannya, serta dampak kegagalan yang ditimbulkan. Untuk masing-masing komponen, berbagai mode kegagalan berikut dampaknya pada sistem ditulis pada sebuah *FMEA worksheet*. (Ir. Nisa Masruroh. 2008). Dalam menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *severity, occurrence, detection* serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (RPN). Menurut Nisa Masruroh (2008) penjelasan dari RPN adalah sebagai berikut:

a *Severity*

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. Dampak tersebut

dirancang mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Tabel 2.3. *Rating Severity dalam FMEA*

Rating	Akibat	Kriteria Verbal	Akibat pada produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak ada akibat apa-apa (tidak ada akibat) dan tidak ada penyesuaian yang diperlukan	Proses berada dalam pengendalian tanpa perlu penyesuaian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti	Proses berada dalam pengendalian membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi aman, hanya terjadi sedikit gangguan	Proses berada diluar pengendalian beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi aman, namun terdapat gangguan kecil	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi aman, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk	30 - 60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk	1 - 2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi aman, tetapi tidak dapat dijalankan	2 - 4 jam <i>downtime</i>

8	Akibat ekstrim	Mesin tidak dapat beroperasi, telah kehilangan fungsi utama mesin	4 - 8 jam downtime
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja	> 8 jam downtime
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak beroperasi, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, bertentangan dengan aturan keselamatan kerja	> 8 jam downtime

Sumber : Nisa Masruroh, MT 2008

b Occurrence

Occurrence adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan (*Possible failure rates*). Dengan memperkirakan kemungkinan *occurrence* pada skala 1 sampai 10.

Tabel 2.4. *Rating Occurrence dalam FMEA*

Rating	Akibat	Kriteria Verbal	Tingakt kejadian
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi mesin (14 bln)
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	6.001 - 10.000 jam operasi mesin (8-14 bln)
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001 - 6.000 jam operasi mesin (4-8 bln)

4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001 - 3.000 jam operasi mesin(3-4 bln)
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001 - 2.000 jam operasi mesin (42 hari - 3 bln)
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 - 1.000 jam operasi mesin (17-42 hari)
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 - 400 jam operasi mesin (4-17 hari)
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 - 100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi mesin

Sumber : Nisa Masruroh, MT 2008

c *Detection*

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Berdasarkan pada *rating detection*, jika *detection* menunjukkan “tidak pasti” maka dapat dikatakan sistem kontrol yang berfungsi tidak dapat mendeteksi kegagalan yang muncul dan termasuk ke dalam *rating* 10 dan seterusnya seperti yang telah dijelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.5. *Rating Detection dalam FMEA*

Rating	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan

2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan moderat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
5	Moderat	Perawatan preventif memiliki kemungkinan moderat untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab ke gagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
8	Sedikit	Perawatan preventif memiliki sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat sedikit	Perawatan preventif memiliki sangat sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan

Sumber: Nisa Masruroh, MT 2008

Risk Priority Number (RPN) digunakan untuk menentukan prioritas utama komponen yang perlu dilakukan tindakan perawatan pencegahan. Melalui FMEA didapatkan hasil penilaian RPN yang digunakan untuk mengetahui komponen kritis dari sebuah mesin yang kemudian akan dibuat pengkategorian konsekuensi kegagalan yang terjadi pada setiap komponen mesin. Penilaian pada FMEA terdiri dari *severity*, *occurrence*, dan *detection*. (Herry Christian Palit, dkk. 2012)

6. Logic Tree Analysis (LTA)

Logic Tree Analysis merupakan suatu pengukuran kualitatif yang digunakan untuk mengklasifikasi-kan mode kegagalan.

7. Task selection (pemilihan kegiatan perawatan)

Task Selection dilakukan untuk menentukan kebijakankebijakan yang mungkin untuk diterapkan (efektif) dan memilih task yang paling efisien untuk setiap mode kegagalan.

2.10 Mean Time To Reppair (MTTR)

Mean Time To Reppair adalah waktu dimana suatu produk atau sistem mulai rusak sampai selesai diperbaiki. Secara umum, waktu perbaikan atau *Mean Time To Reppair* diberlakukan sebagai variabel random karena kejadian yang berulang-ulang dapat mengakibatkan perbaikan yang berbeda-beda. *MTTR* diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$MTTR = \int_0^{\infty} t \cdot h(t) dt = \int_0^{\infty} (1 - H(t)) dt$$

Dimana:

$h(t)$: Fungsi kepadatan peluang

$H(t)$: Fungsi didtribusi komulatif

T : Waktu

Untuk perhitungan *mean time to repair* pada masing-masing distribusi memiliki kesamaan rumus dengan perhitungan *mean time to failure* (Hadi Santosa, dkk, 2014).

2.11 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean time to failure menyatakan rata-rata lama (waktu) pemakaian komponen sampai komponen tersebut rusak atau nilai harapan (ekspektasi) lama sebuah komponen dapat dipergunakan sampai rusak. MTTF dapat dirumuskan sebagai (Hadi Santosa, dkk, 2014):

$$MTTF = \int_0^{\infty} tf(t)dt$$

Untuk menghitung *Mean time to failure* dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Exponential

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

2. Weibul

$$MTTF = \alpha \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

3. Normal

$$MTTF = \mu$$

4. Log Normal

$$MTTF = \exp(\mu + (\frac{\sigma^2}{2}))$$

5. Gamma

$$MTTF = \alpha \times \beta$$

2.12 Penentuan Interval Perawatan

Dalam menentukan interval perawatan yang optimal pada tiap komponen, maka diperlukan parameter distribusi selang waktu kerusakan yang sesuai, biaya penggantian karena kerusakan dan biaya penggantian karena perawatan pada komponen mesin. Sebelum menentukan interval perawatan, maka dilakukan

perhitungan biaya sebagai berikut (Jazuli Mustofa 2014):

1. Biaya penggantian komponen karena perawatan (CM)

Biaya ini meliputi biaya tenaga kerja operator, biaya tenaga kerja *maintenance* atau mekanik dan harga komponen atau suku cadang. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena perawatan adalah :

$$CM = [(BiayaOperator + BiayaMekanik) \times MTTR] + HargaKomponen$$

2. Biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF)

Biaya penggantian ini meliputi biaya operator, biaya mekanik, biaya *downtime* dan harga komponen dimana keseluruhan biaya tersebut merupakan biaya kerugian yang diakibatkan karena kerusakan komponen. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena kerusakan adalah :

$$CF = [(BiayaOperator + BiayaMekanik + BiayaDowntime) \times MTTR] + HargaKomponen$$

Setelah diperoleh biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF), biaya penggantian karena perawatan (CM) serta parameter-parameter yang sesuai dengan pengujian distribusi, maka langkah selanjutnya adalah menghitung interval perawatan yang optimal sebagai berikut :

$$\lambda(TM) = \frac{R'(TM)}{R(TM)}$$

Maka diperoleh

$$\lambda(TM) \int_0^{TM} R(TM) dt + R(TM) = \frac{CF}{CF - CM}$$

Maka didapat

$$\frac{TM}{MTTF} = \frac{CF}{CF - CM} - 1$$

Sehingga

$$TM = \frac{CF}{CF - CM} \times MTTF$$

Terdapat hubungan antara pemeliharaan pencegahan, biaya perbaikan kerusakan dan terjadinya probabilitas siklus keandalan pada interval waktu selama fungsi padat probabilitas dalam menentukan total biaya pemeliharaan persatuan waktu, dapat dirumuskan sebagai berikut (Nachnul Ansori dan M. Imron Mustajib, 2013):

$$C(tP) = \frac{C_m \cdot R(t) + C_f \cdot (1 - R(t))}{F(t) \cdot R(t) + \int_{-\infty}^{tP} t \cdot f(t) dt}$$

Dimana:

- C (t) = Nilai biaya pemeliharaan
- C_m = Biaya pemeliharaan pencegahan
- C_f = Biaya perbaikan kerusakan
- R (t) = Probabilitas terjadinya siklus pertama
- T_p = Interfal waktu penggantian pencegahan
- F (t) = Fungsi Komulatif
- f(t) = Fungsi kerapatan peluang

Biaya perawatan merupakan hasil perhitungan kumulatif antara biaya akibat kerusakan dan biaya perbaikan. Maka langkah selanjutnya adalah menghitung interval perawatan yang optimal dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} TC &= C_f f_f + C_M f_M \\ &= C_f \left[\frac{1}{TM} \int_0^{TM} \lambda(t) dt \right] + C_M \left[\frac{1}{TM} \right] \\ &= \frac{1}{TM} \left[C_f \frac{1}{TM} \int_0^{TM} \lambda(t) dt + C_M \right] \end{aligned}$$

Keterangan :

TC : Biaya total yang dibebankan pada tiap jam operasi mesin

- TM : Interval waktu perawatan optimal dalam satuan jam
- Cf : Biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen untuk setiap siklus perawatan
- Cm : Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan
- ff : Frekuensi kegagalan
- fm : Frekuensi perawatan
- MTTF : Waktu rata-rata antar kerusakan

2.13 PENELITIAN PENUNJANG

Weny Yuliana Sari dan Yudha Prasetyawan (2012) yang berjudul *Perancangan Kebijakan Perawatan dan Penentuan Persediaan Spare Part di Sub Sistem Evaporasi Pabrik Urea Kaltim-3 PT Pupuk Kalimantan Timur* salah satu dari pabrik yang dimiliki PKT, yaitu Pabrik Kaltim-3 merupakan pabrik yang memiliki kapasitas produksi 330.000 ton amoniak per tahun (17,84 % dari keseluruhan produksi) dan 570.000 ton urea per tahun (19,13 % dari keseluruhan produksi). yang menjadi permasalahan aktivitas perawatan di PKT mengindikasikan terjadinya over dan under maintenance yang menyebabkan biaya besar. Penentuan interval waktu perawatan yang dilakukan masih menggunakan metode perhitungan yang konvensional. Waktu yang dibutuhkan untuk setiap periode perawatan nilainya sama. Padahal komponen yang telah mengalami proses perbaikan kondisinya tidak sebaik pada saat komponen tersebut masih baru (as good as new).

Kesimpulan yang didapat Fungsi utama dari sub sistem evaporasi adalah untuk meningkatkan konsentrasi larutan urea dari 75% hingga menjadi 99,8%, Hasil analisis FMEA akan dijadikan dasar dalam menentukan kebijakan perawatan, Interval waktu perawatan yang digunakan sebagian besar merupakan interval waktu perawatan hasil penyesuaian dengan TA. Akan tetapi terdapat 3 komponen yang interval perawatannya dihasilkan dari hasil perhitungan, yaitu bearing 2-P-303 A, mechanical seal 2-P-303 A, dan bearing 2-P-401 A. Hal ini dikarenakan ketiga komponen tersebut tidak menyebabkan shut down jika terjadi kegagalan sehingga jika dilakukan maintenance pada kondisi produksi normal tidak diperlukan shut down sub sistem.

Muhammad Aditya Putra dan Iveline Anne Marie (2015) dengan judul *Rancangan Perawatan Bus Trans Jakarta Menggunakan Pendekatan Reliability Centered* (studi kasus : Perum Damri SBU Busway Koridor I & VIII). Dengan kesimpulan Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada PERUM DAMRI SBU Busway dapat disimpulkan bahwa: dengan menggunakan pendekatan RCM dapat dihasilkan suatu kebijakan perawatan untuk komponen kritis yang diamati. Komponen kritis itu sendiri didapat dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan frekuensi kerusakan komponen. Komponen kritis yang didapat antara lain : komponen sistem brake, roda dan power steering.

Dari hasil pendekatan RCM tersebut didapat bahwa untuk ketiga komponen kritis yang diamati diberikan kebijakan perawatan yaitu *scheduled discard task*. Kebijakan tersebut mengharuskan untuk dilakukan penggantian komponen secara berkala berdasarkan interval waktu penggantian tertentu sebelum umur komponen habis. Interval waktu penggantian didapatkan dari perhitungan *preventive maintenance*, dimana hasil yang didapat untuk interval penggantian antara lain: komponen sistem brake: 370 jam atau 16 hari sekali, roda: 1988 jam atau 83 hari sekali dan power steering: 661 jam atau 28 hari sekali. Dari hasil interval waktu penggantian setiap komponen kritis, didapatkan peningkatan nilai reliabilitas dari sebelum dan sesudah perawatan pencegahan antara lain: komponen sistem brake: 70,5 % (dari 0,256 menjadi 0,961), roda: 12,5 % (dari 0,060 menjadi 0,186) dan power steering: 59,5 % (dari 0,193 menjadi 0,788).