

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Manajemen Perawatan

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 diatas 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. Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan manajemen ini adalah dengan mengembangkan dan menggunakan suatu penguraian sederhana yang dapat diperluas melalui gagasan dan tindakan.

Menurut Assauri (1999), beberapa tujuan dari manajemen perawatan adalah untuk menunjang aktivitas dalam bidang perawatan (*Maintenance*) adalah sebagai berikut :

- a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan mengenai investasi tersebut.
- d. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- e. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan.
- f. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi–fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan dan return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

Adapun tujuan perawatan atau pemeliharaan menurut Corder (1992), adalah sebagai berikut :

- a. Memperpanjang usia aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya). Hal ini terutama penting di negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk pergantian.
- b. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi (*Return Of Investment*) maksimum yang mungkin.

- c. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit suku cadang, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
- d. Membantu dalam menciptakan kondisi kerja yang aman, baik untuk bagian operasi maupun personil pemeliharaan lainnya dengan menetapkan dan menjaga standar pemeliharaan yang benar.

Menurut Assauri (1999), kegiatan perawatan atau maintenance yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. *Preventive Maintenance (Time Base 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.

- a. *Routine maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari.
- b. *Periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, meningkat menjadi satu bulan sekali.

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.

3. *Improvement Maintenance*

Suatu sistem perawatan yang dilakukan untuk merubah sistem suatu alat menjadi maksimal penggunaannya. Tujuan dari improvement maintenance adalah

- a. Memudahkan operasi dari suatu mesin
- b. Memudahkan pemeliharaan.
- c. Menaikan hasil kapasitas produksi.
- d. Memperkecil biaya pemeliharaan akibat ketidak efisienan dari penggunaan suatu mesin.
- e. Meningkatkan keselamatan kerja

1.2 Tugas dan Kegiatan Perawatan

Perawatan merupakan fungsi yang sangat penting dalam suatu perusahaan untuk menjamin kelancaran proses produksinya, maka dengan adanya bagian perawatan dalam suatu perusahaan merupakan sesuatu yang diharapkan. Menurut Hamsi (2004), pada dasarnya tugas dari bagian perawatan meliputi:

1. Perencanaan dan penugasan
2. Pemeriksaan dan pengawasan
3. Pengawasan bahan
4. Pekerjaan lapangan
5. Pekerjaan bengkel

Menurut Assauri (1999), kegiatan-kegiatan perawatan dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima pokok berikut:

1. Inspeksi (*inspections*) Meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*Routine Schedule Check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan.
2. Kegiatan Teknik (*Engineering*) Meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti.
3. Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan untuk memperbaiki dan mereparasi mesin dan peralatan, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan servis dan pelumasan (*lubrication*).
4. Pekerjaan Administratif Kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya yang berhubungan kegiatan pemeliharaan, komponen yang dibutuhkan, waktu yang dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen yang tersedia dibagian pemeliharaan.
5. Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*) Kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya, meliputi pembersihan dan pengecatan gedung dan kegiatan pemeliharaan peralatan

lain yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian perawatan.

Adapun tujuan pokok dari kegiatan pemeliharaan yang diadakan, yaitu

1. Untuk mengoptimalkan: efisiensi, ketersediaan dan MTBF dengan cara
 - a. Mengeliminasi pengaruh faktor lingkungan
 - b. Melaksanakan program pemeliharaan pencegahan
 - c. Melaksanakan manajemen instrument (monitoring pemakaian peralatan, kebijakan suku cadang, pelatihan)
2. Untuk meningkatkan kendali mutu (*Quality Control*) pekerjaan di lab. dengan cara :
 - a. Mempersiapkan dokumen *SOP (Standard Operation Procedures)*
 - b. Mempersiapkan dokumen *SPMP (Standard Preventive Maintenance Procedures)* dan Pengendalian mutu (*Quality Control*).
 - c. Melaksanakan manajemen pemeliharaan
 - d. Menyelenggarakan pelatihan Selain itu berhasil tidaknya kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan dapat dinilai melalui pengamatan atau pengevaluasian sebagai berikut :
 1. Kenaikan masa pakai operasi peralatan yang diukur pada MTBF (*Mean Time Between Failure*) yaitu : Selang waktu rata-rata diantara dua saat kerusakan atau kegagalan peralatan
 2. Pengurangan pada nilai kerugian, yang dilihat pada MTTR (*Mean Time To Repair*) yaitu : Selang waktu rata-rata yang diperlukan untuk mereparasi instrument, termasuk waktu untuk menunggu pengadaan suku cadang.

2.3 Kebijakan Pemeliharaan

Menurut Tampubolon (2004), Beberapa faktor perlu dipertimbangkan bila kebijaksanaan (*policy*) pemeliharaan akan diputuskan. Adalah menjadi tujuan setiap teknisi untuk menjamin bahwa pemeliharaan dilaksanakan dengan efisiensi yang maksimum, dan alat-alat tersebut harus dapat beroperasi pada saat ia dibutuhkan. Tujuan ini dapat lebih mudah dicapai bila alasan-alasan untuk

kebijaksanaan pemeliharaan telah dimengerti dan dipahami. Bila kebijaksanaan pemeliharaan hendak dilaksanakan, faktor-faktor berikut harus diperhatikan :

- a. *Operational requirements* Faktor OR sangat penting dalam menentukan kebijaksanaan pemeliharaan. Dengan OR dimaksudkan agar fungsi suatu peralatan harus dapat ditunjukkan dan dibawah kondisi yang bagaimana ia harus menunjukkan fungsinya tersebut. Dan tujuan dari organisasi pemeliharaan adalah untuk menjamin bahwa operasional dapat dicapai dengan biaya minimum.
- b. *Equipment characteristics (EC)* EC mencakup bagaimana suatu alat dibuat secara elektrik dan mekanik, dan cara bagaimana ia bisa bekerja secara memuaskan dan memenuhi operasional yang dikehendaki. Semakin besar kekomplekan suatu alat semakin sulit tugas pemeliharaan, karena akan semakin sulit pula mengisolir kegagalan. Bila tugas tsb semakin sulit, maka kebutuhan untuk pelatihan yang baik atau alat-alat bantu untuk pelaksanaan tugas akan semakin meningkat kepentingannya. Adalah sangat penting memperhatikan persyaratan-persyaratan awal (*precaution*) operasi suatu alat untuk keperluan keselamatan yang mencakup karakteristik elektrik dan mekanik. Karakteristik lain yang penting diperhatikan adalah persyaratan lingkungan kerja alat, yaitu kondisi eksternal terhadap alat dimana ia harus dioperasikan. Dalam hal ini adalah sangat penting adanya hubungan yang erat. antara kondisi lingkungan, keandalan dan kebijaksanaan pemeliharaan.
- c. *Aids to maintenance* Peralatan bantu untuk pemeliharaan adalah tools, peralatan untuk pengujian dan informasi yang menyangkut alat tsb. (catalog, operation manuals,) untuk keperluan pemeliharaan.
- d. *Training* Untuk melakukan training memerlukan waktu dan biaya, maka training adalah merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan kebijaksanaan pemeliharaan. Training yang dibutuhkan dapat disimpulkan dari perbedaan antara kemampuan yang dikehendaki dan kemampuan mula-mula orang yang terpilih untuk itu. Jadi kemampuan mula-mula plus pemberian sesuatu dalam training menghasilkan

kemampuan yang dikehendaki. Adalah dimungkinkan untuk mengurangi biaya pelatihan dengan cara meningkatkan standar seleksi para teknisi dan mempersingkat masa training, atau dengan menyempurnakan alat-alat bantu untuk pemeliharaan dengan maksud untuk menyederhanakan tugas, dan mengatasi masalah kurangnya kemampuan teknisi yang ada.

- e. *Job environment* Kondisi dimana para teknisi bekerja adalah juga sama pentingnya dengan kondisi dimana alat beroperasi. Diluar kepuasan fisik ruangan kerja, faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan suku-cadang, jumlah supervisi dan bimbingan yang diberikan, waktu yang tersedia untuk melengkap tugas dan safety precaution.

Kebijaksanaan perawatan yang paling baik adalah hasil kombinasi optimum dari kontribusi faktor-faktor tersebut diatas. Dan adalah agak sulit untuk menyatakan hal tersebut secara matematis. Tetapi adalah cukup bagi para teknisi untuk mengetahui bahwa kebijaksanaan pemeliharaan yang harus dilakukannya adalah merupakan hasil keseimbangan diantara faktor-faktor tersebut. Sudah tentu ketepatan kebijaksanaan yang diambil juga tergantung ketepatan informasi yang diperoleh. Beberapa aspek yang penting dalam hal ini adalah :

1. Data informasi keadaan alat (status alat)
2. Teknisi pemeliharaan (kemampuan, dedikasi terhadap prosedur dan sistem kerja, *log-book*). Teknisi adalah kunci dari umpan balik (*feed back*) proses yang diperoleh dari data hasil pengukuran dan observasinya. Semakin lengkap data yang dapat disimpulkan dan dikumpulkannya, semakin tepat kebijaksanaan yang akan dilaksanakan.
3. Informasi khusus mengenai alat adan informasi umum tentang komponen (basis data instrumen).

2.4 Keandalan

Pemeliharaan tidak dapat dipisahkan terhadap keandalan. Jika suatu instrument dapat dibuat betul-betul andal, maka sama sekali tidak diperlukan pekerjaan pemeliharaan. Oleh sebab itu adalah sangat essensial bagi orang-orang

pemeliharaan mengetahui tentang keandalan dan hubungannya dengan masalah pemeliharaan. Pengetahuan tentang mana komponen yang hampir seluruhnya andal, mana yang kurang andal akan sangat membantu tugas pemeliharaan, Efek-efek terhadap keandalan dan juga terhadap maintenance dari faktor-faktor: temperatur, kelembaban dan guncangan adalah juga penting, disamping metoda khusus seperti redundansi, dimana keandalan dapat diperbaiki pada tahap desain.

Keandalan (reliability) didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan melakukan fungsi yang diinginkan sepanjang suatu periode waktu tertentu bilamana digunakan pada kondisi-kondisi pengoperasian yang telah ditentukan. Atau dalam perkataan yang lebih singkat, keandalan merupakan probabilitas dari ketidak-gagalan terhadap waktu. Menurut Abbas (2005), menentukan keandalan dalam pengertian operasional mengharuskan definisi diatas dibuat lebih spesifik, yaitu:

1. Harus ditetapkan definisi yang jelas dan dapat diobservasi dari suatu kegagalan. Berbagai kegagalan ini harus didefinisikan relatif terhadap fungsi yang dilakukan oleh komponen atau sistem.
2. Unit waktu yang menjadi referensi dalam penentuan keandalan harus diidentifikasi dengan tegas.
3. Komponen atau sistem yang diteliti harus diobservasikan pada performansi normal. Ini mencakup beberapa faktor seperti beban yang didesain, lingkungan, dan berbagai kondisi pengoperasian .

Dalam mengevaluasi keandalan, variabel random yang dipakai umumnya adalah waktu dengan :

$$R(t) = P\{T \geq t\} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana : $R(t) \geq 0, R(0) = 1$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) = 0$

$R(t)$ = Probabilitas waktu kegagalan dimana nilainya lebih besar atau sama dengan t. Jika didefinisikan menjadi :

$$F(t) = 1 - R(t) = F(t) \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana: $F(0) = 0$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1$

$F(t)$ = Probabilitas kegagalan yang terjadi sebelum waktu t Menurut Ebeling (1997), pada saat $t = 0$ komponen atau sistem berada dalam kondisi akan beroperasi, sehingga probabilitas komponen atau sistem itu untuk mengalami kegagalan pada saat $t = 0$ adalah 0. Pada saat $t = \infty$, probabilitas untuk mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang dioperasikan akan cenderung mendekati 1.

Dengan berpedoman bahwa $R(t)$ sebagai fungsi keandalan dan $F(t)$ sebagai fungsi distribusi kumulatif dari distribusi kegagalan, maka :

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \dots \dots \dots (2.3)$$

Selanjutnya disebut sebagai *probability density function* dimana fungsi ini menggambarkan bentuk dari *failure distribution* yang meliputi $f(t) \geq 0$ dan

$$\int_0^{\infty} f(t)dt = 1, \text{ sehingga}$$

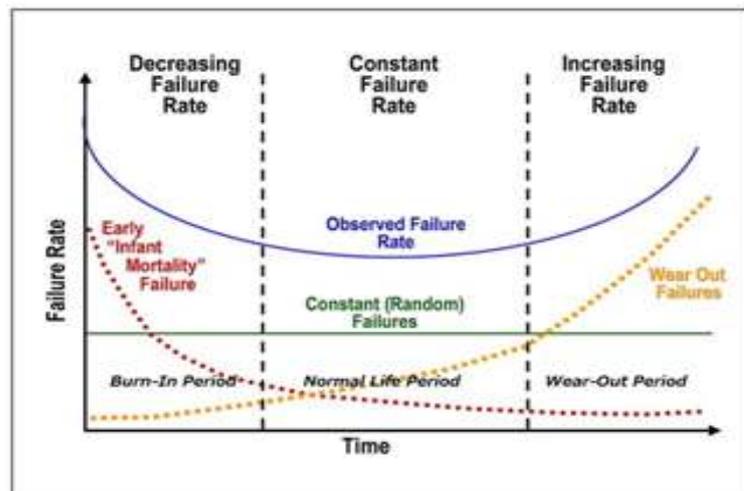
$$F(t) = \int_0^t f(t)dt \dots \dots \dots (2.4)$$

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \dots \dots \dots (2.5)$$

2.5 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 *bathub* 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*).



Gambar 2.1 Kurva Bathub

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 menufaktur 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 $\alpha > 1$

Probabilitas dari komponen untuk mengalami kegagalan pada interval waktu antara t dan $t + \Delta t$, jika komponen itu di ketahui berfungsi pada saat t dapat di ekspresikan dalam bentuk fungsi distribusi kumulatif sebagai $F(t + \Delta t) - F(t)$ sehingga menjadi :

$$P(t < T \leq t + \Delta t | T > t) = \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan interval waktu Δt dan membuat $\Delta t \rightarrow 0$, maka akan diperoleh laju kegagalan dari suatu komponen dan diekspresikan dengan notasi $z(t)$

$$z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R(t)} \dots\dots\dots (2.7)$$

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

Persamaan (2.8) disubstitusikan ke persamaan (2.3) menjadi :

$$z(t) = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots (2.9)$$

Kedua ruas 0 sampai t diintergralkan dan di substitusikan dengan R(0) = 1 menjadi :

$$\int_0^t z(t) dt = -\ln R(t) \dots\dots\dots (2.10)$$

Atau $R(t) = e^{-\int_0^t z(u) du} \dots\dots\dots (2.11)$

Untuk laju kegagalan yang konstan, $z(t) = \lambda$ maka berubah menjadi :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.5.1 Mean Time To Failure

Mean Time To Failure adalah rata-rata waktu suatu system akan beroperasi sampai terjadi kegagalan pertama kali. Waktu rata-rata kegagalan (*mean time to failure = MTTF*) dari suatu komponen yang memiliki fungsi densitas kegagalan (*failure density function*) $f(t)$ didefinisikan oleh nilai harapan dari komponen itu. Secara matematis waktu rata-rata kegagalan dapat diekspresikan sebagai :

$$MTTF = \int_0^{\infty} tf(t) dt \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.13), maka diperoleh :

$$MTTF = -\int_0^{\infty} tR'(t) dt \dots\dots\dots (2.14)$$

Integral

$$MTTF = -[tR(t)]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t)dt \dots\dots\dots (2.15)$$

Jika $MTTF < \infty$, maka nilai dari $[tR(t)]_0^{\infty} = 0$, sehingga :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \dots\dots\dots (2.16)$$

Untuk komponen yang memiliki fungsi keandalan $R(t) = e^{-\lambda t}$, maka diperoleh :

$$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (2.17)$$

2.5.2 Mean Time To Repair

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

$$|MTTR = \int_0^{\infty} t.h(t)dt = \int_0^{\infty} (1-H(t))dt \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

$h(t)$: fungsi kepadatan peluang untuk data waktu perbaikan

$H(t)$: fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan

t : waktu

2.5.2 Distribusi Kegagalan

Menurut Gaspersz (2002) distribusi kegagalan adalah cara untuk mengetahui seberapa besar kegagalan terjadi. Menurut Priyanta (2005), distribusi kegagalan yang sering digunakan di dalam teori keandalan yaitu:

1. Distribusi Lognormal

Time to failure dari suatu komponen dikatakan memiliki distribusi lognormal bila $y = \ln T$, mengikuti distribusi normal dengan *probability density function* :

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp\left[-\frac{1}{2s^2}\left(\ln \frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \text{ dan } t \geq 0 \dots\dots\dots (2.19)$$

Mean Time To Failure dari distribusi lognormal :

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \dots\dots\dots (2.20)$$

dengan *variance* :

$$\sigma^2 = t_{med}^2 \exp(s^2) [\exp(s^2) - 1] \dots\dots\dots (2.21)$$

dan fungsi keandalan :

2. Distribusi Weibull

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah T mengikuti distribusi Weibull dengan tiga parameter β, η dan γ , maka *probability density function* dapat dirumuskan sebagai :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots (2.23)$$

dengan : $\beta = \text{shape parameter}$, $\eta = \text{scale parameter}$, $\gamma = \text{shape parameter}$

Jika nilai dari $\gamma = 0$, maka akan diperoleh distribusi Weibull dengan dua parameter yaitu β dan η dengan *probability density function* :

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

..... (2.24)

Mean Time To Failure dari distribusi Weibull adalah :

$$MTTF = \gamma + \eta \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$$

(2.25)

dengan *variance* sebagai :

$$\sigma^2 = \eta^2 \left\{ \Gamma\left(\frac{2}{\beta} + 1\right) - \left[\Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \right]^2 \right\}$$

(2.26)

dan fungsi keandalannya adalah :

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

(2.27)

dimana $\Gamma(x)$ adalah fungsi gamma :

$$\Gamma(x) = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} dy \dots\dots\dots (2.28)$$

3. Distribusi Eksponensial

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah terdistribusi secara eksponensial dengan parameter λ , maka *probability density function* dapat dirumuskan sebagai :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.29)$$

Mean Time To Failure dari distribusi eksponensial adalah :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (2.30)$$

dengan *variance* :

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} \left(t - \frac{1}{\lambda}\right)^2 \lambda e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda^2} \dots\dots\dots (2.31)$$

dan fungsi keandalannya yaitu :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.32)$$

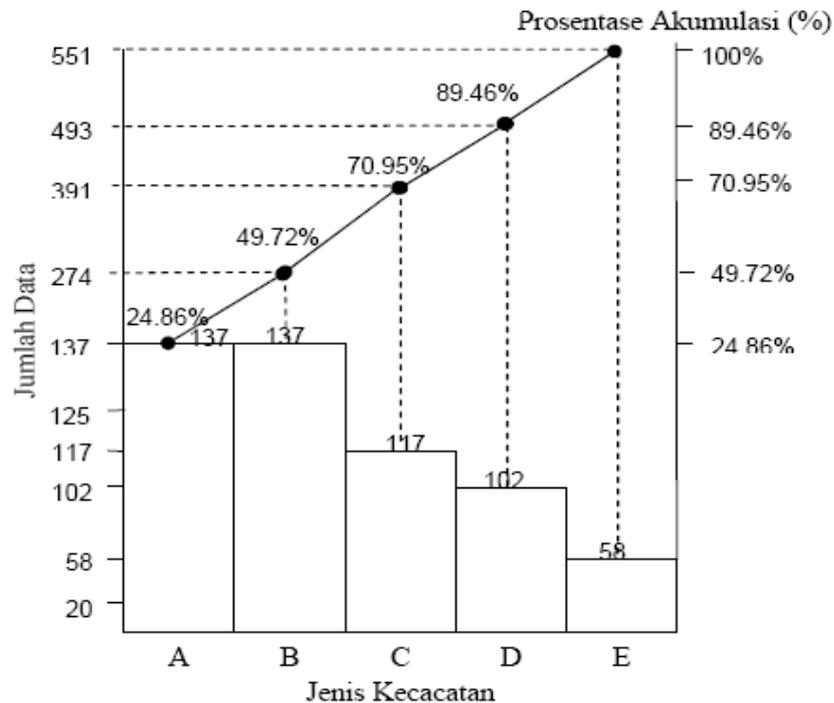
2.6 Diagram Pareto

Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848 – 1923). Diagram Pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah :

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relative masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

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. Gambar 2.2 berikut merupakan contoh penggunaan *pareto diagram*.



Gambar 2.2 *Pareto Diagram*

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.

2.7 *Reliability Centered Maintenance*

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 diatas 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. Meminimasi frekuensi dilakukannya overhaul.
3. Menurunkan biaya maintenance dengan mengeliminasi kegiatan maintenance atau overhaul yang tidak perlu.
4. Pengurangan probabilitas terjadinya kegagalan pada suatu ala atau fasilitas produksi.
5. Menambah keandalan komponen

Pada dasarnya *Reliability Centered Maintenance* berusaha menjawab 7 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 *item* atau peralatan tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya ?
3. Apa 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 masing-masing kegagalan tadi ?
7. Apakah yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak berhasil ditemukan ?

2.7.1 *Functions and Performance Standards*

Dalam menentukan apa yang harus dilakukan untuk meyakinkan bahwa beberapa aset fisik bekerja sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna dalam operasi aktual, maka harus :

1. Ditentukan apa yang pengguna ingin lakukan.
2. Meyakinkan bahwa ini dapat dilakukan dimana penggunanya akan mengoperasikannya.

Tujuan dari *functions and performance standards* adalah untuk menentukan fungsi dari *equipment systems* agar dapat beroperasi sesuai dengan *performance standards* yang telah ditetapkan dalam kebijaksanaan perusahaan.

Dengan berpedoman pada *functions and performance standards*, maka dapat dilakukan identifikasi apakah fungsi dari system tersebut menjalankan fungsinya dengan baik.

RCM mendefinisikan fungsi dari setiap aset disertai dengan *performance standards* yang diharapkan. Apa yang pengguna ekspektasikan dalam melakukan penggunaan dikategorikan dalam 2 fungsi, yaitu :

1. Fungsi primer merupakan fungsi utama, seperti output, kecepatan, kapasitas, kualitas produk atau pelanggan.
2. Fungsi standar artinya dimana diharapkan bahwa setiap aset dapat melakukan lebih dari fungsi primer, seperti keselamatan, baik bagi lingkungan, pengendalian, integritas, struktur, ekonomi, proteksi maupun efisiensi operasi. Para pengguna dari aset fisik biasanya dalam posisi terbaik dengan mengetahui secara pasti apa kontribusi setiap aset secara fisik dan keuangan dalam organisasi.

2.7.2 Failure Consequences

Failure Consequences adalah konsekuensi kegagalan fungsi suatu *item* dalam produksi atau operasional. Dalam *Reliability Centered maintenance* konsekuensi kegagalan diklasifikasikan dalam 4 bagian yaitu (Moubray, 1997) :

1. *Hidden Failure Consequences*

Dimana kegagalan tersebut tidak dapat dibuktikan secara langsung sesaat setelah kegagalan berlangsung.

2. *Safety and Environmental Consequences*

Safety Consequences terjadi apabila sebuah kegagalan fungsi suatu *item* mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan pekerja lainnya. *Environmental Consequences* terjadi apabila kegagalan fungsi suatu *item* berdampak pada kelestarian lingkungan.

3. *Operational Consequences*

Suatu kegagalan dikatakan mempunyai konsekuensi operasional ketika berakibat pada produksi atau operasional.

4. *Non Operational Consequences*

Kegagalan tidak termasuk dalam konsekuensi keselamatan atau produksi tetapi hanya melibatkan biaya perbaikan komponen.

2.7.3 *Proactive Task*

Proactive Task adalah suatu tindakan yang dilakukan sebelum terjadi kegagalan, dalam rangka untuk menghindarkan *item* dari kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan (*failed state*). Kegagalan ini bisa dikenal dengan *predictive* dan *preventive maintenance*. Dalam RCM *predictive maintenance* dimasukkan dalam aktifitas *scheduled on condition task*, sedangkan *preventive maintenance* dimasukkan dalam *scheduled restoration task* ataupun *scheduled discard task*. (Moubray, 1997) :

1. *Scheduled restoration task* dan *scheduled discard tasks*

Scheduled restoration task adalah tindakan pemulihan kemampuan *item* pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisi saat itu. Sedangkan *scheduled discard task* adalah tindakan mengganti *item* pada saat atau batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisi *item* saat itu.

2. *On-condition task*

Kegiatan pemeriksaan terhadap *potensial failure* sehingga tindakan dapat diambil untuk mencegah terjadinya *functional failure*.

2.7.4 *Default Action*

Default Action adalah suatu tindakan yang dilakukan ketika *predictive task* yang efektif tidak mungkin dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan. *Default Action* (Nordstrom, 2007) meliputi :

1. *Failure finding*

Failure finding meliputi tindakan pemeriksaan, apakah suatu komponen masih dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. *Failure finding* hanya diaplikasikan pada *hidden* atau kegagalan yang tidak dapat dibuktikan secara langsung.

2. *Redesign*

Membuat suatu perubahan untuk membangun kembali kemampuan suatu sistem. Hal ini mencakup modifikasi terhadap perangkat keras dan juga perubahan prosedur.

3. *No Scheduled Maintenance*

No scheduled maintenance sering digunakan untuk kegagalan yang *evident* (nyata) dan tidak mempengaruhi *safety* atau *environment*.

2.8 ***Failure Modes and Effects Analysis***

Failure modes and effects analysis (FMEA) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan. Teknik ini dikembangkan pertama kali sekitar tahun 1950-an oleh para *reliability engineers* yang sedang mempelajari masalah yang ditimbulkan oleh peralatan militer yang mengalami malfungsi. Teknik analisa ini lebih menekankan pada *hardware-oriented approach* atau *bottom-up approach*.

Dikatakan demikian karena analisa yang dilakukan dimulai dari peralatan dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkat yang lebih tinggi. FMEA sering menjadi langkah awal dalam mempelajari keandalan sistem. Kegiatan FMEA melibatkan banyak hal-seperti *mereview* 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*. Secara umum tujuan dari penyusunan FMEA adalah sebagai berikut :

1. Membantu dalam pemilihan desain alternatif yang memiliki keandalan dan keselamatan potensial yang tinggi selama fase desain.
2. Untuk menjamin bahwa semua bentuk mode kegagalan yang dapat diperkirakan berikut dampak yang ditimbulkannya terhadap kesuksesan operasional sistem telah dipertimbangkan.
3. Membuat list kegagalan potensial , serta mengidentifikasi seberapa besar dampak yang ditimbulkannya.
4. Men-*develop* kriteria awal untuk rencana dan desain pengujian serta untuk membuat daftar pemeriksaan sistem.
5. Sebagai basis analisa kualitatif keandalan dan ketersediaan.

6. Sebagai dokumentasi untuk referensi pada masa yang akan datang untuk membantu menganalisa kegagalan yang terjadi di lapangan serta membantu bila sewaktu-waktu terjadi perubahan desain.
7. Sebagai data input untuk studi banding.
8. Sebagai basis untuk menentukan prioritas perawatan korektif. Kegunaan dari Failure Modes and Effects Analysis adalah sebagai berikut :
 - a. Ketika diperlukan tindakan preventif atau pencegahan sebelum masalah terjadi.
 - b. Ketika ingin mengetahui atau mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.
 - c. Pemakaian proses baru.
 - d. Perubahan atau pergantian komponen peralatan.
 - e. Pemindahan komponen atau proses ke arah baru

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). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing definisi diatas, yaitu :

1. *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 2.1 *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 terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti	Proses berada dalam pengendalian hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap operasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan	Proses berada diluar pengendalian beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun terdapat gangguan kecil	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk	30 – 60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk	1 – 2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dan 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 <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 beroperasi, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>

2. 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.

Table 2.2. Rating Kemampuan dalam FMEA

Rating	Kategori	Kondisi Terjadi	Dampak B2J/Oring
1	Sebagai referensi	Mencirikan tingkat risiko sangat tinggi	1000 - 10000 jiwa operasi harian
2	Kecelakaan	Mencirikan tingkat risiko tinggi	6.000 - 10.000 jiwa operasi harian
3	Strategis vitalitas	Mencirikan tingkat risiko sangat vitalitas	4.000 - 6.000 jiwa operasi harian
4	Strategis	Mencirikan tingkat risiko vitalitas	3.000 - 4.000 jiwa operasi harian
5	Intensitas	Mencirikan tingkat risiko sebagai vitalitas	2.000 - 3.000 jiwa operasi harian
6	Keamanan	Mencirikan tingkat risiko sebagai vitalitas	1.000 - 2.000 jiwa operasi harian
7	Jangka panjang	Mencirikan tingkat risiko sebagai	1.000 - 1.000 jiwa operasi harian
8	Strategis	Mencirikan tingkat risiko sebagai	1.000 - 1.000 jiwa operasi harian
9	Strategis jangka panjang	Mencirikan tingkat risiko sangat sebagai	500 - 1.000 jiwa operasi harian
10	Strategis vitalitas	Mencirikan tingkat risiko sebagai	100 - 500 jiwa operasi harian

3. 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 table dibawah ini :

Tabel 2.3 Rating Detection dalam FMEA

Rating	Akibat	Kriteria verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventive akan selalu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventive memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventiv memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan 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 kegagalan 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

4. *Risk Priority Number*

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk matematis dari keseriusan effects (*severity*), kemungkinan terjadinya cause akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan effects (*occurrence*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.33)$$

Langkah-langkah dalam penyusunan Failure Mode and Effects Analysis adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nama mesin dan komponen yang menjadi obyek FMEA.
2. Mendeskripsikan fungsi dari komponen yang dianalisa.
3. Mengidentifikasi *Function failure* atau kegagalan fungsi.
4. Mengidentifikasi *Failure Mode* atau penyebab kegagalan yang terjadi .
5. Mengidentifikasi *Failure effect* atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan system.
6. Menentukan *Severity* atau penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan.
7. Menentukan *Occurrence* yaitu sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.
8. Menentukan *Detection* atau penilaian dari kemungkinan suatu alat dapat mendeteksi penyebab terjadinya bentuk kegagalan.
9. Menghitung RPN (*Risk Priority Number*) yaitu angka prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian *severity*, *occurrence* dan *detection* dengan rumus $RPN = S \times O \times D$

2.9 Penelitian Terdahulu

Nisa Masruroh, 2008 melakukan penelitian perencanaan kegiatan perawatan pada unit produksi butiran padat di PT Petrokimia Kayaku Gresik menggunakan metode *Realibility Centered Maintance*. Di dapatkan hasil interval perawatan untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial di antaranya adalah *counter saft* dengan *scheduled restroration* task dan interval perawatan selama 1.057,18 jam, V-Belt C-64 dengan *scheduled discard task* dan interval perawatan selama 256,68 jam , *bearing stretcher* 210 dengan *scheduled discard task* dan interval perawatan 106,65 jam, *chain drive* RS 50 dengan *scheduled restoration* task dan interval perawatan selama 429,78 jam, dan *filter bag* dengan *scheduled restoration task* dan interval perawatan selama 338,64 jam.

Prasetyo , Cahyo Purnomo, 2006 melakukan penelitian dengan analisa RCM pada unit penggilingan tebu di PT Meritjan Kediri . metode awal yang di pakai untuk mencari penyebab masalah adalah metode *Failure Modes and Effect analysis* (FMEA). Hasil analisa di peroleh pada mesin kritis pada unit penggilingan tersebut adalah *cane cutter* , *hammer unigrator* dan mesin penggiling. Dengan melakukan *proactive maintainance* bisa menurunkan biaya perawatan hingga 23,3%.metode FMEA juga di pakai Susilo Handoko untuk menyusun starategi perawatan pada *boiler* di pusdiklat Migas cepu (2005) dengan menggunakan analisa FMEA dan keandalan, Susilo Handoko bisa menetapkan interval waktu antara perawatan *preventive* yang paling optimal 360 hari.

Dwi agustina Kurniawati, Muhammad Lutffan muzaki, 2017 melakukan penelitian analisis perencanaan mesin dengan menggunakan metode RCM dan MVSM . di dapatkan hasil tindakan perawatan yang tepat pada oprasi sistem milling kondia menggunakan metode RCM yaitu Magnetik Kontraktor dengan *scheduled on condetition task* dengan interval perawatan selama 360 hari di kerjakan oleh mekanik , *Relay* di dapatkan *Scheduled On condition task* dengan initial interval selama 184 hari dan di kerjakan oleh mekanik , *Fuse/Sekering* di dapatkan *scheduled task* dengan initial interval selama 116 hari dan di kerjakan oleh mekanik, *Pisau frast finding failure A* di dapatkan *sheduled condition task* dengan initial interval selama 168 hari oleh operator.

Rio Prasetyo Lukodono, 2013 melakukan penelitian analisis penerapan Metode RCM dan Mvsm untuk meningkatkan keandalan pada sistem Maintanance (Study kasus PG. X). Di dapatkan kebijakan interval dan kegiatan perawatan mesin yang sesuai dengan metode RCM (Realibility Centered Maintanance) yaitu Rantai cane carrier 1 *scheduled on condition task* dengan interval perawatan yaitu selama 3642,23 jam. Sprocket Cane Caerier 1 combination task antara *Scheduled Discard task* dan *scheduled on condition task* dengan interval penggantian komponen yaitu selama 974,71 jam. Slat Cane Caririer 1 *scheduled on condition task* dan interval perawatan yaitu selama 974,71 jam. Rantai cane carrier II *Scheduled on Condition task* dengan interval perawatan yaitu selama 5588,68 jam.

