

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Operasi

Menurut Heizer dan Render (2011:36) Manajemen operasi adalah serangkaian aktivitas yang menghasilkan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah input menjadi output. Menurut Daft (2006:216) manajemen operasi adalah bidang manajemen yang mengkhususkan pada produksi barang, serta menggunakan alat dan teknik khusus untuk memecahkan masalah produksi. Menurut Evans dan Collier (2007:5) manajemen operasi adalah ilmu dan seni untuk memastikan bahwa barang dan jasa diciptakan dan berhasil dikirim ke pelanggan.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa manajemen operasi adalah ilmu yang mempelajari serangkaian proses perubahan input menjadi output yang bernilai untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Menurut Heizer dan Render (2011:56), diferensiasi, biaya rendah dan respons yang cepat dapat dicapai saat manajer membuat keputusan efektif dalam sepuluh wilayah manajemen operasi. Keputusan ini dikenal sebagai keputusan operasi (*operations decisions*). Berikut sepuluh keputusan manajemen operasi yang mendukung misi dan menerapkan strategi:

1. Perancangan barang dan jasa. Perancangan barang dan jasa menetapkan sebagian besar proses transformasi yang akan dilakukan. Keputusan biaya, kualitas dan sumber daya manusia bergantung pada keputusan perancangan.

2. Kualitas. Ekspektasi pelanggan terhadap kualitas harus ditetapkan, peraturan dan prosedur dibakukan untuk mengidentifikasi serta mencapai standar kualitas tersebut.
3. Perancangan proses dan kapasitas. Keputusan proses yang diambil membuat manajemen mengambil komitmen dalam hal teknologi, kualitas, penggunaan sumber daya manusia dan pemeliharaan yang spesifik. Komitmen pengeluaran dan modal ini akan menentukan struktur biaya dasar suatu perusahaan.
4. Pemilihan lokasi. Keputusan lokasi organisasi manufaktur dan jasa menentukan kesuksesan perusahaan.
5. Perancangan tata letak. Aliran bahan baku, kapasitas yang dibutuhkan, tingkat karyawan, keputusan teknologi dan kebutuhan persediaan mempengaruhi tata letak.
6. Sumber daya manusia dan rancangan pekerjaan. Manusia merupakan bagian yang integral dan mahal dari keseluruhan rancang sistem. Karenanya, kualitas lingkungan kerja diberikan, bakat dan keahlian yang dibutuhkan, dan upah yang harus ditentukan dengan jelas.
7. Manajemen rantai pasokan. Keputusan ini menjelaskan apa yang harus dibuat dan apa yang harus dibeli.
8. Persediaan. Keputusan persediaan dapat dioptimalkan hanya jika kepuasan pelanggan, pemasok, perencanaan produksi dan sumber daya manusia dipertimbangkan.
9. Penjadwalan. Jadwal produksi yang dapat dikerjakan dan efisien harus dikembangkan.

10. Pemeliharaan. Keputusan harus dibuat pada tingkat kehandalan dan stabilitas yang diinginkan.

2.2 Pemeliharaan

Menurut Heizer dan Render (2011:682), definisi *maintenance* (pemeliharaan) adalah segala aktivitas yang termasuk dalam menjaga sistem peralatan sesuai dengan urutan kerja”.

Menurut Assauri (2008:134), *maintenance* merupakan kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya tercipta suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

Menurut Putra (2010), pemeliharaan 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.

Secara umum, *maintenance* dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan dan menjaga suatu produk atau sistem tetap berada dalam kondisi yang aman, ekonomis, efisien dan pengoperasian yang optimal. Aktivitas pemeliharaan dinilai sangatlah penting, mengingat beberapa alasan berikut, yaitu:

- Setiap peralatan atau mempunyai (*useful life*) dimana peralatan tersebut dapat mengalami kegagalan atau kerusakan
- Kerusakan (*failure*) dari suatu peralatan atau mesin tidak dapat diketahui secara pasti.

- Perusahaan selalu berusaha untuk meningkatkan umur penggunaan peralatan dengan melakukan pemeliharaan (*maintenance*).

2.1.2 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan peralatan dan fasilitas mesin memiliki tujuan yang diinginkan perusahaan. Menurut Assauri (2008:89) meliputi:

1. Memperpanjang usia kegunaan aset.
2. Menjamin ketersediaan peralatan dan kesiapan operasi perlengkapan serta peralatan yang dipasang untuk kegiatan produksi.
3. Membantu mengurangi pemakaian atau penyimpangan diluar batas serta menjaga modal yang ditanamkan selama waktu yang ditentukan.
4. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
5. Menekan tingkat biaya perawatan serendah mungkin dengan melaksanakan perawatan secara efektif dan efisien.
6. Memenuhi kebutuhan produk dan rencana produksi tepat waktu.
7. Meningkatkan keterampilan para supervisor dan operator melalui kegiatan pelatihan yang diadakan.
8. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

2.2.2 Jenis-Jenis Pemeliharaan

Menurut Heizer dan Render (2011:686), kegiatan pemeliharaan terbagi menjadi 2, yaitu pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*).

Corrective maintenance menurut Hendarsin (2014) adalah sebuah perawatan yang hanya dilakukan ketika komponen/sistem mengalami kegagalan. Hal ini dapat mengganggu kegiatan produksi karena kegagalan dapat terjadi ditengah-tengah waktu produksi mengakibatkan biaya *loss product*.

Sedangkan, Menurut Ebeling (2010:189), *preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodik dimana sejumlah kegiatan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan.

Menurut Heizer dan Render (2011:686), *preventive maintenance* adalah perencanaan yang meliputi inspeksi, layanan rutin serta menjaga fasilitas peralatan dalam kondisi baik untuk mencegah kegagalan. Terdapat 3 jenis kebijakan *preventive maintenance* secara umum, yaitu

Terdapat 3 jenis kebijakan *preventive maintenance* secara umum, yaitu

1. *Age Replacement*

Menurut Dania,dkk. (2011) Kebijakan *Age Replacement Model* dilakukan dengan metode penggantian komponen ketika usia komponen mencapai usia. *Age Replacement Model* hanya akan melakukan perbaikan terus menerus pada komponen yang sering mengalami kegagalan daripada mengganti komponen tersebut dengan komponen baru. Menurut Chien dan Chen (2007), hal ini mengakibatkan komponen tidak akan mencapai kondisi ("*good as new*" condition) dan model ini tidak cocok

untuk sistem yang memiliki kompleksitas komponen yang tinggi karena model ini hanya terfokus pada satu komponen saja yang memiliki tingkat kegagalan paling tinggi

2. *Block Replacement*

Menurut Tarigan (2013), *Block replacement* bisa disebut juga interval *replacement* adalah kebijakan penggantian komponen lama dengan komponen baru menurut interval waktu T yang sudah ditetapkan. Dari segi biaya, kebijakan ini kurang efisien karena bisa saja komponen yang belum mencapai usia maksimal sudah harus diganti dengan yang baru jika sudah memasuki waktu T , akibatnya bisa terjadi pemborosan biaya pembelian komponen.

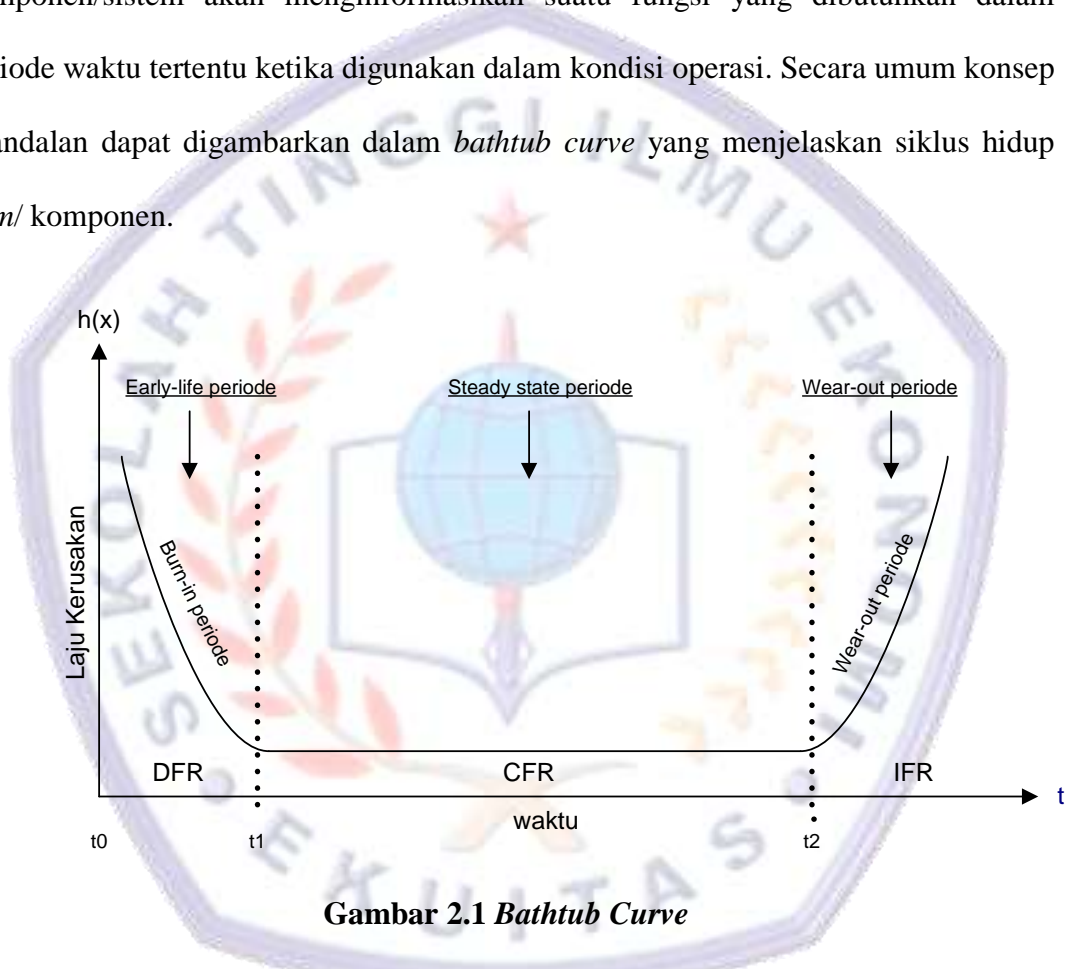
3. *Overhaul*

Menurut Meilani,dkk. (2008) *Overhaul* adalah suatu teknik untuk mencegah kegagalan dengan melihat adanya suatu indikasi atau sebab yang bisa mengakibatkan terjadinya kegagalan pada mesin, *Overhaul* bekerja secara keseluruhan pada mesin meliputi *oiling*, kalibrasi komponen, dan pemeriksaan komponen yang sudah usang. *Overhaul* unggul dalam segi mengatasi masalah kompleksitas mesin daripada *age replacement* sedangkan dari segi waktu, interval yang dipakai adalah interval waktu sistem secara keseluruhan bukan dilihat hanya dari usia per komponen saja. Hal ini dapat mengatasi masalah pemborosan biaya pembelian komponen dalam *block replacement/interval replacement*.

2.3 Reliability (Kehandalan)

Menurut Heizer dan Render (2011:683), *reliability* adalah probabilitas komponen mesin ataupun produk akan berjalan sesuai dengan fungsinya untuk waktu spesifik dan dalam kondisi tertentu.

Menurut Ebeling (2010:214), Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen/sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi. Secara umum konsep keandalan dapat digambarkan dalam *bathtub curve* yang menjelaskan siklus hidup *item*/ komponen.



Gambar 2.1 Bathtub Curve

Sumber: Ebeling (2010:31)

Early Life Period

Pada fase *early life period* disebut juga tahap awal masa mesin, laju kegagalan (*failure rate*) mengalami penurunan dikarenakan dilakukannya *burn-in* atau pemanasan pada mesin. Oleh karena itu pada fase ini terbentuk kurva

decreasing failure rate (DFR) yaitu kurva yang menunjukkan menurunnya laju kegagalan sampai pada waktu t_1 .

Steady State Period

Pada fase *steady state period* laju kegagalan cenderung konstan seiring bertambahnya waktu. Oleh karena itu fase ini disebut juga *constant failure rate (CFR)*. Pada fase ini juga terjadi fase maturity atau fase pendewasaan.

Wear Out Period

Pada masa akhir periode usia mesin akan ada fase *wear out period* adalah meningkatnya laju kegagalan yang diakibatkan oleh semakin lamanya pemakaian mesin yang mengakibatkan terjadinya keausan pada komponen. Masa ini disebut juga *burn-out Periode*. Kurva yang terjadi pada fase ini adalah kurva *increase failure rate (IFR)*.

Dalam menentukan keandalan dalam pengertian operasi mengharuskan definisi yang lebih spesifik menurut Sachbudi (2005:2) adalah:

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.

Menurut Heizer dan Render (2011:684) satuan hitung untuk mengukur reliabilitas adalah *product failure rate (FR)* dan metode umum yang digunakan

adalah dengan mengukur MTBF (*Mean Time Between Failure*), yang didefinisikan, sebagai waktu yang diharapkan antara perbaikan dengan kegagalan selanjutnya dari sebuah komponen, mesin, proses, atau produk.

2.4 Definisi *Reliability Centered Maintenance*

Menurut Sayuti dan Rifa'i (2013) *reliability centered maintenance* adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua asset fisik terus melakukan apa yang user ingin lakukan dalam kondisi operasinya saat ini. *Reliability Centered Maintenance* berdasarkan pada paham bahwa setiap asset digunakan untuk memenuhi fungsi atau fungsi spesifik dan perawatan itu berarti melakukan apapun yang perlu untuk memastikan bahwa asset terus memenuhi fungsinya untuk kepuasan *user*.

Menurut Young (2008:8), RCM adalah:

" A systematic evaluation approach for developing or optimizing a maintenance programme. RCM utilizes a decision logic tree to identify the maintenance requirements of equipment according to the safety and operational consequences of each failure and the degradation mechanism responsible for the failures. "

Atau dapat diartikan sebagai pendekatan evaluasi sistematis untuk mengembangkan atau mengoptimalkan program pemeliharaan. RCM menggunakan *decision logic tree* untuk mengidentifikasi persyaratan pemeliharaan peralatan berdasarkan tingkat keamanan dan konsekuensi operasi dari setiap kegagalan dan tanggung jawab mekanisme degradasi untuk kegagalannya. Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) dengan 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.

2.5 Diagram Pareto

Menurut Heizer dan Render (2010:267), diagram *Pareto* adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah berdasarkan pekerjaan Vilfredo *Pareto*, seorang pakar Ekonomi di abad ke 19.

Menurut Roughton dan Crutchfield (2011:417), diagram *Pareto* digunakan untuk memungkinkan tim untuk mengidentifikasi satu atau lebih faktor yang mungkin sering terjadi dan perlu diselidiki lebih lanjut. Menurut Masruroh (2008), penentuan komponen kritis didasarkan pada persentase lama perbaikan kumulatif dibawah 80 %.

Menurut Phillips (2015:181), diagram *Pareto* memvisualisasikan prinsip *Pareto*, atau aturan 80/20 dengan menyampingkan semua yang melewati garis ketika jumlah kumulatif memotong garis 80% dan fokus kepada titik sebelum itu, berdasarkan hukum *the law of diminishing return*.

Menurut DuBrin (2011:216), diagram *Pareto* adalah grafik bar yang mengurutkan variasi tipe output dari frekuensi munculnya output. Manajer dan pekerja lain seringkali menggunakan diagram *Pareto* untuk mengidentifikasi

masalah yang paling penting. Identifikasi “*vital few*” yang dapat diartikan sebagai sejumlah faktor-faktor yang jumlahnya sedikit atau minoritas namun memiliki pengaruh yang paling kuat dibandingkan banyak faktor lainnya namun tidak terlalu berpengaruh memudahkan manajemen atau *product improvement teams* yang menggunakan *Pareto* untuk memudahkan mereka mengetahui keinginan-keinginan konsumen yang paling diminati dalam upaya pengembangan produk kedepan dan fokus kepada penyebab utama dari permasalahan produk atau jasa.

Menurut Rothwell (2012:81), diagram *Pareto* adalah tipe diagram batang yang khusus, didasarkan pada prinsip *Pareto* yang menyatakan, jika terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi situasi, pada umumnya hanya segelintir faktor saja yang memiliki pengaruh paling besar. Sebagai contoh, dalam mengembangkan sebuah jaringan perbankan, sebuah bank akan melakukan riset untuk mengetahui dimana tepatnya bank akan melakukan ekspansi. Dalam pemilihan tempat sebuah bank tentu saja akan memilih daerah yang walaupun penduduknya sedikit, namun memiliki potensi pendapatan keuangan yang tinggi dibandingkan daerah-daerah lain yang memiliki banyak penduduk namun tidak memiliki potensi keuangan yang besar.

Menurut Alleman (2014:102), diagram *Pareto* adalah grafik batang vertikal yang memiliki frekuensi relatif dari suatu *events* yang diplot menurun dari kiri ke kanan. Lalu garis yang mewakili total kumulatif ditarik dari atas bar diagram *Pareto*. Diagram *Pareto* digunakan untuk menentukan aspek-aspek signifikan dari informasi dengan cepat mengidentifikasi aspek-aspek apa saja yang memberikan efek paling besar.

2.6 Failure modes and Effect Analysis

Menurut Nursanti dan Aji (2013) FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari mode kegagalan dari sistem tersebut. FMEA merupakan *tool* dalam menganalisis kehandalan (*reliability*) dan penyebab kegagalan untuk mencapai persyaratan kehandalan dan keamanan produk dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi kehandalan, desain produk dan desain proses.

Menurut Nursanti dan Aji (2013) evaluasi level risiko pada FMEA dilakukan dengan menggunakan *risk priority number* (RPN), dimana indeks RPN ditentukan berdasarkan perkalian dari indeks *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Berikut merupakan penjelasan rating *severity*, *occurrence*, dan *detection*:

1. Severity

Severity (keparahan) diberi peringkat sesuai dengan keseriusan akibat/efek dari mode kegagalan terhadap kualitas produk LKS. Indeks skala *severity* ditunjukkan pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1

Keterangan Skala Severity

Akibat	Skala	Kriteria
Tidak ada akibatnya	1	Tidak ada akibatnya dari mode kegagalan ke kualitas produk
Sangat sedikit akibatnya	2	Karakteristik kualitas produk tidak terganggu
Sedikit akibatnya	3	Akibatnya sedikit ke kualitas produk
Akibatnya kecil	4	Kualitas produk mengalami gangguan kecil
Cukup berakibat	5	Kegagalan mengakibatkan beberapa ketidakpuasan pada kualitas produk
Cukup berakibat	6	Kegagalan mengakibatkan ketidaknyamanan
Akibatnya besar	7	Kualitas produk tidak memuaskan

Akibat	Skala	Kriteria
Ekstrim	8	Kualitas produk sangat tidak memuaskan
Serius	9	Potensi menimbulkan akibat buruk pada produk
Sangat Beresiko	10	Efek dari mode kegagalan akibat fatal terhadap kualitas

Sumber: Nursanti dan Aji, 2013

Rating keparahan (*severity*) adalah *rating* yang berhubungan dengan tingkat keparahan efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan. Efek *rating* pada skala satu sampai sepuluh, dengan sepuluh sebagai tingkat yang paling parah.

Efek kegagalan pada tingkat sistem akan menyebabkan fungsi dari sistem terganggu atau tidak bekerja. Sedangkan efek kegagalan pada tingkatan *plant* atau fasilitas akan menyebabkan kegagalan pada fasilitas atau peralatan.

Evaluasi level risiko pada FMEA dilakukan dengan menggunakan *risk priority number* (RPN) dengan menggunakan nilai dari 1-10. Jika 1, maka tidak ada akibatnya dan 10 memiliki arti sangat berisiko, dimana indeks RPN ditentukan berdasarkan perkalian dari indeks *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

2. *Occurrence*

Occurrence (kejadian) adalah skala yang menunjukkan frekuensi terjadinya mode kegagalan. Indeks skala *occurrence* ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2

Keterangan Skala *Occurrence*

Akibat	Skala	Kriteria
Hampir tidak pernah	1	Sejarah menunjukkan tidak ada kegagalan
Jarang	2	Kemungkinan kegagalan sangat langka
Sangat kecil	3	Kemungkinan kegagalan sangat sedikit
Sedikit kecil	4	Beberapa kemungkinan kegagalan
Rendah	5	Kemungkinan kegagalan ada

Akibat	Skala	Kriteria
Sedang	6	Kemungkinan kegagalan sedang
Cukup tinggi	7	Kemungkinan kegagalan cukup tinggi
Tinggi	8	Tingginya jumlah kemungkinan kegagalan
Sangat tinggi	9	Jumlah yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan
Hampir pasti	10	Kegagalan hampir pasti terjadi

Sumber: Nursanti dan Aji, 2013

Rating kejadian (*occurrence*) adalah *rating* yang berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada elemen dengan jumlah yang ditentukan yang diproduksi dengan metode pengendalian yang digunakan saat ini.

Rating kejadian ini diestimasi dengan jumlah kegagalan kumulatif yang muncul pada setiap 1000 komponen atau CNF (*Comulative Number of Failure*) /1000.

Evaluasi level risiko pada FMEA dilakukan dengan menggunakan *risk priority number* (RPN) dengan menggunakan nilai dari 1-10. Jika 1, maka tidak ada akibatnya dan 10 memiliki arti sangat berisiko, dimana indeks RPN ditentukan berdasarkan perkalian dari indeks *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

3. *Detection*

Detection (pendeteksian) adalah penilaian yang menunjukkan besar tidaknya kemungkinan penyebab mode kegagalan fungsi peralatan yang lolos dari tahap pengawasan atau pendeteksian kerusakan yang dilakukan oleh perusahaan. Indeks skala *detection* ditunjukkan pada Tabel 2.3 yaitu:

Tabel 2.3**Keterangan Skala *Detection***

Akibat	Skala	Kriteria
Hampir pasti	1	Kontrol oleh perusahaan pasti dapat mendeteksi gejala kerusakan
Sangat tinggi	2	Kontrol oleh perusahaan hampir pasti mendeteksi gejala kerusakan
Tinggi	3	Kontrol oleh perusahaan mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi gejala kerusakan
Cukup tinggi	4	Kontrol oleh perusahaan mungkin mendeteksi kerusakan dinilai cukup tinggi
Sedang	5	Kontrol oleh perusahaan mungkin mendeteksi kerusakan dinilai sedang
Rendah	6	Kontrol oleh perusahaan mungkin mendeteksi gejala kerusakan dinilai rendah
Sedikit	7	Kontrol oleh perusahaan mempunyai peluang yang sangat kecil untuk mendeteksi gejala kerusakan
Sangat sedikit	8	Kontrol oleh perusahaan mempunyai peluang yang sangat kecil untuk mendeteksi kerusakan
Jarang	9	Kontrol oleh perusahaan mungkin tidak mendeteksi gejala kerusakan
Hampir mustahil	10	Kontrol oleh perusahaan pasti tidak mendeteksi gejala kerusakan

Sumber: Nursanti dan Aji, 2013

Rating deteksi (*detection*) tergantung pada metode pengendalian yang digunakan saat ini. *Rating* deteksi adalah ukuran kemampuan metode pengendalian tipe (1) untuk mendeteksi penyebab atau mekanisme kegagalan atau kemampuan metode pengendalian tipe (2) untuk mendeteksi mode kegagalan.

Satu nilai deteksi diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan.

Metode pengendalian dapat dikelompokkan dan dipandang sebagai sebuah sistem jika beroperasi secara independen.

Evaluasi level risiko pada FMEA dilakukan dengan menggunakan *risk priority number* (RPN) dengan menggunakan nilai dari 1-10. Jika 1, maka tidak ada akibatnya dan 10 memiliki arti sangat berisiko, dimana indeks RPN ditentukan berdasarkan perkalian dari indeks *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

2.7 RCM *decision worksheet*

Menurut Putra (2010), RCM *decision worksheet* digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure mode* yang meliputi :

- a. *Information reference* terdiri dari F (*functions*) yaitu fungsi komponen yang dianalisa, FF (*failure function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*failure mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi.
- b. *Consequences evaluation* terdiri dari H (*hidden failure*), S (*safety*), E (*environmental*) dan O (*operational*)
- c. *Proactive task* terdiri dari H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *failure mode*, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat apakah *scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*.
- d. *Default action* yang meliputi H4/H5/S4 untuk mencatat jawaban yang diperlukan pada *default question*.

- e. *Proposed task* yaitu kolom yang digunakan untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, terdiri dari *scheduled restoration task*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*.
- f. *Initial interval* digunakan untuk mencatat interval perawatan optimal dari masing-masing komponen.
- g. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan *scheduled* tersebut.

2.8 Distribusi Peluang Kegagalan

Menurut Ebeling (2010:58) distribusi peluang kegagalan pada setiap mesin pasti berbeda-beda meskipun mesin itu identik secara fisik dan fungsional. Distribusi kegagalan yang umum terjadi pada mesin adalah distribusi *Weibull* dan distribusi Eksponensial.

a. Distribusi *Weibull*

Jika variabel acak kontinu T berdistribusi *Weibull* yang memiliki parameter bentuk β dan parameter skala θ maka fungsi-fungsi yang berhubungan dengan reliabilitas adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4. Jenis-Jenis Fungsi dalam Distribusi Weibull

Jenis Fungsi	Fungsi
Fungsi densitas	$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right], \theta > 0, \beta > 0, t \geq 0$
Fungsi distributif kumulatif	$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right]$
Fungsi reliabilitas	$R(t) = \exp\left[-\int_0^t \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t'}{\theta}\right)^{\beta-1} dt'\right]$ $= e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$

Sumber: Ebeling (2010:377)

θ : Parameter skala atau karakteristik hidup mesin yang mempengaruhi rata-rata dan sebaran data dari distribusi. Jika nilai meningkat maka keandalan komponen atau sistem juga meningkat.

β : Parameter bentuk yang mempengaruhi distribusi untuk beberapa nilai yang berbeda.

Hubungan antara *Weibull* dengan laju kegagalan terdapat pada perbedaan nilai β untuk tiap jenis laju kegagalan. Perbedaan nilai β ini diperlihatkan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5. Parameter Bentuk Weibull

Nilai	Sifat
$0 < \beta < 1$	Laju kegagalan turun (Decreasing Failure Rate, DFR)
$\beta = 1$	Laju kegagalan konstan (Constant Failure Rate, CFR)
$1 < \beta < 2$	Laju kegagalan meningkat (Increasing Failure Rate, IFR)

Sumber: Ebeling, (2010:65)

Jika *shape parameter* β kurang dari 1, berarti tingkat laju kegagalan suatu komponen menurun dari waktu ke waktu. Jika *shape parameter* $\beta = 1$ maka tingkat laju kegagalan konstan. Sedangkan apabila *shape parameter* β lebih dari 1, maka laju kegagalan dari suatu peralatan akan meningkat dari waktu ke waktu.

Menurut Putra (2010), Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah T mengikuti distribusi *Weibull* dengan tiga parameter β , η , dan γ .

Mean Time To Failure dari distribusi *Weibull* :

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

dan fungsi keandalannya:

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

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

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

b. Distribusi Log Normal

Time to failure dari suatu komponen dikatakan memiliki distribusi lognormal bila $y = \ln T$. *Mean Time To Failure* dari distribusi Lognormal :

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

Dan fungsi keandalannya:

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

2.9 Kerangka Pemikiran

Dalam pemecahan masalah serta pencarian solusi untuk meningkatkan keandalan mesin Henke, perusahaan perlu mempertimbangkan beberapa hal, seperti komponen kritis apa saja yang paling berpengaruh terhadap proses produksi serta keamanan operator. Serta menghitung interval perawatan yang cocok sesuai dengan komponen tertentu.

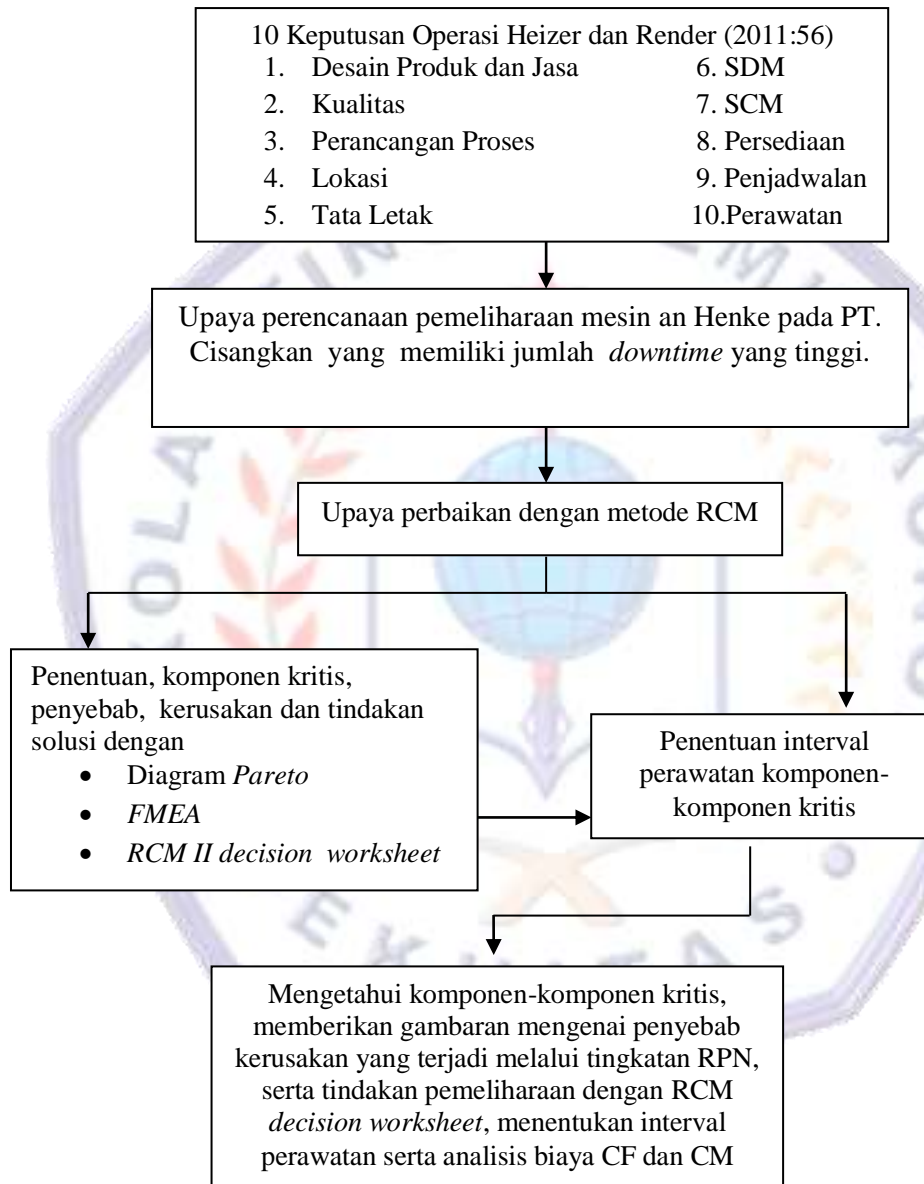
Menurut Heizer dan Render (2011:683), *reliability* adalah probabilitas komponen mesin ataupun produk akan berjalan sesuai dengan fungsinya untuk waktu spesifik dan dalam kondisi tertentu.

Dalam awal penelitian diperlukan data historis kerusakan mesin serta komponen-komponen vital apa saja yang menjadi masalah terbesar serta memiliki dampak yang paling buruk terhadap keseluruhan efektifitas produksi khususnya mesin *Henke*.

Setelah mengetahui komponen-komponen kritis apa saja yang harus diketahui oleh perusahaan, perlu adanya metode untuk menganalisis sebab kegagalan mesin serta dampak kerusakan yang ditimbulkan dengan menggunakan diagram *Pareto* dan *FMEA (Failure mode Effect Analysis)*. Fungsi komponen yang gagal dapat dianalisis pemecahan masalahnya dengan menggunakan *RCM II (decision worksheet)*.

Setelah mengetahui komponen kritis apa saja, serta efek yang ditimbulkannya, serta pemecahan masalah secara kualitatif, maka data-data tersebut diolah lagi dengan mencatat data historis *breakdown* serta waktu penggantian komponen yang menyebabkan terhentinya proses produksi dengan menggunakan metode distribusi yang paling cocok.

Setelah mengetahui pola kerusakan dengan menggunakan distribusi tertentu, akan dihasilkan waktu perawatan ideal komponen mesin agar meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan. Berdasarkan hal di atas, maka dapat dituangkan kerangka penelitian sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran