

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka merupakan salah satu tahap penting dalam penelitian karena dalam bab ini dibahas teori-teori yang berkaitan dengan bidang penelitian dan dapat dijadikan referensi dalam melakukan penelitian. Referensi tersebut digunakan sebagai pertimbangan dan acuan dalam mengenal dan melakukan pemecahan permasalahan. Teori-teori dalam bab ini diperoleh melalui media cetak dan media elektronik (internet), seperti *ebook*, jurnal, artikel, tutorial, maupun tugas akhir.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang perawatan mesin produksi telah dilakukan oleh beberapa mahasiswa yang berupa skripsi dan literatur lainnya. Berikut penelitian pendahulu yang menjadi referensi pada penelitian ini.

1. Octavia, Stok dan Amelia (2001), dalam penelitian ini menggunakan *mean time to failure* (MTTF) dan *autonomous maintenance* dalam peningkatan efektivitas dari fasilitas produksi dengan mengimplementasikan TPM yang dilakukan pada departemen non jahit PT. Kerta Rajasa Raya. Pada penggunaan MTTF yaitu dengan perhitungan rata-rata waktu kerusakan yang terjadi pada mesin dan peralatan produksi. Sedangkan *autonomous maintenance* yaitu tertuju pada salah satu bentuk pemeliharaan secara mandiri yang dilakukan oleh operator, yang memberikan tanggung jawab pada operator terhadap fasilitas yang digunakan, melakukan aktivitas perawatan fasilitas sendiri, operator dilatih, dibangun, didorong untuk membersihkan, melumasi, memeriksa, melakukan perbaikan sederhana terhadap setiap kerusakan yang terjadi pada fasilitasnya.
2. Sodikin, Imam (2010), dalam penelitian ini bertujuan menganalisis nilai laju kerusakan, parameter *reliability*, *maintainability*, *availability*, serta menganalisis tingkat kebutuhan jumlah *spare-part* yang optimal dengan pendekatan *Spare-part requirement nomograph*. Hasil yang diperoleh meliputi tingkat keandalan mengalami penurunan selama periode waktu operasi, sehingga laju kerusakan komponen rantai garu (mata rantai) selama penggunaan mengalami peningkatan.

3. Sari dan Prasetyawan (2012), dalam penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) yang menghasilkan fungsi, kegagalan fungsi, serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai usaha untuk menentukan kebijakan perawatan dan persediaan *spare part* yang tepat, maka biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir.

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi pada penelitian ini Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Karakteristik Penelitian	Peneliti			
	Stok dan Amelia	Sodikin	Sari dan Prasetyawan	Sebastian
Metode	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Parameter <i>reliability</i> , <i>maintainability</i> , <i>availability</i> , <i>MTBM</i>	<i>Reliability Centered Maintenance II</i> (RCM II)	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (OEE) dan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)
Studi Kasus	PT. Kerta Rajasa Raya	Industri Manufaktur (PT. X)	PT. Pupuk Kalimantan Timur	PT. Tiara Kurnia
Objek	Departemen Non-jahit	Unit Manufaktur	Unit Produksi Pupuk	Unit Produksi Pupuk Granular
Hasil Penelitian	Hasil yang diperoleh meliputi nilai, OEE, perhitungan <i>six big losses</i> , mengidentifikasi RPN, analisis dengan TPM	Tingkat keandalan, nilai <i>MTBM</i> , nilai <i>MTBF</i> dan jumlah suku cadang komponen yang harus disediakan.	Komponen kritis mesin dan Jadwal perawatan preventive	Hasil yang diperoleh meliputi nilai OEE, perhitungan <i>six big losses</i> , mengidentifikasi RPN, analisis dengan TPM
Rekomendasi perbaikan	Ya	Tidak	Ya	Ya

2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode pengukuran tingkat efektivitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan tersebut. Sudut pandang yang diikutsertakan dalam perhitungan antara lain *availability rate*, *performance rate* dan *rate of quality* dari suatu mesin. Oleh karena itu perhitungan OEE adalah metode komprehensif dalam pencarian tingkat efektivitas sebuah mesin atau sistem, karena semua faktor yang mempengaruhi keefektifan mesin diikutsertakan dalam perhitungannya (Nakajima, 1988). Keberhasilan kegiatan produksi haruslah terukur agar pelaksanaan kegiatannya jelas dan terarah. Indeks, yang meliputi ketersediaan (*availability*), yaitu kesediaan mesin beroperasi. Nilai ini merupakan parameter keberhasilan kegiatan perawatan mesin. Di dalam masing-masing *rate*, terdapat 2 dari 6 hal yang termasuk *six big*

losses. *Six big losses* adalah enam kerugian yang harus dihindari oleh setiap perusahaan yang dapat mengurangi tingkat efektivitas suatu mesin (Stephens, 2004).

1. *Avaibility Rate* (AR)

Availability Rate (AR) yaitu kesediaan mesin beroperasi atau pemanfaatan peralatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *equipment availability rate* adalah perubahan sistem kerja susunan dan penyesuaian. Nilai ini merupakan parameter keberhasilan kegiatan perawatan. Kegagalan peralatan juga berperan untuk suatu penurunan ketersediaan. Standar untuk indeks ketersediaan yang ditetapkan oleh JIPM adalah minimal 90%. Besarnya nilai *availability rate* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004) dapat dilihat pada Persamaan (2-1) berikut:

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate (AR)} &= \frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Waktu Loading}} \times 100\% & (2-1) \\ &= \frac{(\text{waktu kerja} + \text{waktu lembur}) - \text{waktu downtime}}{(\text{waktu kerja} + \text{waktu lembur})} \times 100\% \\ &= \frac{\text{waktu loading} - \text{waktu downtime}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \end{aligned}$$

Dengan:

- Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)
: (waktu *loading*-waktu *downtime*)
- Waktu loading : waktu bersih mesin bekerja yang direncanakan
: (waktu kerja+waktu lembur)
- Waktu *downtime* : waktu berhenti mesin yang tidak terencana

Menurut Stephens (2004) nilai AR dipengaruhi 2 dari *six big losses* yaitu *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*, sebagai berikut:

a. *Breakdown losses*

Keadaan ini tentu saja tidak ideal, karena seharusnya perawatan mesin yang baik dapat mengantisipasi kerusakan mesin. *Breakdown* menjadi kerugian bagi perusahaan karena waktu yang seharusnya bisa digunakan untuk menghasilkan produk menjadi terbuang untuk melakukan perbaikan mesin. Nilai *losses* ini dapat diukur dalam besarnya *downtime* yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan dan waktu tidak berproduksi. Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang dihitung dengan rumus (Stephens, 2004) dapat dilihat berikut ini:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{waktu downtime}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-2)$$

Dengan:

Waktu *loading* : waktu bersih mesin bekerja yang direncanakan

: (waktu kerja+waktu lembur)

Waktu *downtime* : waktu berhenti mesin yang tidak terencana

b. *Setup and adjustment losses*

Disebabkan adanya perubahan dalam kondisi operasi. *Setup and adjustment losses* merupakan waktu yang diperlukan untuk *setup* mesin mulai dari mesin berhenti hingga mesin beroperasi dengan normal. Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang dapat dihitung dengan rumus (Stephen, 2004) dapat dilihat berikut ini:

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{\text{waktu setup}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-3)$$

Dengan:

Waktu *setup* : waktu persiapan sebelum mesin beroperasi normal

2. *Performance Rate (PR)*

Performance Rate atau efektivitas produksi (*production effectiveness*) adalah efektivitas kegiatan produksi. Nilai ini merupakan parameter kualitas kegiatan produksi. Standar untuk nilai efektivitas produksi (PR) yang ditetapkan oleh JIPM adalah minimal 95 %. Besarnya *performance rate* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004) dapat dilihat pada Persamaan (2-4) berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate (PR)} &= \frac{\text{jumlah input} \times \text{ideal cycle time}}{\text{waktu operasi}} \quad (2-4) \\ &= \frac{\text{jumlah input} \times \text{ideal cycle time}}{(\text{waktu kerja} + \text{waktu lembur}) - \text{waktu henti mesin}} \times 100\% \end{aligned}$$

Dengan:

Ideal cyle time : siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal tanpa hambatan

Jumlah input : banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)

: (waktu *loading*-waktu *downtime*)

Menurut Stephens (2004) nilai PR dipengaruhi 2 dari *six big losses* yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *speed losses*, sebagai berikut:

a. *Idling and minor stoppage losses*

Disebabkan mesin berhenti sesaat ataupun terganggu oleh faktor eksternal seperti pemadaman listrik dan pembersihan kotoran saat produksi. Besar persentase *idling and minor stoppage losses* (Stephens, 2004) dapat dilihat berikut ini:

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{non productive}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-5)$$

Dengan:

Non productive : waktu yang terbuang oleh faktor eksternal

b. *Speed losses*

Disebabkan terjadinya pengurangan kecepatan operasi mesin sehingga mesin tidak dapat dioperasikan oleh kecepatan teoritisnya. Hal ini disebabkan oleh kecepatan operasi aktual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal, sehingga perlu mengetahui persentase efektivitas yang hilang akibat dari *speed losses*. Besar persentase pengurangan oleh *speed losses* (Stephen, 2004) dapat dilihat berikut ini:

$$\text{Speed losses} = \frac{\text{waktu operasi} - (\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah inpu } t)}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-6)$$

3. *Rate of Quality (RQ)*

Tingkat kualitas (*Rate of Quality*), adalah efektivitas produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan. Standar untuk tingkat kualitas (RQ) yang ditetapkan oleh JIPM adalah minimal 99%. *Rate Of Quality* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004) dapat dilihat pada Persamaan (2-7) berikut:

$$\text{Rate of Quality (RQ)} = \frac{\text{Jumlah Unit Diproses} - \text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah Unit Diproses}} \quad (2-7)$$

Dengan:

Jumlah unit diproses : banyaknya jumlah unit yang diproses menjadi produk yang dihasilkan

Jumlah cacat : banyaknya jumlah produk cacat dalam sistem produksi.

Menurut Stephens (2004) menyatakan bahwa besarnya nilai *rate of quality* dipengaruhi oleh dua dari *six big losses* yaitu *quality defect and required losses* dan *yield losses*.

a. *Quality defect and required losses*

Disebabkan karena produk tidak sesuai dengan spesifikasi atau produk cacat sehingga perlu dikerjakan ulang atau dihancurkan. Besar persentase (Stephens, 2004) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Quality defect and required losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-8)$$

b. *Yield losses*

Disebabkan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku pada saat melakukan *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses stabil. Besar persentase *yield losses* (Stephens, 2004) mesin dapat dihitung berikut ini:

$$\text{Yield losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-9)$$

Efektivitas keseluruhan peralatan dan mesin (*Overall Equipment Effectiveness*), adalah suatu indeks TPM untuk melihat secara keseluruhan kondisi lini dan efektivitas peralatan secara keseluruhan yang merupakan hasil perkalian antara ketersediaan (AV), efektivitas produksi (PE) dan tingkat kualitas (RQ). OEE dengan standar yang ditentukan *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) untuk indeks yang ideal menurut Nakajima (1988), seharusnya mempunyai angka $OEE \geq 85\%$ yaitu perkalian dari *availability rate* $\geq 90\%$, *performance rate* $\geq 95\%$ dan *rate of quality* $\geq 99\%$. Dimana OEE dapat dihitung sebagai berikut:

$$OEE = AV \times PR \times RQ \quad (2-10)$$

Menurut Hansen (2001) dalam *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dikategorikan menjadi:

1. Jika $< 65\%$, tidak dapat diterima.
2. Jika $65 - 75\%$, cukup baik, hanya ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya.
3. Sedangkan $75 - 85\%$, sangat bagus, lanjutkan hingga *world - class level* ($> 85\%$ untuk *batch type process* dan $> 90\%$ untuk *continuous discrete process*)

2.3 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

2.3.1 Dasar FMEA

FMEA adalah pendekatan penalaran kualitatif yang terbaik yang dapat digunakan untuk mengulas komponen mesin ataupun peralatan elektronik (Mayers, 2002). FMEA dapat mengidentifikasi suatu mode kegagalan mulai dari penyebabnya hingga akar penyebab masalah yang menimbulkan efek kualitas. Mode kegagalan itu sendiri adalah segala bentuk kegagalan baik dari segi desain, spesifikasi, ataupun perubahan dalam sebuah produk yang menimbulkan berkurangnya fungsi produk saat digunakan.

FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) pada awalnya dibuat oleh Aerospace Industry pada tahun 1960-an. FMEA mulai digunakan oleh Ford pada tahun 1980-an, AIAG (Automotive Industry Action Group) dan ASQC (American Society for Quality) menetakannya sebagai standar pada tahun 1993. Saat ini FMEA merupakan salah satu *core tools* dalam ISO/TS 16949:2002 (*Technical Specification for Automotive Industry*). FMEA adalah suatu alat yang secara sistematis mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan sistem atau proses, serta mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan pada produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk tersebut (Gazperz, 2002). Melalui hilangnya mode kegagalan, dimana FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan konsumen akan produk atau pelayanan yang diberikan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, efek yang ditimbulkan pada operasi dari produk dan mengidentifikasi aksi untuk mengatasi masalah tersebut. FMEA digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. *System FMEA* : digunakan untuk menganalisa keseluruhan sistem atau sub-sistem pada saat penyusunan konsep di fase desain.
2. *Design FMEA* : digunakan untuk menganalisa rancangan produk sebelum dirilis/diproduksi oleh manufaktur.
3. *Process FMEA* : digunakan untuk menganalisa langkah-langkah proses, jenis yang paling sering digunakan, dan di banyak kasus merupakan metode yang paling mudah diterapkan.

Menurut Blanchard (1994), FMEA dapat dilakukan dengan cara:

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya
2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi
3. Pencatatan proses (*document the process*)

2.3.2 Langkah Dasar FMEA

Terdapat langkah dasar dalam proses FMEA yang dilakukan oleh tim *desain for six sigma* (DFSS) oleh Blanchard (1997) adalah:

1. Membangun batasan proses yang dibatasi oleh struktur proses
2. Membangun proses pemetaan FMEA yang mendiskripsikan proses produksi secara lengkap dan alat penghubung hirarki dalam struktur proses dan ruang lingkup
3. Melihat struktur proses pada seluruh tingkat hirarki dimana masing-masing parameter rancangan didefinisikan
4. Identifikasi kegagalan potensial pada masing-masing proses
5. Mempelajari penyebab kegagalan dari pengaruhnya (*failure mode and failure effect*) dan pengaruh dari kegagalan adalah konsekuensi langsung dari bentuk kegagalan pada tingkat proses berikutnya, dan puncaknya ke konsumen. Pengaruh biasanya diperlihatkan oleh operator atau sistem pengawasan. Menentukan *severity, occurrence, detection*
6. Analisis, dokumentasi dan memperbaiki *Failure mode and effect analysis* (FMEA) merupakan dokumen yang harus dianalisis dan diurus secara terus-menerus.

2.3.3 Severity, Occurance, Dan Detection

Untuk menentukan prioritas dari bentuk suatu kegagalan, maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu mengenai *Severity, Occurance, Detection* dan hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number*.

1. Severity (S)

Merupakan langkah pertama untuk menganalisis resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. *Severity* menunjukkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan intensitas suatu kejadian terhadap *output* dari suatu proses. Skor *severity* memiliki skala 1-10 dimana 1 adalah skala paling kecil dan 10 adalah skala yang paling buruk.

2. Occurance (O)

Occurrence adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan sesuatu yang secara spesifik menerangkan rata-rata kegagalan yang akan terjadi. Occurance memiliki skala 1 sampai 10 dengan 10 menunjukkan semakin seringnya suatu kejadian atau kegagalan terjadi.

3. Detection (D)

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Seperti severity dan occurrence, detection juga memiliki skala skor 1 sampai 10. Dimana 10 menunjukkan semakin sulitnya suatu kegagalan dapat dideteksi.

4. Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan hasil dari skor severity, occurrence dan detection. RPN digunakan untuk memprioritaskan tindakan, semakin besar nilai RPN, maka semakin besar pula perhatian yang harus diberikan. Tim harus melakukan usaha untuk menanggulangi nilai RPN yang tinggi melalui tindakan korektif. RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \tag{2-11}$$

Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan. Berikut Gambar 2.1 merupakan contoh format FMEA.

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Worksheet											Page:	of				
System, Product, or Process:				Owner:				Date:								
Background				Rating			Countermeasure			Results						
Description	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Root Causes	S	O	D	R	P	Owner	Due / Done	Action	S	O	D	R	P
				E	C	E	N	N				V	E	V	T	N

Gambar 2.1 Format FMEA

Sumber: <http://www.velaction.com/fmea-worksheet/>

2.4 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu proses mengidentifikasi dan menentukan akar penyebab dari permasalahan tertentu dengan tujuan membangun dan mengimplementasikan solusi yang akan mencegah terjadinya pengulangan masalah (Doggett, 2005). RCA bertujuan untuk membantu manajer menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti apa yang salah, bagaimana bisa terjadi kesalahan, dan yang paling penting adalah mengapa terjadi kesalahan. Selain untuk mengidentifikasi resiko operasional, RCA juga dapat diaplikasikan untuk memperbaiki proses bisnis (Doggett, 2005). Ada empat langkah dalam penyusunan RCA yaitu :

1. *Data collection*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan pemahaman akan data yang akan dicari akar sebab dari permasalahannya. Diperlukan informasi yang lengkap dan pemahaman yang mendalam agar faktor-faktor penyebab dan akar masalah yang terkait dengan peristiwa tersebut dapat diidentifikasi dengan baik.

2. *Causal factor charting*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan suatu diagram urutan dengan tes logika yang menggambarkan kejadian dan penyebab terjadinya, serta ditambah dengan kondisi sekitar yang mempengaruhinya.

3. *Root cause identification*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi alasan yang mendasari tiap faktor penyebab.

4. *Recommendation generation and implementation*

Setelah melakukan identifikasi faktor penyebab, maka langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi untuk mencegah peristiwa tersebut terulang kembali atau terjadi di masa depan.

Terdapat berbagai metode evaluasi yang terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu permasalahan. Empat metode populer untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan, yaitu :

a. *5 Why Method*

Merupakan alat analisis sederhana yang memungkinkan untuk menginvestigasi suatu masalah secara mendalam.

b. *Fishbone diagram*

Merupakan alat analisis yang populer, yang sangat baik untuk menginvestigasi penyebab dalam jumlah besar.

c. *Cause and Effect Matrix*

Merupakan matrix sebab akibat yang dituliskan dalam bentuk tabel dan memberikan bobot pada setiap faktor penyebab masalah.

d. *Root Cause Tree*

Merupakan alat analisis sebab akibat yang paling sesuai untuk permasalahan yang kompleks.

Pada penelitian ini, alat analisis yang digunakan adalah *Root Cause Tree* dikarenakan pada kasus ini dibutuhkan penentuan strategi penanganan dan perawatan yang tepat mengenai permasalahan untuk selanjutnya diketahui penyebabnya agar permasalahan tidak terulang kembali.

2.5 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah semua kegiatan yang berhubungan untuk mempertahankan suatu mesin/peralatan agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan agar mesin/peralatan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik. Peranan pemeliharaan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi (Kostas, 1981). Pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) adalah sejumlah kegiatan yang dilaksanakan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu mesin atau sistem produksi supaya dapat beroperasi secara maksimal. Pekerjaan pemeliharaan ini sebenarnya cukup sulit diawasi khususnya dalam penjadwalan akan tetapi harus dilaksanakan secara serius dan berkelanjutan guna mendapatkan suatu sistem tetap terjaga. Pekerjaan pemeliharaan melibatkan berbagai disiplin keahlian dan memiliki andil penting dalam mencapai tujuan industri, oleh karena itu maka pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan hendaklah diawasi secara terus menerus guna mengetahui sejauh mana efektivitas kerja suatu sistem.

Tujuan perawatan pada umumnya adalah sebagai berikut (Mustofa, 1998):

1. Memungkinkan tercapainya mutu produk dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan, dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem.
3. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.
4. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan servis dan perbaikan.

5. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan-gangguan terhadap proses operasi.
6. Memaksimalkan produksi dari sumber-sumber sistem yang ada.
7. Menyiapkan personil, fasilitas, dan metodenya agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

2.6 Total Productive Maintenance (TPM)

Sistem *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan sistem Jepang yang unik dari suatu kepakaran manajerial, telah diciptakan pada tahun 1971, berdasarkan konsep pemeliharaan pencegahan atau pemeliharaan mandiri (*productive maintenance*) yang telah diperkenalkan dari Amerika Serikat pada tahun 1950-an sampai tahun 1960-an (Corder, 1996). Pada tahun 1970-an sampai 1980-an, TPM secara bertahap telah dikembangkan sebagai suatu pencapaian berhasil, akhirnya secara luas diakui.

2.6.1 Pengertian Total Productive Maintenance (TPM)

Menurut Nakajima (1988), mendefinisikan TPM sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam *maintenance* dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan serta mengurangi/ menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*) dengan melakukan identifikasi terlebih dahulu. Konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja yang bertujuan mencapai efektivitas pada seluruh sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif, proaktif, dan terencana. Dengan kata lain TPM sering didefinisikan sebagai *productive maintenance* yang dilaksanakan oleh seluruh pegawai, didasarkan pada prinsip bahwa peningkatan kemampuan peralatan harus melibatkan setiap orang di dalam organisasi, dari lapisan bawah sampai manajemen puncak.

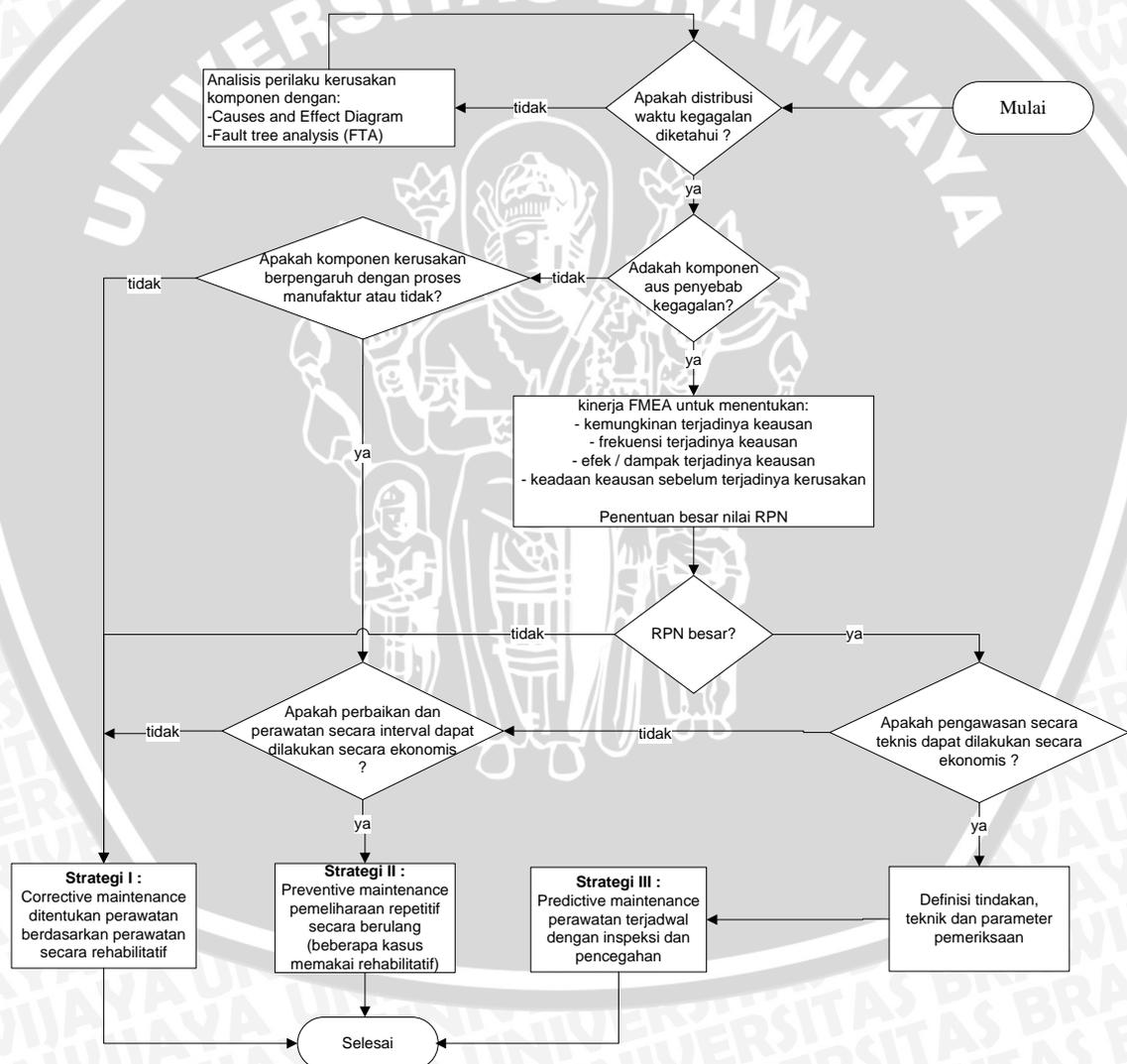
Kata total dalam TPM mempunyai tiga pengertian yang dikaitkan pada tiga hal penting dari TPM :

1. *Total effectiveness*, menunjukkan bahwa TPM bertujuan untuk efisiensi ekonomi efektivitas dari peralatan/ mesin secara keseluruhan dan mencapai keuntungan
2. *Total participation*, semua orang ikut terlibat, bertanggung jawab dan menjaga semua fasilitas yang ada dalam pelaksanaan TPM (dari operator sampai *top management*)
3. *Total maintenance system*, pelaksanaan perawatan dan peningkatan efektivitas dari fasilitas dan kesatuan operasi produksi. Meliputi *maintenance prevention*, *maintainability improvement*, dan *preventive maintenance*

Sasaran TPM adalah Zero ABCD oleh Mobley (2002), yaitu *accident* (dengan penerapan TPM yang baik akan meminimalisasi kecelakaan kerja), *breakdown* (TPM mempunyai sasaran agar tidak terjadi kerusakan), *crisis* (mengurangi semua krisis yang merugikan perusahaan), *defect* (sasaran untuk menghilangkan cacat produk yang terjadi).

2.6.2 Strategi Perawatan

Menurut Nebl dan Pruess, (2006) menjelaskan terdapat langkah-langkah dalam pengaplikasian strategi perawatan terhadap jenis perbaikan yang tepat diterapkan pada mesin. Berikut Gambar 2.2 adalah aliran pemilihan strategi perawatan pada TPM:



Gambar 2.2 Aliran Pemilihan Jenis Perbaikan Pada TPM

Sumber: Nebl and Pruess, (2006)

Aktivitas perawatan (*maintenance*) dapat dibedakan dalam tiga jenis yaitu *preventive maintenance*, *corrective maintenance* dan *predictive maintenance* (Assauri, 1999) yaitu:

1. *Preventive maintenance*

Preventive maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas atau mesin produksi mengalami kerusakan pada waktu melakukan kegiatan produksi (Assauri, 1999). Menurut Heizer dan Render (2001), dalam bukunya "*Operations Management*" *preventive maintenance* menjelaskan bahwa sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kerusakan di masa yang akan datang. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk : inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. *Preventive maintenance* dapat dibedakan atas *routine maintenance* dan *periodic maintenance* (Assauri, 1999). *Routine maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin, contohnya yaitu pelumasan, pengecekan isi bahan bakar dll. Sedangkan *periodic maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara *periodic* atau dalam jangka waktu tertentu.

2. *Corrective maintenance*

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas mengalami kerusakan atau gangguan. Dalam hal ini kegiatan *corrective maintenance* bersifat perbaikan yaitu menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar dapat beroperasi kembali (Assauri, 1999). Menurut Heizer dan Render (2001), pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama. Perawatan korektif merupakan studi dalam menentukan tindakan yang di perlukan untuk mengatasi kerusakan atau kemacetan yang terjadi berulang kali. Tindakan perawatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang sama. Prosedur ini di tetapkan pada peralatan atau mesin yang sewaktu waktu dapat terjadi kerusakan. Pada umumnya usaha untuk mengatasi kerusakan itu dapat di lakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mencatat data *trouble* atau kerusakan, melakukan kemudian meng-*improve* peralatan sehingga kerusakan yang sama tidak terjadi lagi

- b. *Improve* peralatan sehingga perawatan menjadi lebih mudah
- c. Merubah proses
- d. Merancang kembali komponen yang gagal
- e. Mengganti dengan komponen yang baru
- f. Meningkatkan prosedur perawatan preventif
- g. Meninjau kembali dan merubah sistem pengoperasian

Dengan demikian didapatkan kesimpulan bahwa pemeliharaan korektif memusatkan permasalahan setelah permasalahan itu terjadi, bukan menganalisa masalah untuk mencegahnya agar tidak terjadi.

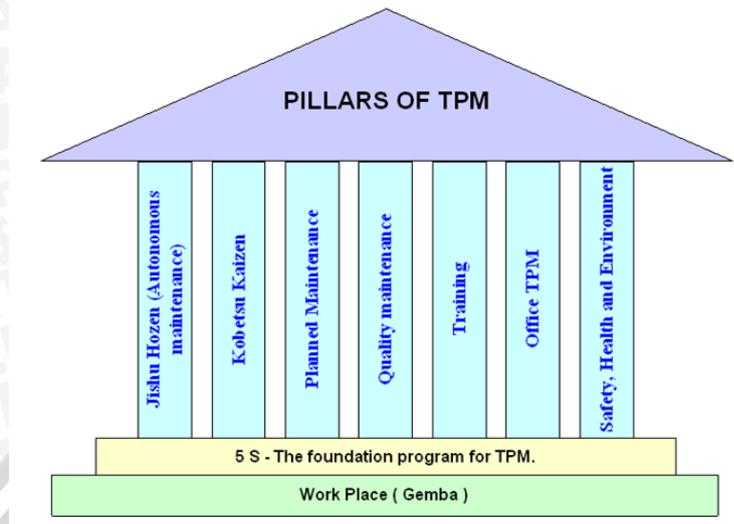
3. *Predictive maintenance*

Predictive maintenance didefinisikan sebagai pengukuran yang dapat mendeteksi degradasi sistem, sehingga penyebabnya dapat dieliminasi atau dikendalikan tergantung pada kondisi fisik komponen. Hasilnya menjadi indikasi kapabilitas fungsi sekarang dan masa depan. Pada dasarnya, *predictive maintenance* berbeda dengan *preventive maintenance* dengan berdasarkan kebutuhan perawatan pada kondisi aktual mesin dari pada jadwal yang telah ditentukan. Dapat dikatakan bahwa *preventive maintenance* bersifat *time-based*, seperti pergantian oli setiap 3000 jam kerja. Hal ini tidak memperhatikan performa dan kondisi aktual mesin. Jika dilakukan pemeriksaan, mungkin penggantian oli dapat diperpanjang hingga 5000 jam kerja. Hal ini yang membedakan antara *preventive maintenance* dengan *predictive maintenance* dimana *predictive maintenance* menekankan kegiatan perawatan pada kondisi aktual. Perawatan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem perawatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indera atau dengan alat-alat monitor yang canggih. Pekerjaan ini merupakan perawatan dimana dilakukan inspeksi terhadap *asset* peralatan untuk memprediksikan terhadap kerusakan atau kegagalan yang akan terjadi. Beberapa contoh teknik perawatan prediktif: *vibration monitoring, thermography, process parameters, visual inspection, ultrasonic monitoring, other non-destructive techniques.*

2.6.3 Delapan Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Pendekatan tradisional untuk TPM dikembangkan pada tahun 1960 dan terdiri dari 5S sebagai dasar dan delapan kegiatan pendukung (kadang-kadang disebut sebagai

pilar). Delapan pilar yang mendukung keberhasilan dan kesuksesan TPM dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Delapan pilar TPM

Sumber: Pankaj (2009)

Delapan pilar yang mendukung keberhasilan dan kesuksesan TPM, yaitu antara lain:

1. *5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke)*

Seiri berarti menyortir dan mengorganisir benda sebagai kritis/penting, item yang sering digunakan, tidak berguna atau benda yang tidak dibutuhkan sekarang. Benda penting yang harus disimpan pada tempat mudah dijangkau dan benda yang tidak digunakan dalam waktu dekat, harus disimpan di beberapa tempat. *Seiton* berarti penataan dimana setelah penggunaan barang tertentu harus dikembalikan di tempat yang sama (satu barang hanya memiliki satu tempat), untuk memudahkan dapat digunakan pelat nama di setiap rak. *Seiso* berarti pembersihan tempat kerja atau mesin, sehingga tidak adanya kabel yang menggantung atau kebocoran mesin. *Seiketsu* berarti standardisasi dimana semua aspek harus membahas secara bersama-sama dan memutuskan standar untuk menjaga tempat kerja bersih dan rapi. *Shitsuke* berarti pembiasaan/disiplin diri dimana 5S sebagai cara hidup dan membawa disiplin diri di antara para karyawan organisasi.

2. *Jishu Hozen (Autonomous Maintenance)*

Fokus pada pilar ini adalah pengembangan operator untuk dapat bertanggung jawab dalam pegoperasian mesin yang ditunjukkan dengan aktifitas *maintenance* yang bersifat ringan.

3. *Kobetsu Kaizen (Focused Maintenance)*

Pilar ini difokuskan dalam aktivitas perbaikan mesin yang berkelanjutan walau sekecil apapun perbaikan tersebut.

4. *Planned Maintenance*

Pilar ini lebih difokuskan kepada mesin agar terhindar dari kerusakan sehingga kinerja mesin menjadi optimal. Elemen-elemen yang perlu diperhatikan di dalam pilar ini antara lain:

- a. *Preventive Maintenance*
- b. *Breakdown Maintenance*
- c. *Corrective Maintenance*

Dengan *planned maintenance* diharapkan akan merubah sistem perawatan dari *reactive* menjadi *proactive* dan sistem kontrolnya berjalan sehingga kondisi nyata dari mesindapat diketahui oleh semua lini yang terkait didalamnya.

5. *Hinshitsu Hozen (Quality Maintenance)*

Definisi dari *Quality Maintenance* adalah proses untuk mengontrol kondisi dari suatu peralatan yang mempunyai pengaruh variabilitas di dalam kualitas dan kuanitas hasil produksinya. Tujuan dari langkah ini adalah untuk merencanakan sistem perawatan yang mengarah kepada "*Zero Defect*". Kualitas ini mempunyai hubungan antara kondisi material, kepresisian peralatan atau mesin, metode produksi dan parameter proses.

6. *Education and Training*

Pilar ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan operator. Terdapat dua komponen *training* yaitu:

- a. *Soft skill training*, meliputi bagaimana cara bekerja secara tim dan cara berkomunikasi
- b. *Technical training*, meliputi peningkatan kemampuan dalam memecahkan masalah dan kemampuan menguasai peralatan atau mesin

7. *Office Total Productive Maintenance (TPM)*

Selain penerapan dilapangan, implementasi TPM juga dilakukan pada sistem administrasi perkantoran sehingga dapat berjalan secara sinergis dengan di lapangan.

8. *Safety, Health and Environtment*

Di dalam pilar ini terdapat 3 target yang akan dicapai, yaitu *Zero accident*, *Zero health damage* dan *Zero fire*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

