

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Maintenance*

Maintenance merupakan suatu fungsi dalam suatu industri manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai mesin/peralatan, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap dapat mempergunakan mesin/peralatan sehingga kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus mesin/peralatan agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi :

- a) Kegiatan pengecekan.
- b) Meminyaki (*lubrication*).
- c) Perbaikan/reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada.
- d) Penyesuaian/penggantian *spare part* atau komponen.

Ada dua jenis peneurunan kemampuan mesin/peralatan yaitu :

1. *Natural Deterioration* yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan secara alami akibat terjadi pemburukan/keausan pada fisik mesin/peralatan selama waktu pemakaian walaupun penggunaan secara benar.
2. *Accelerated Deterioration* yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan akibat kesalahan manusia (*human error*) sehingga dapat mempercepat keausan mesin/peralatan karena mengakibatkan tindakan dan perlakuan yang tidak seharusnya dilakukan terhadap mesin/peralatan

Dalam usaha mencegah dan berusaha untuk menghilangkan kerusakan yang timbul ketika proses produksi berjalan, dibutuhkan cara dan metode untuk mengantisipasinya dengan melakukan kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga mesin/peralatan dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan *maintenance* maka mesin/peralatan dapat dipergunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama dipergunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu direncanakan tercapai.

Hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan (*equipment maintenance*) merupakan berdasarkan dua hal sebagai berikut :

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi dengan umur ekonomisnya.
2. *Replecement maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah diencanakan sebelum kerusakan terjadi.

2.2. Tujuan *Maintenance*

Maintenance adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, *maintenance* harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya kegiatan *maintenance* ini, maka mesin/peralatan produksi dapat

digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai.

Beberapa tujuan *maintenance* yang utama antara lain:

1. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut
6. Memaksimalkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi (mengurangi *downtime*).
7. Untuk memperpanjang umur/masa pakai dari mesin/peralatan.

2.3. Jenis-Jenis *Maintenance*

2.3.1. *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Planned maintenance (pemeliharaan terencana) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena

itu program *maintenance* yang akan dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian *maintenance* melalui informasi dari catatan riwayat mesin/peralatan.

Konsep *planned maintenance* ditujukan untuk dapat mengatasi masalah yang dihadapi manajer dengan pelaksanaan kegiatan *maintenance*. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberi data yang lengkap untuk mengambil keputusan. Adapun data yang penting dalam kegiatan *maintenance* antara lain laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan, dan lain-lain.

Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu :

a. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang diberikan *preventive maintenance* akan terjamin kelancarannya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

b. *Corrective maintenance* (Pemeliharaan Perbaikan)

Corrective maintenance adalah suatu kegiatan *maintenance* yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin/peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

c. *Predictive maintenance*

Predictive maintenance adalah tindakan-tindakan *maintenance* yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil untuk melakukan *predictive maintenance* itu dapat berupa data getaran, temperature, *vibrasi*, *flow rate*, dan lain-lainnya.

Perencanaan *predictive maintenance* dapat dilakukan berdasarkan data dari operator di lapangan yang diajukan melalui *work order* ke departemen *maintenance* untuk dilakukan tindakan tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan

2.3.2. Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tak Terencana)

Unplanned maintenance biasanya berupa *breakdown/emergency maintenance*. *Breakdown/emergency maintenance* (pemeliharaan darurat) adalah tindakan *maintenance* yang tidak dilakukan pada mesin peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Melalui bentuk pelaksanaan pemeliharaan tak terencana ini, diharapkan penerapan pemeliharaan tersebut akan dapat memperpanjang umur dari mesin/peralatan, dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan.

2.3.3. *Autonomous maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

Autonomous maintenance atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan untuk dapat meningkatkan *produktivitas* dan efisiensi mesin/peralatan melalui kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin/peralatan yang mereka tangani sendiri. Prinsip-prinsip yang terdapat pada lima S, merupakan prinsip yang mendasari kegiatan *autonomous maintenance*, yaitu :

1. Seiri (*clearing up*) : Menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan
2. Seiton (*organazing*) : Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan rapi
3. Seiso (*cleaning*) : Membersihkan peralatan dan tempat kerja
4. Seikatsu (*standarizing*) : Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi
5. Shitsuke (*training and discipline*) : Meningkatkan skill dan moral

Autonomous maintenance diimplementasikan melalui 7 langkah yang akan membangun keahlian yang dibutuhkan operator agar mereka mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan.

Tujuh langkah kegiatan yang terdapat dalam *autonomous maintenance* adalah :

1. Membersihkan dan memeriksa (*clean and inspect*)
2. Membuat standar pembersihan dan pelumasan
3. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (*eliminate problem and anaccessible area*)
4. Melaksanakan pemeliharaan mandiri (*conduct autonomous maintenance*)
5. Melaksanakan pemeliharaan menyeluruh (*conduct general inspection*)
6. Pemeliharaan mandiri secara penuh (*fully autonomous maintenance*)
7. Pengorganisasian dan kerapian (*organization and tidines*)

2.4. Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan *Maintenance*

Semua tugas-tugas atau kegiatan daripada *maintenance* dapat digolongkan kedalam salah satu dari lima tugas pokok yang berikut :

1. Inspeksi (*Inspections*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan dan pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) terhadap mesin/peralatan sesuai dengan rencana yang bertujuan untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas mesin/peralatan yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan pengembangan komponen atau peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan komponen atau peralatan, juga berusaha mencegah terjadinya kerusakan.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya yaitu dengan memperbaiki seluruh mesin/peralatan produksi

4. Kegiatan Administrasi

Kegiatan administrasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan kegiatan pemeliharaan, penyusunan *planning* dan *schedulling*, yaitu rencana kapan kegiatan suatu mesin/peralatan tersebut harus diperiksa, diservice dan diperbaiki.

5. Pemeliharaan Bangunan

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian *maintenance*.

2.5. Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM juga diperkenalkan pada tahun 1960, namun pada awalnya digunakan oleh produsen pesawat terbang, maskapai penerbangan, dan pemerintah yang ditujukan untuk memelihara pesawat terbang (Nowlan dan Heap dalam Pintelon et al., 1999). Moubrey (1997) mendefinisikan RCM sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna.

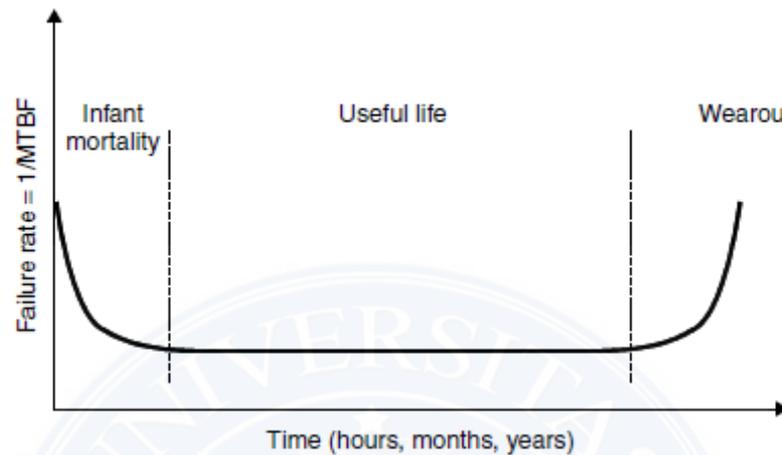
Tahapan Penyusunan *Reliability Centered Maintenance* (RCM):

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi
2. Definisi batasan system
3. Deskripsi system
4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
6. *Logic Tree Analysis* (LTA)
7. *Pemilihan tindakan*

2.6. Keandalan (*Reliability*)

Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen/sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu

ketika digunakan dalam kondisi operasi (Ebeling, 1997). Secara umum konsep keandalan dapat digambarkan dalam *Bathtub Curve* yang menjelaskan siklus hidup item/komponen.



Gambar 2.1 Bathtub Curve

2.7. Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

2.7.1. Definisi RCM

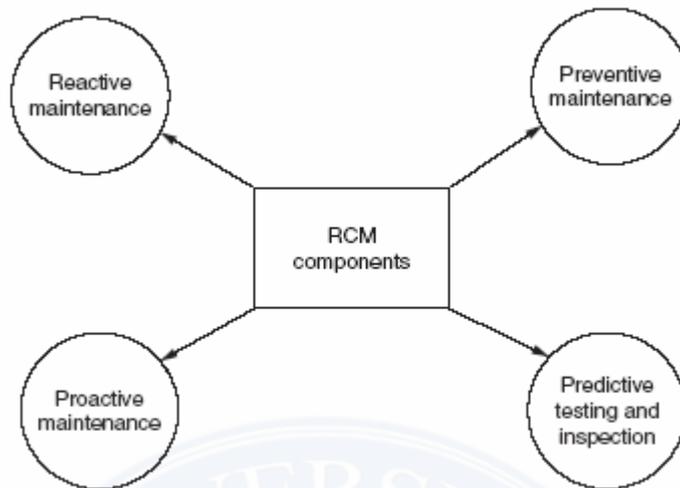
RCM mempunyai beberapa definisi adalah sebagai berikut :

1. Reliability Centered Maintenance adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dikerjakan untuk menjamin setiap aset fisik tetap bekerja sesuai yang diinginkan atau suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif.
2. *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance (pm)* dan *corrective maintenance (cm)* untuk memaksimalkan umur (*life time*) dan fungsi aset / sistem / equipment dengan biaya minimal (*minimum cost*).

2.7.2. Prinsip – Prinsip RCM

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sistem/alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem / alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih fokus kepada fungsi system daripada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. RCM berbasiskan pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem/equipment untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan
4. RCM bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk system tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi.
6. RCM mendefinisikan kegagalan (*failure*) sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai *performance standard* yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata / jelas, Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

2.7.3. Komponen dari RCM



Gambar 2.2. Komponen RCM

2.7.4. Reactive Maintenance

Ini adalah *jenis maintenance* yang berprinsip: operasikan sampai rusak, atau perbaiki ketika rusak. *Maintenance* jenis ini hanya dilakukan ketika proses deteriorasi sudah menghasilkan kerusakan.

2.7.5. Preventive Maintenance

Maintenance jenis ini sering disebut *time based maintenance*, sudah dapat mengurangi frekuensi kegagalan ketika *maintenance* jenis ini diterapkan, jika dibandingkan dengan *reactive maintenance*. *Maintenance* jenis ini dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi komponen. Kegiatannya antara lain terdiri dari pemeriksaan, penggantian komponen, kalibrasi, pelumasan, dan pembersihan. *Maintenance* jenis ini sangat tidak efektif dan tidak efisien dari segi cost ketika diterapkan sebagai satu-satunya metode *maintenance* dalam sebuah plant.

2.7.6. Predictive Testing dan Inspection (PTI)

Walaupun banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan jadwal PM, namun tidak ada yang valid sebelum didapatkan *age-reliability characteristic* dari sebuah komponen, biasanya informasi ini tidak ada, namun harus segera didapatkan untuk komponen baru. Pengalaman menunjukkan bahwa PTI sangat berguna untuk menentukan kondisi suatu komponen terhadap umurnya.

2.7.7. Monitoring Equipment

Tujuan utama memonitor sebuah equipment adalah mengetahui keadaan dan mendapatkan trend dari kondisi *equipment* tersebut dari waktu ke waktu. Pendekatan yang digunakan adalah:

1. Antisipasi kegagalan dari pengalaman yang sebelumnya (*failure anticipation from past experience*), seringkali pengalaman kegagalan sebelumnya dapat digunakan untuk menentukan trend kegagalan.
2. Statistik distribusi kegagalan (*failure distribution statistic*), distribusi kegagalan dan propabilitas kegagalan harus diketahui untuk menentukan periode akan terjadinya kegagalan.
3. Pendekatan konservatif (*conservative approach*), praktik yang sering dilakukan di lapangan adalah melakukan monitoring secara rutin (tiap bulan atau tiap minggu). Sering kali data yang didapatkan tidak mencukupi untuk mengetahui kondisi *equipment*, hal ini akan menyebabkan periode atau interval monitoring semakin diperpendek.

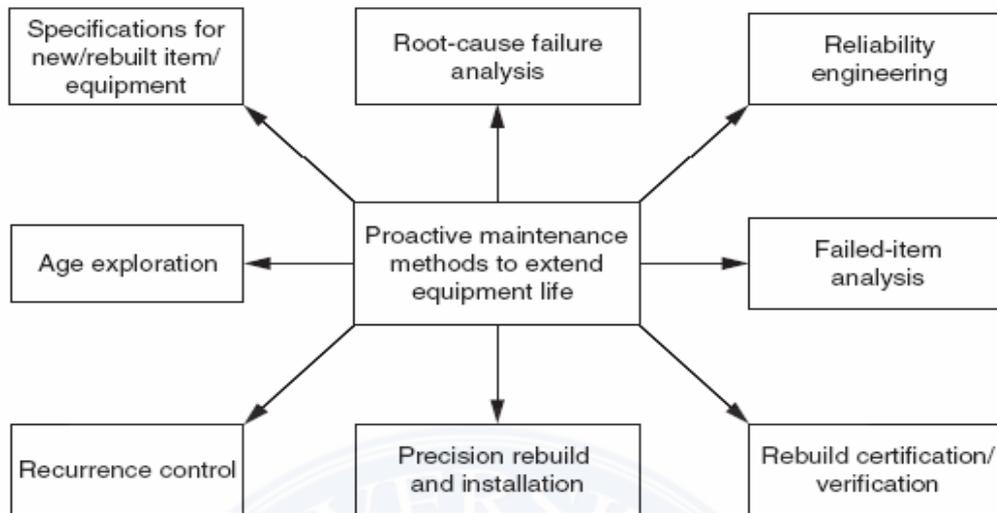
2.7.8. Tes Prediksi dan Inpeksi (*Prediction Testing dan Inspection*)

PTI seringkali disebut sebagai *conditioning monitoring* atau *predictive maintenance*. PTI dapat digunakan untuk menjustifikasi *time based maintenance*, karena hasilnya digaransi oleh kondisi *equipment* yang termonitor. Data PTI yang diambil secara periodik dapat digunakan untuk menentukan trend kondisi *equipment*, perbandingan data antar *equipment*, proses analisis statistik, dsb. PTI tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya metode *maintenance*, karena PTI tidak dapat mengatasi semua modal potensi kegagalan.

2.7.9. Proactive Maintenance

Tipe *maintenance* ini akan menuntun pada : desain, workmanship, instalasi, prosedur dan *scheduling maintenance* yang lebih baik. Karakteristik dari *proactive maintenance* adalah *continous improvement* dan menggunakan *feedback* serta komunikasi untuk memastikan bahwa usaha *improvement* yang dilakukan benar-benar membawa hasil yang positif. Analisa *root-cause failure* dan *predictive analysis* diterapkan antara lain untuk mendapatkan *maintenance* yang efektif, menyusun interval kegiatan *maintenance*, dan memperoleh *life cycle*.

Gambar 2.3 dibawah ini menunjukkan aspek yang merupakan bagian dari *proactive maintenance* untuk mendapatkan *life extent*.



Gambar 2.3. Aspek dari *Proactive Maintenance* Untuk Mendapatkan *Life Extent*.

2.7.10. *Reliability Engineering*

Reliability engineering merupakan sebuah jembatan penghubung dari pendekatan *proactive maintenance*, seperti: redesain, modifikasi atau improvement dari penggantian komponen. Dalam beberapa kasus melakukan redesain merupakan suatu keharusan untuk mendapatkan *reliability* yang lebih baik.

2.7.11. *Failed Item Analysis*

Salah kegiatan yang termasuk *Failed Item Analysis* adalah inspeksi visual untuk setelah komponen yang mengalami kegagalan dilepaskan dari sistemnya. Analisis kasus secara lebih detail diterapkan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan. Contoh failed item analysis : sebuah *bearing* mengalami kerusakan, penyebabnya bisa dari *mis-alignment*, *unbalance*, *grease* yang buruk

atau sebab lainnya. Pengalaman menunjukkan bahwa penyebab kerusakan *bearing* 50% disebabkan karena metode pemasangan yang kurang tepat.

2.7.12. Root Cause Failure Analysis (RCFA)

RCFA secara berkonsentrasi secara proaktif mencari penyebab terjadinya kegagalan. Bedanya dengan *Failed Item Analysis* adalah RCFA melakukan kegiatan *proactive* sebelum dan juga bisa sesudah terjadinya kegagalan, sedangkan *Failed Item Analysis* mutlak setelah terjadi kegagalan. Tujuan utama dari RCFA adalah mencari penyebab terjadinya ketidakefisienan dan ketidakekonomisan, mengoreksi penyebab kegagalan (tidak hanya berkonsentrasi pada efeknya saja), membangkitkan semangat untuk melakukan *improvement* secara kontinu, dan menyediakan data untuk mencegah terjadinya kegagalan.

2.7.13. Age Exploration

Ini adalah aspek yang penting dalam program RCM. Pendekatan AE dilakukan untuk menguji kelayakan kegiatan *maintenance* untuk diaplikasikan dengan mempertimbangkan beberapa hal:

1. *Technical Content*, adalah serangkaian verifikasi untuk memastikan bahwa semua moda kegagalan sudah dipetakan, dan juga memastikan bahwa metode *maintenance* yang sudah ada sekarang dapat membawa ke kondisi *reliability* yang lebih baik.
2. *Performance Interval*, *adjustment* dilakukan kontinu sampai penurunan potensi terjadinya kegagalan dapat diturunkan.

3. *Task Grouping*, pekerjaan yang mempunyai periode yang sama dikelompokkan menjadi satu, tujuannya untuk mengefisienkan waktu.

2.7.14. *Spesification for New/Rebuild Item/Equipment*

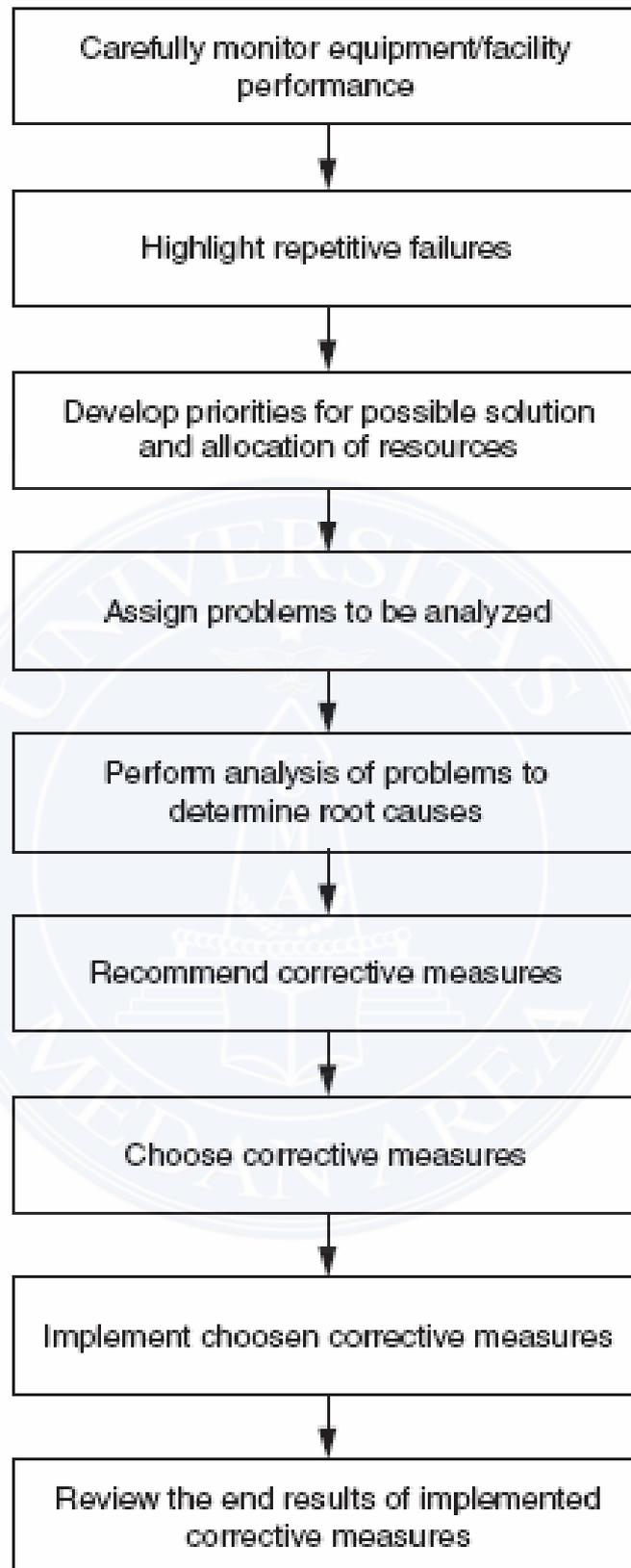
Pendekatan kegiatan ini adalah melakukan dokumentasi sebuah equipment, seperti dokumentasi data awal (*commisioning*), seperti vibrasi, alignment, balancing, juga melakukan record data masalah yang terjadi selama waktu pengoperasian, melakukan perbandingan data berbagai merk equipment. Hal-hal tersebut dilakukan sehingga dalam melakukan pembelian komponen atau equipment baru dapat memperoleh spesifikasi yang lebih baik yang merupakan koreksi dari data-data yang sebelumnya.

2.7.15. *Recurrence Control*

Seperti arti kata *reccurence* yaitu keadaan sakit yang berulang, maka definisi *reccurence control* adalah mengontrol kegagalan berulang yang terjadi. Kegagalan berulang dapat terjadi akibat ketidakmampuan mencari informasi yang cukup tentang penyebab terjadinya kegagalan tersebut. Beberapa situasi yang dapat digolongkan sebagai kegagalan berulang:

1. Kegagalan berulang yang terjadi pada sebuah equipment.
2. kegagalan yang berulang yang terjadi pada sistem.
3. Kegagalan pada sebuah part yang terjadi pada beberapa equipment atau sistem.

Gambar 2.4. dibawah ini menunjukkan langkah-langkah untuk menganalisis kegagalan berulang.



Gambar 3. Langkah Analisis Kegagalan Berulang.