

**USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN *SCREW PRESS* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* PT. PP. LONDONSUMATRA
INDONESIA Tbk, *TURANGIE PALM OIL MILL*
KABUPATEN LANGKAT**

DISUSUN OLEH :

BAGUS MULIA

13 815 0004



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan 13 Desember 2017



138150004

Judul skripsi : Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Screw Press Dengan Metode Reliabilty Centered Maintenance (RCM) Pada PT.PP.LONDONSUMATRA INDONESIA Turangie Palm Oil Mill Tbk,

Nama : Bagus Mulia

NPM : 138150004

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Ir. M. Banjarnahor, M.Si
Pembimbing I

Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc
Pembimbing II

Mengetahui :

Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc.
Dekan Fakultas Teknik

Yuana Delvika, ST, MT.
Ketua Program Studi

Tanggal sidang : 24 Oktober 2017

Abstrak

Bagus Mulia NPM 138150004. Perencanaan Perawatan Pada Mesin Screw Press dengan menggunakan RCM (Reliability centered Maintenance) Pada PT.PP.London Sumatera Turangie Palm Oill Mill. Di bimbing oleh Ir.M.Banjarnahor,MSi dan Chalis Fajri Hasibuan ST,MSc.

Perawatan perencanaan terhadap mesin sangat dibutuhkan dalam setiap bulannya sehingga perusahaan melakukan perawatan mesin secara terjadwal secara teratur Berdasarkan data PT. PP Londonsumatra Indonesia Tbk Turangie *Palm Oill Mill*. Selalu melakukan perawatan tanpa menyeluruh secara terjadwal. Penelitian ini bertujuan melakukan penjadwalan terhadap mesin *screw press* meningkatkan kualitas produksi dan mengurangi tingkat resiko kegagalan produksi dan membantu secara langsung melakukan pengurangan beban kerja saat perawatan rutin. Tahapan (RCM) *Reliability Centered Maintenance* meliputi *Fault tree analysis* (FTA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), interval pergantian komponen dan Penentuan konsekuensi kegagalan,(CD) *Condition drect* dan (TD) *Time direct* sehingga akhirnya dapat menurunkan tingkat resiko kegagalan, berdasarkan frekuensi kerusakan sebesar 44,86% dan jam kerja yg hilang akibat breakdown mesin sebesar 56,12 %. (RCM) *Reliability Centered Maintenance* juga berguna untuk meningkatkan kualitas produk, sekaligus perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendekteksi kegagalan atau menemukan *Hidden Failure*. Hal ini dapat mengurangi kemungkinan kegagalan ganda yang memiliki konsekuensi serius.

Kata kunci : *Reliability Centered Maintenance, Total Minimum Down Time*

Abstract

BagusMulia. 138150004. “The Planning of Preventive Maintenance on Screw Press Machine by Using Reliability Centered Maintenance Method (RCM) at PT. PP. London Sumatra Indonesia Turangie Palm Oil Mill”. Supervised by Ir. M.Banjarnahor, MSi. And ChalisFajriHasibuan ST, MSc.

A maintenance plan of machine is required in every month for every company. However, PT. PP. London Sumatra Indonesia Turangie Palm Oil Mill still runs the non-scheduled maintenance and not in a comprehensive way. The study aims to conduct a schedule for screw press machine maintenance in order to improve the product quality and decrease the production failure risk. Also, the research aims to give an aid to decrease the workload while carrying out the routine maintenance. The RCM method includes several phases, namely: Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effect Analysis (FEMA), the component replacement interval, the determination of failure consequences, Condition Direct (CD), and Time Direct. Through these phases, the level of failure risk can be decreased. According to the damage frequency as much as 44.86% and the lost work time caused by the machine breakdown as much as 56.12%. RCM also can be utilized to increase the product quality, and prevent or detect the failure or hidden failure at once. Thus, the double failure with a serious consequence can be decreased.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, Total Minimum Down Time.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini PT. PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, Turangie *Palm Oil Mil*

Penulisan skripsi ini salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan program studi strata satu (S1) di jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Dalam menyelesaikan Skripsi, Penulis banyak mendapat bantuan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu penulis patut mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. DR. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Yuana Delvika, ST, MT, selaku Ketua Program Studi dan Koordinator Kerja Praktek Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir.M.Banjarnahor, MSi, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Edy T. Bangun, selaku Mill Manager PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM
6. Bapak Hariyadi, selaku Maintenance Engineer PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM
7. Bapak Anuar Susanto, selaku KTU PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM

8. Bapak Radius Ginting, selaku Shift Coordinator PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM dan Pembimbing lapangan I
9. Bapak Rudi Butar-butar, selaku Assistant Compost PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM dan Pembimbing lapangan II
10. Bapak Parhorasan Siallagan dan Bapak Teddi Atmaja Saragih, selaku Shift Engineer PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM
11. Seluruh staf dan karyawan PT. PP. Londonsumatera Indonesia Tbk, Turangie POM
12. Terkhusus kepada kedua orang tua tercinta saya ayahanda muslim dan ibunda arjumi yang setiap saat memberikan doa, semangat dan motivasi.
13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Industri, terkhusus rekan-rekan stambuk 2013.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat dituliskan satu-persatu, namun telah memberikan dukungan, bantuan dan inspirasi yang sangat berharga.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar Skripsi ini berguna bagi pihak yang memerlukannya.

Medan, Mei 2017

Penulis

(Bagus Mulia)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I- 1
1.2. Perumusan Masalah.....	I- 2
1.3. Batasan Masalah dan Asumsi	I- 2
1.4. Tujuan Penelitian.....	I- 3
1.5. Manfaat Penelitian.....	I- 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II- 1
2.1. Perawatan (<i>maintenance</i>).....	II- 1
2.2. Downtime... ..	II- 4
2.3. Reliability Centered Maintenance (RCM).....	II- 18
2.4. Keandalan	II- 20
2.5. Pola Distribusi Data dalam keandalan (RCM).. ..	II- 22
2.6. Diagram Pareto.. ..	II- 26
BAB III METODE PENELITIAN.....	III- 1
3.1. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian.....	III- 1
3.2. Jenis Penelitian	III- 1

3.3.	Objek Penelitian	III- 1
3.4.	Metode Penelitian	III-1
3.5.	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	III-3
3.6.	Langkah-langkah Pengolahan Data	III-4
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		IV -1
4.1.	Penjadwalan Perawatan.	IV- 1
4.2.	Pengolahan Data.	IV- 3
4.2.1.	sistem Perawatan Mesin Sekarang.....	IV - 3
4.2.2.	Reliability Centered Maintenance	IV - 3
4.2.3.	Pemilihan sistem dan Pengumpulan Informasi	IV - 4
4.2.4.	Pendefenisian Batasan Sistem	IV - 4
4.2.5.	Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsi	IV - 5
4.2.6.	Fungsi Sistem Dan Kegagalan Sistem	IV - 7
4.2.7.	Grey FMEA.....	IV - 8
4.2.8.	Logic Tree Analysis (LTA)	IV -17
4.3.	Pengujian Distribusi.....	IV- 24
4.3.1.	Perhitngan Total Minimum Downtime.....	IV- 25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1.	Kesimpulan.....	V-1
5.2.	Saran.	V-2

DAFTAR PUSTAKA

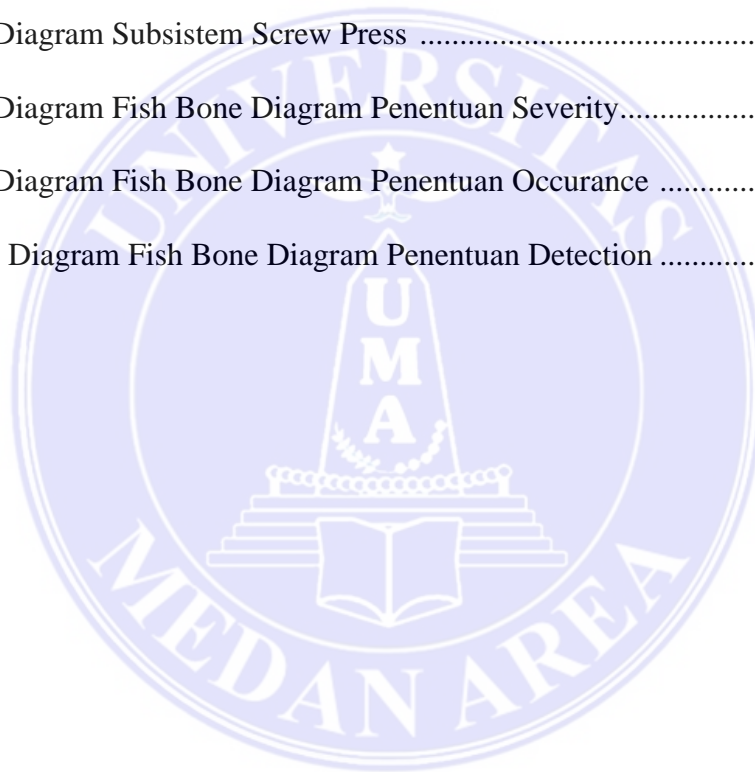
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai <i>Severity</i>	II-9
Tabel 2.2.	Nilai <i>Occurence</i>	II-9
Tabel 2.3.	Nilai <i>Detection</i>	II-10
Tabel 4.1.	Data Historis Perbaikan	IV-1
Tabel 4.2.	Data Historis Kerusakan	IV-2
Tabel 4.3.	Interval Kerusakan	IV-3
Tabel 4.4.	Subsistem dan Komponen	IV-5
Tabel 4.5.	SWBSS.....	IV-7
Tabel 4.6.	Fungsi Dan Kegagalan Sistem	IV-8
Tabel 4.7.	Matrix	IV-8
Tabel 4.8.	Penentuan <i>Rating Severity</i>	IV-11
Tabel 4.9.	Penentuan <i>Rating Detection</i>	IV-11
Tabel 4.10.	Penentuan <i>Rating Detection</i>	IV-12
Tabel 4.11.	Tingkat Resiko berdasarkan Prioritas	IV-17
Tabel 4.12.	Tabel Pengujian Pola Distribusi.....	IV-25
Tabel 4.13.	Nilai Tf dan Tp	IV-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Strukur Pertanyaan LTA	II-14
Gambar 2.2. Road Map Pemilihan Tindakan	II-15
Gambar 2.3. Diagram Pareto.....	II-25
Gambar 4.1. Diagram Pareto	IV-2
Gambar 4.2. Diagram Subsistem Screw Press	IV-6
Gambar 4.3. Diagram Fish Bone Diagram Penentuan Severity.....	IV-9
Gambar 4.4. Diagram Fish Bone Diagram Penentuan Occurance	IV-10
Gambar 4.5. . Diagram Fish Bone Diagram Penentuan Detection	IV-10



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Strukur Organisasi	L-1
Lampiran 2. Tabel Hasil Perhitungan TMD <i>Bearing Elektro Motor</i>	L-2
Lampiran.3. Tabel Hasil Perhitungan TMD <i>V Belt Elektro Motor</i>	L-3
Lampiran 4.. Tabel Hasil Perhitungan TMD <i>Silinding Cone</i>	L-4
Lampiran.5. FPC PT.PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, POM.....	L-5
Lampiran.6. Lay Out PT.PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, POM.....	L-6



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketidak stabilan perekonomian dan semakin tajamnya persaingan di dunia industri mengharuskan suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Salah satu perusahaan yang sering mengalami kendala dalam perawatan pada mesin PT. PP. Londonsumatra Tbk, *Turangie Palm Oil Mill*.

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi beberapa macam, tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan landasan dasar untuk perawatan fisik dan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan perawatan pencegahan yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan.

PT. PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, Turangie POM merupakan perusahaan yang memproduksi minyak mentah kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) dan pengolahan biji (*Palm Kernel*). Sering mengalami permasalahan pada kualitas

produksi dikarenakan mesin pengepresan tidak berjalan dengan standar pengepresan yang sesuai. Hal tersebut menghambat jalannya proses produksi yang berdampak pada penurunan kualitas produksi. Dalam 1 tahun terakhir kerusakan pada mesin screw press 48 kali pergantian.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan mesin dengan mengusulkan sistem perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM diharapkan dapat menetapkan *schedule maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada komponen mesin.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bagaimana menentukan tindakan perawatan yang optimal agar mesin berjalan dengan baik sesuai dengan standar performansinya menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

1.3. Batasan Masalah

Mengingat terlalu luasnya masalah, maka penulis menetapkan batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin yang sering mengalami kerusakan, yaitu mesin screw press.
2. Data kerusakan mesin yang dianalisis adalah data tahun terakhir.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan antara lain :

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan interval waktu pergantian untuk komponen kritis yang sering mengalami kerusakan.
- b. Rekomendasi jenis tindakan/aktivitas perawatan (*maintenance task*) yang dilakukan pada setiap komponen yang diteliti.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Perusahaan mendapatkan informasi mengenai metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai metode pendekatan manajemen perawatan mesin-mesin produksi.
- b. Memberikan suatu SOP dalam pelaksanaan perawatan mesin.
- c. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu memperbaiki sistem manajemen perawatan pada mesin produksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan (*Maintenance*) adalah hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan.

Perawatan(*maintenance*) menurut *The American Management Association, Inc.* (1971) adalah kegiatan rutin, pekerja yang berulang yang dilakukan untuk menjaga kondisi fasilitas produksi agar dapat dipergunakan sesuai dengan fungsi dan kapasitas sebenarnya secara efisien. Pemeliharaan (*maintenance*) adalah suatu kegiatan untuk menjamin bahwa aset fisik dapat secara kontiniu memenuhi fungsi yang diharapkan. *Maintenance* hanya dapat memberikan kemampuan bawaan dari setiap komponen yang di rawatnya, bukan untuk meningkatkan kemampuannya.

Tujuan Perawatan

Tujuan utama dari perawatan (*maintenance*) antara lain:

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan, dan isinya). Hal ini paling penting di negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk pergantian.

2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return on investment*) maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Jenis-jenis Perawatan

Jenis-jenis perawatan pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu *planned* dan *unplanned maintenance*.

1. *Planned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. *Planned maintenance* terbagi dua, yaitu *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*.
 - a. *Preventive Maintenance*, suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan/komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan suatu mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya. Ada empat faktor dasar dalam memutuskan penerapan *preventive maintenance*, yaitu mencegah terjadinya kegagalan, mendeteksi kegagalan, mengungkap kegagalan tersembunyi (*hidden failure*) dan tidak melakukan apapun karena lebih efektif daripada dilakukan pergantian. Dengan mengidentifikasi keempat faktor dalam melaksanakan *preventive maintenance*, terdapat empat kategori dalam *preventive maintenance*. Keempat kategori tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Time-Directed* (TD) adalah perawatan yang diarahkan secara langsung pada pencegahan kegagalan atau kerusakan.
 - 2) *Condition-Directed* (CD) adalah perawatan yang diarahkan pada deteksi kegagalan atau gejala-gejala kerusakan.
 - 3) *Failure-Finding* (FF) adalah perawatan yang diarahkan pada penemuan kegagalan tersembunyi.
 - 4) *Run-to-Failure* (RTF) adalah perawatan yang didasarkan pada pertimbangan untuk menjalankan komponen hingga rusak karena pilihan lain tidak memungkinkan atau tidak menguntungkan dari segi ekonomi.
- b. *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.
2. *Unplanned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya tidak direncanakan. Unplanned maintenanceterbagi dua, yaitu *corrective maintenance* dan *breakdown maintenace*:
 - a. *Corrective Maintenance*, suatu kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi mesin sehingga mencapai standar yang telah ditetapkan pada mesin tersebut.
 - b. *Breakdown Maintenace*, yaitu suatu kegiatan perawatan yang pelaksanaannya menunggu sampai dengan peralatan tersebut rusak lalu dilakukan perbaikan.

2.2. Downtime

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* minimum menjadi sangat penting. Pembahasan berikut akan difokuskan pada proses pembuatan keputusan penggantian komponen sistem yang meminimumkan *downtime*, sehingga tujuan utama dari manajemen sistem perawatan untuk memperpendek periode kerusakan sampai batas minimum dapat dicapai. Penentuan tindakan *preventif* yang optimum dengan meminimumkan *downtime* akan dikemukakan berdasarkan *interval* waktu penggantian (*replacement interval*). Tujuan untuk menentukan penggantian komponen yang optimum berdasarkan interval waktu total produktif diantara penggantian *preventif* dengan menggunakan kriteria meminimumkan total *downtime* per unit waktu Gaspersz, Vincent. Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industr.h.552.

Ada dua pendekatan yang biasa digunakan untuk merencanakan kegiatan perawatan mesin yaitu pendekatan RCM (*reliability centered maintenance*) dan TPM (*total productive maintenance*). Pendekatan TPM berorientasi pada kegiatan manajemen sedangkan RCM berorientasi pada kegiatan teknis. RCM dan TPM berkembang dari metode *preventive maintenance*, perbedaannya RCM memberikan pertimbangan berupa tindakan yang dapat dilakukan jika preventive

maintenance tidak mungkin dilakukan. Hal ini menjadi kelebihan RCM karena kegiatan perawatan mesin dilakukan harus sesuai dengan kebutuhan. RCM juga melakukan pendekatan dengan menggunakan analisa kualitatif dan kuantitatif sehingga memungkinkan menelusuri akar dari penyebab kegagalan fungsi dan memberikan solusi yang tepat sesuai dengan akar permasalahan. RCM adalah suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk memaksimalkan umur dan fungsi peralatan dengan biaya minimal.

Sementara TPM, dilaksanakan dengan menerapkan system penerapan preventif maintenance yang komprehensif sepanjang umur alat, melibatkan seluruh departemen, perencana, pemakai, dan pemelihara alat, melibatkan semua karyawan dari top management sampai front-line worker, dan mengembangkan preventive maintenance melalui manajemen motivasi aktivitas kelompok kecil mandiri. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan pendekatan RCM (reliability centered maintenance) untuk mendapatkan suatu rencana perawatan mesin *screw press* pada **PT. PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, Turangie Palm Oil Mill.**”

1. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Fungsi (*Function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional Failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan. Persyaratan *maintenance* dari

setiap item hanya dapat ditentukan bila fungsi-fungsi dari setiap dipahami secara jelas. Ada beberapa kategori fungsi:

a. Fungsi Primer

Setiap aset dioperasikan untuk memenuhi suatu fungsi atau beberapa fungsi spesifik. Ini dikenal sebagai fungsi primer. Fungsi ini menyebabkan aset itu ada dan merupakan keterkaitan dari setiap orang yang ingin mengembangkan program *maintenance*. Fungsi primer biasanya sesuai dengan nama *item*-nya.

b. Fungsi Sekunder

Hampir setiap item memiliki pula sejumlah fungsi sekunder yang kadangkadang melebihi jumlah fungsi primer, namun kegagalan mereka masih menimbulkan konsekuensi yang serius, terkadang melebihi dari pada kegagalan pada fungsi primer. Ini berarti kebutuhan untuk mempertahankan fungsi sekunder membutuhkan usaha dan waktu sebagaimana pada fungsi primer, jadi perlu diidentifikasi dengan jelas. Fungsi sekunder memiliki unsur *containment, support, appearance, hygiene dan gauges*.

Definisi kegagalan fungsional mencakup kerugian fungsionalnya dan situasi dimana prestasinya jatuh dari batas yang dapat diterima. Dalam hal ini, standar prestasi fungsional yang terkait dengan mudah untuk didefinisikan. Tetapi masalah tidak semudah itu bilamana pandangan terhadap kegagalan melibatkan banyak pertimbangan dari banyak orang. Yang perlu menjadi perhatian di sini adalah standar prestasi yang digunakan untuk menentukan kegagalan fungsional,

menentukan tingkat *maintenance* pencegahan yang dibutuhkan untuk mencegah kegagalan. Dalam prakteknya, banyak waktu dan energi yang dihemat bila standar prestasi disetujui sebelum kegagalan terjadi, dan bila setiap orang bertindak dengan dasar standar tersebut apabila kegagalan memang terjadi. Inilah sebabnya mengapa standar ini harus didefinisikan secara jelas untuk setiap item peralatan dalam konteks operasinya dan juga mengapa mereka harus di-*set* oleh *engineer(maintenance dan designer)* bersama-sama dengan orang operasional.

2. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level sistem, item-item khusus yang kritis dapat dinilai dan tindakan-tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari mode-mode kegagalan yang kritis, Davidson, John [1988].

Dari analisis ini kita dapat memprediksi komponen mana yang kritis, yang sering rusak dan jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut maka sejauh mana pengaruhnya terhadap fungsi sistem secara keseluruhan, sehingga kita akan dapat memberikan perilaku lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan pemeliharaan yang tepat. Hanya dengan menggunakan metode FMEA ini secara umum dibatasi dengan waktu dan sumber-sumber yang tersedia dan kemampuan

untuk mendapatkan database yang cukup detail pada saat menganalisis (sebagai contoh pendefinisian sistem akurat, gambar terbaru */up to date*) data *failure rate*. *Risk Priority Number* (RPN) adalah sebuah pengukuran dari resiko yang bersifat relatif. RPN diperoleh melalui hasil perkalian antara *rating Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. RPN ditentukan sebelum mengimplementasikan rekomendasi dari tindakan perbaikan, dan ini digunakan untuk mengetahui bagian manakah yang menjadi prioritas utama berdasarkan nilai RPN tertinggi.

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Ada tiga komponen yang membentuk nilai RPN tersebut. Ketiga komponen tersebut adalah:

1. *Severity* (S)

Severity adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. Nilai *rating Severity* antara 1 sampai 10.

Rating	<i>Criteria of severity effect</i>
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan Dapat membahayakan operator mesin
8	Kehilangan fungsi utama Energi listrik tidak dapat dihasilkan

7	Pengurangan fungsi utama Gangguan terhadap line electricity production
6	Kehilangan kenyamanan fungsi pengguna
5	Mengurangi kenyamanan fungsi pengguna
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerjaan menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerjaan menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar terhadap sistem. Berikut adalah nilai *severity* secara umum dapat dilihat pada

Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai *Severity*

2. *Occurence* (O)

Occurence adalah tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurence* berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada mesin. Nilai rating *Occurence* antara 1 sampai 10. Berikut adalah nilai *Occurence* secara umum dapat dilihat pada

Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai *Occurrence*

Rating	<i>Probalility of Occurrence</i>
10	Lebih besar dari 50 per jam penggunaan
9	35-50 per 4800 Jam penggunaan
8	31-35 per 4800 Jam Penggunaan
7	26-30 per 4800 Jam Penggunaan

6	21-25 per 4800 Jam penggunaan
5	15-20 per 4800 Jam Penggunaan
4	11-15 per 4800 Jam Penggunaan
3	5-10 per 4800 Jam Penggunaan
2	Lebih kecil dari 5 per 4800 jam penggunaan
1	Tidak pernah sama sekali

3. *Detection (D)*

Deteksi diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan. Nilai rating deteksi antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi sangat sulit terdeteksi. Berikut adalah nilai *Detection* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai *Detection*

Rating	<i>Detection Design Control</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk mendeteksi bentuk penyebab kegagalan
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi

3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

3. *Grey Theory*

Grey theory diusulkan oleh Julong Deng tahun 1982, berkaitan dengan keputusan ditandai oleh informasi yang tidak lengkap, dan mengeksplorasi perilaku sistem menggunakan relasional analisis dan konstruksi model. Teori grey menyediakan ukuran untuk menganalisis hubungan antara diskrit kuantitatif dan kualitatif seri, dan semua komponen dalam seri harus memenuhi karakteristik berikut :

- a. Existent (ada).
- b. Countable (dapat dihitung).
- c. Extensible (dapat diperluas).
- d. Independent (mandiri).

Karena faktor-faktor dari FMEA memiliki semua sifat ini, oleh karena itu, FMEA cocok untuk penerapan Grey Theory. Keuntungan utama dari penerapan Grey Theory untuk FMEA adalah kemampuan menentukan bobot yang berbeda untuk masing-masing faktor dan tidak memerlukan fungsi utilitas bentuk apapun. Langkah-langkahnya pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Membangun seri perbandingan

Pada tahap ini adalah memasukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing tipe kegagalan.

Tampilannya adalah sebagai berikut :

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1(1) & X_1(2) & X_1(k) \\ X_2(1) & X_2(2) & X_2(k) \\ X_n(1) & X_n(2) & X_n(k) \end{bmatrix}$$

2. Menetapkan seri standar

Untuk mengurangi resiko yang potensial, nilai-nilai semua faktor keputusan akan menjadi sekecil mungkin dengan begitu, standard yang ditetapkan adalah sebagai berikut :

$$X_0 = [X_0(1)X_1(2)X_2(3)]$$

3. Mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan

Pada tahap ini mengurangi nilai dari seri perbandingan dengan seri standar. Maka hasilnya adalah sebagai berikut :

$$D_0 \begin{bmatrix} X_1(1) & X_1(2) & X_1(k) \\ X_2(1) & X_2(2) & X_2(k) \\ X_n(1) & X_n(2) & X_n(k) \end{bmatrix}$$

$$\text{Dimana } \Delta_{0j}(k) = \|X_0(j) - X_j(j)\|$$

4. Menghitung koefisien relasional grey

Langkah-langkah untuk perhitungan pada langkah keempat ini adalah sebagai berikut :

a. Carilah nilai maximum dan minimum pada langkah ketiga.

Δ_{min} dan Δ_{max}

- b. ζ adalah berupa identifikasi, hanya mempengaruhi nilai relatif dari resiko tanpa mengubah prioritas. Nilai ζ yang biasanya digunakan adalah 0,5

$$\gamma(X_o(k),X_i(k)) = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta_{0j}(j) + \zeta \Delta \max}$$

$$\gamma_{0i}(k) = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta_{0j}(j) + \zeta \Delta \max}$$

Dimana, $j = 1, \dots, m$ $k = 1, \dots, n$

5. Menentukan derajat hubungan

$$\Gamma(X_1, X_j) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma(X_1(j), X_j(j))$$

$$\Gamma_{0i}(j) = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \gamma_{0i}(j)$$

6. Mengurutkan tingkat resiko berdasarkan prioritas.

Pada langkah ini mengurutkan tingkat resiko dengan mengurutkan nilai dari terbesar hingga terkecil.

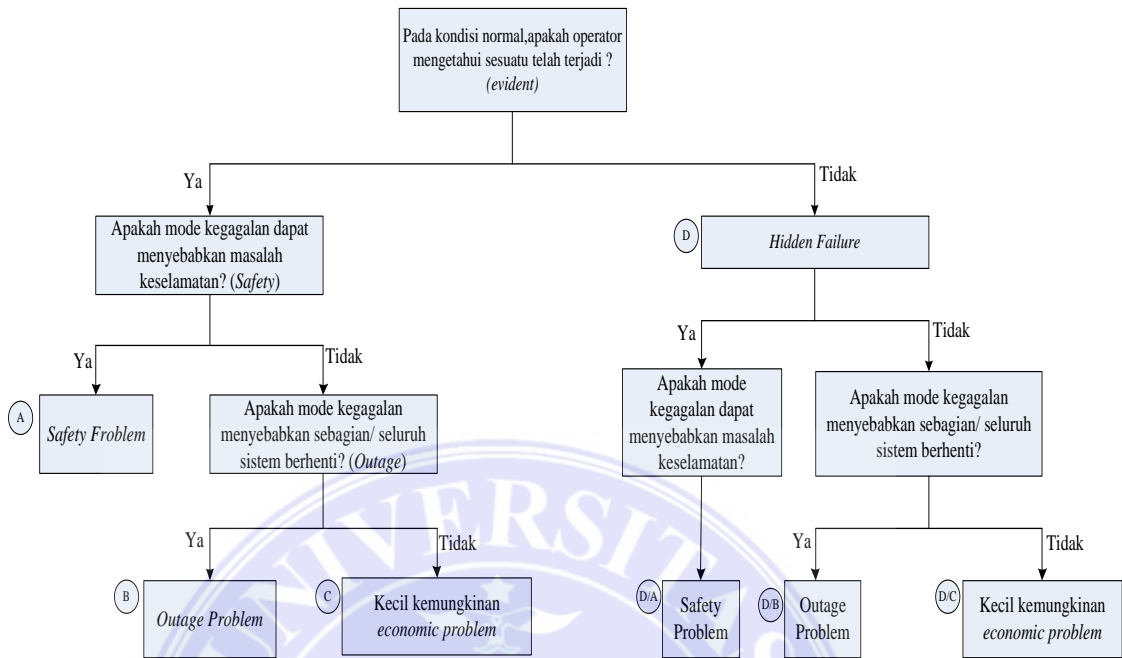
4. *Logic Tree Analysis (LTA)*

Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini. Pada bagian kolom tabel LTA

mengandung informasi mengenai nomor dan nama kegagalan fungsi, nomor dan mode kerusakan, analisis kekritisan dan keterangan tambahan yang dibutuhkan. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

- a. Evident, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- b. Safety, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- c. Outage, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti?
- d. Category, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni:
 1. Kategori A (*Safety problem*)
 2. Kategori B (*Outage problem*)
 3. Kategori C (*Economic problem*)
 4. Kategori D (*Hidden failure*)

Pada Gambar 2.1. dapat dilihat struktur pertanyaan dari Logic Tree Analysis (LTA).

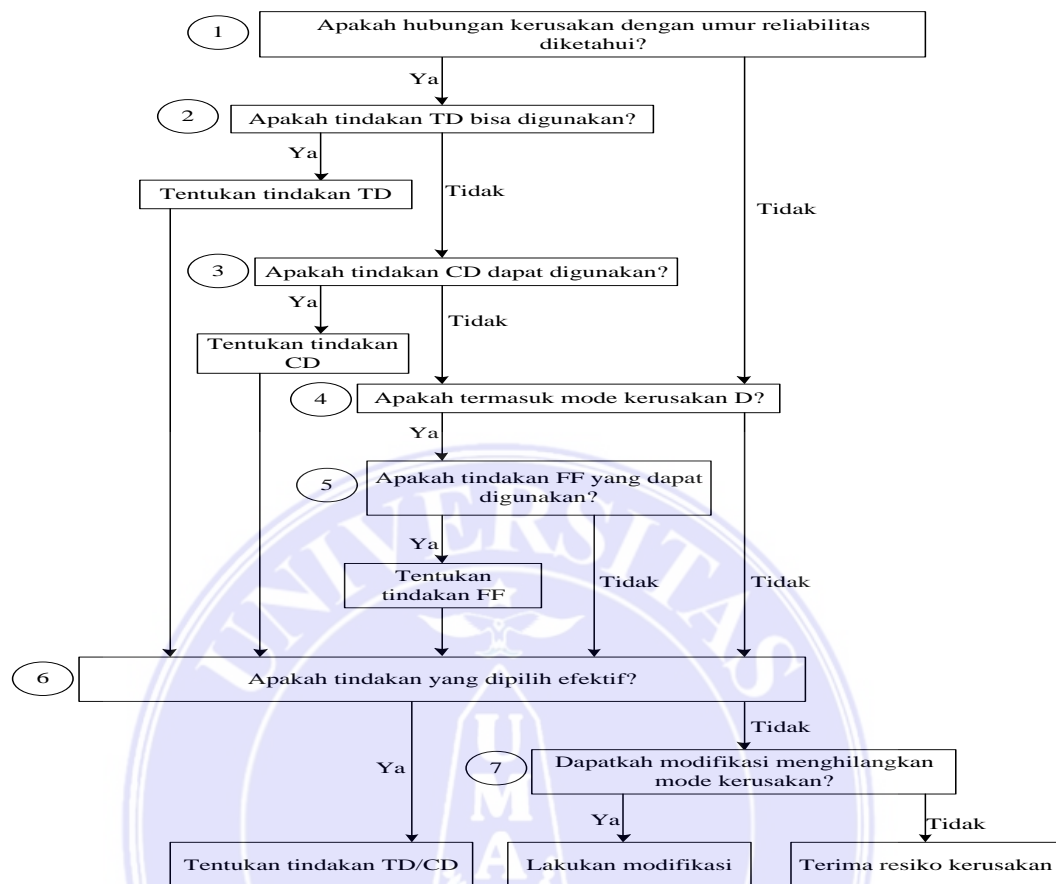


Gambar 2.1. Struktur Pertanyaan LTA

5. Pemilihan Kegiatan

Tugas yang dipilih dalam kegiatan *preventive maintenance* harus memenuhi syarat berikut:

- a. *Aplikatif*, tugas tersebut akan dapat mencegah kegagalan, mendeteksi kegagalan atau menemukan kegagalan tersembunyi.
- b. *Efektif*, tugas tersebut harus merupakan pilihan dengan biaya yang paling efektif diantara kandidat lainnya.



Gambar 2.2. Road Map Pemilihan Tindakan

Pada Gambar 2.2. berikut dapat dilihat *Road map* pemilihan tindakan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tindakan perawatan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. Condition Directed (C.D), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara visual inspection, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

2. Time Directed (T.D), tindakan yang bertujuan untuk melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
3. Finding Failure (F.F), tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

2.3. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. RCM dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin bahwa beberapa asset fisik dapat berjalan secara normal melakukan fungsi yang diinginkan penggunaanya dalam konteks operasi sekarang (*present operating*).

IAEA.(Austria:IAEA,2008),h.1

Prinsip –Prinsip RCM, antara lain:

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sitem/alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem / alat tersebut sesuai dengan harapan.

2. RCM lebih fokus kepada fungsi sistem 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 sistem 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.

Tujuan dari RCM adalah:

1. Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
2. Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
3. Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.

4. Untuk mencapai ketiga tujuan di atas dengan biaya yang minimum. RCM sangat menitikberatkan pada penggunaan *preventive maintenance* maka keuntungan dan kerugiannya juga hampir sama.

Adapun keuntungan RCM adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.
2. Biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.
3. Minimisasi frekuensi *overhaul*.
4. Minimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.
5. Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.
6. Meningkatkan *reliability* komponen.
7. Menggabungkan *root cause analysis*.

2.4. Keandalan (*Reliability*)

Reliability dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Pemeliharaan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan, keandalan juga digunakan untuk menentukan penjadwalan pemeliharaan sendiri. Konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan interval penggantian komponen mesin. *Charles E. Ebell, Reliability and Maintainability Engineering, (London: Mc.Graw Hill, 1997), h. 5*

Dalam teori reliability terdapat empat konsep yang dipakai dalam pengukuran tingkat keandalan (*reliability*) suatu sistem atau produk, yaitu:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

Pada fungsi ini menunjukkan bahwa kerusakan terjadi secara terus-menerus (*continious*) dan bersifat probabilistik dalam selang waktu $(0, \infty)$. Pengukuran kerusakan dilakukan dengan menggunakan data variabel seperti tinggi, jarak, jangka waktu. Dimana fungsi $f(x)$ dinyatakan fungsi kepadatan probabilitas.

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan dalam percobaan acak, dimana variabel acak tidak lebih dari x

3. Fungsi Keandalan

Bila variabel acak dinyatakan sebagai suatu waktu kegagalan atau umur komponen maka fungsi keandalan dinotasikan dengan $R(t)$ memiliki range $0 < R(t) < 1$, dimana :

$R = 1$ sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik.

$R = 0$ sistem tidak dapat melaksanakan fungsi dengan baik.

Maka rumus fungsi keandalan adalah:

$$R(t) = 1 - P(T < t) = 1 - F(t)$$

Fungsi keandalan $R(t)$ untuk preventive maintenance dirumuskan sebagai berikut:

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

dimana n adalah jumlah pergantian pencegahan yang telah dilakukan sampai kurun waktu t , T adalah interval pergantian komponen, dan $F(t)$ adalah Frekuensi Distribusi Kumulatif Komponen.

4. Fungsi Laju Kerusakan

Fungsi laju kerusakan didefinisikan sebagai limit dari laju kerusakan dengan panjang interval waktu mendekati nol, maka fungsi laju kerusakan adalah laju kerusakan sesaat.

2.5. *EasyFit*

Fitur utama dari *EasyFit* adalah kemampuan untuk secara otomatis sesuai dengan lebih 40 distribusi untuk data sampel dan memilih model terbaik (pengguna tingkat lanjut dapat menerapkan fitur pas manual). *The goodness of fit tests* (*kolmogorov-smirnov Anderson Darling, Chi-Squared* dan berbagai grafik membantu membandingkan distribusi dipasang dan memastikan telah memilih model yang valid. *EasyFit* untuk melakukan analisis data dan simulasi, membuat model worksheet maju, dan mengembangkan aplikasi VBA berurusan dengan ketidak pastian untuk kebutuhan khusus. Program ini di dukung Distribusi *Bernoulli, Beta, Binomial, Chi-Squared, Erlang, eksponensial F, Gamma , Logaritma, Lognormal, Binomial, Normal, Weibull* dan lain-lain. *EasyFit* memungkinkan untuk secara otomatis atau manual sesuai dengan sejumlah besar distribusi data anda dan untuk memilih model terbaik dalam hitungan detik. Hal ini dapat digunakan sebagai aplikasi yang berdiri sendiri atau dengan Microsoft Excel, yang memungkinkan anda untuk memecahkan berbagai masalah bisnis dengan hanya pengetahuan dasar statistik.

Manfaat *EasyFit*

1. menghemat waktu

mengurangi waktu analisis anda dengan 70-95% dari metode manual

2. menghemat uang

mencegah kesalahan analisis dan membuat keputusan bisnis yang lebih baik dan menjamin kualitas tinggi proyek anda.

3. EasyFit sangat mudah dipelajari

2.6. Pola Distribusi Data dalam Keandalan (*Reliability*)

Pola distribusi data dalam Keandalan (*Reliability*) antara lain :

1. Pola Distribusi Weibull

Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan dan keandalan pada komponen. Fungsi-fungsi dari distribusi weibull :

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

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

$$\alpha, \beta \geq 0$$

b. Fungsi Distribusi Kumulatif

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

c. Fungsi Keandalan

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

d. Fungsi Laju Kerusakan

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

Parameter β disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan weibull (weibull slope), sedangkan parameter α disebut dengan parameter skala atau

karakteristik hidup. Bentuk fungsi distribusi weibull bergantung pada parameter bentuknya (β), yaitu:

$\beta < 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi hyper-exponential dengan laju kerusakan cenderung menurun.

$\beta = 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi eksponensial dengan laju kerusakan cenderung konstan.

$\beta > 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi normal dengan laju kerusakan cenderung meningkat.

2. Pola Distribusi Normal

Distribusi normal (Gaussian) mungkin merupakan distribusi probabilitas yang paling penting baik dalam teori maupun aplikasi statistik.

Fungsi-fungsi dari distribusi Normal:

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}\right); -\infty < t < \infty$$

b. Fungsi Distribusi Kumulatif

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

c. Fungsi Keandalan

$$F(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

d. Fungsi Laju Kerusakan

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

Konsep *reliability* distribusi normal tergantung pada nilai μ (rata-rata) dan σ (standar deviasi).

3. Pola Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal merupakan distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi lognormal banyak digunakan di bidang teknik, khususnya sebagai model untuk berbagai jenis sifat material dan kelelahan material. Fungsi-fungsi dari distribusi Lognormal :

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t)-u)^2}{2\sigma^2}\right); -\infty < t < \infty$$

b. Fungsi Distribusi Kumulatif

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

c. Fungsi Keandalan

$$F(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t)-u)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

d. Fungsi Laju Kerusakan

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

Konsep *reliability* distribusi Lognormal tergantung pada nilai μ (rata-rata) dan σ (standar deviasi).

4. Pola Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial sering digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam teori keandalan. Hal ini disebabkan karena pada umumnya data kerusakan mempunyai perilaku yang dapat dicerminkan oleh distribusi eksponensial.

Distribusi eksponensial akan tergantung pada nilai λ , yaitu laju kegagalan (konstan). Fungsi-fungsi dari distribusi Eksponensial :

- a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

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

$$t > 0$$

- b. Fungsi Distribusi Kumulatif

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

- c. Fungsi Keandalan

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

- d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda$$

5. Pola Distribusi Gamma

Distribusi Gamma memiliki karakter yang hampir mirip dengan distribusi weibull dengan shape parameter β dan scale parameter α . Dengan memvariasikan nilai kedua parameter tersebut maka ada banyak jenis sebaran data yang dapat diwakili oleh distribusi Gamma. Fungsi-fungsi dari distribusi Gamma:

- a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} \exp\left[-\frac{t}{\alpha}\right]; t \geq 0; \alpha, \beta > 0$$

- b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \int_0^t \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} \exp\left[-\frac{t}{\alpha}\right] dt$$

c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{t^{\beta-1}}{\alpha^{\beta} \Gamma(\beta)} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] dt$$

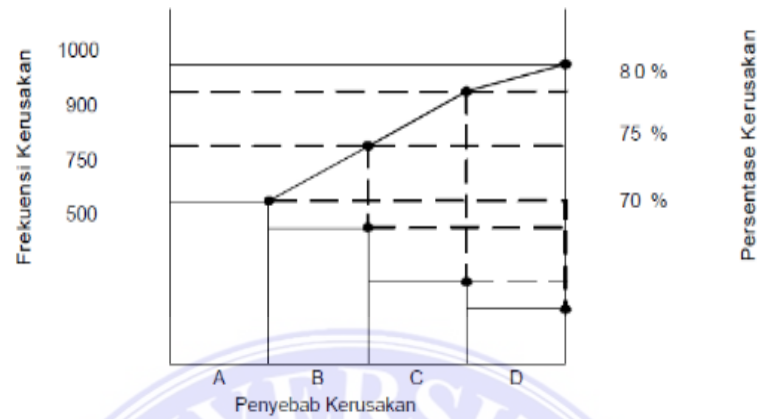
d. Fungsi Laju Kerusakan

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

2.7. Diagram Pareto

Alfredo Pareto adalah orang yang pertama kali memperkenalkan diagram pareto ini. Diagram pareto adalah grafik yang menguraikan klasifikasi data secara menurun mulai dari kiri ke kanan. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi masalah dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Jika diterapkan pada manajemen mutu, diagram pareto umumnya mengatakan bahwa 80% dari permasalahan dapat diselesaikan jika penyebab utamanya 20% dapat diselesaikan. Diagram pareto mempunyai ciri khas yaitu sumbu y merupakan persentase terhadap total kerusakan dan penyajian data dalam grafik garis dan diagram batang sekaligus. Gambar grafik garis menunjukkan nilai persentase frekuensi masing-masing kerusakan terhadap total kerusakan dan diagram batang menunjukkan nilai persentase kumulatifnya. Oleh karena itu diagram pareto digunakan untuk menunjukkan prioritas pada suatu masalah dimana kepada masalah dominan tersebut dapat dilakukan penyelesaian yang terarah. Fokus penyelesaian terhadap masalah tersebut kemudian akan dikembangkan lebih lanjut.

Contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. diagram pareto

Dale H, Besterfield. Quality Control. Fifth Edition. (New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1998), h.15

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Deskripsi Lokasi, dan Waktu Penelitian

3.1.1 Deskripsi Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada PT. PP Londonsumatra Indonesia Tbk Turangie *Palm Oil Mill* berada di Kecamatan Salapian, Kabupaten Langkat Sumatera Utara dengan jarak \pm 63 km dari kota Medan.. Penelitian dilakukan dalam masa 1 bulan.

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah action research yang artinya suatu tindakan perbaikan dan perencanaan kegiatan. karena penelitian ini hanya dilakukan sampai pengajuan usulan sistem perawatan dan belum diaplikasikan pada perusahaan.

3.3. Objek Penelitian

Yang menjadi objek penelitian adalah mesin Screw press.

3.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. Studi pendahuluan pada PT. PP Londonsumatra Indonesia Tbk Turangie *Palm Oil Mill* untuk mengetahui kondisi perusahaan dan informasi

pendukung yang diperlukan serta studi literatur yang mendukung penelitian yang dilakukan.

2. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data dengan peninjauan secara langsung pada PT. PT. Londonsumatra Indonesia Tbk Turangie *Palm Oil Mill* pada rantai produksi. Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu:

a. Data primer

Data-data primer dikumpulkan dengan cara pengamatan secara langsung antara lain:

1. sistem perawatan saat ini.

b. Data sekunder

Data sekunder diperoleh berdasarkan hasil wawancara dan data dokumentasi perusahaan, antara lain:

1. Penyebab kerusakan Mesin

2. Frekwensi kerusakan

3. Jam operasi mesin

4. Data historis down time mesin tahun terakhir

5. Data lamanya waktu perbaikan mesin

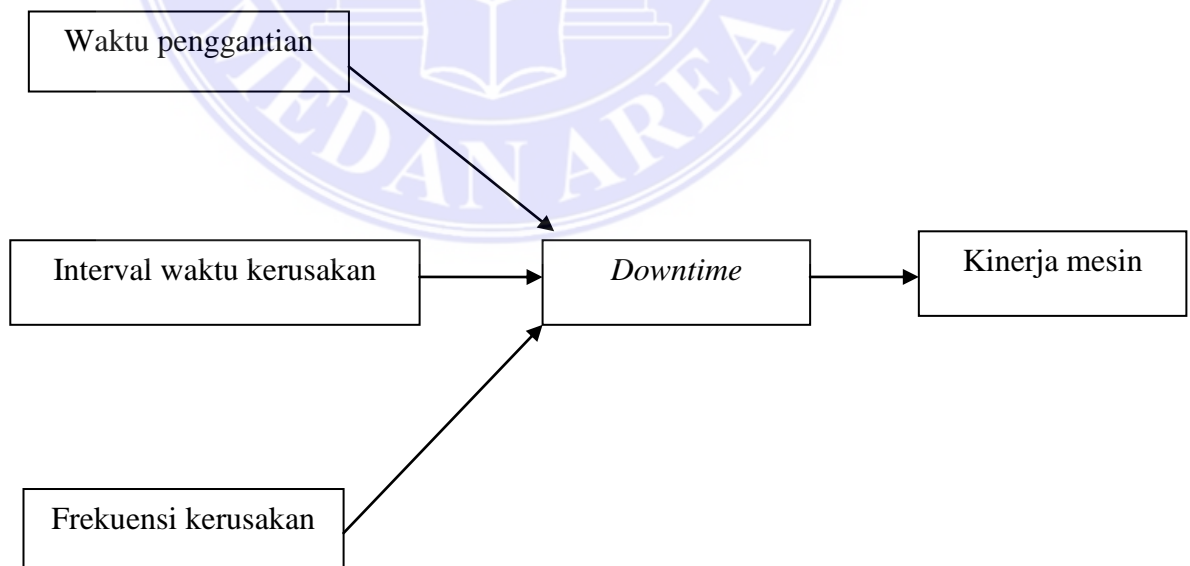
6. Data Interval pergantian mesin

Setelah data dikumpulkan, lalu dilakukan pengolahan data untuk digunakan sebagai sumber informasi dalam melaksanakan analisa terhadap masalah:

3.5. Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.5.1. Pengumpulan Data

Untuk memudahkan kelancaran penulisan penelitian ini, maka diperlukan metode pengumpulan data agar data yang diambil dapat sempurna dan tepat pada waktunya serta tidak mengganggu pekerjaan perusahaan. Data-data yang digunakan untuk merencanakan *Preventive Maintenance* pada mesin screw press dengan metode *Reliability Centered Maintenance* Pada PT.PP. Londonsumatra Indonesia Tbk Turangie *Palm Oil Mill*. adalah data primer dan data sekunder. suatu penelitian dapat dilaksanakan apabila tersedianya sebuah perancangan kerangka konseptual yang baik sehingga lebih sistematis. Berikut kerangka konseptual diambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. kerangka konseptual

3.5.2. Langkah – Langkah Pengolahan Data

Beberapa tahapan pengolahan data antara lain :

1. Seleksi sistem dan pengumpulan informasi.

Dalam pemilihan sistem, sistem yang akan dipilih adalah sistem yang mempunyai frekuensi *corrective maintenance* yang tinggi, dengan biaya yang mahal dan berpengaruh besar terhadap kelancaran proses pada lingkungannya.

2. Definisi batasan sistem.

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

3. Deskripsi sistem dan blok diagram fungsi.

Setelah sistem dipilih dan batasan sistem telah dibuat, maka dilakukan pendeskripsian sistem. Bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari system

4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi.

Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Fungsi berhubungan dengan masalah kecepatan, output, kapasitas dan kualitas produk. Kegagalan (*failure*) dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk melakukan apa yang diharapkan oleh pengguna. Sedangkan kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performansi standard yang dapat diterima oleh pengguna. Suatu fungsi dapat memiliki satu atau lebih kegagalan fungsional.

5. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Mode kegagalan merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Apabila mode kegagalan sudah diketahui maka memungkinkan untuk mengetahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika mode kegagalan tersebut terjadi, selanjutnya digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

6. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Logic Tree Analysis merupakan suatu pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan mode kegagalan. Mode kegagalan dapat diklasifikasikan kedalam 4 kategori yaitu:

1. *Safety Problem* (kategori A)

Mode kegagalan mempunyai konsekuensi dapat melukai atau mengancam jiwa seseorang.

2. *Outage Problem* (kategori B)

Mode kegagalan dapat mematikan sistem

3. *Minor to Investigation Economic Problem* (kategori C)

Mode kegagalan tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem. Dampaknya tergolong kecil dan dapat diabaikan.

4. *Hidden Failure* (kategori D)

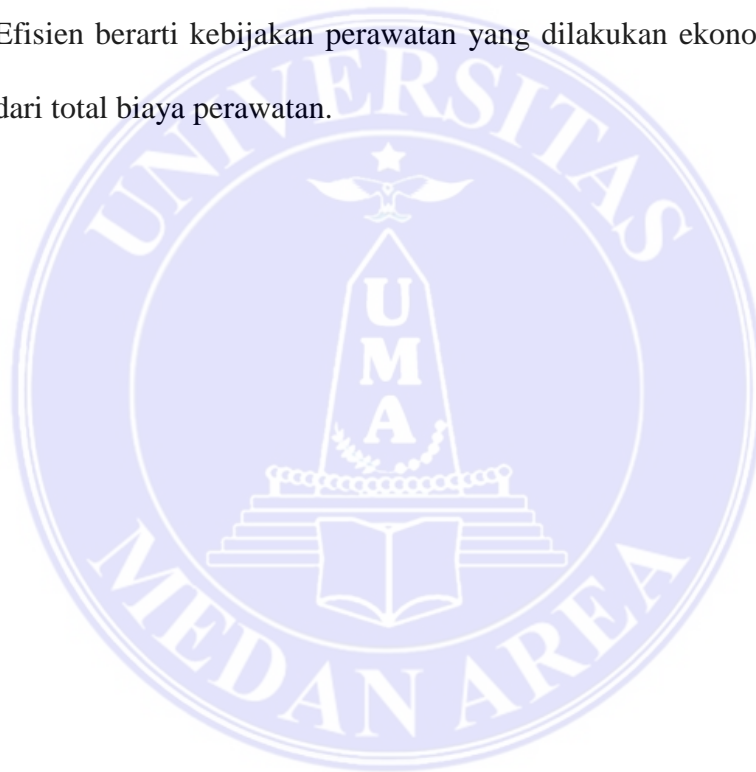
Kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator.

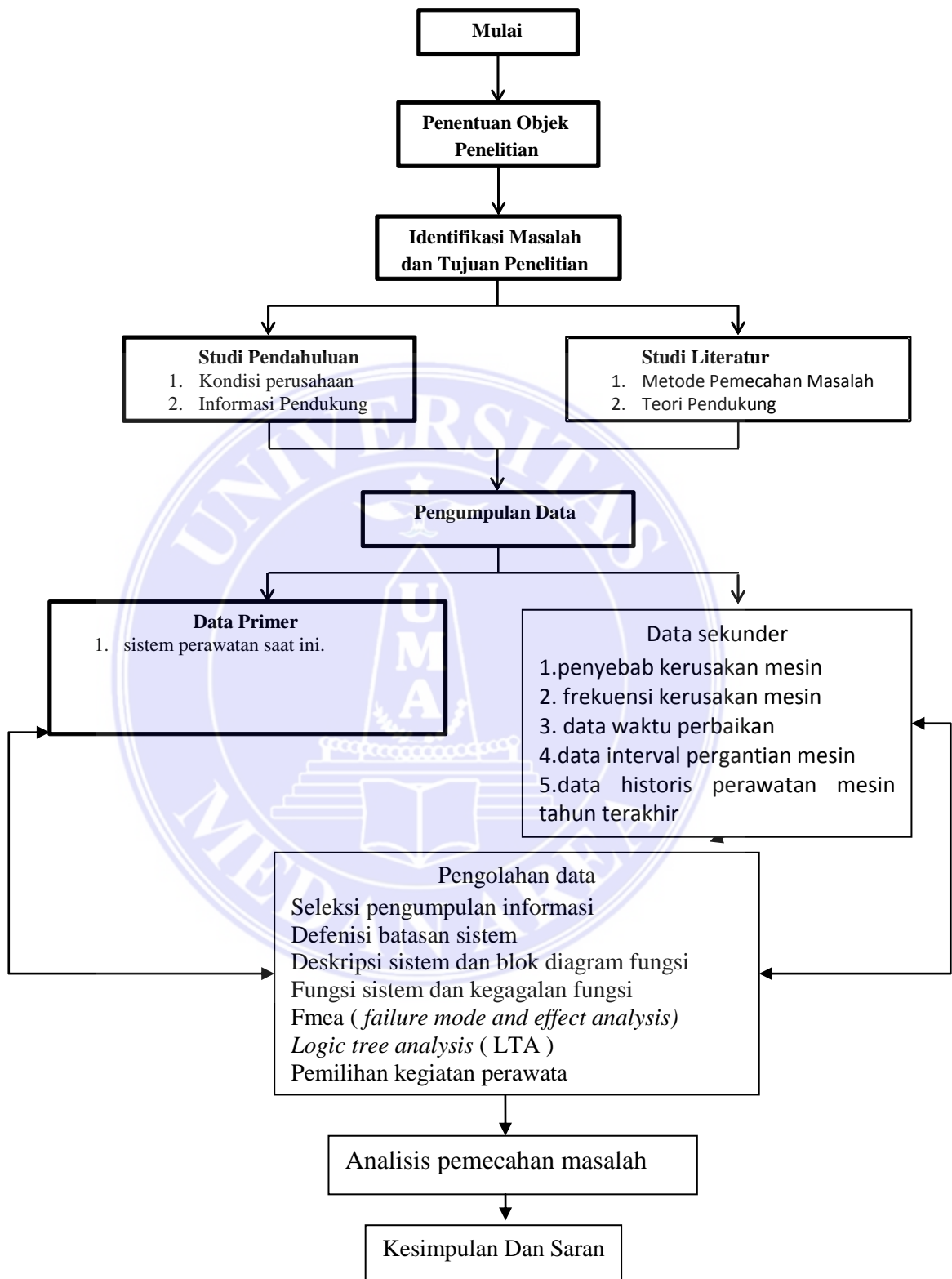
7. Pemilihan kegiatan Perawatan.

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

- Efektif berarti kebijakan perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendeteksi kegagalan atau menemukan *Hidden Failure*

Efisien berarti kebijakan perawatan yang dilakukan ekonomis bila dilihat dari total biaya perawatan.





Gambar 3.2. Blok Diagram Prosedur Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Charles E. Ebell, *Reliability and Maintainability Engineering*, (London: Mc.Graw Hill, 1997), h. 5.
- Anthony M. Smith *RCM-Gateway to World Class Maintenance*, (USA: Elsevier, 2003), h.71-114.
- Dale H, Besterfield. *Quality Control. Fifth Edition*. (New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1998), h.15
- Gaspersz, Vincent. Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri. 552.
- Hadi Pranoto *Reability Centered Maintenance (RCM)* Mitra wacana Media
- IAEA. *Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants* (Austria: IAEA, 2008), h.1-4.
- R. Manzini, et al. *Maintenance for Industrial Systems* (London : Springer 2010), p.110
- S. Jardine. *Maintenance, Replacement and Reliability*, h.19
- Smith, Anthony M Gleen R. Hincliffe, 2003 *RCM-Gateway to World Class Maintenance*, Newyork : Elsevier.