

**Analisis Keandalan Sistem Pengurusan *Graving Dock* pada PT.  
IKI Makassar Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered  
Maintenance*) II**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sistem Perkapalan*



**FAHRIA MUMTHIHANI  
D091181014**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

**"Analisis Keandalan Sistem Pengurusan *Graving Dock* pada PT. IKI  
Makassar Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*)  
II"**

Disusun dan diajukan oleh

**Fahria Mumthihani  
D091181014**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal Oktober 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



**Surya Hariyanto. S.T., M.T.**  
NIP.19710207 200012 1 001

Pembimbing Pendamping



**M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.**  
NIP. 19730123 200012 1 001

Ketua Departemen



**Dr. Eng. Faisal Mahmud, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.**  
NIP.19810211 200501 1 003

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Keandalan Sistem Pengurusan *Graving Dock* pada PT. IKI Makassar Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) II

Nama Mahasiswa : Fahria Mumthihani

Stambuk : D091181014

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin pada tanggal Oktober 2022.

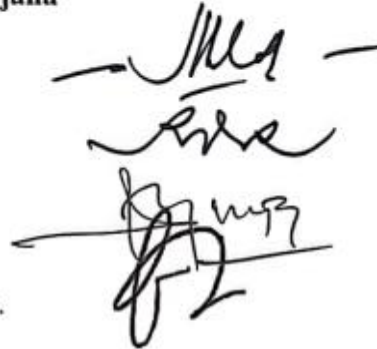
### Panitia Ujian Sarjana

Ketua : Surya Hariyanto, S.T., M.T.

Sekretaris : M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.

Anggota : Ir. Zulkifli, MT.

Anggota : Balqis Shintarahayu, S.T.,M.Sc.



Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.Ts, M.Inf.Tech., M.Eng.

NIP. 198102112005011003



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fahria Mumthihani  
NIM : D091181014  
Departement : Teknik Sistem Perkapalan  
Jenjang : S1

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

### **Analisis Keandalan Sistem Pengurusan *Graving Dock* pada PT. IKI Makassar Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) II**

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Fahria Mumthihani

## ABSTRAK

PT. IKI (Persero) Makassar merupakan salah satu galangan terbesar di Indonesia bagian timur yang mana fasilitas galangan yang lengkap untuk melakukan proses reparasi kapal dan pembangunan kapal baru, dll. Salah satu fasilitas galangan di PT. IKI (Persero) Makassar adalah *graving dock*, yang mana *graving dock* ini dapat digunakan untuk proses reparasi semua jenis kapal, letak daripada *graving dock* ini berada langsung dekat dengan air laut. Proses operasional dari sistem pengurusan *graving dock*, pada saat kapal akan masuk ke *Graving Dock*, dimana pintu akan dibuka dan ditutup kembali setelah kapal masuk ke dalam kolam. Setelah pintu ditutup maka air di dalam kolam akan dipompa keluar melalui tusen klep sehingga kolam mengering. Pada penelitian ini, akan melakukan perencanaan penjadwalan perawatan dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance* (RCM) II. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil nilai MTTF dari tiap komponen untuk pompa induk kiri sebesar 1030,900; pompa induk kanan sebesar 1308,432; tusen klep sebesar 954,191. Tindakan perawatan yang diperoleh dari *decision diagram* yaitu perawatan *On Condition Task* dengan hasil tiap komponen untuk pompa induk kiri selama 21 hari, pompa induk kanan selama 27 hari dan tusen klep selama 20 hari. Penentuan interval waktu perawatan untuk pengecekan kondisi dari mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock* PT. IKI Makassar.

Kata Kunci : *Graving Dock*, Sistem pengurusan, *Maintenance*, Perawatan, *reliability centered maintenance* (RCM) II

## **ABSTRACT**

*PT. IKI (Persero) Makassar is one of the largest shipyards in eastern Indonesia which has complete shipyard facilities to carry out ship repair processes and new ship construction, etc. Graving dock maintenance process on drainage system at PT. IKI Makassar is still lacking, causing existing engines or components to be more susceptible to damage due to lack of proper maintenance. Therefore, it is necessary to prevent the decrease in production capacity due to engine damage by carrying out a better maintenance management process. This research would plan maintenance scheduling using the reliability centered maintenance (RCM) II method. Based on the results of the research that has been carried out, the MTTF value of each component for the left main pump is 1030,900; right main pump is 1308,432; foot valve is 954,191. The maintenance action obtained from the decision diagram is On Condition Task maintenance with the results of each component for the left main pump is for 21 days, the right main pump is for 27 days and foot valve is for 20 days. Determination of maintenance time intervals to inspect the condition of engines or components that exist in the drainage system at the graving dock of PT. IKI Makassar.*

*Keywords : Graving Dock, Drainage system, Maintenance, reliability centered maintenance (RCM) II*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya, hidayah-Nya dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam juga penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabat. Tugas Akhir ini berjudul **“Analisis Keandalan Sistem Pengurusan *Graving Dock* pada PT. IKI Makassar Menggunakan Metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) II”** yang disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi kesarjanaan (S1) di Departemen Teknik Sistem perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Selama penyusunan hingga selesainya Tugas Akhir (TA) ini tidak terlepas dari bantuan segala pihak. Sehingga, dengan ini penulis memberikan ucapan terima kasih setinggi - tingginya kepada:

1. Penulis sendiri karena telah mampu bertahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis karena selalu memberikan semangat, motivasi, nasehat, perhatian dan kasih sayang beserta doa.
3. Bapak Surya Hariyanto, S.T. M.T. selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak M. Rusydi Alwi, S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Ir. Zulkifli, M.T. selaku dosen penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

6. Ibu Balqis Shintarahayu, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M. Tech., M. Eng. selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Dosen-dosen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi serta bimbingannya selama proses perkuliahan.
9. Staf tata usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.
10. PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar yang turut membantu memberikan data-data yang dibutuhkan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
11. Teman – teman Debaters yang telah membantu proses penulisan dan membantu meluangkan waktu untuk menemani pengerjaan skripsi serta memberikan semangat dan motivasi.
12. Teman - teman Bidadari Sistem 2018 yang telah menemani dan saling memberi semangat dari semester 1 hingga saat ini, dengan saling membantu mengerjakan tugas-tugas hingga pengerjaan skripsi selesai.
13. Teman - teman Zizter 2018 yang telah menemani dari semester 1 hingga saat ini, dengan saling membantu mengerjakan tugas-tugas hingga pengerjaan skripsi selesai.
14. Teman - teman Thruzter 2018 yang telah memberikan banyak pengalaman baru yang tidak mungkin bisa penulis lupakan, yang membuat kita saling merangkul satu sama lain.
15. Teman-teman KKN Bulukumba 2 atas pengalaman yang diberikan, sangat banyak pelajaran berharga yang penulis dapatkan selama KKN.



Penulis menyadari bahwa pengerjaan dan penulisan dalam laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi materi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak lain untuk perbaikan dalam pengembangan karya tulis ini dimasa mendatang.

*Wassalamualaikum Wr. Wb*

Gowa, Oktober 2021



Fahria Mumthihani

## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN .....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Graving Dock</i> .....	6
2.2 Cara Kerja <i>Graving Dock</i> .....	6
2.3 Komponen pada <i>Sistem Pengurusan di Graving Dock</i> .....	7
2.4 Manajemen perawatan ( <i>maintenance</i> ) .....	10
2.5 Keandalan .....	11
2.6 RCM ( <i>Reability Centered Maintenance</i> ).....	16
2.7 Metode RCM ( <i>Reability Centered Maintenance</i> ) II.....	18
2.8 <i>Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet</i> .....	23
2.9 <i>Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet</i> .....	23

2.10	Interval Waktu perawatan .....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1	Tempat Penelitian.....	29
3.2	Waktu Penelitian .....	29
3.3	Tahap Awal Penelitian .....	29
3.4	Tahap Pengumpulan Data .....	30
3.5	Tahap Pengolahan Data .....	30
3.6	Tahap Kesimpulan dan Saran.....	32
3.7	Diagram Alir Proses Penelitian.....	33
<b>BAB IV</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>35</b>
4.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	35
4.2	Proses Kerja Sistem Pengurusan Pada <i>Graving Dock</i> .....	36
4.3	Daftar Komponen pada Sistem Pengurusan di <i>Graving Dock</i> .....	36
4.4	Aktivitas Perawatan Pada Departemen Produksi.....	37
4.5	Kendala pada sistem pengurusan di <i>Graving Dock</i> .....	37
4.6	<i>Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet</i> .....	37
4.7	<i>Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet</i> .....	40
4.8	<i>Time To Failure (TTF)</i> .....	42
4.9	Penentuan Interval Perawatan.....	46
4.10	Kalender Perawatan.....	47
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Kerja <i>Graving dock</i> .....	6
Gambar 2.2 Gerbang <i>Graving dock</i> .....	6
Gambar 2.3 Pompa Air Sentrifugal.....	6
Gambar 2.4 Pipa.....	6
Gambar 2.5 Tusen Klep .....	7
Gambar 2.6 <i>Decision Diagram</i> .....	17
Gambar 2.7 P-F Interval.....	21
Gambar 3.1 <i>Graving Dock</i> PT. IKI Makassar.....	25
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	27
Gambar 4.1 FBD Proses Sistem Pengurusan .....	28
Gambar 4.2 Tampilan <i>software isograph</i> .....	32
Gambar 4.3 Hasil Distribusi TTF Dari <i>Software Isograph</i> .....	32
Gambar 4.4 Kalender Perawatan.....	26
Gambar 4.5 Kalender Perawatan Penyesuaian.....	26

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Consequences Evaluation</i> .....	18
Tabel 2.2 Syarat Pengisian <i>Proactive Task</i> .....	19
Tabel 4.1 Mesin – Mesin atau Komponen yang ada pada sistem pengurusan.....	29
Tabel 4.2 <i>Information Worksheet</i> .....	30
Tabel 4.3 <i>Decision Worksheet</i> .....	31
Tabel 4.4 Data kegagalan (TTF) .....	32
Tabel 4.5 hasil distribusi dari tiap mesin atau komponen.....	33
Tabel 4.6 hasil MTTF dari tiap mesin atau komponen .....	34
Tabel 4.7 hasil interval perawatan <i>on Condition Task</i> .....	35

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Galangan kapal adalah tempat dilakukan pembuatan dan perbaikan kapal. Perencanaan pembangunan produksi kapal harus dilakukan dengan merencanakan dan memperhitungkan kemampuan serta fasilitas yang dimiliki oleh galangan tersebut. Sehingga sebelum melakukan proses penjadwalan produksi dan reparasi lebih baik melakukan *survey* ke langsung galangan tersebut, agar mengetahui situasi dan kondisi operasional galangan (Aprillia, 2017). PT IKI adalah salah satu galangan kapal terbesar di Indonesia yang terletak pada bagian timur dengan galangan di Makassar dan Bitung, Sulawesi Utara. Fasilitas – fasilitas yang ada pada PT. IKI yaitu *Graving Dock*, *Slipway* Kapasitas 1.500 TLC, Jalur Situs 8 Jalur; 2 Jalur 300 m/baris, 4 Jalur 80 m/baris dan 2 jalur 70 m/baris, *Skip Lifting (Transverse Slipway)* 45 M, 3.500 DWT, Membangun *Berth* 4 Unit hingga 6.500 DWT dan 10 unit untuk kapal hingga 500 GRT, *Outfitting Quay / Jetty Quay* Panjang 800 m dan *Tower Crane* 60 Ton dan *Water Front* 895 m<sup>2</sup> dan Tenaga Listrik PLN 2 x 600 KVA dan Genset 2 x 450 KVA (PT. IKI Makassar, 2022).

*Graving dock* merupakan fasilitas perbaikan kapal berbentuk seperti kolam dengan kedalaman yang cukup dan letaknya di dekat atau di tepi laut. Memiliki pintu yang berhubungan langsung dengan perairan laut. Terdapat beberapa sistem yang bekerja pada *graving dock* dimana salah satunya adalah sistem pengurasan. Sistem pengurasan yang dimaksud ini adalah air dalam kolam *dock* yang telah tertutup akan dikeluarkan agar proses reparasi kapal dapat berlangsung (Abdullah & Santosa, 2019).

Proses perawatan *graving dock* pada sistem pengurasan di PT. IKI Makassar masih sangat kurang sehingga menyebabkan mesin atau komponen yang ada menjadi lebih rentan rusak karena tidak adanya perawatan dengan baik. Sehingga kinerja dari komponen tersebut menjadi kurang efisien, hal yang dilakukan oleh

perusahaan untuk mengatasi hal tersebut dengan mengganti mesin atau komponen yang sudah rusak karena tidak adanya perawatan pada komponen. Jadi mesin atau komponen yang ada di sistem pengurusan tidak mendapatkan perawatan melainkan hanya penggantian apabila terjadi kerusakan atau kegagalan pada komponen tersebut. Sehingga perlu adanya tindakan pencegahan penurunan kapasitas produksi akibat kerusakan mesin dengan melakukan suatu proses *management maintenance* yang lebih baik. Kegiatan perawatan (*maintenance*) dilakukan agar meyakinkan bahwa aset fisik yang dimiliki dapat terus berlanjut memenuhi apa yang diinginkan oleh pengguna. Pemilihan kegiatan perawatan tersebut didasari atas sifat dari kerusakan pada peralatan, apakah bersifat terprediksi atau tidak terprediksi (Hidayat, dkk, 2010).

RCM didefinisikan sebagai suatu proses yang digunakan dalam menentukan tindakan yang tepat diberikan untuk meyakinkan bahwa aset fisik yang dimiliki perusahaan dapat terus menjalankan fungsinya sesuai dengan yang diinginkan (Farid, 2019). Agar meningkatnya pengakuan dunia terhadap RCM dalam hal tersebut dengan melakukan penambahan variabel E sebagai *environmental consequences*. Sehingga diagram keputusan membenarkan perubahan nama menjadi RCM II (Sajaradj, 2019). Dengan menggunakan metode ini dapat diketahui tindakan perawatan yang terbaik untuk setiap komponen atau mesin yang ada pada sistem pengurusan di PT. IKI Makassar (Warap Sari, 2017).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui kerusakan dan menilai risiko kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock* menggunakan metode RCM II *Information Worksheet* di PT. IKI (Persero)?.
2. Bagaimana mengetahui penjadwalan kegiatan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan (*failure*) dengan

memperhatikan konsekuensi yang ditimbulkan oleh kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock*?

### **1.3 Batasan Masalah**

Menjadi acuan dalam penulisan agar pembahasan tidak terlalu luas. Sehingga Batasan masalah berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengurusan yang bekerja pada *graving dock* PT. IKI Makassar.
2. Perawatan sistem pengurusan di *graving dock* dengan metode RCM II.
3. Kerusakan yang sering terjadi pada sistem pengurusan di *graving dock* PT. IKI Makassar.
4. Data yang diolah hanya data hasil wawancara langsung di lapangan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kerusakan dan menilai risiko kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock* menggunakan metode RCM II *Information Worksheet* di PT. IKI (Persero).
2. Menentukan jadwal kegiatan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan (*failure*) dengan memperhatikan konsekuensi yang ditimbulkan oleh kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock*.



## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami kerusakan dan menilai risiko kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock* menggunakan metode RCM II *Information Worksheet* di PT. IKI (Persero).
2. Mendapatkan hasil jadwal kegiatan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan (*failure*) dengan memperhatikan konsekuensi yang ditimbulkan oleh kerusakan pada mesin atau komponen yang ada pada sistem pengurusan di *graving dock*.
3. Memberikan alternatif rancangan perawatan yang dapat meningkatkan kinerja aktual perawatan pada perusahaan.

## **1.6 Sistematika Penelitian**

Untuk memperoleh hasil laporan tugas akhir yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan yang telah ditentukan, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian secara umum dan singkat meliputi latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat, tujuan, hipotesa dan sistematika penulisan dari Tugas Akhir yang disusun.

### **BAB II DASAR TEORI**

Berisi tinjauan pustaka, yakni apa saja yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir ini. Dasar teori dan persamaan-persamaan yang digunakan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini diuraikan dalam bab ini.

### BAB III METODOLOGI

Metodologi penelitian ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah pengerjaan dalam penyelesaian tugas akhir ini, serta metode yang digunakan. Dimulai dengan pengumpulan data dan perhitungan menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) II.

### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan membahas pengolahan data dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* II untuk menganalisa perawatan yang tepat untuk mesin atau komponen.

### BAB V PENUTUP

Dengan menyajikan secara singkat dan jelas berupa kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengolahan data pada bab pembahasan dan memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Graving Dock***

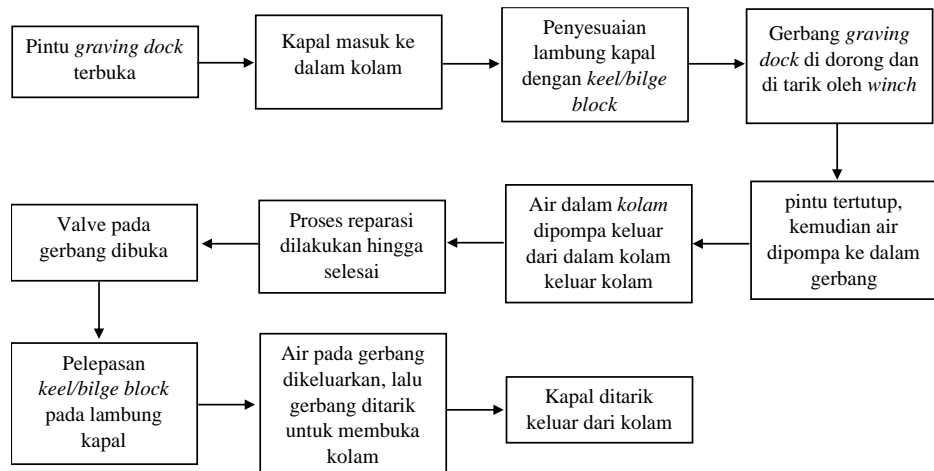
*Graving Dock* atau dalam pengartiannya adalah dok kolam merupakan fasilitas *docking* kapal yang berbentuk kolam besar di pinggir laut. Setiap *graving dock* harus memiliki sebuah pintu atau gerbang yang digunakan untuk keluar masuk kapal yang akan melakukan proses reparasi. Proses operasional *graving dock* pada saat kapal telah masuk ke dalam kolam pintu akan ditutup. Setelah proses reparasi telah selesai pintu akan dibuka. Tetapi harus menyesuaikan tinggi sarat air di luar dan di dalam kolam agar Tekanan air yang seimbang akan melepaskan kunci sehingga pintu dapat bergerak bebas (Abdullah & Santosa, 2019).

#### **2.2 Cara Kerja *Graving Dock***

Cara kerja dari *Graving dock* atau kolam dok dimana dalam keadaan terbuka permukaan air di dalam dan di luar *dock* sama tinggi. Lalu kapal masuk ke dalam *dock*, dilakukan penyesuaian *keel/bilge block* dengan lambung kapal. Pintu *dock* di dorong dan ditarik menggunakan bantuan *winch* lalu air dimasukkan kedalam gerbang agar tertutup dengan rapat. Kemudian air yang ada di dalam *dock* dipompa keluar dari *dock* hingga *dock* kering.

Selanjutnya proses reparasi kapal dilakukan hingga selesai. setelah proses reparasi selesai, *valve* akan dibuka agar air dapat masuk ke dalam *dock* hingga air di luar dan di dalam *dock* sama tingginya lalu *keel/bilge block* pada lambung kapal dilepaskan. Kemudian air pada pintu akan dikeluarkan dan tali pada *winch* di renggangkan dengan itu pintu akan mengapung lalu ditarik agar pintu *dock* terbuka. Sehingga kapal dapat keluar

*dock* dan berlayar kembali, yang mana sistematika kerja dari *graving dock* dapat dilihat pada gambar 2.1 (Klavert & Sumarwono, 2001).



**Gambar 2.1 Diagram Kerja *Graving Dock***

## 2.3 Komponen pada *Sistem Pengurusan di Graving Dock*

Dibawah ini merupakan beberapa komponen yang bekerja pada sistem pengurusan di *graving dock*.

### 2.3.1 Gerbang atau *gate graving dock*

*Gate* atau gerbang pada *graving dock* merupakan salah satu komponen yang penting untuk menahan air masuk ke dalam *dock*. *Graving dock gate* atau pintu kolam memiliki karakteristik yang sama dengan kapal, pintu dapat mengapung di atas air sehingga mudah untuk dipindahkan. Secara umum terdapat beberapa macam *graving dock gate* yaitu *flap gates*, *floating caisson gates*, *intermediate gates*, *sliding and rolling caisson gates*, *mitre gates* dan lain-lain.



**Gambar 2.2 Gerbang *Graving Dock***

Pada gambar 2.2 memperlihatkan *Graving dock gate* dengan jenis *floating caisson gates*, dimana Model pintu *dock* ini dapat mengapung dan dapat tenggelam ketika diberikan air balas (Abdullah & Santosa, 2019).

### **2.3.2 Pompa Air Sentrifugal**



**Gambar 2.3 Pompa Air Setrifugal**

Pompa adalah mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempat lain. Pompa sentrifugal adalah pompa yang memiliki elemen utama berupa motor penggerak dengan sudu impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Salah satu jenis pompa pemindah non positif

yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) fluida menjadi energi potensial (*dinamis*) melalui suatu *impeller* yang berputar dalam *casing*. Untuk mengetahui peletakan pompa pada *graving dock* di PT. IKI Makassar dapat dilihat pada gambar 2.3 (Ulfi, 2019).

### 2.3.3 Pipa



**Gambar 2.4 Pipa**

Pipa adalah bagian utama dari sistem pipa yang berfungsi menyalurkan fluida cair, uap, gas ataupun fluida padat yang dapat dialirkan. Pada gambar 2.4 dapat memperlihatkan pipa pada instalasi pengurasan di *graving dock*, penggunaan pipa disesuaikan dengan kebutuhan dan dibedakan dari batas kekuatan tekanan, ketebalan dinding pipa, temperatur zat yang mengalir, jenis material berkaitan dengan korosi dan kekuatan pipa tersebut.

### 2.3.4 Tusen klep



**Gambar 2.5 Tusen Klep**

Tusen klep yang ada pada pipa hisap mesin pompa air sebagai penahan aliran air yang telah berada pada pipa agar tidak kembali turun ke bawah. Tusen klep akan terbawa aliran sehingga dapat terbuka dan bertumpu pada dudukannya sampai mesin berhenti menghisap kemudian tusen klep menutup kembali dengan sempurna. Dimana untuk mengetahui peletakan tusen klep pada PT. IKI Makassar dapat dilihat pada gambar 2.5.

## **2.4 Manajemen perawatan (*maintenance*)**

Manajemen perawatan (*maintenance management*) adalah pengorganisasian perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan komponen, dibawah ini adalah jenis – jenis perawatan sebagai berikut.

### **2.4.1 Jenis - Jenis perawatan (*maintenance*).**

Perawatan adalah segala kegiatan yang bertujuan untuk menjaga peralatan dalam kondisi terbaik. Proses perawatan meliputi pengetesan, pengukuran, penggantian, menyesuaikan, dan perbaikan. Ada beberapa jenis perawatan yang biasa dilakukan, yaitu:

#### **1. *Corrective maintenance***

*Corrective maintenance* adalah tindakan perbaikan peralatan atau komponen yang beroperasi secara tidak normal. Penggantian komponen yang rusak, mengatur kembali kontrol, dan lain - lain.

*Corrective Maintenance* terbagi atas dua, yaitu :

##### **a. *Planned Corrective Maintenance***

Dilakukan apabila telah diketahui sejak dini kapan peralatan yang harus diperbaiki, sehingga dapat sejak awal dan mampu dikontrol.

b. *Unplanned Corrective Maintenance*

Dilakukan apabila peralatan telah benar – benar mati atau dalam keadaan darurat, sehingga dilakukan aktivitas ini selalu segera (*urgent*) dan sulit untuk dikendalikan yang mengakibatkan ongkos yang tinggi.

2. *Preventive maintenance*

*Preventive maintenance* merupakan tindakan perawatan pencegahan dalam rangkaian aktivitas perawatan. Perawatan ini memiliki tujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan selama operasi berlangsung.

3. *Predictive maintenance*

Perawatan jenis ini memiliki kesamaan dengan *preventive maintenance*, tetapi tidak dijadwal secara teratur. Perawatan ini mengantisipasi kegagalan suatu peralatan sebelum terjadi kerusakan total. Tindakan perawatan ini menganalisa suatu kondisi peralatan dari *trend* perilaku peralatan. Perawatan ini dapat digunakan untuk memprediksi sampai kapan peralatan mampu beroperasi secara normal.

## **2.5 Keandalan**

Menurut Ebeling (1997), keandalan merupakan probabilitas dari sebuah sistem atau komponen dapat beroperasi sesuai fungsinya dengan baik dalam periode tertentu.

### **2.5.1 Konsep Keandalan**

Keberhasilan dari proses produksi dipengaruhi oleh aspek keandalan yang meliputi keandalan komponen, keandalan sub-sistem, atau keandalan sistem produksi yang tidak mengalami kegagalan dalam jangka waktu tertentu. Penerapan



teori keandalan dapat membantu untuk memperkirakan dalam jangka waktu berapa lama suatu komponen, sub-sistem atau sistem mempunyai peluang untuk selalu melakukan fungsinya dengan baik. Konsep dasar dari keandalan adalah adalah laju bahaya (*hazard rate functions*),  $\lambda(t)$ . *Hazard rate functions* merupakan *alternative* yang dapat digunakan untuk menjelaskan distribusi kegagalan. Keandalan menjadi sangat penting karena dapat mempengaruhi biaya perawatan yang berakibat pada profitabilitas perusahaan.

### 2.5.2 Fungsi Keandalan

Keandalan adalah kemungkinan dari komponen, sub - sistem dan sistem untuk tidak mengalami kegagalan atau dapat melakukan fungsinya. Fungsi keandalan terhadap waktu dapat dinyatakan pada persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

R(t) : Fungsi keandalan

F(t) : Fungsi padat peluang, *Cumulative Distribution Function* (CDF)

f(t) : Fungsi padat peluang, *Probability Density Function* (PDF)

### 2.5.3 Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan atau *Failure Rate* merupakan banyaknya terjadi kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan memiliki rumus yang dinyatakan pada persamaan (2.2) dengan perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi dalam selang waktu tertentu dengan total waktu operasi suatu komponen atau pun sistem, yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{f}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

f : Banyaknya kegagalan selama jangka waktu operasi

T : Total waktu operasi

$\lambda$  : Laju Kegagalan

**2.5.4 Mean Time to Failure (MTTF)**

MTTF merupakan nilai rata – rata waktu kegagalan dari sebuah sistem. MTTF sering digunakan untuk komponen atau peralatan apabila mengalami kerusakan harus diganti dengan komponen atau peralatan yang baru dan baik. MTTF dapat mempresentasikan kira – kira seberapa lama sebuah mesin dapat diharapkan dapat menjalankan fungsinya dengan baik sebelum mengalami kegagalan (Campbell & Jardine, 2001). Jadi, MTTF adalah masa kerja suatu mesin atau komponen saat pertama kali digunakan atau dihidupkan sampai mesin atau komponen tersebut mengalami kegagalan. Untuk rumus dari MTTF dapat dilihat pada persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

MTTF : waktu rata-rata antar kerusakan (jam)

R(t) : Keandalan (*reliability*)

**2.5.5 Model distribusi dalam Keandalan**

Mesin atau komponen memiliki distribusi kerusakan yang berbeda - beda. Pola distribusi yang biasa digunakan pada data

kerusakan adalah *lognormal*, *normal*, *weibull*, dan *exponential*. Identifikasi distribusi diperlukan untuk mengetahui distribusi dari data interval antar kerusakan mesin atau komponen maupun data lama waktu perbaikan kerusakan.

1. Distribusi *Lognormal*

Fungsi yang terdapat dalam distribusi lognormal dapat dilihat pada persamaan (2.4) yaitu:

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi st}} \exp \left[ -\frac{1}{2s^2} \left( \ln \frac{t}{t_{med}} \right)^2 \right] \quad t \geq 0 \dots\dots\dots (2.4)$$

Persamaan untuk MTTF dari distribusi *Lognormal* dapat dilihat pada persamaan (2.5) sebagai berikut :

$$MTTF = t_{med} \exp \left( \frac{s^2}{2} \right) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

MTTF : waktu rata-rata antar kerusakan (jam)

s : standar deviasi

t : waktu

t<sub>med</sub> : median dari data waktu kerusakan

2. Distribusi *Normal*

Distribusi *normal* memiliki parameter yaitu  $\mu$  dan  $\sigma$ . Fungsi probabilitas yang ada distribusi *Normal* dapat dilihat pada persamaan (2.6) antara lain sebagai berikut :

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi st}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \frac{(t-\mu)^2}{\sigma^2} \right] \quad -\infty < t < \infty \dots\dots\dots (2.6)$$

Persamaan untuk MTTF dari distribusi *Normal* dapat dilihat pada persamaan (2.7) sebagai berikut :

$$MTTF = \mu \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- t : waktu
- $\mu$  : nilai tengah
- $\sigma$  : standar deviasi

### 3. Distribusi *Weibull*

Fungsi yang terdapat dalam distribusi *Weibull* dapat dilihat pada persamaan (2.8) yaitu sebagai berikut :

$$F(t) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{t}{\eta} \right)^\beta \right] \dots\dots\dots (2.8)$$

Persamaan untuk MTTF dari distribusi *Weibull* dapat dilihat pada persamaan (2.9) sebagai berikut :

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

- $\Gamma$  : fungsi gamma
- $\eta$  : *scale parameter*
- $\beta$  : *shape parameter*
- t : waktu

### 4. Distribusi *Exponential*

Fungsi yang terdapat dalam distribusi *Exponential* dapat dilihat pada persamaan (2.10) yaitu sebagai berikut:

$$F(t) = \lambda e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.10)$$

Persamaan untuk MTTF dari distribusi *Exponential* dapat dilihat pada persamaan (2.11) sebagai berikut :

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

$\lambda$  : Laju Kegagalan

t : waktu

## 2.6 RCM (*Reability Centered Maintenance*)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah dasar dari perawatan fisik dan suatu teknik yang digunakan untuk mengembangkan proses perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal (Moubray.1997).

Menurut *Moubray Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap aset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaannya dalam konteks operasionalnya. Tujuan utama dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsi sistem dengan cara mengidentifikasi terjadinya *Mode* kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan kepentingan dari *Mode* kegagalan sehingga dapat memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif dan dapat diterapkan.

Menurut Anderson dalam menggunakan RCM yang akan diimplementasikan dibutuhkan langkah – langkah sebagai berikut :

### 2.6.1 *Functional block diagram* (FBD)

Setelah sistem dipilih dan batasan sistem telah dibuat, maka tindakan selanjutnya yang dilakukan berupa pendeskripsian sistem. Bertujuan untuk mengidentifikasi

dan mendokumentasikan detail penting dari sistem yang menunjukkan hubungan dari masing – masing fungsi aset untuk mempermudah fungsi saat melakukan analisis.

### **2.6.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

*Failure mode and effect analysis* (FMEA) merupakan suatu keadaan dimana dapat menyebabkan kegagalan fungsional terjadi. Apabila *mode* kegagalan sudah diketahui, maka memungkinkan untuk mengetahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika *Mode* kegagalan tersebut terjadi. kemudian digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan tindakan selanjutnya yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi, atau memperbaikinya (Irwansyah, 2017).

### **2.6.3 Logic Tree Analysis (LTA)**

*Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan suatu pengukuran kualitatif yang digunakan untuk mengklasifikasikan *Mode* kegagalan. *Mode* kegagalan terbagi dalam 4 kategori yaitu :

- a. *Safety problem* (Kategori A)  
*Mode* kegagalan mempunyai konsekuensi dapat melukai atau mengancam jiwa seseorang.
- b. *Outage Problem* (Kategori B)  
*Mode* kegagalan dapat memastikan sistem.
- c. *Minor to Investigation Economic Problem* (Kategori C)  
*Mode* kegagalan tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem.

Dampaknya tergolong kecil dan dapat diabaikan.

d. *Hidden Failure* (Kategori D)

Apabila kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator.

#### **2.6.4 Task Selection (Pemilihan kebijakan perawatan)**

*Task Selection* dilakukan untuk menentukan kebijakan – kebijakan yang mungkin untuk diterapkan dan memilih *task* yang paling efisien untuk setiap *Mode* kegagalan. Efektif yang dimaksud ini adalah kebijakan perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendeteksi kegagalan, atau menemukan *hidden failure*. Sedangkan efisien yang dimaksud adalah kebijakan perawatan yang dilakukan ekonomis bila dilihat dari total biaya perawatan.

### **2.7 Metode RCM (*Reability Centered Maintenance*) II**

*Reliability Centered Maintenance* II (RCM II) bukan merupakan strategi perawatan yang baru. RCM II merupakan pengembangan dari strategi RCM. Penulis bukunya yaitu Moubray dan asosiasinya melakukan penerapan RCM dalam sektor pertambangan dan manufaktur sejak awal tahun 1980-an. Selama penerapan tersebut, terjadi masalah lingkungan yang tidak menimbulkan ancaman secara langsung terhadap keselamatan yang diabaikan. Tetapi harus evaluasi secara subjektif juga sama halnya seperti keselamatan kerja (Swara, 2016). Sehingga, pada tahun 1988 Moubray mulai bekerja dengan sejumlah organisasi multi-nasional untuk melakukan pendekatan yang lebih tepat terhadap kegagalan yang dapat mengancam lingkungan. Akhirnya dengan penambahan *variable* E sebagai *environmental consequences* pada diagram keputusan (Sajaradj, 2019).

RCM II merupakan sebuah strategi untuk menentukan kegiatan yang dapat dilakukan untuk menjamin agar aset fisik dapat selalu berfungsi sesuai

dengan keinginan penggunanya dalam konteks operasionalnya (Moubray, 1997). Proses penerapan RCM II harus berdasar pada 7 pertanyaan utama yang berhubungan dengan sistem yang dijadikan sebagai objek amatan. 7 pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Apa fungsi dari aset fisik dan standar?
2. Bagaimana aset dapat mengalami kegagalan pada saat menjalankan fungsinya?
3. Apa penyebab dari kegagalan fungsi yang terjadi?
4. Apa yang terjadi jika penyebab kegagalan itu muncul?
5. Bagaimana kegagalan tersebut dapat berpengaruh terhadap sistem?
6. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi kegagalan atau mencegah kegagalan yang terjadi?
7. Apa yang dapat dilakukan jika tidak menemukan tindakan proaktif yang sesuai?

Untuk memulai proses dari RCM II ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu: Pemilihan sistem amatan kemudian pendefinisian batasan dari sistem amatan. Batasan sistem yang dibuat akan mendefinisikan apa saja yang masuk di dalam sistem dan apa saja yang berada di luar sistem, Pengumpulan informasi yang meliputi data aktual terkait sistem amatan dari operator sistem amatan yang terkait, Pendeskripsian sistem amatan dan penyusunan *Functional Block Diagram* (FBD). Pendeskripsian sistem dilakukan untuk mengidentifikasi detail penting yang ada pada sistem. Sedangkan pembuatan FBD bertujuan untuk menunjukkan interaksi antar sub sistem.

Tahap selanjutnya setelah melakukan tiga tahap di atas adalah menjawab 7 pertanyaan yang ada pada RCM II. Berikut ini akan dijelaskan mengenai 7 pertanyaan utama pada RCM II:



### **2.7.1 Fungsi dan Standar Kinerja**

Aset fisik yang menjadi objek amatan harus dapat dipastikan melakukan fungsinya yang dalam konteks operasionalnya sesuai dengan keinginan penggunaannya. Kesesuaian dengan konteks operasi yang dimaksud adalah adanya parameter yang jelas terkait fungsi dari aset fisik tersebut. Fungsi dari aset fisik dibedakan menjadi dua, yaitu *primary function* dan *secondary function*.

### **2.7.2 Kegagalan Fungsi (*Functional Failure*)**

Aset fisik dikatakan mengalami kegagalan fungsi apabila aset fisik tersebut tidak mampu untuk memenuhi fungsinya sesuai dengan standar performansi yang dapat diterima oleh pengguna aset tersebut. Ada dua jenis kegagalan yang dapat terjadi pada sebuah aset fisik, yaitu kegagalan total dan kegagalan parsial. Jika aset fisik sama sekali tidak dapat memenuhi standar performansi fungsinya, maka aset fisik tersebut mengalami kegagalan total. Sedangkan kegagalan parsial adalah sebuah kondisi dimana aset fisik masih dapat menjalankan fungsinya meskipun tidak sesuai fungsinya.

### **2.7.3 Modus Kegagalan (*Failure Mode*)**

Modus kegagalan adalah kejadian yang dapat mengakibatkan suatu aset fisik mengalami kegagalan. Untuk menghindari atau menghilangkan modus kegagalan dapat dilakukan kegiatan perawatan secara terjadwal.

### **2.7.4 Dampak Kegagalan (*Failure Effect*)**

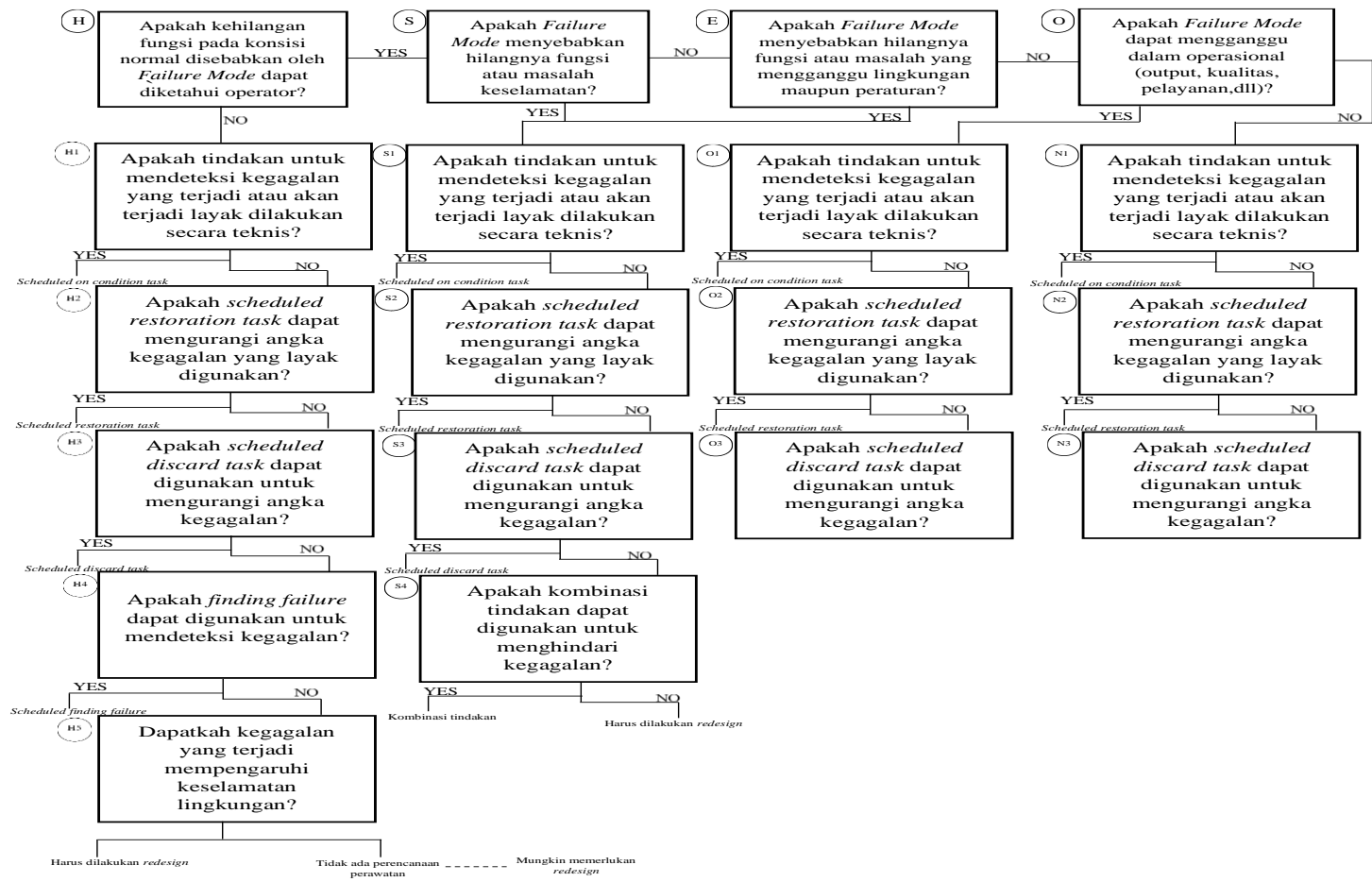
Dampak kegagalan adalah suatu kejadian yang disebabkan oleh adanya kegagalan pada suatu aset fisik. Kegiatan perawatan yang dilakukan pada aset fisik yang harus dapat dihindari, untuk

meminimalisir atau bahkan menghilangkan dampak kegagalan yang dapat terjadi.

### **2.7.5 Konsekuensi Kegagalan (*Failure Consequence*)**

Menurut konsep RCM II, konsekuensi kegagalan lebih penting untuk dipahami dan diperhatikan dari pada karakteristik kegagalan. Konsep RCM II menyadari bahwa kegiatan perawatan dilakukan bukan untuk menghindari kegagalan itu sendiri, namun menghindari konsekuensi dari kegagalan tersebut. Konsekuensi dalam RCM II terbagi menjadi 4 macam. Konsekuensi yang pertama adalah konsekuensi kegagalan tersembunyi, dimana kegagalan ini tidak mempunyai dampak secara langsung. Konsekuensi yang kedua adalah konsekuensi keselamatan dan lingkungan, konsekuensi keselamatan apabila dapat mencederai atau menghilangkan nyawa seseorang, sedangkan lingkungan apabila ada pelanggaran peraturan lingkungan. Konsekuensi ke tiga adalah konsekuensi operasional, disebut konsekuensi operasional apabila mempengaruhi produksi, hasil produksi, kualitas produksi dan pelayanan, atau biaya operasional diluar biaya perbaikan. Konsekuensi yang terakhir adalah konsekuensi non operasional, dimana konsekuensi ini hanya berdampak pada kegiatan perbaikan saja.

Kelima hal di atas digunakan sebagai dasar kerangka kerja strategis dalam pengambilan keputusan perawatan pada RCM II. Kemudian disusun pengkajian konsekuensi terstruktur untuk tiap *failure mode* dalam kategori konsekuensi di atas, maka tujuan operasional, lingkungan, dan keselamatan akan diintegrasikan dengan *decision diagram* RCM II yang akan ditampilkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Decision Diagram

(Sumber: Moubray, 1997)

Tujuan diterapkannya RCM II ini untuk perawatan, atau perawatannya yaitu dengan Adanya jaminan keselamatan (*safety*) dan lingkungan (*environment*), Perbaikan kinerja operasi, Database perusahaan mengenai perawatan yang lebih lengkap dan menghasilkan *lifetime* mesin atau fasilitas yang lebih Panjang.

## **2.8 Reliability Centered Maintenance II Information Worksheet**

RCM II *Information Worksheet* dapat mengetahui beberapa bentuk kerusakan (*failure modes*) yang mengakibatkan kerusakan pada mesin atau komponen dalam memenuhi fungsinya (*functional failure*). Berdasarkan dampak (*effect*) yang ditimbulkan, maka dapat diketahui bahwa terdapat beberapa dampak yang secara keseluruhan mengganggu proses operasi/kinerja mesin atau komponen. Pembuatan RCM II *Information Worksheet* dilakukan untuk mengetahui fungsi, kegagalan fungsi, modus kegagalan dan efek kegagalan pada masing-masing komponen kritis (Rachmayanti, dkk, 2020).

## **2.9 Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet**

*Decision Worksheet* pada RCM II adalah lembar kerja untuk menuliskan *record* jawaban dari pertanyaan yang ada pada *decision diagram*. Hasil dari *decision worksheet* ini nantinya akan digunakan sebagai acuan teknis untuk pelaksanaan perawatan pada sebuah sistem. *Decision worksheet* memuat tentang:

### **2.9.1 Information Refference**

*Information Refference* berisi mengenai informasi yang diperoleh dari hasil FMEA. F (*functions*) fungsi komponen yang teranalisa, FF (*failure function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*failure mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi.

### **2.9.2 Consequences Evaluation**

*Consequences Evaluation* yang berisi mengenai konsekuensi yang ditimbulkan jika terjadi kegagalan fungsi pada komponen.

Terdiri dari H (*hidden failure*), S (*safety*), E (*environmental*), dan O (*operational*). Berikut ini merupakan penjelasan untuk pengisian kode *failure consequence*:

Tabel 2.1 *Consequences Evaluation*

<i>Failure Consequence</i>	Ada Konsekuensi (Y)	Tidak Ada Konsekuensi (N)
Kolom <i>Hidden Failure</i> (H)	Operator tidak dapat mengetahui secara langsung adanya <i>failure mode</i> dalam kondisi normal.	Operator dapat mengetahui secara langsung adanya <i>failure mode</i> dalam kondisi normal.
Kolom <i>Safety</i> (S)	<i>Failure Mode</i> memberikan dampak pada keselamatan kerja operator.	<i>Failure Mode</i> tidak dapat memberikan dampak pada keselamatan kerja operator.
Kolom <i>Environment</i> (E)	<i>Failure Mode</i> memberikan dampak pada lingkungan.	<i>Failure Mode</i> tidak memberikan dampak bagi lingkungan.
Kolom <i>Operational</i> (O)	<i>Failure Mode</i> memberikan dampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan.	<i>Failure Mode</i> tidak memberikan dampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan.

(Sumber: Moubray, 1997)

### 2.9.3 *Proactive Task and Default Action*

*Proactive task* dilakukan sebelum terjadi kegagalan untuk menghindarkan aset dari kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan (Pratama, 2017). Pada tabel di bawah ini akan dijelaskan mengenai persyaratan untuk pengisian *proactive task*:

Tabel 2.2 Syarat Pengisian *Proactive Task*

<i>Proactive Task</i>	Keterangan
H1/S1/O1/N1 <i>Scheduled on Condition Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gejala awal kerusakan memungkinkan terlihat melalui pendeteksian awal.</li> <li>Pada saat interval kurang dari P – F interval, dapat dilakukan monitoring terhadap item.</li> <li>Apakah dalam interval waktu tersebut cukup apabila dilakukan tindak pencegahan.</li> </ul>
H2/S2/O2/N2 <i>Scheduled Restoration Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak terhadap S/E).</li> <li>Dapat diidentifikasi pada umur berapa item akan menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan.</li> </ul>
H3/S3/O3/N3 <i>Scheduled Discard Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat diidentifikasi pada umur berapa item akan menunjukkan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan.</li> <li>Mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang bertambah pada S/E).</li> </ul>
H4/S4/O4/N4 <i>Finding Failure Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memungkinkan untuk dilakukan pendeteksian untuk menemukan <i>hidden failure</i>.</li> <li><i>Task</i> yang diberikan dapat menurunkan terjadinya kegagalan berganda.</li> </ul>
H5 <i>Redesign</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hanya dengan dilaksanakannya perubahan desain pada mesin maka <i>hidden failure</i> dapat dicegah.</li> </ul>
S4 <i>Combination Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jika kombinasi aktivitas antar <i>proactive task</i> dapat dilakukan maka <i>safety effect</i> dapat dicegah.</li> </ul>

(Sumber: Moubray, 1997)

Menjelaskan tindakan atau kondisi yang dapat diambil untuk mencegah terjadinya *failure mode*. Penentuan tindakan berdasarkan pada *Decision* diagram tentu saja dengan memenuhi syarat *technically feasible* dan *worth doing*. Apabila jawaban yang sesuai atas persyaratan tersebut adalah benar (*Yes*) maka dicatat sebagai Y namun apabila jawaban tidak sesuai (*No*) maka dicatat sebagai N dalam kolom *decision worksheet*.

#### 2.9.4 Proposed Task

*Proposed Task* berisi mengenai tindakan perencanaan yang dilakukan untuk menterjemahkan hasil dari *proactive task* maupun *default action* yang diberikan.

### 2.9.5 *Can be Done by*

*Can be done by* berisi pihak-pihak mana saja yang terkait secara langsung dengan proses operasi perawatan. Pihak yang dimaksudkan adalah pihak yang mempunyai wewenang dalam melaksanakan aktivitas perawatan.

## 2.10 Interval Waktu perawatan

Waktu perawatan yang optimal dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa rumus yang berbeda. Interval waktu perawatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang berdasarkan pada perawatan yang dilakukan, seperti berikut ini:

### 2.10.1 Interval perawatan untuk *Failure Finding Task*

*Failure finding* merupakan kegiatan yang dilakukan untuk upaya pencegahan yang dilakukan dengan memeriksa fungsi yang tersembunyi (*hidden function*) secara berkala untuk mengetahui kapan suatu komponen akan mengalami kerusakan (Moubray, 1997). Interval pelaksanaan *Failure Finding* dipengaruhi *availability* yang ingin dicapai oleh perusahaan dan frekuensi kegagalan dari sebuah alat. Berikut ini adalah rumus untuk mendapatkan interval pelaksanaan *failure finding* yang sesuai dengan kebutuhan sub-sistem komponen dapat dilihat pada persamaan (2.12).

$$FFI = 2 \times Unavailability \times MTIVE \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

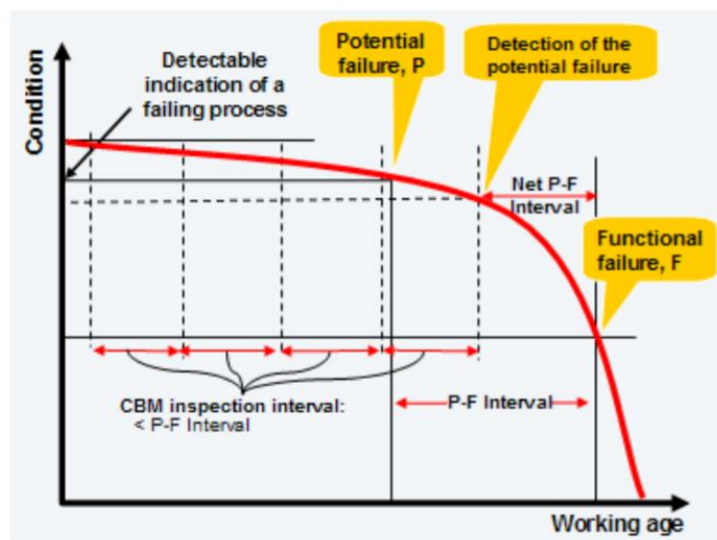
- FFI : *Finding Failure Interval*
- MTIVE waktu rata-rata antar kegagalan (MTTF), MTTF disesuaikan dengan MTTF masing - masing sub-sistem atau komponen.
- Nilai *unavailability* disesuaikan dengan yang dikehendaki perusahaan.

### 2.10.2 Interval perawatan untuk *Schedule Discard Task* dan *Schedule Restoration Task*

*Schedule discard task* dan *schedule restoration task* dilakukan untuk komponen atau fasilitas yang memiliki P-F interval. P-F interval adalah interval antara adanya *potential failure* hingga saat terjadinya sebuah kegagalan (*failure*). Dalam menentukan interval *maintenance schedule discard task* dan *schedule restoration task* dapat dilakukan menggunakan *preventive maintenance traditional* (Pratama, 2014). Data yang dibutuhkan untuk melakukan *preventive maintenance traditional* adalah *mean time to failure* untuk setiap mesin maupun fasilitas yang ada pada objek penelitian (Prasetyawan, 2011).

### 2.10.3 Interval perawatan untuk *On - Condition Task*

Menurut John Moubray (1997), untuk menentukan interval perawatan pada *on-conditional task* adalah setengah dari interval P-F. Pada gambar 2.5 menggambarkan ilustrasi interval P-F pada suatu *equipment*.



Gambar 2.7 P-F Interval

(Sumber: Moubray, 1997)



Scheduled *on-condition* Tasks Perhitungan interval waktu perawatan untuk *scheduled on-condition task* adalah setengah dari P-F Interval. Dimana untuk mendapatkan interval *scheduled on-condition task* dapat dilihat pada persamaan (2.13) yaitu sebagai berikut :

$$\text{Interval On Condition} = \frac{1}{2} \times P - F \text{ interval. (2.13)}$$

Dimana :

P-F interval : nilai MTTF

(Afiva, 2019).