

**EVALUASI SISTEM PERAWATAN PADA PESAWAT  
ANGKAT ANGKUT PADA PERUSAHAAN LOGISTIK**

**SKRIPSI**



Oleh :  
**Adolfus Maryo Mali**  
**140410147**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2019**

**EVALUASI SISTEM PERAWATAN PADA PESAWAT  
ANGKAT ANGKUT PADA PERUSAHAAN LOGISTIK**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh :  
Adolfus Maryo Mali  
140410147**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2018**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 15 Februari 2019  
Yang membuat pernyataan,

Adolfus Maryo Mali  
140410147

## **SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Adolfus Maryo Mali  
NPM : 140410147  
Fakultas : Teknik dan Komputer  
Program Studi : Teknik Industri

Menyatakan bahwa “**Skripsi**” yang saya buat dengan judul:

### **EVALUASI SISTEM PERAWATAN PADA PESAWAT ANGKAT ANGKUT PADA PERUSAHAAN LOGISTIK**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan “duplikasi” dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, didalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah Skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari siapapun

Batam, 15 Februari 2019

Materai 6000

**Adolfus Maryo Mali**  
140410147

# **EVALUASI SISTEM PERAWATAN PADA PESAWAT ANGKAT ANGKUT PADA PERUSAHAAN LOGISTIK**

**Oleh  
Adolfus Maryo Mali  
140410147**

**SKRIPSI  
Untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal  
seperti tertera di bawah ini**

**Batam, 15 Februari 2019**

**Anggia Arista, S.Si., M.Si.  
Pembimbing**

## ABSTRAK

PT Bok Seng Investment Indonesia bergerak dibidang transportasi. Dalam bidang transfortasi penggunaan mesin *prime mover* tidak optimal maka dapat terhambat dan waktu tempuh yang dibutuhkan lebih lama dari waktu yang ditargetkan. PT Bok Seng Investment Indonesia bergerak dibidang transportasi yang mana kegiatan didalamnya adalah tentang penyewaan dan layanan dari berbagai macam peralatan konstruksi, infrastruktur, pembangkit listrik, transportasi, *cleaning*, dan pengiriman barang. *Prime Mover* ini memiliki 2 sistem, yaitu sistem *elektric* dan *mechanic*. sistem *mechanic* dan *elektric* merupakan sistem yang frekuensi *breakdown* paling tinggi yaitu terbukti dari laporan kerusakan ada beberapa unit mesin yang laporan kerusakannya lebih dari 25 laporan selama pertiga bulan. Penelitian ini mengevaluasi sistem perawatan diharapkan agar mampu mengurangi *breakdown* pada *prime mover* dan mesin berjalan sesuai dengan performasinya. *Reliability Centered Maintenance* mendefinisikan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan yang didasarkan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. Beberapa kebijakan berdasarkan Metode RCM yang mungkin dapat diterapkan di PT Bok Seng Investment Indonesia adalah *Time Directed*, *Condition Directed*, dan *Failure Finding*. Hal ini mengindikasikan bahwa perlu adanya evaluasi mengenai kebijakan tindakan pencegahan yang sudah berjalan hingga saat ini. Supaya mesin tetap beroperasi sesuai performasinya dan *breakdown* bisa berkurang. Dari ketiga *task* tersebut, yang mana didapatkan hasilnya yaitu 8 *Time Directed* (TD), 6 *Condition Directed* (CD) dan 7 *task failure finding* (FF). *Time Directed* merupakan task untuk mode kegagalan yang paling banyak, yaitu 8 mode kegagalan.

**Kata kunci** : *Realibility centered maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), *Prime Mover*, Logistik.

## **ABSTRACT**

*PT Bok Seng Investment Indonesia engaged in transportation. In the field of transportasi the use of the machine the prime mover is not optimal it can be inhibited and the travel time it takes longer than the time that is targeted. PT Bok Seng Investment Indonesia engaged in the transportation activities where it is all about the rental and service of a wide range of construction equipment, infrastructure, power generation, transportation, cleaning and delivery of the goods. Prime Mover has two systems, i.e. systems of elektrik and mechanic. System mechanic and elektrik is a system breakdown on the highest frequency that is evident from the reports of damage there are a few units that report machine damage more than 25 reports during the third month. This research evaluates the care system is expected to reduce the breakdown on prime mover and the machine runs in accordance with performasinya. Reliability Centered Maintenance define the Reliability Centered Maintenance (RCM) as a method for developing, selecting and creating alternate treatment strategies are based on operational criteria, economy and security. Some policies based on RCM Method which may be applied in PT Bok Seng Investment Indonesia is Self-directed Time, Condition, and Self-directed Failure Finding. This indicates that the need for an evaluation of the policy regarding the precautions already running up to this point. So the machine still operates in accordance performasinya and breakdown can be reduced. From the third task, which brings about a result that is 8 Time (TD), a self-directed 6 Condition Self-directed (CD) and a failure finding task 7 (FF). Time the task is Directed to the most failure mode, IE 8 mode of failure.*

**Keywords :** *Realibility centered maintenance (RCM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Logic Tree Analysis (LTA), Prime Mover, Logistic.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah atas segala limpahan rahmat serta berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyusun menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “EVALUASI SISTEM PERAWATAN PADA PESAWAT ANGKAT ANGKUT PADA PERUSAHAAN LOGISTIK”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Skripsi ini disusun agar dapat menambah wawasan dan pemahaman pembaca untuk mengetahui tentang suatu penerapan salah satu pengukuran efektivitas mesin khususnya dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada suatu sistem perawatan yang ada pada perusahaan. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama penyelesaian Skripsi ini. Ucapan terima kasih, penyusun sampaikan kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda S.Kom, M.SI. selaku Rektor Universitas Putera Batam
2. Bapak Welly Sugianto S.T, M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
3. Ibu Anggia Arista S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan segala masukan dan bimbingan dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
4. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.



5. Kedua orang tua dan adik-adikku tersayang, yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan dan memberikan dorongan moril maupun materil.
6. Bapak Ong Seng Chey selaku *General Manager* PT. Bok Seng Investment Indonesia.
7. Bapak Andrean Ng selaku kepala *Dept Facility* yang telah memberikan izin penelitian.
8. Bapak Suwignyo dan Bapak Julius Sando selaku pembimbing lapangan dalam penelitian ini.
9. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2014 juga seluruh keluarga besar Teknik Industri Universitas Putera Batam. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.
10. Serta masih banyak pihak yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pihak manapun guna perbaikan karya selanjutnya. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kalangan Civitas Akademika dan PT Bok Seng Investment Indonesia.

Batam, 15 Februari 2019

Adolfus Maryo Mali

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b>	
<b>HALAMAN SAMPUL</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABTRACT</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Teori Dasar.....	6
2.1.1 Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	6
2.1.2 Pesawat Angkat Angkut.....	9
2.1.3 <i>Prime Mover</i> .....	10
2.1.4 Realibility Centered Maintenance (RCM) .....	11
2.1.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	15
2.1.6 <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA) .....	20
2.2 Penelitian Terdahulu .....	22
2.3 Kerangka Berfikir.....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Desain Penelitian.....	25
3.2 Operasional Variabel.....	26
3.3 Populasi dan Sampel .....	26
3.3.1 Populasi .....	26
3.3.2 Sampel .....	26
3.4 Metode Pengumpulan data.....	27
3.4.1 Data Primer .....	27
3.4.2 Data Sekunder .....	27
3.5 Metode analisis data.....	27
3.5.1 Failure Mode Effect Analysis (FMEA).....	27

3.5.2 Logic tree analysis (LTA) dan Task selection .....	28
3.6. Lokasi dan Waktu penelitian .....	29
3.6.1. Lokasi Penelitian .....	29
3.6.2. Waktu Penelitian.....	29

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Profil dan Gambaran Umum Perusahaan.....	30
4.1.1 Sejarah PT Bok Seng Investment Indonesia .....	30
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	31
4.1.3 Bidang Usaha PT Bok Seng Investment Indonesia.....	31
4.1.4 Kepedulian Lingkungan Alam Sekitar.....	32
4.2 Hasil Penelitian dan Pembahasan .....	33
4.2.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi .....	33
4.2.3 Fungsi Sistem dan <i>Functional Diagram Block</i> .....	35
4.2.4 Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional.....	37
4.2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	40
4.2.6 <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	41
4.2.7 <i>Task selection</i> .....	45
4.2.8 Analisis Task Terpilih.....	46

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran.....	51

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Pendukung Penelitian
- Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 3. Penyusunan FMEA *Crawler Crane*
- Lampiran 4. Penyusunan *Task Selection*
- Lampiran 5. *Surat Keterrangan Penelitian*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2. 1</b> <i>Prime mover</i> Merek Volvo Jenis FL10 .....	11
<b>Gambar 2. 2</b> Kerangka Pemikiran .....	24
<b>Gambar 3. 1</b> Desain Penelitian .....	25
<b>Gambar 4. 1</b> PT Bok Seng Investment Indonesia.....	30
<b>Gambar 4. 2</b> Kerusakan Mesin <i>Prime Mover</i> pada PT BSII .....	33
<b>Gambar 4. 3</b> Diagram Alir Pemilihan Tindakan.....	45

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2. 1</b> <i>Severity of Effect for FMEA</i> .....	18
<b>Tabel 2. 2</b> <i>Occurrence of Effect for FMEA</i> .....	18
<b>Tabel 2. 3</b> <i>Detection of Effect for FMEA</i> .....	19
<b>Tabel 3. 1</b> Pesawat Angkat Angkut Pada PT Bok Seng Investment Indonesia....	26
<b>Tabel 3. 2</b> Responden FMEA .....	28
<b>Tabel 3. 3</b> Jadwal Penelitian.....	29
<b>Tabel 4. 1</b> Batasan Sistem pada <i>Prime Mover</i> .....	35
<b>Tabel 4. 2</b> <i>Functional Block Diagram</i> pada <i>Prime Mover</i> .....	36
<b>Tabel 4. 3</b> Kegagalan Fungsional .....	38
<b>Tabel 4. 4</b> Perhitungan RPN Pada <i>Prime Mover</i> .....	40
<b>Tabel 4. 5</b> Penyusunan LTA .....	41
<b>Tabel 4. 6</b> Perbandingan kebijakan perawatan .....	46

## DAFTAR RUMUS

	Halaman
<b>Rumus 2. 1</b> Menghitung RPN .....	20

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Logistik dalam perkembangannya hingga kini sudah merupakan ilmu yang harus mendapat perhatian khusus mengingat sejarah pertumbuhan ekonomi yang semakin kompleks seperti produktivitas barang-barang yang dihasilkan pabrik atau perusahaan, bagaimana penyalurannya dan penyimpanannya serta pengelolaan hasil produk secara menyeluruh memerlukan penanganan khusus dan serius. Untuk mencapai hasil yang efisien dan efektivitas semua itu mutlak memerlukan pengorganisasian yang baik atau sering diistilahkan dengan manajemen logistik yang terpadu sehingga tidak terjadi ketimpangan dalam melaksanakan kegiatannya. Aktivitas logistik terdiri dari lokasi fasilitas, transportasi, inventarisasi, komunikasi, penanganan dan penyimpanan logistik sebagai suatu aktivitas ataupun proses bisnis akan selalu ada, bahkan keberadaannya telah ada sejak suatu aktivitas transformasi barang dan pendistribusiannya ke konsumen akhir dimulai (Sutanto & Sumarauw, 2014).

Setiap mesin memiliki pola kerusakan yang berbeda. Seperangkat peralatan yang sama akan memiliki pola kerusakan yang berbeda, jika dioperasikan pada keadaan lingkungan yang berbeda. Bahkan bila peralatan yang sama tersebut dioperasikan pada keadaan lingkungan yang sama pun tetap terbuka kemungkinan, bahwa kerusakan yang terjadi akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Keputusan yang berkaitan dengan masalah probabilitas,

seperti menentukan waktu melaksanakan perawatan pencegahan untuk suatu peralatan, membutuhkan informasi mengenai saat atau waktu peralatan tersebut akan mencapai kondisi gagal atau rusak. Transisi suatu peralatan dari kondisi baik ke gagal tidak bisa diketahui secara pasti waktunya, tetapi dapat diketahui informasi mengenai probabilitas terjadinya transisi tersebut pada waktu tertentu berdasarkan fungsi kerusakannya (Praharsi, Sriwana, & Sari, 2015).

PT Bok Seng Investment Indonesia bergerak dibidang transportasi yang mana kegiatan didalamnya adalah tentang penyewaan & layanan dari berbagai macam peralatan konstruksi, infrastruktur, pembangkit listrik, transportasi, *cleaning*, dan pengiriman barang. Pada periode tahun 2017/2018 PT Bok Seng Investment Indonesia memiliki beberapa unit pesawat angkat angkut yang meliputi *crawler crane* ada 3 unit, *prime mover* ada 13 unit, *pick up* ada 3 unit, *truck crane* ada 6 unit, *manlift* ada 7 unit, *forklift* ada 3 unit, *mobile crane* ada 5 unit. Pesawat angkat angkut ini memiliki 2 sistem, yaitu sistem *elektric* dan *mechanic*.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan dari beberapa sistem yang ada, sistem *mechanic* dan *elektric* merupakan sistem yang frekuensi *breakdown* paling tinggi yaitu terbukti dari laporan kerusakan ada beberapa unit mesin yang laporan kerusakannya lebih dari 25 laporan selama pertiga bulan. Kerusakan dari total *maintenance* yang dikerjakan merupakan akibat dari kerusakan sistem mekanik dan *elektric*. Sistem tersebut (*mechanic* dan *elektric*) sering mengalami kerusakan karena merupakan bagian dari mesin yang langsung berhubungan dengan benda kerja atau komponen yang diangkat. Melihat peranan



yang begitu besar terhadap proses transportasi di perusahaan, maka perlu dilakukan tindakan perawatan yang bersifat pencegahan dan perbaikan yang lebih baik sehingga kegiatan transportasi dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan.

PT Bok Seng Investment Indonesia memiliki mekanik *maintenance* yang bertugas melakukan kegiatan perawatan pada pesawat angkat angkut. Namun pelaksanaan perawatan belum optimal secara menyeluruh. Hal ini dapat dilihat dari pelaksanaan perawatan mesin yang yang dijadwalkan tidak terpenuhi dan seringnya melakukan proses kanibal dari pesawat angkat angkut ke pesawat angkat angkut yang lainya. Disamping itu dengan mesin yang tidak optimal tentu hal ini akan menyebabkan proses transportasi dapat terhambat dan waktu tempuh yang dibutuhkan lebih lama dari waktu yang ditargetkan. Selain itu akibat seringnya dilakukan tindakan perbaikan tentu saja akan merugikan perusahaan, karena selain biaya perawatan dan biaya penggantian *part* bagian yang rusak menjadi besar.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti memberikan usulan perbaikan kebijakan perawatan pesawat angkat angkut, salah satu metode yang cocok dan dapat digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Metode RCM ini sebuah proses sistematis yang dilakukan untuk menjamin seluruh fasilitas fisik dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. Metode RCM akan membawa kepada sebuah *maintenance program* yang fokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi. Sehingga pada akhirnya dapat dilakukan pengembangan terhadap kebijakan

perawatan terhadap mesin tersebut. Berdasarkan permasalahan yang dilakukan oleh peneliti, maka peneliti memperoleh judul yaitu “ Evaluasi Sistem Perawatan Pesawat Angkat Angkut Pada Perusahaan Logistik”.

### **1. 2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada PT Bok Seng Investment Indonesia, diidentifikasi permasalahan yaitu sistem perawatan pada pesawat angkat angkut yang belum optimal dilihat dari data kerusakan mesin. Hal ini menyebabkan terjadinya *lead time* (waktu mesin tidak beroperasi disebabkan adanya kerusakan) dan mengakibatkan aktivitas logistik terhambat karena alat yang dibutuhkan tidak bisa beroperasi.

### **1. 3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, peneliti merumuskan permasalahan yaitu bagaimanakah cara mengurangi *break down* pada pesawat angkat angkut metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan mesin dapat berjalan dengan standar sesuai performasinya?

### **1. 4 Batasan Masalah**

2. Penelitian ini dilakukan di PT. Bok Seng Investment Indonesia
3. Metode yang digunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM)
4. Penelitian ini tidak membahas aktivitas perawatan secara teknis
5. Penelitian ini hanya pada pesawat angkat angkut jenis *Prime mover* Volvo Jenis FL10.

### **1. 5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui cara mengurangi *break down* pada pesawat angkat angkut metode *reability centered maintenance* (RCM) dan mesin dapat berjalan dengan standar sesuai performasinya.

### **1. 6 Manfaat Penelitian**

#### 1. Teoristis

Agar dapat memberi pengetahuan tentang merawat, menjaga dan meningkatkan keandalan fungsi sistem dari pesawat angkat angkut.

#### 2. Praktis

Agar dapat membantu kesuksesan dalam proses transportasi pada PT Bok Seng Investment Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

##### **2.1.1 Perawatan (*Maintenance*)**

Perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai apa yang diharapkan. Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Pengorganisasian mencakup penerapan metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan manajemen adalah suatu penguraian sederhana yang dapat diperluas melalui gagasan dan tindakan (Sayuti, Muhammad, & Siddiq, 2013).

Perawatan (*maintenance*) adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara sengaja terhadap suatu fasilitas dengan menganut suatu sistematika tertentu untuk mencapai hasil telah ditetapkan. Jadi, perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan manusia untuk menjaga atau merawat sebuah benda perangkat keras ataupun lunak agar dapat terus di gunakan .

Perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki setiap fasilitas agar tetap dalam keadaan yang dapat diterima menurut standar yang berlaku pada tingkat biaya yang wajar (Aufar, Kusmaningrum, & Prasetyo, 2014).

Tujuan dilakukannya tindakan perawatan diantaranya adalah:

1. Menjamin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis.
2. Memperpanjang umur pakai fasilitas.
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya.

*Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang diberikan *preventive maintenance* akan terjamin kelancarannya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. Tindakan yang dilakukan pada *preventive maintenance* dapat dilakukan menjadi 4 kategori.

1. *Time Directed Maintenance* (TD)

Kegiatan perawatan pencegahan yang dilakukan secara berkala pada suatu peralatan sehingga alat tersebut kembali pada kondisi semula, sebelum alat tersebut diganti oleh alat yang baru.

## 2. *Condition Directed Maintenance (CD)*

Kegiatan perawatan pencegahan yang dilakukan sesuai dengan kondisi yang berlangsung dimana variabel waktu tidak diketahui kapan secara tepat, sehingga tidak diketahui kerusakan akan terjadi pada peralatan.

## 3. *Failure Finding Maintenance (FF)*

Kegiatan perawatan pencegahan yang dilakukan dengan cara memeriksa fungsi tersembunyi (*hidden function*) secara *periodic* atau terjadwal, untuk memastikan kapan suatu komponen akan mengalami kegagalan.

## 4. *Run to Failure Maintenance (RTF)*

Kegiatan perawatan yang bertujuan untuk mengetahui kapan terjadinya kerusakan dengan cara membiarkan suatu alat beroperasi sampai alat tersebut mengalami kerusakan.

*Corrective Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang tidak terjadwal yaitu dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan, artinya *Corrective Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan/kerusakan yang ditemukan selama masa waktu *Preventive Maintenance*.

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

lapangan yang diajukan melalui *work order ke departement maintenance* untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan.

Tujuan perawatan antara lain (Aufar et al., 2014):

- 1) Untuk memperpanjang usia pakai peralatan
- 2) Untuk menjamin daya guna dan hasil guna
- 3) Untuk menjamin kesiapan operasi atau siap pakainya peralatan
- 4) Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan dan lingkungan sekitar.

Perawatan adalah kegiatan yang terprogram mengikuti cara tertentu untuk mendapatkan hasil atau kondisi yang disepakati. Perawatan merupakan usaha atau kegiatan yang dilakukan secara rutin atau terus menerus agar peralatan atau sistem selalu dalam keadaan siap digunakan.

### **2.1.2 Pesawat Angkat Angkut**

Pesawat angkat dan angkut adalah suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan, mengangkat muatan baik bahan atau orang secara vertikal dan horizontal dalam jarak yang ditentukan (PER.09/MEN/VII/2010, 2010). Pesawat angkutan di atas landasan dan di atas permukaan adalah suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan muatan atau orang dengan menggunakan kemudi baik di dalam atau di luar pesawat dan bergerak di atas landasan maupun permukaan.

Pesawat angkutan juga dapat diartikan sebagai kelompok mesin yang bekerja secara periodik yang di desain untuk menarik. Pesawat angkutan di atas landasan dan di atas permukaan meliputi antara lain : *dump* truk, truk

derek/*trailer*, alat angkutan bahan berbahaya, traktor, kereta gantung, *shovel*, *excavator/back hoe*, *compactor*, mesin giling, *prime mover*, *bulldozer*, *loader*, *tanden roller*, *tire roller*, *grader*, *vibrator*, *side boom*, *forklift* dan/atau lift truk.

### **2.1.3 Prime Mover**

*Prime mover* yang sering disebut juga truk semi *trailer* merupakan kendaraan terartikulasi (*articulated vehicle*) yang terdiri dari mesin penarik yang tersambung pada semi trailer. Mesin penarik ini disebut juga traktor, semi trailer tidak memiliki roda depan melainkan ditopang oleh bagian ekor dari truk penarik, sehingga sebagian fraksi berat dari trailer dibawa oleh mesin penggerak. *Prime mover* adalah alat transportasi yang tidak memiliki sambungan untuk mengangkut barang-barang, maka *prime mover* harus menggunakan *chassis* sebagai alat pengangkut barang-barang seperti pipa/*angle bar*/lempengan baja (Arniati, 2013).

Konstruksi utama truk semi trailer adalah bagian penarik (mesin penarik, truk, traktor) dan bagian yang ditarik. Ketika dilepas dari mesin penarik, semi trailer tidak mampu berdiri sendiri kecuali ketika *landing gear* ditegakkan. Pengereman umumnya menggunakan tekanan udara untuk menggerakkan rem, terutama untuk mengerem roda semi trailer. Rem udara dipilih karena kemudahan dalam menyambung dan melepas saluran udara antara mesin penarik dan semi trailer. Selain itu, Saluran udara memiliki kemudahan dalam perawatan dan tidak memiliki masalah yang lebih banyak ketika terjadi masalah, misal kebocoran atau *overheating*. Biasanya mesin penarik memiliki dua saluran udara yang tersambung ke semi trailer, di mana salah satunya merupakan saluran udara darurat. Rem udara yang digunakan adalah bertipe pegas, di mana rem bekerja



ketika udara dilepaskan dari dalam rem, dan berhenti bekerja ketika udara disuplai masuk ke dalam rem. Hal ini lebih bermanfaat demi keselamatan karena ketika sistem penyaluran udara tidak bekerja, roda tidak bergerak. Itulah kenapa sering terdengar suara mendesis ketika truk melakukan pengereman.

Sistem transmisi yang digunakan umumnya adalah transmisi manual tuas ganda. Sistem transmisi ini dipilih karena beban yang ditarik bisa sangat bervariasi, sehingga pengemudi mampu menyesuaikan tenaga truk dengan beban. Transmisi yang digunakan sebanyak 3x3 hingga 6x3 plus atau sudah termasuk gigi mundur.



**Gambar 2. 1** *Prime mover* Merek Volvo Jenis FL10

#### **2.1.4 *Realibility Centered Maintenance (RCM)***

*Realibility centered maintenance (RCM)* merupakan suatu metode pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance (pm)* dan *corective maintenance (cm)*. Untuk

memaksimalkan umur (*life time*) dan fungsi aset atau sistem atau *equipment* dengan biaya minimal. Dalam menentukan apa yang harus dikerjakan untuk menjamin setiap aset fisik tetap bekerja sesuai yang diinginkan atau suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif (Azis, Suprawhardana, & Purwanto, 2010). Anthony Smith dalam bukunya yang berjudul *Reliability Centered Maintenance (RCM)* mendefinisikan bahwa RCM sebagai suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan yang didasarkan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan (Azis et al., 2010).

RCM adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua aset fisik terus melakukan apa yang user ingin lakukan dalam kondisi operasinya saat ini. RCM berdasarkan pada paham bahwa setiap aset digunakan untuk memenuhi fungsi atau fungsi spesifik dan perawatan itu berarti melakukan apapun yang perlu untuk memastikan bahwa aset terus memenuhi fungsinya untuk kepuasan user (Sayuti & Siddiq, 2013). Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik.
2. Untuk memperoleh informasi yang penting untuk melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik.
3. Untuk mengembangkan sistem maintenance yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula *equiment* dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
4. Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum.

Terdapat 7 tahapan dalam proses pengerjaan menggunakan metode RCM (Aufar et al., 2014) :

#### 1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan sistem, antara lain:

- a) Sistem memiliki ongkos *preventive maintenance* yang tinggi.
- b) Sistem memiliki jumlah kegiatan *corrective maintenance* yang tinggi selama lebih dari 2 tahun.
- c) Sistem memiliki ongkos *corrective maintenance* yang tinggi setelah pemakaian lebih dari 2 tahun.
- d) Sistem sudah melewati umur pakai.
- e) Sistem memiliki dampak yang tinggi terhadap keselamatan dan keamanan.

#### 2. Definisi Batasan Sistem

Definisi batasan sistem merupakan suatu definisi kasar mengenai sistem dan batasan yang telah ditetapkan.

#### 3. Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram*

Pendeskripsian sistem penting untuk mengidentifikasi desain sistem yang kritis, hubungan antar komponen dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem kemudian hasilnya akan digunakan untuk melakukan perbaikan preventive maintenance. Informasi yang ada kemudian digunakan untuk membuat functional block diagram untuk mengidentifikasi sistem dengan rinci.

#### 4. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Fungsi sistem ditentukan berdasarkan informasi mengenai jenis kegagalan atau kerusakan yang terjadi pada sistem yang diamati. Kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performansi standar yang dapat diterima oleh pengguna.

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

Mode kegagalan (*failure mode*) merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Mode kegagalan yang terjadi akan dilihat apakah memberikan efek kegagalan pada tingkat lokal, sistem, dan plant. Efek kegagalan pada tingkat local akan menyebabkan komponen tidak dapat memenuhi fungsinya dengan baik. Efek kegagalan pada tingkat sistem akan menyebabkan fungsi dari sistem terganggu atau tidak bekerja. Sedangkan efek kegagalan pada tingkatan plant atau fasilitas akan menyebabkan kegagalan pada fasilitas atau peralatan.

#### 6. *Task Selection*

Task selection dilakukan untuk menentukan kebijakan yang paling mungkin untuk diterapkan dan memilih task yang efektif untuk setiap mode kegagalan yang ada. Pada proses task selection ini dilakukan penentuan hubungan kegagalan dengan jenis task yang ada apakah kegagalan yang ada berhubungan langsung dengan *time directed* (TD), *condition directed* (CD), dan *failure finding* (FF).

### 7. *Logic Tree Analysis (LTA)*

*Logic tree analysis* merupakan suatu alat pengukuran secara kualitatif yang bertujuan untuk menekan suatu prioritas dan sumber daya yang harus dialokasikan pada setiap mode kegagalan untuk mengklasifikasikan mode kegagalan, karena mode kegagalan tidak dibuat sama. Terdapat 4 klasifikasi mode kegagalan diantaranya adalah:

- a) *Safety problem (A)*, mode kegagalan yang membahayakan atau dapat mengancam jiwa seseorang.
- b) *Outage problem (B)*, mode kegagalan yang dapat mengakibatkan sistem dan proses produksi terhenti.
- c) *Minor to insignificant economic problem (C)*, mode kegagalan berdampak kecil pada masalah ekonomi sehingga dapat diabaikan.
- d) *Hidden failure (D)*, mode kegagalan yang terjadi tanpa diketahui oleh operator.

RCM memiliki tujuan utama yaitu untuk mempertahankan fungsi sistem dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan kepentingan dari mode kegagalan kemudian memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif dan dapat diterapkan.

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

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Suatu

mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan pada produk yang menyebabkan terganggunya fungsi fungsi dari produk tersebut. Melalui menghilangnya mode kegagalan, dimana FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan konsumen akan produk atau pelayanan tersebut. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, efek yang ditimbulkan pada operasi dari produk dan mengidentifikasi aksi untuk mengatasi masalah tersebut (Badariah, Sugiarto, & Anugerah, 2016) .

Mode kegagalan (*failure mode*) merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Mode kegagalan tersebut dapat mencakup semua kegagalan yang mungkin terjadi. Sehingga apabila mode kegagalan dapat diketahui maka dampak kegagalan dari suatu sistem dapat tergambarkan, dan dapat digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi, dan memperbaiki (MM, Legisnal Hakim, Ir. Indra Hasan, & Rahmad, 2017).

Dari data kerusakan, selanjutnya kegagalan fungsi, modus kegagalan fungsi dan efek kegagalan fungsi dari tiap-tiap komponen. Analisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menjelaskan fungsi komponen didefinisikan sebagai kemampuan yang dapat dilakukan oleh suatu komponen untuk memenuhi standar kinerja yang diharapkan . Kegagalan fungsi (*functional failure*) komponen. Fungsi komponen didefinisikan sebagai ketidakmampuan komponen dalam menjalankan fungsi sehingga tidak dapat memenuhi standar

kinerja yang diharapkan. Kegagalan fungsi (*functional failure*) komponen didefinisikan sebagai ketidakmampuan komponen dalam menjalankan fungsi sehingga tidak dapat memenuhi standar kinerja yang diharapkan. Modus kegagalan (*failure mode*) didefinisikan sebagai kejadian-kejadian yang mempunyai kemungkinan besar untuk menyebabkan kegagalan fungsi. Efek kegagalan (*failure effect*) didefinisikan sebagai dampak dari failure mode yang terjadi (S & Kromodihardjo, 2016).

Tujuan dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya dengan melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Pada tahap ini semua komponen yang termasuk ke dalam komponen MSI (*maintenance significant item*) di analisa tiap-tiap mode kegagalan yang menjadi kegagalan fungsional, dampak kegagalan dan nilai RPN. Nilai RPN ditentukan oleh tiga faktor yaitu tingkat keseriusan (*severity*), tingkat kejadian (*occurance*), dan tingkat deteksi (*detection*). Adapun nilai untuk memperoleh data FMEA yaitu dari data berikut (Mufarikhah, Pribadi, & Soejitno, 2016) :

### **1. Severity**

*Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak intensitas kejadian mempengaruhi *out put* proses. Dampak tersebut dirangking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Proses sistem peringkat dijelaskan pada tabel berikut:

**Tabel 2. 1** *Severity of Effect for FMEA*

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh	1
Sangat <i>Minor</i>	Gangguan minor pada proses transportasi	2
<i>Minor</i>	Gangguan minor pada proses transportasi	3
Sangat Rendah	Gangguan minor pada proses transportasi	4
Rendah	Gangguan minor pada proses transportasi	5
Sedang	Gangguan minor pada proses transportasi	6
Tinggi	Gangguan minor pada proses transportasi	7
Sangat Tinggi	Gangguan minor pada proses transportasi	8
Berbahaya Dengan peringatan	1. Kegagalan tidak membahayakan operator 2. Kegagalan langsung menjadi <i>waste</i> 3. Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	1. Kegagalan membahayakan operator 2. Kegagalan langsung menjadi <i>waste</i> 3. Kegagalan akan terjadi tanpa adanya peringatanterlebih dahulu	10

## 2. *Occurance*

*Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan mesin. Dengan memperkirakan kemungkinan *Occurrence* pada skala 1 sampai 10.

**Tabel 2. 2** *Occurrence of Effect for FMEA*

<i>Effect</i>	<i>Occurrence of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Sangat Tinggi	Bentuk kegagalan hampir tidak bisa dihindari	10
		9
Tinggi	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan	8
		7
Sedang	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah yang besar	6
		5
		4
Rendah	Kegagalan terisolasi berkaitan proses serupa	3
Sangat Rendah	Hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	2
Remote	Kegagalan mustahil tidak pernah ada kegagalan terjadi dalam proses identik	1



### 3. *Detection*

Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Proses penilaian ditunjukkan pada Tabel 4.6 berdasarkan standar *prime mover* adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 3** *Detection of Effect for FMEA*

<i>Effect</i>	<i>Detection of Effect for FMEA</i>	<i>Rank</i>
Hampir tidak mungkin	Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

#### 4. **Risk Priority Number ( Angka Prioritas Resiko)**

*Risk Priority Number* (RPN) merupakan produk matematis dari kesesuaian *effect (severity)*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect (Occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada mesin (*Detection*). (Nurlaily Mufarikhah,2016). Nilai dari perhitungan RPN digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai petunjuk kearah tindakan perbaikan, perhitungan RPN dapat dihitung menggunakan rumus *Severity x Occurrence x Detection*

$$RPN = S * O * D \dots\dots\dots \text{Rumus 2.1 RPN}$$

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan keseriusan dari potensi kegagalan yang terjadi. Pemberian nilai kejadian (*occurrence*), keparahan (*severity*) dan deteksi (*detection*) dilakukan dengan melakukan diskusi terhadap pihak PT Bok Seng Investments Indonesia.

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

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing – masing *failure mode*. Pada proses ini digunakan tiga pertanyaan logis yang sederhana atau struktur keputusan yang memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis kritis mode kegagalan yang telah diketahui secara akurat dan cepat ke dalam satu dari empat kategori yang ada yaitu *Safety* (A), *Outage* (B), *Economic* (C), dan *Evident* (D). Setelah itu pengelompokan mode kegagalan kedalam kategori *Hidden Failure* (D) atau ekonomi (C). Sehingga pada akhirnya mode kegagalan yang telah diketahui dapat dikategorikan berdasarkan ketentuan.

Tiga pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut (Aufar, Dkk, 2014) :

1. *Evident* yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety* yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage* yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti?
4. *Economic* yaitu apakah mode kegagalan berdampak kecil pada masalah ekonomi?

Tujuan LTA adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya (Azis et al., 2010).

Pada perhitungan LTA mengandung informasi mengenai nomor dan nama kegagalan fungsi, nomor dan mode kerusakan, analisis kekritisannya, dan keterangan tambahan yang dibutuhkan. Analisis kekritisannya menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori, yaitu *Evident*, *Safety*, *Outage*, *Category*. Pada bagian *Category* terdiri dari 4 kategori (Ahmadi & Hidayah, 2017)

:

1. Kategori A (*safety problem*), yaitu komponen yang dapat mengakibatkan gangguan keselamatan pada operator dan lingkungan
2. Kategori B (*outage problem*), yaitu komponen yang dapat mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem.
3. Kategori C (*economic problem*), yaitu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem tetapi

menyebabkan kerugian pada perusahaan karena fungsi komponen berkurang.

4. Kategori D (*hidden failure*), yaitu komponen yang kegagalan fungsinya tidak disadari dan sulit terdeteksi oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan operator, yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B, dan kategori D/C.

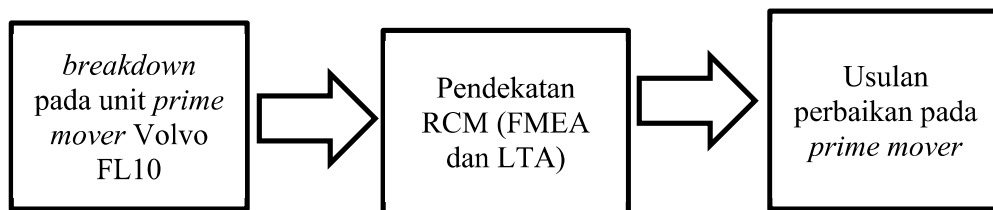
## 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Denur, Legisnal Hakim, Indra Hasan, Syahrul Rahmad
1	Tahun	2017
	Judul	Penerapan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) Pada Mesin <i>Ripple Mill</i> .
No.	Nama	Bayu Huda Kurniawan, Muhammad Yusuf, Cyrilla Indri Parwati
2	Tahun	2017
	Judul	Evaluasi Perawatan Mesin Dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) Pada CV. Julang Marching.
	Hasil	Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa Masih banyak tindakan <i>preventive maintenance</i> yang tidak sesuai dengan komponen kritis dari perhitungan RPN yaitu pada mesin pemotong plat dengan total RPN 344, mesin bubut dengan total RPN 425 dan mesin <i>frais</i> dengan total RPN 332. Tindakan perawatan yang tepat adalah untuk memasukkan komponen kritis yang belum masuk dalam kategori tindakan <i>preventive maintenance</i> .
No.	Nama	Nurlaily Mufarikhah, Triwilaswandio Wuruk Pribadi, dan Soejitno
3	Tahun	2016
	Judul	Studi Implementasi RCM untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT.Dok dan Perkapalan Surabaya)
	Hasil	Hasil analisa kualitatif terdapat 4 komponen MSI ( <i>Maintenance Significant Item</i> ), yaitu <i>capstan</i> , <i>ponton</i> , <i>crane</i> dan pompa. Dari hasil analisa kuantitatif didapatkan komponen yang memengaruhi <i>reliability</i> dok apung. <i>Reliability</i> yang paling rendah yaitu <i>ponton</i> , pompa, <i>capstan</i> dan <i>crane</i> . Penilaian <i>reliability</i> didasarkan pada akibat yang ditimbulkan dari kerusakan atau kegagalan komponen terhadap sistem, sedangkan nilai MTTF ( <i>Mean Time to Failure</i> ) paling rendah pada <i>crane</i> dan pompa yaitu 120 dan 150 hari. Secara teoritis, penerapan RCM ( <i>Reliability Centered Maintenance</i> ) akan meningkatkan keandalan komponen. Tindakan dan rencana perawatan yang disarankan berdasarkan metode RCM ( <i>Reliability</i>

		Centered Maintenance) yaitu melakukan pengecekan secara rutin serta melakukan training pada bagian maintenance mengenai konsep perawatan. Interval maintenance pada crane dan ponton dilakukan setiap 1 bulan sekali, sedangkan interval maintenance pada capstan dan pompa dilakukan setiap 2 bulan sekali.
No.	Nama	Deepak Prabhakar P., Jagathy Raj V. P.
4	Tahun	2013
	Judul	A New Model For Reliability Centered Maintenance In Petroleum Refineries
	Hasil	Dalam proses penyulingan pada kilang perminyakan memerlukan tingkat keandalan perangkat. Jaminan keandalan dipengaruhi oleh sebagian besar peralatan kompleksitas dari sistim jumlah <i>staff</i> (kekurangan <i>staff</i> ) untuk melakukan program-program khusus untuk mencapai keuntungan dalam reabilitas. Metode A-RCM dapat digunakan pada proses penyediaan kilang dengan alat yang komperhensif sehingga dapat mencapai proses keandalan.
No.	Nama	Mariam Altaf Tarar
5	Tahun	2014
	Judul	Study Reliability Centered Maintenance (RCM) of Rotating Equipment Through Predictive Maintenance.
	Hasil	Fokus penelitian ini pada peralatan (misalnya motors, pompa, konveyor, rotating kompresor), dimana vibration monitoring yang dapat dilaksanakan melalui RCM. RCM membantu merencanakan pemeliharaan terjadwal dan langka ekonomi sumber daya pada peralatan yang penting memiliki risiko tinggi kegagalan. Karya menunjukkan bahwa ABC Automobile Company Ltd, dapat mencapai kinerja ditingkatkan manufaktur yang mengarah keunggulan kompetitif dengan sukses implementasi RCM melalui pemeliharaan prediktif. Karena sumber daya yang terbatas dan waktu, kertas menunjukkan hanya kasus uji kipas cat bilik, tetapi dalam kasus ini akan dilaksanakan pada peralatan semua penting kemudian akan lebih memperjelas perbedaan dan manfaat Pemeliharaan prediktif strategi atas lain. Sangat kuat dianjurkan untuk menerapkan usulan ini dan menganalisis perbedaan situasi untuk mengeksplorasi efektif keandalan berpusat pemeliharaan.

### 2.3 Kerangka Berfikir

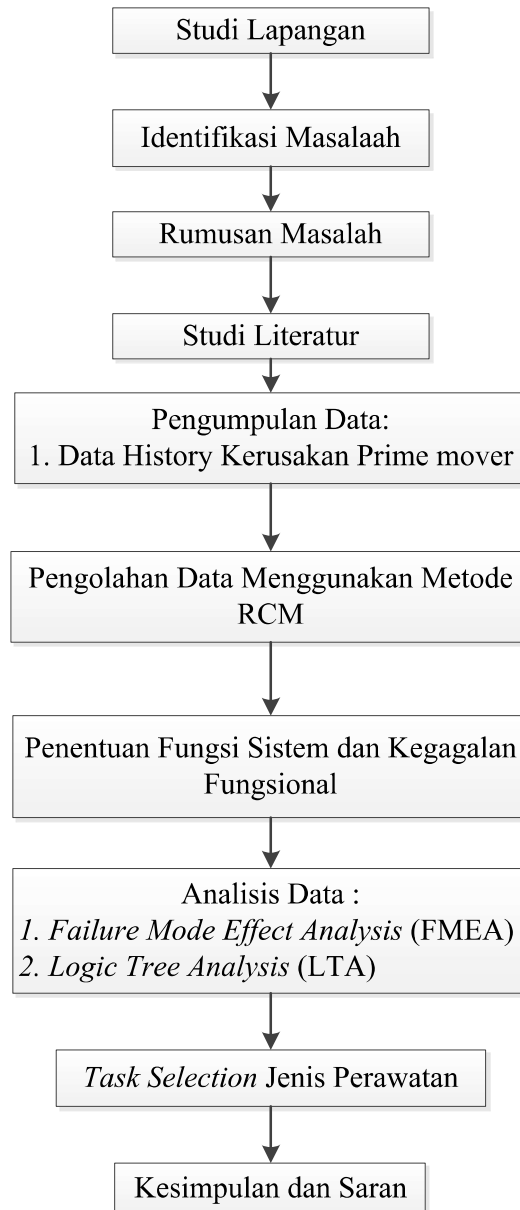
Adapun kerangka pemikiran yang terdapat pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut:



**Gambar 2. 2** Kerangka Berfikir

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Desain Penelitian**



**Gambar 3. 1** Desain Penelitian

### 3.2 Operasional Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel dependen dan variabel independen. Adapun variabel dependen dalam penelitian ini adalah *break down* pada *prime mover* volvo FL10 dan variabel independen dari penelitian ini adalah waktu perawatan.

### 3.3 Populasi dan Sampel

#### 3.3.1 Populasi

Pada penelitian ini populasi yang digunakan adalah pesawat angkat angkut yang ada di PT Bok Seng Investment Indonesia memiliki beberapa unit pesawat angkat angkut yang meliputi *crawler crane* ada 3 unit, *prime mover* ada 13 unit, *pick up* ada 3 unit, *truck crane* ada 6 unit, *manlift* ada 7 unit, *forklift* ada 3 unit, *mobile crane* ada 5 unit.

**Tabel 3. 1** Pesawat Angkat Angkut Pada PT Bok Seng Investment Indonesia

No.	Type	Jumlah
1	<i>Crawler crane</i>	3
2	<i>Prime mover</i>	13
3	<i>Pick up</i>	3
4	<i>Truck crane</i>	6
5	<i>Manlift</i>	7
6	<i>Forklift</i>	3
7	<i>Mobile Crane</i>	5

#### 3.3.2 Sampel

Sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik *purpose sampling* karena sampel yang diambil sudah di tentukan oleh peneliti, dimana sampel yang diambil adalah salah satu jenis pesawat angkat angkut di perusahaan yaitu *prime mover* merek VOLVO dengan jenis FL10.



### **3.4 Metode Pengumpulan data**

Dalam penelitian ini cara pengumpulan data yang dilakukan yaitu :

#### **3.4.1 Data Primer**

Pengumpulan data primer diperoleh dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati lingkungan tempat kerja dan proses kerja yang dilakukan oleh pekerja. Sedangkan wawancara dilakukan dengan menggunakan daftar pertanyaan yang ditujukan pada operator, mekanik, untuk memperoleh informasi tentang waktu kerusakan pada *prime mover* Volvo FL10.

#### **3.4.2 Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari data perusahaan yaitu nama dan merek pesawat angkat angkut, data historis kerusakan, data inventaris pesawat angkat angkut, data *servis replacement spare part*, cara pengoperasian dari pesawat angkat angkut tersebut.

### **3.5 Metode analisis data**

#### **3.5.1 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

Merupakan hasil dari *survey* kepada responden yang berkompeten yaitu *dept head* dan *foreman*. Responden tersebut memiliki kriteria sebagai berikut :

- a. Jabatan
- b. Latar belakang pendidikan
- c. Lama pengalaman

d. Banyaknya pelatihan tentang *maintenance Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

e. Pemahaman *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

**Tabel 3. 2** Responden FMEA

No	Nama	Jabatan	Latar Belakang Pendidikan	Lama Pengalaman	Banyak Pelatihan	Memahami FMEA
1	Andrean Ng	<i>Dept Head Facility</i>	D3	15 tahun	Lebih dari 20 pelatihan <i>maintenance</i>	Paham
2	Suwignyo	<i>Fore Man Elektrik</i>	SMK	15 tahun	Lebih dari 10 pelatihan <i>maintenance</i>	Paham
3	Julius Sando	<i>Fore man Mekanik</i>	SMK	10 tahun	Lebih dari 10 pelatihan <i>maintenance</i>	Paham

### 3.5.2 *Logic tree analysis* (LTA) dan *Task selection*

Pada penelitian ini *Logic Tree Analysis* dan *task selection* digunakan untuk pengukuran secara kualitatif yang bertujuan untuk menekan suatu prioritas dan sumber daya yang harus dialokasikan pada setiap mode kegagalan untuk mengklasifikasikan mode kegagalan karena mode kegagalan tidaklah sama. Pada proses ini digunakan tiga pertanyaan logis yang sederhana atau struktur keputusan yang memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis mode kegagalan yang telah diketahui secara akurat dan cepat ke dalam satu dari empat kategori yang ada. Sehingga pada akhirnya mode kegagalan yang telah diketahui dapat dikategorikan berdasarkan ketentuan.

Mode kegagalan yang terjadi pada setiap komponen berbeda-beda, sehingga tindakan perawatannya pun berbeda. Berdasarkan hasil pengolahan data mode kegagalan untuk setiap komponen pada sistem *prime mover* sudah dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori.

### 3.6. Lokasi dan Waktu penelitian

#### 3.6.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jl. Brigjen Katamso No.KM.6, Tj. Uncang, Batu Aji, Kota Batam, Kepulauan Riau 29425.

#### 3.6.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2019 dengan beberapa kegiatan sebagai berikut:

**Tabel 3. 3** Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Pelaksanaan																												
		Sept - 18				Okt - 18				Nov -18				Des - 18				Jan - 19				Feb - 19				Mar -19				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Observasi Lapangan	■	■	■	■																									
2	Pengajuan Judul Penelitian	■	■	■																										
3	Penulisan Bab I			■	■																									
4	Penulisan Bab II					■	■	■	■																					
5	Penulisan Bab III						■	■	■	■																				
6	Penulisan Bab IV dan Bab V									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
7	Pembuatan Presentasi																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
8	Sidang Skripsi																									■	■	■	■	