

**USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN *PUMPING UNIT*  
DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Program Studi Teknik Industri

oleh :

**VENA ANNISYA RAMADHANI**  
11752201895



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# LEMBAR PERSETUJUAN

**USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN PUMPING  
UNIT DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM)**

**TUGAS AKHIR**

oleh:

**VENA ANNISYA RAMADHANI**  
**11752201895**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 29 Juli 2021

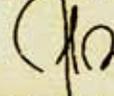
**Pembimbing I**



**Anwardi, S.T., M.T**

**NIP. 19821027 201503 1 001**

**Pembimbing II**



**Nofirza, S.T., M.Sc**

**NIP. 19771128 200710 1 002**

**Ketua Jurusan**



**Fitra Lestari Norhiza, Ph.D**

**NIP. 19850616 201101 1 016**

## LEMBAR PENGESAHAN

USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN *PUMPING UNIT*  
DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)*

### TUGAS AKHIR

oleh:

**VENA ANNISYA RAMADHANI**  
**11752201895**

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 29 Juli 2021

Pekanbaru, 29 Juli 2021

Mengesahkan,

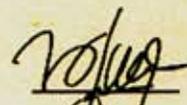
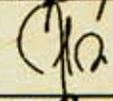
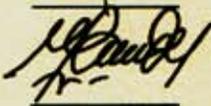
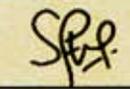
Ketua Jurusan

  
**Fitra Lestari Norniza, Ph.D**  
NIP. 19850616 201101 1 016



### DEWAN PENGUJI :

**Ketua** : Fitriani Surayya Lubis, S.T., M.Sc  
**Sekretaris I** : Anwardi, S.T., M.T  
**Sekretaris II** : Nofirza, S.T., M.Sc  
**Anggota I** : Silvia, S.Si., M.Si  
**Anggota II** : Muhammad Ihsan Hamdy, S.T., M.T

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum, dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi perpustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan atas izin penulis dan harus dilakukan mengikut kaedah dan kebiasaan ilmiah serta menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin tertulis dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan dapat meminkamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya dengan mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam pada form peminjaman.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 29 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,

**VENA ANNISYA RAMADHANI**  
**11752201895**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN PUMPING UNIT DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)

Vena Annisya Ramadhani

Berurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau,  
Jl. HR. Soebrantas KM. 18 No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293  
Email: venaannisyaramadhani99@gmail.com

### Abstrak

*Kajian ini bertujuan untuk mengetahui usulan penjadwalan terhadap preventive maintenance mesin pumping unit pada PT. Grand Kretch, Tbk. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan menemukan ketidaksesuaian jadwal pemeriksaan mengakibatkan keterlambatan dalam penanganan mesin yang dapat meningkatkan downtime. Metode yang digunakan untuk mendapatkan usulan jadwal preventive maintenance adalah Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan model Age Replacement. Sehingga ditemukan 8 komponen kritis yaitu v-belt dengan interval penggantian 96 hari, electric motor dengan interval penggantian 75 hari, bridle line dengan interval penggantian 159 hari, bracket pin dengan interval penggantian 92 hari, baut klem dengan interval penggantian 92 hari, saddle bearing dengan interval penggantian 94 hari, handbrake dengan interval penggantian 121 hari dan wrist pin dengan interval penggantian 90 hari. Penggantian pencegahan dapat menurunkan total downtime sebesar 15,9%. Analisa beban kerja menggunakan metode Full Time Equivalent menunjukkan skor nilai 1,4223 berarti jumlah operator yang diperlukan 2 orang dan telah sesuai dengan realita di lapangan. Setelah dikaji menggunakan 2 metode diketahui ketidaksesuaian jadwal pemeriksaan dapat diatasi dengan penjadwalan usulan tanpa penambahan jumlah operator.*

**Kata kunci:** Preventive, RCM, Age Replacement, FTE

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih dan maha penyayang  
Sembah syukur ku ucapkan kepada Allah yang telah memberi kekuatan,  
keridhoan, keberkahan dalam setiap aktivitas ku*

*Maafkan aku yang terlampau sering mengeluh dan berputus asa  
Terimakasih atas izin-Mu aku diberikan kekuatan dan kesabaran dalam  
menghadapi rintangan*

*Shalawat dan salam semoga berlimpah kepada Rasul ku Muhammad SAW,  
yang telah membawa ilmu pengetahuan*

*Perjuangan ini saya persembahkan kepada orang-orang yang paling berharga  
dalam hidup saya. Kepada orang-orang yang menyayangiku begitu besar.  
Kepada orang-orang yang dengan bersamanya aku selalu erasa ada di rumah.  
Aku bersyukur kepada Allah SWT telah dilahirkan dan memiliki orang tua dan  
adikku di dunia ini*

*Untuk teman-teman, Kalian telah memberikan berbagai inspirasi serta motivasi  
kepada saya, sehingga saya dapat melalui semua rintangan yang harus hadapi.  
Semoga Allah selalu memberkahi dan memberikan keberuntungan pada kita*

*Saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan  
laporan yang tidak bisa saya sebut satu persatu.*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah yang Maha Kuasa Tuhan Semesta Alam atas kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Usulan Preventive Maintenance Mesin Pamping Unit dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)**” sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Shalawat dan salam semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad S.A.W.

Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak memberi petunjuk, bimbingan, dorongan dan bantuan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama pada:

1. Teristimewa Kedua Orang tua penulis, yakni Ayahanda Ainul Yaqin dan Ibunda Sudarwati yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat sukses dalam menyelesaikan laporan ini dengan baik dan benar.  
Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Bapak Dr. Fitra Lestari Norhiza ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.  
Ibu Zarnelly., S.kom., M.S selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.  
Ibu Silvia, S.Si., M.Si sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bapak Anwardi ST, MT selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna saat penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

Ibu Nofirza, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna saat penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

Bapak Suherman ST, MT selaku dosen Penasehat Akademis yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna saat penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri UIN SUSKA RIAU, yang telah banyak memberikan masukan dan meluangkan waktu untuk berkonsultasi guna menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

11. Adekku Raffi Attariq yang memberi semangat, Keluarga besar Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yaitu CKUYDEM 17, Rekan Industrial Engineering 17, Kakanda Teknik Industri yang selalu memberikan dorongan semangat dan motivasi kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum wr.wb*

UIN SUSKA RIAU

Pekanbaru, 29 Juli 2021

Vena Annisya Ramadhani  
11752201895

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	I-1
1.2    Rumusan Masalah.....	I-4
1.3    Tujuan Penelitian .....	I-4
1.4    Manfaat Penelitian .....	I-4
1.5    Batasan Masalah .....	I-5
1.6    Posisi Penelitian.....	I-5
1.7    Sistematika Penulisan .....	I-7
<b>BAB II     LANDASAN TEORI</b>	
2.1 <i>Maintenance</i> .....	II-1
2.1.1    Tujuan <i>Maintenance</i> .....	II-1
2.1.2    Klasifikasi <i>Maintenance</i> .....	II-2
2.1.3    Istilah Umum dalam <i>Maintenance</i> .....	II-4
2.2 <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> .....	II-5
2.2.1 <i>Function Block Diagram (FBD)</i> .....	II-7

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2.2	<i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i> .....	II-8
2.2.3	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	II-11
2.2.4	Pemilihan Tindakan .....	II-13
2.3	<i>Reliability</i> .....	II-14
2.3.1	Fungsi Keandalan.....	II-14
2.3.2	Fungsi Distribusi Kerusakan.....	II-15
2.4	Model <i>Age Replacement</i> .....	II-20
2.5	<i>Full Time Equivalent (FTE)</i> .....	II-22
2.6	Pengukuran Waktu Kerja.....	II-24
2.6.1	Pengukuran Waktu Normal.....	II-14
2.6.2	Pengukuran Waktu Baku.....	II-26

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Studi Pendahuluan .....	III-2
3.2	Studi Literatur .....	III-2
3.3	Perumusan Masalah .....	III-2
3.4	Tujuan Penelitian .....	III-2
3.5	Pengumpulan Data.....	III-3
3.6	Pengolahan Data .....	III-3
3.7	Analisa .....	III-7
3.8	Kesimpulan dan Saran .....	III-7

**BAB IV LANDASAN TEORI**

4.1	Pengumpulan Data.....	IV-1
4.1.1	Profil Perusahaan.....	IV-1
4.1.2	Data Waktu Kerja .....	IV-1
4.1.3	Struktur Organisasi PT. Grand Kartech, Tbk ....	IV-2
4.1.4	Mesin <i>Pumping Unit</i> dan Komponennya .....	IV-2
4.1.5	Data <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin .....	IV-3
4.1.6	Data Kerusakan Mesin.....	IV-4
4.1.7	Data Waktu Siklus .....	IV-6
4.2	Pengolahan Data .....	IV-7

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.1	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> .....	IV-7
4.2.1.1	<i>Functional Block Diagram (FBD)</i> .....	IV-8
4.2.1.2	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	IV-8
4.2.1.3	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> .....	IV-15
4.2.1.4	Pemilihan Tindakan.....	IV-17
4.2.2	Penjadwalan Menggunakan Model	
	<i>Age Replacement</i> .....	IV-19
4.2.2.1	Data Interval Waktu Kerusakan	
	Komponen Kritis Mesin .....	IV-19
4.2.2.2	Penentuan <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i> .....	IV-30
4.2.2.3	Penentuan Interval Waktu Perbaikan	
	Pencegahan .....	IV-31
4.2.2.4	Penentuan Interval Waktu	
	Pemeriksaan Pencegahan.....	IV-32
4.2.2.5	Perbandingan Nilai <i>Reliability</i>	
	Penggantian Pencegahan Komponen....	IV-35
4.2.2.6	Perbandingan Total <i>Downtime Preventive Maintenance</i> .....	IV-36
4.2.3	Metode <i>Full Time Equivalent</i> .....	IV-37
4.2.3.1	Uji Kecukupan dan Keseragaman	
	Data.....	IV-38
4.2.3.2	<i>Rating Factor</i> .....	IV-38
4.2.3.3	Waktu Proses Produksi.....	IV-40
4.2.3.4	<i>Full Time Equivalent</i> .....	IV-40

**BAB V**

**ANALISA**

5.1	Analisa Mesin dan Komponen Kritis pada	
	<i>Pumping Unit</i> .....	V-1
5.2	Analisa Penjadwalan Komponen Kritis Menggunakan	

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Model Age Replacement .....	V-2
5.3 Analisa Tingkat <i>Reliability</i> Menggunakan Model Age Replacement .....	V-3
5.4 Analisa Perbandingan <i>Downtime</i> Awal dan Usulan .....	V-4
5.5 Analisa <i>Full Time Equivalent</i> .....	V-4
5.6 Analisa Jadwal Perawatan.....	V-5
<b>BAB VI PENUTUP</b>	
6.1 Kesimpulan .....	VI-1
6.2 Kesimpulan .....	VI-2

**DAFTAR PUSTAKA**

## BAB I PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Peran industri minyak dan gas bumi sebagai salah satu sumber pendapatan untuk APBN di Indonesia serta memberikan sumbangan ekonomi lokal pada daerah tempat kegiatan eksplorasi, produksi, pengilangan dan distribusi minyak dan gas bumi dilakukan (Widyastuti, dkk., 2020). Mengetahui pentingnya peran industri migas tersebut bagi keberlangsungan ekonomi dan kebutuhan konsumtif masyarakat menunjukkan pentingnya menjaga produktivitas industri tersebut. Menjaga produktivitas suatu industri tetap efektif dan efisien dilakukan dengan berbagai cara seperti menjaga asset dan fasilitas yang dimiliki.

Menjaga produktivitas suatu industri berkaitan dengan peran perawatan (*maintenance*) dalam industri yaitu untuk menentukan tingkat kelancaran dan efisiensi kegiatan produksi (Widyantoro, dkk., 2019). Kerusakan pada aset atau peralatan sehingga menurunkan fungsi hingga menghentikan aktivitas pada perusahaan dapat memberikan kerugian besar akibat adanya aktivitas tambahan yang memerlukan biaya seperti produksi yang menghasilkan produk *defect*, dan penggantian subsistem (komponen) penyusun peralatan sehingga diperlukan manajemen perawatan untuk mencegah hal tersebut (Febianti, dkk., 2020).

Kegiatan *maintenance* yang dilakukan membutuhkan pekerja. Perusahaan harus mengembangkan perencanaan terhadap tenaga kerja yang diperlukan pada setiap aktivitas yang ada demi mempertahankan kinerja perusahaan. Perencanaan tenaga kerja dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif dengan mendeskripsikan dan klasifikasi pekerjaan sesuai dengan fungsi dan beban kerja yang dialami SDM. Beban kerja dapat dianalisis menggunakan metode FTE (*Full Time Equivalent*) untuk mengetahui beban kerja dan kebutuhan karyawan yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu. FTE memiliki keunggulan untuk mengoptimalkan kinerja karyawan karena analisis kebutuhan karyawan yang dibutuhkan perusahaan (Hudaningsih, dkk., 2019)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PT. Grand Kartech adalah perusahaan kontraktor di bidang minyak dan gas. Untuk mendukung kegiatan produksi yang ada, salah satu pekerjaan yang dilakukan adalah pekerjaan *field checker* terhadap *pumping unit* atau pompa minyak agar dapat beroperasi dengan baik. Secara umum pekerjaan operator *field checker* mencakup kegiatan *preventive maintenance* yaitu dengan melakukan pemeriksaan tekanan dan suhu pada pompa, serta pemeriksaan rutin unit pompa berdasarkan *checklist* yang disediakan perusahaan dan inspeksi umum pada periode tertentu.

Kegiatan operator *field checker* dilakukan melalui jadwal pemeriksaan yang diberikan perusahaan berdasarkan kemampuan kapasitas mesin dalam memompa, dan laporan data adanya pompa yang mengalami permasalahan atau mati. Pekerjaan *field checker* tersebut dinilai belum efektif hal ini dapat dibuktikan berdasarkan data downtime mesin *pumping unit* dalam periode November 2019 – Oktober 2020 sebagai berikut.

Tabel 1.1 Downtime Pumping Unit bulan November 2019- Oktober 2020

No	Unit	Total Downtime (Jam)	Total Oil Loss (Barrel)	Target Produksi (Barrel)	Realisasi Kapasitas (Barrel)	Kapasitas pencapaian (%)
1	RB 008	575.5	467.5938	17175	6669.41	39
2	RB 014	324.17	364.6913	17175	9517.31	55
3	RB 022	351.5	381.524	17175	9152.78	53
4	RB 029	260.67	364.5036	17175	11918.46	69
5	RB 030	132	128.48	17175	8421.28	49
6	RB 032	131.17	216.3758	17175	14273.56	83
7	RB 033	272.67	422.8657	17175	13199.65	77
8	RB 041	629.67	656.431	17175	8500.89	49
9	RB 042	131.5	156.2658	17175	10282.05	60
10	RB 046	536.67	683.807	17175	10508.47	61
11	RB 047	117.5	181.3417	17175	13375.30	78
12	RB 049	92.5	141.9875	17175	13341.45	78
13	RB 051	105.67	172.9906	17175	14207.15	83
14	RB 053	131.5	192.3188	17175	12654.28	74
15	RB 055	260.17	357.1917	17175	11702.51	68
16	RB 056	222.33	261.7009	17175	10077.80	59
17	RB 058	117.25	184.913	17175	13668.19	80
18	RB 059	105.25	198.2208	17175	16344.98	95
19	RB 062	183.83	234.0769	17175	10950.88	64
20	RB 063	119.67	142.7563	17175	10335.82	60

Sumber : PT. Grand Kartech, Tbk (2020)

Tabel 1.1 *Downtime Pumping Unit* bulan November 2019- Oktober 2020

No	Unit	Total Downtime	Total Oil Loss	Target Produksi (Barrel)	Realisasi Kapasitas (Barrel)	Kapasitas pencapaian (%)
21	RB 064	105	164.325	17175	13582.64	79
22	RB 067	208.83	294.6243	17175	12098.14	70
23	RB 068	261.5	374.5988	17175	12208.48	71
24	RB 069	326.67	518.7247	17175	13429.54	78
25	RB 070	143.25	142.4741	17175	8593.95	50
26	RB 072	154.75	241.8614	17175	13486.80	79
	Total	<b>6001.19</b>	<b>7646.644</b>	446547.8	302501.8	
<b>Rata-Rata Pencapaian Kapasitas Mesin</b>						<b>68</b>

Sumber : PT. Grand Kartech, Tbk (2020)

Pekerjaan divisi *field checker* dinilai belum efektif berdasarkan adanya nilai produksi minyak yang hilang sebanyak 7646,64 *Barrel* hal ini dinilai terjadi akibat terjadinya kegagalan fungsi yang dialami komponen mesin *pumping unit* seperti kerusakan pada *electric motor*, *v-belt* dan *stuffing box*. Kegagalan fungsi tersebut tidak berhasil diidentifikasi lebih awal akibat realisasi jadwal perawatan yang terlambat. Keterlambatan Operator terlihat melalui jadwal sebagai berikut

Tabel 1.2 Jadwal Pemeriksaan bulan September dan Oktober

<i>Pumping Unit</i>	Jadwal Pemeriksaan	Realisasi Pemeriksaan
RB 047	18 September 2020	25 September 2020
RB 056	21 September 2020	25 September 2020
RB 064	21 September 2020	26 September 2020
RB 068	22 September 2020	27 September 2020
RB 051	23 September 2020	19 Oktober 2020
RB 008	30 September 2020	17 Oktober 2020
RB 068	30 September 2020	17 Oktober 2020
RB 070	7 Oktober 2020	18 Oktober 2020
RB 041	9 Oktober 2020	18 Oktober 2020
RB 042	16 Oktober 2020	23 Oktober 2020
RB 058	16 Oktober 2020	23 Oktober 2020
RB 063	20 Oktober 2020	27 Oktober 2020

Sumber : PT. Grand Kartech, Tbk (2020)

Ketidaksesuaian jadwal pemeriksaan pompa tersebut mengakibatkan terlambatnya penanganan perbaikan maupun penggantian komponen mesin sehingga mempengaruhi produktivitas. Untuk menyelesaikan permasalahan ini diperlukan usulan penjadwalan sistem perawatan mesin yang sesuai dengan mode

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kerusakan yang ditemukan dalam komponen perangkat *pumping unit* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan menambahkan model *Age Replacement* untuk menetapkan *schedule maintenance* dan mengetahui interval pemeliharaan yang tepat pada komponen kritis *pumping unit*. Selain mengusulkan jadwal perawatan, perlu diidentifikasi keterlambatan pemeriksaan oleh operator *field checker* disebabkan kekurangan jumlah operator yang saat ini berjumlah dua orang. Untuk mengetahui jumlah operator yang sesuai dengan pekerjaannya dapat dilakukan dengan menggunakan metode FTE (*Full Time Equivalent*). Metode FTE menganalisis beban kerja untuk mengukur jumlah tenaga kerja yang optimal dalam menyelesaikan pekerjaan tertentu. Metode ini mengukur lama waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan operator kemudian dikonversi ke dalam indeks nilai FTE sehingga dapat diketahui jumlah tenaga kerja yang sesuai (Hudaningsih, dkk., 2019).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan maka dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini adalah “bagaimana menetapkan *schedule maintenance* (jadwal perawatan) dengan jenis aktivitas perawatan” yang tepat pada komponen kritis mesin *pumping unit* dan usulan jumlah tenaga kerja yang sesuai?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini disajikan dalam poin-poin berikut:

1. Mengidentifikasi komponen kritis pada mesin *pumping unit*
2. Menentukan jadwal perawatan yang tepat terhadap komponen yang dianggap kritis atau krusial pada *pumping unit*
3. Menganalisa beban kerja operator berdasarkan usulan jumlah tenaga kerja menggunakan metode FTE

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini diketahui dari poin-poin berikut:

1. Bagi peneliti  
 Penelitian ini dilakukan sebagai syarat meraih gelar Sarjana Teknik dengan membuat laporan tugas akhir mahasiswa. Dengan penelitian yang dilakukan dapat dimanfaatkan mahasiswa untuk melakukan perencanaan pemeliharaan di masa depan.
2. Bagi Perusahaan  
 Penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat membantu manajemen pemeliharaan di PT. Grand Kartech, Tbk, sehingga mengurangi angka kegagalan mesin dan mengurangi kerugian yang dapat dialami oleh perusahaan.

**1.5 Batasan Masalah**

Laporan Tugas Akhir ini memiliki batasan-batasan dalam seperti berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data kerusakan mesin dalam periode November 2019 – Oktober 2020
2. Model *Age Replacement* digunakan untuk minimasi total *downtime* yang dialami mesin
3. Analisis beban kerja dilakukan dengan menghitung waktu normal yang diperlukan dalam mengerjakan aktivitas kerja dan beban kerja yang dialami operator tanpa memperhatikan aspek biaya yang terlibat

**1.6 Posisi Penelitian**

Penelitian yang dilakukan dan dibuat Laporan Tugas Akhir ini memiliki posisi penelitian sebagai berikut:

Tabel 1.3 Posisi Penelitian Tugas Akhir

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil	Tahun
Evi Siswanti	Perencanaan Penjadwalan Dan Persediaan Sparepart Dengan Metode RCM Di Pt.X	meningkatkan keandalan mesin dan menyelesaikan masalah persediaan komponen	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> dan <i>Age Replacement</i>	perawatan meningkatkan keandalan 42%-64% dan penghematan biaya persediaan sekitar 44%	2017

Tabel 1.3 Posisi Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil	Tahun
Rizky Karunia, Petro Ferro Ferdinan, Elvi Febianti	Usulan Penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> Pada Komponen Kritis Mesin <i>Stone Crusher</i> Menggunakan Model <i>Age Replacement</i>	untuk menentukan rekomendasi jenis aktivitas perawatan metode Reliability Centered Maintenance (RCM)	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement</i>	preventive maintenance meminimalkan nilai downtime selama 245 jam/tahun.	2017
Agustinus Dwi Susanto, Hery Hamdi Azwir	Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe <i>Screw</i> Dengan Metode RCM di Industri Otomotif	Untuk meningkatkan tingkat kehandalan mesin sehingga mencegah kerugian produksi	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement</i>	<i>preventive maintenance</i> mampu menurunkan total downtime 44.59% / tahun	2018
Zelania In Haryanto	Analisis Perencanaan Perawatan Mesin Boiler Feed Pump Turbine (BFP-T) dengan Menggunakan Metode RCM dan Age Replacement (Studi kasus: PT. PJB UBJOM PLTU Pacitan)	Untuk mengetahui <i>preventive maintenance</i> yang diperlukan dalam rangka Minimasi <i>downtime</i>	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement</i>	interval penggantian pencegahan yang optimal setiap 318815 menit, dan pemeriksaan komponen kritis 37 hari sekali untuk	2018
Sena Anisya Ramadhani	Usulan <i>Preventive Maintenance</i> mesin <i>Pumping Unit</i> dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	Untuk mengetahui jenis <i>preventive maintenance</i> yang tepat dan jadwal pemeliharaan komponen kritis	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan model Age Replacement dan Full Time Equivalent (FTE)</i>	Perencanaan <i>preventive maintenance</i> pada komponen kritis <i>pumping unit</i>	2020

© Hak

Penelitian UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## **Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan seperti berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan membahas garis besar permasalahan yang diteliti. Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian bagi peneliti dan bagi perusahaan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Landasan teori yang dapat digunakan untuk mengolah data. Landasan teori atau referensi yang dimuat memiliki pembahasan tentang metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Age Replacement* serta *Full Time Equivalent* (FTE)

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian memuat prosedur kerja atau langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian. Yaitu mulai dari studi pendahuluan, studi literatur, pengumpulan data dan pengolahannya, analisa dan kemudian diakhiri dengan kesimpulan dan saran.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini memuat data dan informasi yang dikumpulkan peneliti di PT. Grand Kartech, Tbk. Pengumpulan data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Age Replacement*

### **BAB V ANALISA**

Bab ini memuat analisa peneliti terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Usulan perbaikan dijelaskan dengan lebih detail untuk memberikan solusi terbaik terhadap kegiatan perawatan (*maintenance*)

### **BAB VI PENUTUP**

Bagian penutup memuat tentang kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian berdasarkan tujuan penelitian adapun saran ditujukan kepada penelitian kedepannya dan instansi.

## BAB II LANDASAN TEORI

### *Maintenance*

Definisi dari pemeliharaan atau *maintenance* adalah kegiatan yang rutin dilakukan untuk menjaga aset atau sistem yang dalam bentuk pemeliharaan terjadwal ataupun pemeliharaan pencegahan dengan mencegah timbulnya gangguan pada perangkat tersebut. *Maintenance* menurut KBBI diartikan sebagai penjagaan terhadap aset perusahaan seperti alat produksi agar tahan lama dan tetap dalam kondisi yang baik. *Maintenance* memiliki cakupan umum yaitu pekerjaan memperbaiki (*maintenance*), membongkar perangkat mesin (*repair*) dan pemeriksaan mesin secara menyeluruh (*overhaul – MRO*) (Ngadiyono, 2010). *Maintenance* dapat didefinisikan secara singkat sebagai kegiatan yang dapat mengembalikan fungsi perangkat seperti awal perangkat di operasikan dan mampu mempertahankan kemampuan *item* tersebut untuk selalu berfungsi (Karunia, dkk., 2017)

#### 2.1.1 Tujuan *Maintenance*

Tujuan *maintenance* secara garis besar dapat dilihat dari definisi kegiatan *maintenance* itu sendiri, kegiatan *maintenance* ini memiliki tujuan utama yaitu menjaga kondisi serta memperbaiki mesin sehingga menjaga produktivitas dan sesuai dengan tujuan suatu instansi. *Maintenance* memastikan mesin dapat memproduksi sesuai dengan standar yang ditetapkan secara bentuk, ukuran dan fungsi. Berikut ini adalah tujuan *maintenance* secara umum (Ngadiyono, 2010):

- 1) Memastikan peralatan mampu memproduksi sesuai dengan rencana kegiatan produksi sehingga laba investasi yang akan dicapai dapat optimal
- 2) Pemeliharaan mampu memperpanjang masa produktif mesin di tempat kerja, bangunan dan keseluruhan sistem
- 3) Memastikan peralatan yang mendukung perangkat mesin dapat digunakan jika menemui kondisi darurat

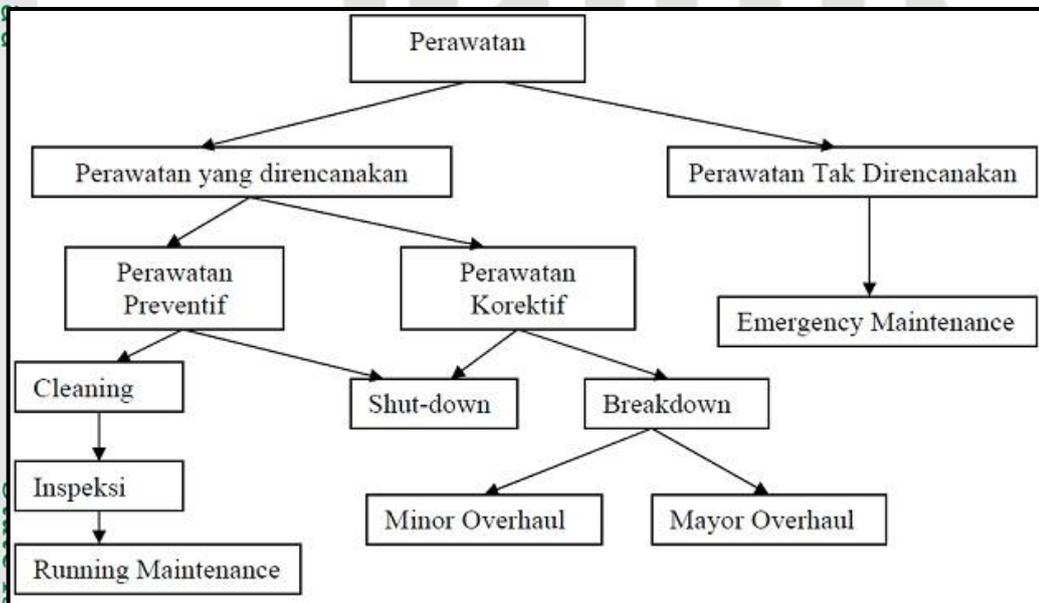
#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 4) Pemeliharaan mesin yang baik dapat menjaga kesehatan dan keselamatan operator selama menggunakan perangkat tersebut

### 2.1.2 Klasifikasi Maintenance

Klasifikasi utama *maintenance* berdasarkan cakupan pekerjaannya yaitu perawatan yang berarti aktivitas untuk mencegah kerusakan komponen, dan perbaikan yang berarti memperbaiki kerusakan yang ditemukan pada komponen mesin. Dari cakupan dua pekerjaan *maintenance* tersebut dapat diklasifikasikan lagi menjadi perawatan yang di rencanakan dan perawatan yang tidak direncanakan. Klasifikasi *maintenance* atau perawatan dapat digambarkan melalui skema sebagai berikut (Purwoko, 2015)



Gambar 2.1 Skema Pembagian Maintenance  
(Sumber : Purwoko, 2015)

Manajemen pemeliharaan secara garis besar terbagi dalam tiga jenis yaitu (Ngadiyono, 2010) :

- a) Perbaikan Pemeliharaan (*Maintenance Improvement*)

Istilah kegiatan ini merupakan salah satu prinsip penting dalam menjaga produktivitas perusahaan, yaitu melakukan sebuah perbaikan. Tidak hanya kegiatan produksi yang memerlukan perbaikan terus menerus tetapi mencakup pada *improvement* sistem *maintenance* yang ada pada perusahaan tersebut. Fokus kegiatan ini tidak hanya menjaga atau memelihara mesin secara terus menerus

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tetapi melakukan kajian apa sumber dan cara mengatasi permasalahan sehingga tidak diperlukan kegiatan pemeliharaan tersebut. Dapat disimpulkan kegiatan perbaikan pemeliharaan adalah sebuah upaya untuk mengurangi dan menghilangkan kebutuhan pemeliharaan. Dengan menggunakan keandalan rekayasa dilakukan sebuah perencanaan yang mampu menghapus dan meminimalkan kebutuhan perawatan.

b) Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Program pemeliharaan preventif dikenal sebagai program pemeliharaan pencegahan dimana kegiatannya dibatasi mencakup pelumasan mesin dan penyesuaian terhadap mesin. Sesungguhnya kegiatan ini lebih bervariasi dan komprehensif, kegiatan preventif dapat berupa penjadwalan pemeriksaan mesin, perbaikan terhadap komponen, pelumasan pada perangkat mesin, penyesuaian dan perancangan ulang mesin sesuai dengan kondisi sistem yang diharapkan perusahaan. Dari kegiatan yang sudah dipaparkan tersebut yang menjadi prioritas adalah pedoman dalam penjadwalan pemeriksaan mesin. Kegiatan preventif dilakukan karena asumsi bahwa keseluruhan mesin produksi dalam waktu tertentu akan mengalami penurunan produktifitas sesuai dengan klasifikasi masing-masing mesin. Adapun pembagian program preventif dibagi menjadi 3 bentuk sebagai berikut:

- 1) *Time driven*: program ini diterapkan terhadap mesin yang tidak terlalu mahal sehingga tidak memerlukan biaya terlalu besar untuk menerapkan sistem penggantian komponen tertentu sesuai dengan waktu atau jarak tempuh pemakaian
- 2) *Predictive*: program ini melakukan prediksi terhadap mesin untuk mengetahui adanya penurunan fungsi yang dialami mesin. Program ini digunakan untuk mengetahui penyebab gangguan agar dapat dihilangkan secara permanen atau dikendalikan sebelum penurunan fungsi berlangsung secara signifikan dan menghentikan produksi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.1.3 Istilah Umum dalam *Maintenance*

Kegiatan pemeliharaan memiliki istilah yang sering dijumpai dan perlu dipahami pengertiannya sebagai berikut:

a. *Availability*

Menurut Purwoko (2015) *availability* adalah waktu dimana fasilitas atau perangkat dalam kondisi yang baik dan siap untuk beroperasi atau digunakan. Nilai *availability* sering digunakan pada komponen tertentu yang dapat diperbaiki untuk diperhitungkan nilai kegagalan dan perbaikannya. Sehingga *availability* dapat dipahami sebagai probabilitas ataupun presentase waktu operasi sebuah perangkat atau komponen dapat beroperasi atau digunakan dalam produksi (Susanto, dkk., 2018).

3) *Proactive*: program ini dilakukan terhadap mesin yang mahal dimana diperlukan studi kelayakan mesin sebelum melakukan *preventive maintenance*

c. Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Jenis pemeliharaan korektif sering ditemukan dalam kegiatan perusahaan karena tidak semua instansi menerapkan kegiatan *preventive maintenance*. Pemeliharaan korektif dilakukan apabila sistem ataupun mesin berhenti berfungsi atau dalam kondisi yang tidak sesuai dengan harapan perencanaan produksi. Pemeliharaan korektif dilakukan terhadap komponen yang rusak ataupun dalam kondisi mendekati rusak sehingga menyebabkan tidak berfungsi nya sistem produksi atau berhenti aktivitas. Kerusakan komponen ini merupakan akibat dari tidak diterapkannya jenis pemeliharaan preventif atau pun kegiatan preventif yang dilakukan tidak mampu mencegah komponen yang rusak dalam kurun waktu tertentu. Penerapan pemeliharaan korektif tanpa didampingi dengan pemeliharaan preventif dapat menyebabkan kerusakan mesin yang lebih parah atau hebat dibandingkan dengan menerapkan pemeliharaan preventif.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. *Downtime*

*Downtime* berarti total waktu sebuah perangkat atau fasilitas produksi dalam keadaan tidak beroperasi (Purwoko, 2015). *Downtime* merupakan waktu dimana komponen mesin yang mendukung produksi tidak dapat beroperasi karena dalam kondisi tidak baik atau tidak sesuai yang diinginkan perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem produksi tidak dapat berjalan semestinya. Sehingga dalam merencanakan manajemen perawatan prinsip utama yang diperlukan adalah bagaimana sistem manajemen yang dibuat mampu meminimumkan *Downtime* sehingga sistem produksi dapat berjalan semestinya (Widyantoro, dkk., 2019).

c. *Maintenance Schedule*

Jadwal yang memuat waktu dan kegiatan perawatan yang diperlukan untuk menjaga fungsi-fungsi mesin pendukung produksi (Purwoko, 2015)

d. *Overhaul*

Kegiatan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap mesin ataupun sebagian komponen mesin untuk mengetahui kerusakan yang terjadi dan kegiatan perbaikan untuk menghilangkan kerusakan tersebut sehingga mesin dapat bekerja sesuai dengan situasi dan standar yang diinginkan (Purwoko, 2015)

**2.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)**

Secara bahasa dapat diketahui *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah metode pemeliharaan mesin berbasis keandalan atau reliability. RCM mengartikan bahwa kegiatan pemeliharaan menjamin aset perusahaan agar mencapai keandalan terbaiknya secara kontinu. Keilmuan *engineering* membagi unsur manajemen aset perusahaan kedalam dua bagian yaitu unsur pemeliharaan aset dan unsur memodifikasi aset dimana kedua unsur tersebut merupakan bentuk bahasa manajemen dalam menjaga kondisi aset siap digunakan dan sesuai dengan keinginan pemilik aset tersebut. Implementasi metode RCM pada *maintenance* memiliki tujuan sebagai berikut (Susanto, dkk., 2018):

- 1) Untuk mengembangkan sebuah perencanaan pemeliharaan yang memiliki sifat *maintainability* yaitu sifat mampu dipelihara yang baik

- 2) Dengan beberapa tahap tertentu metode RCM bertujuan untuk mengetahui aspek-aspek desain awal manajemen pemeliharaan yang kurang baik kemudian diusulkan langkah perbaikan dalam rangka *improvement* sistem demi produktivitas yang lebih baik
- 3) Langkah yang terdapat dalam metode RCM bertujuan untuk membuat ataupun memperbaiki dan merancang sistem *maintenance* untuk memulihkan keandalan mesin dan tingkat keselamatan penggunaan mesin menjadi seperti semula sebelum mengalami penurunan fungsi akibat lama waktu penggunaan untuk produksi
- 4) Tujuan yang menjadi keunggulan RCM adalah mewujudkan tujuan-tujuan yang telah disampaikan sebelumnya dengan memperhatikan aspek biaya dan memastikan tujuan tersebut terlaksana dengan biaya minimum

Selain tujuan tersebut dengan menerapkan metode RCM dapat memberikan keuntungan seperti mengutamakan aspek keselamatan dan memperhatikan konsistensi dan unsur lingkungan, meningkatkan prestasi operasional mesin, meningkatkan ketersediaan komponen dan keandalan peralatan yang digunakan untuk menjaga produktivitas, memperpanjang umur komponen mesin, menampilkan data yang menyeluruh, memotivasi pekerja khususnya yang berkaitan dengan divisi *maintenance*, dan meningkatkan kerja sama antar bagian-bagian divisi kerja (Ahmadi, dkk., 2017).

Berdasarkan penjabaran sebelumnya, dapat diketahui metode RCM merupakan metode dimana mengembangkan proses yang sistematis dalam optimalisasi kegiatan pemeliharaan dengan meningkatkan nilai keandalan dan mengembangkan mode hemat biaya. Meningkatkan keandalan tersebut dapat dilakukan dengan membuat strategi pemeliharaan seperti reaktif, preventif dan berdasarkan kondisi dan proaktif terhadap aktivitas pemeliharaan. Tahapan metode RCM mencakup lima dasar tahapan, tahap pertama pemilihan sistem dan sistem yang akan diamata, tahap kedua merupakan tahap yang utama dalam metode RCM yaitu menentukan komponen kritis dalam sistem yang diteliti, tahap ketiga menganalisis mode kegagalan dan efek komponen kritis (FMEA) sehingga

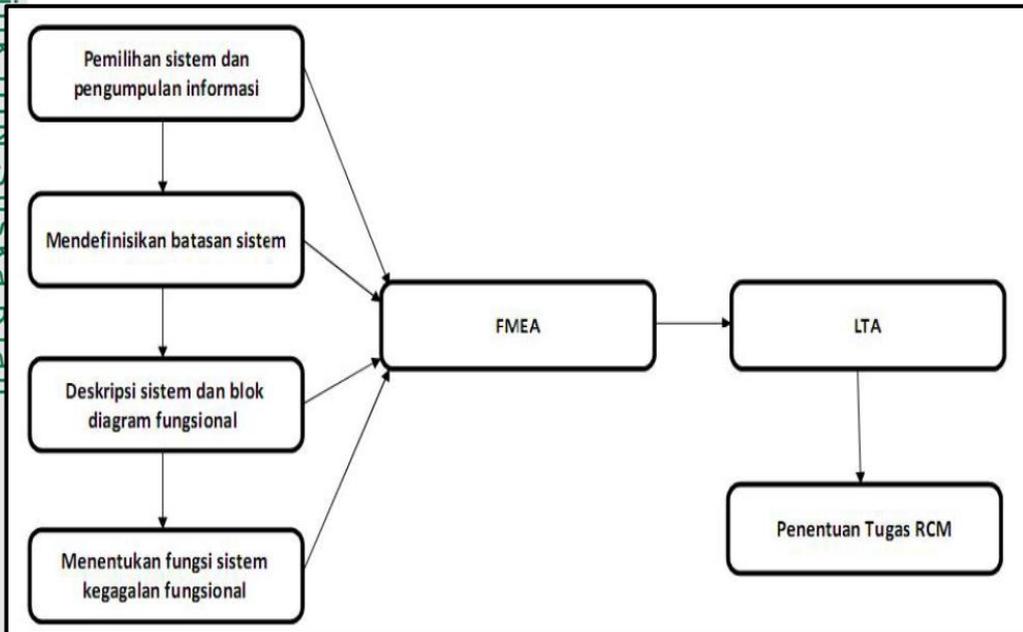
#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dapat membantu mencegah penyebab kegagalan kritis. Tahap keempat merupakan tahap pemilihan strategi pemeliharaan yang optimal diikuti tahap kelima yaitu melakukan analisis biaya pemeliharaan (Gupta, et al., 2018).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

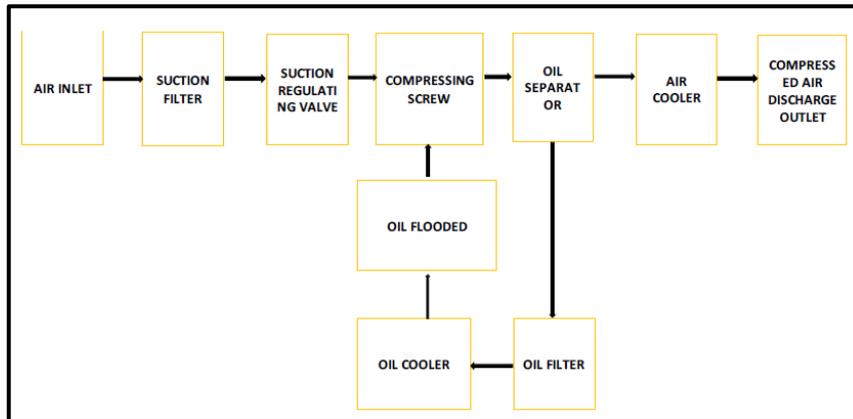


Gambar 2.2 Tahap Metode RCM  
(Sumber : Susanto, dkk., 2018)

**2.2.1 Function Block Diagram (FBD)**

FBD atau Blok diagram fungsi merupakan diagram yang memuat komponen atau subsistem yang menyusun sistem kedalam blok-blok diagram yang kemudian dijelaskan fungsi dan hubungan agar dapat diketahui keterkaitan masing-masing komponen penyusun sistem tersebut. FBD memerlukan informasi seperti urutan langkah penggunaan mesin untuk produksi dan waktu saat komponen mesin tersebut digunakan (Ahmadi, dkk., 2017).

Berikut adalah contoh bentuk dari *Function block diagram*



Gambar 2.3 FBD Kompresor  
(Sumber : Susanto, dkk., 2018)

### 2.2.2 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Secara bahasa dapat dipahami bahwa metode FMEA merupakan sebuah analisis terhadap efek dan mode kegagalan yang terjadi pada mesin, program, sistem ataupun rancangan. Langkah evaluasi dilakukan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) terhadap kegagalan yang terjadi dalam sistem dimana cara kerja metode ini dilakukan dengan mengidentifikasi kegagalan yang dapat terjadi pada saat sistem dijalankan dan memberikan nilai atau skor terhadap kegagalan yang bersifat potensial terjadi dalam sistem tersebut. Pemberian skor dilakukan berdasarkan standar baku pada metode FMEA yaitu nilai kejadian (*occurrence*), nilai keparahan (*severity*), dan nilai deteksi (*detection*) sehingga dapat diketahui kegagalan potensial yang terjadi, penyebab dan skor masing-masing kegagalan tersebut (Ahmadi, dkk., 2017).

Metode FMEA menggunakan format tabel tertentu untuk dapat mengidentifikasi penyebab kegagalan sistem. Metode ini memerlukan data fungsi komponen penyusun atau subsistem dari sistem tersebut dan laporan perawatan yang pernah dilakukan terhadap sistem. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan analisis penyebab terjadinya kegagalan (*failure mode*) yang mengakibatkan kegagalan fungsi pada mesin (*functional failures*) sehingga komponen penyusun atau bahkan sistem tersebut gagal beroperasi dengan baik

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

serta dianalisis efek (*failure effect*) atau dampak yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan fungsi (Susanto, dkk., 2018).

Pada metode FMEA dikenal istilah *Risk Priority Number* (RPN) yang merupakan perhitungan nilai untuk mengetahui tingkatan kegagalan yang terjadi dan menentukan kegagalan yang menjadi prioritas untuk diselesaikan. Nilai *Risk Priority Number* didapatkan dan berhubungan dengan ketiga aspek yang telah dijabarkan sebelumnya. Ketiga nilai tersebut saling dihubungkan untuk mengetahui nilai resiko sehingga dapat diketahui tindakan perbaikan prioritas yang perlu dilakukan. Adapun persamaan untuk mencari nilai RPN adalah (Ahmadi, dkk., 2017) :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \dots(2.1)$$

Setelah mengetahui nilai RPN berdasarkan persamaan tersebut, maka dapat diketahui nilai kegagalan tertinggi yang memiliki tingkat resiko yang tinggi sehingga dapat diarahkan tindakan perbaikan yang diperlukan. Hubungan tiga komponen yang membentuk nilai RPN tersebut akan dijabarkan sebagai berikut (Situngkir, dkk., 2019) :

1. *Severity* (Keparahan)

Dalam metode FMEA diperhitungkan tingkat efek yang terjadi pada sistem. Tingkat efek itu sendiri maksudnya adalah keparahan yang dapat ditimbulkan oleh kegagalan mesin atau yang disebut sebagai *Severity*. Skala *Severity* memiliki rangking dari nilai 1 sampai 10 seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkatan *Severity*

Efek	Rangking	Keterangan
Berbahaya, tidak ada peringatan	10	Tingkat keseriusan operator <i>maintenance</i> dan tidak ada peringatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah tentang keselamatan
Berbahaya, ada peringatan	9	Tingkat keseriusan operator <i>maintenance</i> dan keselamatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang disertai peringatan

Sumber : Situngkir, dkk., (2019)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1 Tingkatan *Severity* (Lanjutan)

Efek	Rangking	Keterangan
Sangat tinggi	8	<i>Downtime</i> > 8 jam
Tinggi	7	<i>Downtime</i> > 4-8 jam
Sedang	6	<i>Downtime</i> 1-4 jam
Rendah	5	<i>Downtime</i> 0,5-1 jam
Sangat rendah	4	<i>Downtime</i> 10-30 menit
Kecil	3	<i>Downtime</i> mencapai 10 menit
Sangat kecil	2	Tidak terjadi <i>Downtime</i> . Dibutuhkan Pengaturan atau pengendalian proses lainnya selama produksi. Variasi parameter proses tidak didalam batas spesifikasi.
Tidak ada	1	Pengaturan atau pengendalian proses dapat dilakukan selama aktivitas <i>maintenance</i> rutin. Variasi parameter proses didalam batas spesifikasi.

Sumber : Situngkir, dkk., (2019)

2. *Occurence* (Frekuensi Kejadian)

Selain memperhatikan efek yang terjadi terhadap kegagalan sistem perlu dipertimbangkan frekuensi terjadinya kegagalan atau yang lebih disebut *Occurrence*. Komponen *Occurrence* merupakan nilai atau tingkat frekuensi kejadian kegagalan atau kerusakan yang berkaitan dengan total kumulatif kegagalan dengan penyebab tertentu terhadap sistem atau mesin. Nilai *Occurrence* memiliki skala nilai 1 hingga 10 dimana skala 10 merupakan nilai yang tertinggi dan menunjukkan frekuensi kegagalan yang sering terjadi pada mesin. Nilai *Occurrence* terlampir pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Penentuan Nilai *Occurance*

Rating	<i>Probability of Occurance</i>
10	> 50 / 7200 jam pemakaian
9	35-50 / 7200 jam pemakaian
8	31-35 / 7200 jam pemakaian
7	26-30 / 7200 jam pemakaian
6	21-25 / 7200 jam pemakaian
5	15-20 / 7200 jam pemakaian
4	11-14 / 7200 jam pemakaian
3	5-10 / 7200 jam pemakaian
2	< 5 per 7200 jam pemakaian
1	Tidak pernah sama sekali

Sumber : Situngkir, dkk., (2019)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. *Detection* (Deteksi)

Tingkat deteksi penyebab mode kegagalan yang mungkin terjadi pada sistem sebagai bentuk kemampuan pengendalian manajemen pemeliharaan untuk menjaga sistem diperlukan untuk aspek *Detection*. Nilai *Detection* dilihat dari kemampuan atau kesempatan deteksi kegagalan yang terjadi pada sistem seperti berikut.

Tabel 2.3 Penentuan Nilai *Detection*

Rating	Probability of Occurance
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

Sumber : Situngkir, dkk., (2019)

**2.2.3 Logic Tree Analysis (LTA)**

Analisis kegagalan sistem menggunakan metode FMEA dilanjutkan dengan langkah penanggulangan kegagalan yang ditemukan tersebut menggunakan metode LTA. Metode LTA diperlukan untuk menganalisis dampak sebagai akibat dari timbulnya kegagalan pada sistem atau mesin. Sehingga metode LTA memiliki tujuan untuk membuat klasifikasi kegagalan yang ditemukan tersebut dalam kategori tertentu sehingga dapat diketahui nilai prioritas masing-masing kegagalan dan penanganannya untuk menjaga sistem (Susanto, dkk., 2018)

Metode *Logic Tree Analysis* (LTA) termasuk dalam pengolahan data secara kualitatif. Dengan menggunakan metode LTA dapat diketahui akibat yang disebabkan oleh beberapa *failure mode* yang ditemukan dalam sistem. *failure mode* tersebut kemudian digolongkan dalam kategori yang ada pada metode LTA ini sehingga dapat ditentukan *failure mode* yang memiliki nilai prioritas dan langkah penanganan sesuai dengan klasifikasi kategori yang dilakukan. Langkah-

langkah tersebut dilakukan melalui format tabel LTA yang memuat beberapa informasi seperti nomor, *failure mode*, mode kerusakan analisis kritis dan keterangan yang diperlukan untuk menjelaskan *failure mode*. Analisis kritis yang dimaksud dalam metode LTA ditempatkan pada setiap *failure mode* dengan beberapa kategori seperti *Evident*, *Safety*, *Outage*, *Category*. Ketiga kategori ini merupakan aspek yang perlu diperhatikan saat melakukan analisis LTA dimana penjelasan kategori tersebut adalah sebagai berikut (Mesra, dkk., 2018):

- 1) *Evident*, bertujuan untuk memberikan pertanyaan mengenai apakah operator mengetahui adanya gangguan dalam sistem pada kondisi normal.
- 2) *Safety*, yaitu bertujuan menentukan pertanyaan apakah *failure mode* yang ditemukan dapat mengakibatkan adanya masalah dari segi keselamatan.
- 3) *Outage*, yaitu bertujuan menentukan pertanyaan apakah mode kerusakan adalah penyebab dari mesin yang berhenti dan menghentikan sistem untuk beroperasi.

Pada bagian *Category* dapat dijabarkan secara detail karena terbagi menjadi beberapa kategori yaitu (Ahmadi, dkk., 2017):

- a. Kategori A (*safety problem*), yaitu adanya masalah keselamatan terhadap operator dan lingkungan yang akan terjadi apabila komponen mesin tertentu mengalami kegagalan fungsi
- b. Kategori B (*outage problem*), adanya masalah kekurangan tertentu akibat kegagalan fungsi pada beberapa bagian ataupun keseluruhan perangkat sehingga operasi terhenti
- c. Kategori C (*economic problem*), yaitu permasalahan ekonomi yang timbul sebagai akibat komponen yang mengalami kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem dan menyebabkan kerugian pada perusahaan karena fungsi komponen berkurang sehingga memerlukan perbaikan namun *failure mode* yang ditemukan tidak berdampak pada *safety*.
- d. Kategori D (*hidden failure*), sesuai dengan nama dari kategori tersebut. kategori ini merupakan fenomena dimana kegagalan fungsi komponen yang ada sulit dideteksi bahkan tidak disadari kehadirannya oleh operator

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

karena tersembunyi dari penglihatan operator. Kategori ini kemudian digolongkan lagi dalam beberapa kategori seperti D/A, D/B atau D/C

Klasifikasi *failure mode* pada metode LTA menjadi beberapa golongan kategori dilakukan dengan melakukan kegiatan wawancara terhadap teknisi *maintenance*, penentuan persentase komponen pada setiap kategori dilakukan melalui perhitungan seperti berikut (Mesra, dkk., 2018):

- 1) Persentase komponen dari Kategori A atau D/A
- 2) Persentase komponen dari Kategori B atau D/B
- 3) Persentase komponen dari Kategori C atau D/C

#### 2.2.4 Pemilihan Tindakan

Langkah selanjutnya setelah menentukan analisis penanganan mode kegagalan adalah pemilihan tindakan. Kegiatan ini merupakan langkah untuk mengambil keputusan tindakan yang tepat dalam mengatasi kegagalan tertentu. Pemilihan tindakan dilakukan melalui empat cara yang akan dijelaskan sebagai berikut (Ahmadi, dkk., 2017):

a. *Time Directed* (TD)

Cara TD dilakukan dengan melakukan pencegahan melalui sumber kerusakan sistem atau mesin secara langsung. Cara ini dilakukan berdasarkan usia pakai komponen mesin.

b. *Condition Directed* (CD)

Cara CD dilakukan dengan memeriksa kondisi mesin atau peralatan sehingga kerusakan komponen dapat terdeteksi. Selama kegiatan pemeriksaan dapat diketahui gejala-gejala kerusakan pada komponen tersebut sehingga perbaikan dan penggantian komponen dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

c. *Failure Finding* (FF)

Kegiatan FF dilakukan secara berkala untuk mengetahui jenis *failure mode* yang umumnya sulit ditemukan diawal gejala kerusakan atau tersembunyi.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### **Reliability**

*Reliability* merupakan nilai keandalan probabilitas terhadap aset ataupun perangkat agar memiliki performansi sesuai dengan kebutuhan produksi pada situasi dan waktu operasi yang telah direncanakan. Nilai *reliability* dapat menunjukkan ukuran atau tingkat kemampuan aset untuk beroperasi secara kontinu tanpa mengalami kerusakan, dengan mengetahui nilai tersebut dapat diukur apakah suatu manajemen pemeliharaan yang memuat tindakan pencegahan mampu meningkatkan nilai *reliability* aset atau perangkat (Susanto, dkk., 2018).

Nilai keandalan (*reliability*) pada sistem atau peralatan tidak hanya berdasarkan kualitas produk tersebut tetapi juga bergantung pada faktor eksternal yang ada pada sistem. Nilai probabilitas sistem yang dapat beroperasi dengan baik dalam tugas-tugasnya menunjukkan nilai keandalan sistem tersebut. Nilai *reliability* pada aset berada pada rentang nilai 0 hingga 1 (Widyantoro, dkk., 2019).

Pada kajian *reliability* suatu aset atau sistem dikenal istilah *Mean time to failure* (MTTF) yaitu sebuah nilai data yang diketahui berdasarkan frekuensi komponen atau mesin yang mengalami kerusakan. *Mean time to repair* (MTTR) yaitu nilai rata-rata lama perawatan atau perbaikan komponen atau mesin. Sedangkan MTTR merupakan nilai yang berdasarkan lamanya kerusakan yang dialami mesin (Widyantoro, dkk., 2019).

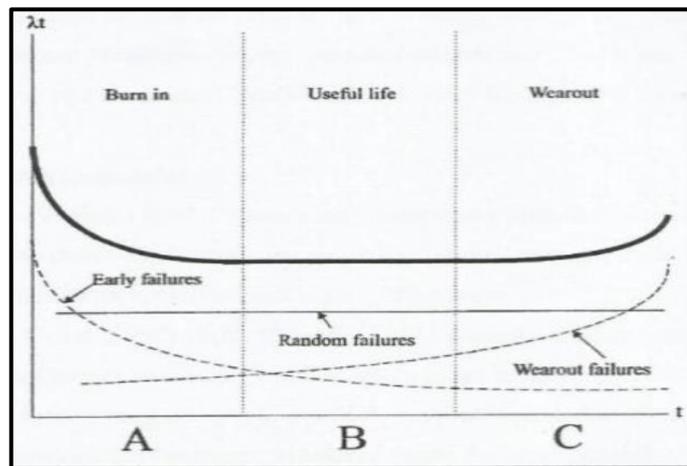
#### **2.3.1 Fungsi Keandalan**

Nilai probabilitas yang menunjukkan bahwa suatu peralatan dapat berfungsi dengan baik dalam periode waktu dan kondisi operasi yang sudah direncanakan sebelumnya merupakan definisi dari keandalan. Dalam keandalan terdapat istilah laju kerusakan (*failure rate*) dimana istilah ini menunjukkan laju kerusakan suatu komponen dalam kurun waktu pengamatan yang ditetapkan sebelumnya. Laju kerusakan dapat diketahui melalui percobaan atau tes yang dilakukan terhadap komponen-komponen identik yang beroperasi dalam kegiatan produksi dan kegagalan yang terjadi pada komponen saat beroperasi kemudian akan dicatat waktunya (Karunia, dkk., 2017).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut merupakan kurva yang menggambarkan siklus waktu penggunaan sebuah mesin (Karunia, dkk., 2017).



Gambar 2.2 *Bath-tube Curve*  
(Sumber : Karunia, dkk., 2017)

### 2.3.2 Fungsi Distribusi Kerusakan

Distribusi kerusakan memiliki beberapa data yang termasuk didalamnya seperti MTTF yang menunjukkan jangka rata-rata kurun waktu kerusakan yang terjadi dalam satu kasus kegagalan akibat kerusakan komponen. Istilah MTBF atau *Mean Time Between Failure* memiliki kemiripan definisi dengan MTTF yaitu rata-rata interval waktu komponen mengalami kerusakan lagi setelah kerusakan sebelumnya diperbaiki. Nilai MTBF dinilai sama dengan MTTF dan digunakan pada komponen mesin yang bersifat *non repairable*. Istilah selanjutnya yaitu MTTR (*Mean Time To Repair*) yang menunjukkan kurun waktu rata-rata perbaikan kerusakan komponen (Karunia, dkk., 2017).

#### 1. Distribusi Weibull

Distribusi *weibull* sering ditemukan dalam menghitung dan menganalisis laju kerusakan. Distribusi *weibull* mampu menghitung laju kerusakan meningkat atau pun menurun, distribusi *weibull* mampu menghitung periode awal (*early failure*), periode normal dan periode pengausan (*wear out*) kerusakan komponen. Periode kerusakan dapat ditentukan berdasarkan nilai parameter fungsi yang telah ditentukan pada distribusi *weibull*. Ketentuan distribusi *weibull* adalah komponen mesin yang memiliki laju kerusakan menurun berarti nilai  $\beta < 1$ , laju kerusakan

konstan berarti nilai  $\beta = 1$  dan laju kerusakan naik berarti nilai  $\beta > 1$ . Dari penjelasan tersebut berikut fungsi-fungsi pada distribusi *weibull* (Sunaryo, dkk., 2018):

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad \dots(2.2)$$

Dengan keterangan untuk  $t > 0$

$\alpha$  = Parameter skala dengan  $\alpha > 0$

$\beta$  = Parameter bentuk dengan  $\beta > 0$

Adapun fungsi distribusi kumulatif yaitu:

$$F(t) = 1 - R_t = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad \dots(2.3)$$

Dan Fungsi keandalannya:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad \dots(2.4)$$

Sementara Fungsi laju kerusakannya:

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad \dots(2.5)$$

Adanya perubahan nilai  $\beta$  dapat mengakibatkan distribusi *weibull* ekuivalen dengan distribusi tertentu, sehingga distribusi ini memiliki pendekatan yang mirip dengannya dan sering digunakan untuk mengetahui karakteristik fungsi kerusakan. Contoh bentuk perubahan nilai  $\beta$  dapat dilihat sebagai berikut (Sunaryo, dkk., 2018) :

1. Distribusi *weibull* ekuivalen dengan distribusi *eksponensial*, untuk  $\beta = 1$ .
2. Distribusi *weibull* ekuivalen distribusi *hypereksponensial*, untuk  $\beta = 0$ .
3. Distribusi *weibull* ekuivalen dengan distribusi normal, untuk  $\beta < 4$ .

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.4 Nilai Parameter Bentuk ( $\beta$ )

Nilai	Laju Kerusakan
$< \beta < 1$	DFR yaitu Laju kerusakan menurun ( <i>decreasing failure rate</i> )
$\beta = 1$	CFR yaitu Laju kerusakan konstan ( <i>constant failure rate</i> ) Distribusi Eksponensial
$< \beta < 2$	IFR yaitu Laju kerusakan meningkat ( <i>increasing failure rate</i> ) Kurva berbentuk konkaf
$\beta = 2$	LFR yaitu Laju keusakan linier ( <i>linier failure rate</i> ) Distribusi <i>Reyleigh</i>
$\beta > 2$	IFR yaitu Laju kerusakan meningkat ( <i>increasing failure rate</i> ) Kurva berbentuk konveks
$= \beta = 4$	Kurva berbentuk simetris Distribusi Normal

Sumber : Sunaryo, dkk., (2018)

Berikut adalah langkah-langkah yang diperlukan untuk menghitung nilai-nilai parameter distribusi *weibull*:

- a. Parameter  $\alpha$  dan parameter  $\beta$  dapat ditaksir nilainya, dilakukan dengan cara pendekatan Linear Regresi. Dengan memisalkan  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  adalah sejumlah data waktu antar kerusakan pada mesin dan sudah disusun menurut urutan terkecil, untuk setiap  $t_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) berlaku hubungan berikut:

$$X_i = \ln t_i \quad \dots(2.6)$$

$$Y_i = \ln \left[ \ln \frac{1}{1-F(t_i)} \right] \quad \dots(2.7)$$

Dimana:

$$F_i = \frac{i-0,5}{N} \quad \dots(2.8)$$

nilai konstanta  $\alpha$  dan  $\beta$  dapat diperoleh menggunakan metode *Least Square*, sebagai berikut:

$$b = \frac{N \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{N (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \quad \dots(2.9)$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{N} - b \frac{\sum X_i}{N} \quad \dots(2.10)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Maka parameter distribusi *weibull* ditentukan dengan mengetahui nilai kedua konstanta a dan b, yaitu:

$$\alpha = e^{-\alpha/\beta} \quad \dots(2.11)$$

$$B = b \quad \dots(2.12)$$

Dimana:

$$e = 2,718$$

t = waktu terjadi kerusakan

$\alpha$  = *characteristic life* (CL)

$\beta$  = probabilitas kumulatif dan waktu terjadi kerusakan sebelum atau sama dengan t

f(t) = fungsi padat distribusi frekuensi

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut akan diketahui nilai parameter fungsi kerusakan dalam rangka melakukan pengujian distribusi kerusakan. Jika nilai parameter distribusi sudah diketahui, maka akan diketahui interval waktu yang tepat untuk pemeliharaan komponen mesin dengan penggantian komponen sebagai bentuk pencegahan kerusakan dan minimasi ongkos atau biaya pemeliharaan.

## 2. Distribusi Normal

Menurut Sunaryo, dkk., (2018) distribusi normal atau disebut juga distribusi *Gaussian* adalah distribusi yang memiliki probabilitas yang penting dalam kajian statistik teori maupun aplikatif. Adapun bentuk fungsi-fungsi dari distribusi Normal adalah sebagai berikut (Sunaryo, dkk., 2018):

a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad \dots(2.13)$$

b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots(2.14)$$

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Fungsi Keandalan

$$f(t) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots(2.15)$$

- d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \dots(2.16)$$

**3. Distribusi Lognormal**

Distribusi lognormal menggunakan dua parameter yaitu parameter  $s$  atau bentuk (*shape*) dan parameter  $t$  atau lokasi (*location*), kedua parameter tersebut merupakan nilai tengah dari distribusi kerusakan. Distribusi lognormal dan distribusi *weibull* mempunyai kesesuaian data karena kedua distribusi ini memiliki banyak varian bentuk. Adapun bentuk fungsi distribusi lognormal yaitu (Sunaryo, dkk., 2018) :

- a. Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad \dots(2.17)$$

- b. Distribusi Kumulatif

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots(2.18)$$

- c. Fungsi Keandalan

$$f(t) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots(2.19)$$

- d. Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \dots(2.20)$$

Dengan  $\mu > 0$ ,  $\sigma > 0$  dan  $t > 0$

Konsep *reliability* yang dimiliki distribusi Lognormal tergantung pada nilai  $\mu$  (rata-rata) dan  $\sigma$  (standar deviasi).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**4. Distribusi Eksponential**

Nilai keandalan pada data kerusakan dengan laju kerusakan yang konstan dapat dihitung menggunakan distribusi *Eksponential*. Karena nilai laju kerusakan yang bersifat konstan atau cenderung tetap, maka distribusi laju kerusakan komponen menggunakan distribusi ini tidak bergantung pada umur atau waktu pakai komponen. Analisis nilai distribusi eksponensial termasuk mudah. Dengan menggunakan parameter  $\lambda$ , dimana parameter tersebut menunjukkan nilai rata-rata laju kerusakan yang terjadi. Sehingga fungsi *reliability* distribusi eksponensial dapat dijabarkan sebagai berikut (Sunaryo, dkk., 2018):

*Reliability function* :

- a. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \dots(2.21)$$

$$t > 0$$

- b. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad \dots(2.22)$$

- c. Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \dots(2.23)$$

- d. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda \quad \dots(2.24)$$

Dimana  $t > 0$  dan  $\lambda > 0$

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

$$R_m(t) = R(t)$$

**2.4 Model Age Replacement**

Secara bahasa dapat diketahui model *Age Replacement* merupakan penggantian komponen berdasarkan usia pakai alat ataupun komponen mesin, model *Age Replacement* memuat informasi mengenai jangka waktu penggantian komponen sesuai dengan umur pemakaian dari komponen tersebut. jika interval waktu penggantian komponen diketahui, maka perusahaan dapat menghindari aktivitas penggantian komponen yang terlalu singkat atau tidak sesuai dengan

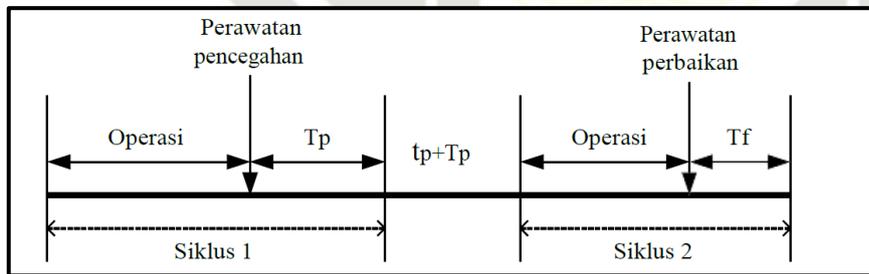
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

umur pemakaiannya. Model *Age Replacement* menghasilkan jadwal penggantian komponen yang tepat, tidak bersifat mutlak, jadwal dapat disesuaikan kembali apabila ditemukan suatu kerusakan pada suatu komponen dan model ini merupakan model yang bersifat pencegahan sehingga masuk dalam kajian *preventive maintenance* (Karunia, dkk., 2017).

Model penggantian komponen menggunakan interval waktu yang didapatkan berdasarkan umur pemakaian atau *age replacement* dapat membantu operator manajemen pemeliharaan mesin menghindari mengganti komponen dalam waktu singkat sebelum jangka umur pemakaiannya mendekati habis umur pemakaian. Pada dasarnya model *Age Replacement* memiliki dua siklus operasi yaitu (Widyantoro, dkk., 2019) :

- a) Siklus I merupakan siklus yang melakukan penggantian terhadap komponen mesin sesuai dengan perencanaan yang dilakukan dengan memperhatikan umur pemakaiannya
- b) Siklus II adalah siklus penggantian kerusakan yang dilakukan sebelum komponen tersebut mencapai batas waktu pemakaiannya



Gambar 2.3 Model Siklus  
(Sumber : Pardiyono, dkk., 2020)

Diketahui rumus untuk menentukan model interval penggantian komponen adalah sebagai berikut (Pardiyono, dkk., 2020) :

$$D(tp) = \frac{T_p R_{(tp)} + T_f [1 - R_{(tp)}]}{(tp + T_p) \cdot R_{(tp)} + [M_{(tp)} + T_f [1 - R_{(tp)}]]} \dots (2.25)$$

Keterangan:

- = Interval waktu penggantian pencegahan per satuan waktu.
- = Waktu yang diperlukan untuk penggantian karena kerusakan.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

= *Downtime* yang terjadi karena kegiatan penggantian.

= Fungsi distribusi interval waktu antar kerusakan.

$R(tp)$  = Keandalan terjadinya siklus  $i$  pada saat  $tp$ .

$M(tp)$  = Waktu rata-rata terjadinya suatu kerusakan jika penggantian dilakukan saat  $tp$ . Dengan  $M(tp) = \frac{MTBF}{1-R(tp)}$  ... (2.26)

**Full Time Equivalent (FTE)**

Dalam kegiatan menganalisis beban kerja suatu divisi pada organisasi, terdapat beberapa pilihan metode salah satunya adalah *Full Time Equivalent*. Metode FTE adalah metode yang digunakan untuk mengukur beban kerja yang dialami pekerja dengan menghitung waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dan membandingkan nilai yang didapat dengan skor indeks FTE. Dengan menggunakan metode FTE tujuan yang dapat dicapai adalah dapat kebutuhan pekerja yang tepat dalam menyelesaikan pekerjaan tertentu dengan menyederhakan pengukuran kerja (Hudaningsih, dkk., 2019).

Menganalisis beban kerja menggunakan metode FTE (Full Time Equivalent) dapat dilakukan dengan mengikuti lima tahapan berikut (Adi, dkk., 2020):

- 1) Menetapkan stasiun kerja yang akan diukur beserta tenaga yang diperlukannya.
- 2) Menghitung waktu kerja yang tersedia selama satu tahun. Dengan memperhatikan jumlah hari kerja, Cuti tahunan, Pendidikan dan pelatihan, hari libur nasional, ketidakhadiran kerja, Waktu kerja
- 3) Dalam mengukur beban kerja diperlukan faktor kelonggaran (*allowance*). Sehingga perlu disusun faktor kelonggaran yang dibutuhkan sebelum melakukan analisis beban kerja. Adapun faktor *allowance* ini meliputi kegiatan-kegiatan yang tidak berkaitan dengan kegiatan pokok atau produksi tetapi dibutuhkan karyawan dan membutuhkan waktu untuk menyelesaikannya.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 4) Menetapkan standar beban kerja atau rata-rata waktu kerja untuk menyelesaikan pekerjaan yang ada
- 5) Langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan tenaga kerja. Setelah pengukuran waktu kerja dilakukan maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui kebutuhan pekerja sesuai dengan beban kerja

Nilai FTE didapatkan menggunakan persamaan sebagai berikut (Hudaningsih, dkk., 2019):

$$FTE = \frac{\text{Total Waktu Aktivitas} + \text{Allowance}}{\text{Total Waktu Tersedia}} \dots(2.27)$$

Sedangkan nilai Total Waktu Aktivitas, *Allowance* dan Total Waktu tersedia dapat dihitung melalui persamaan berikut :

- a) Total Waktu Aktivitas = Waktu Kerja Utama + Waktu Kerja Pendukung + Waktu Kerja Insidental
- b) *Allowance* = Kelonggaran x Jumlah Hari Setahun x Jam Kerja Sehari
- c) Total Waktu Tersedia = Jumlah Hari dalam Setahun × Jam Kerja Sehari

Nilai FTE yang didapatkan melalui persamaan yang telah dijabarkan sebelumnya kemudian dibandingkan dengan norma *index* yang digunakan dalam penelitian. Pembagian total nilai indeks FTE terlampir dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Implikasi Nilai FTE

Total nilai indeks FTE	Keterangan	Nilai FTE	Kebutuhan Tenaga Kerja
0-0,99	<i>Underload</i>	0-1,0	1 orang
1-1,28	Normal	1-2,0	2 orang
>1,28	<i>Overload</i>	2-3,0	3 orang

Sumber : Adi, dkk., (2020)

**2.6 Pengukuran Waktu Kerja**

Pengukuran waktu kerja merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan pekerja dalam menjalankan aktivitas kerjanya, dimana pekerja dianggap memiliki keahlian yang rata-rata dan sudah terlatih mengerjakan pekerjaannya dengan asumsi dalam kondisi dan waktu normal.

Pengukuran ini bertujuan menetapkan waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas kerja tertentu (Erliana, 2015).

Kegiatan pengukuran waktu kerja mampu memastikan pekerja menghasilkan *output* dan tetap dapat melakukan aktivitasnya secara seimbang, suatu pekerjaan dikatakan efisien apabila dalam pelaksanaan pekerjaan memerlukan waktu yang singkat untuk diselesaikan. Untuk mewujudkan waktu yang singkat dalam penyelesaian pekerjaan diperlukan perhitungan terhadap waktu baku pekerjaan tersebut sehingga dapat diketahui metode kerja alternatif yang terbaik untuk diterapkan (Suroso, dkk., 2020)

Untuk menentukan waktu standar dijumpai dua jenis pendekatan yaitu pendekatan pertama adalah dari bawah ke atas (*bottom-up*) dimana pendekatan ini dimulai dengan mengukur waktu dasar (*basic time*) dari suatu elemen kerja, dan disesuaikan dengan tempo kerja (*rating performance*) dimana waktu kerja tersebut ditambahkan dengan kelonggaran-kelonggaran waktu (*allowance time*) seperti halnya kelonggaran waktu untuk melepas lelah, kebutuhan personal, dan antisipasi terhadap *delay*. Pendekatan kedua yaitu dari atas ke bawah (*top-down*) dimana pendekatan ini mengukur waktu kerja standar untuk menentukan insentif yang harus dibayar pada pekerja diatas upah dasarnya (Erliana, 2015).

Kelonggaran (*allowance*) memiliki arti adalah waktu yang dihabiskan karyawan untuk melakukan suatu aktivitas yang menghentikan proses kerja karena tidak dapat menghindar dari aktivitas tertentu. Waktu yang tidak dapat dihindarkan tersebut dapat digolongkan menjadi beberapa golongan seperti (Adi, dkk., 2020):

- a. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*)

Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi merupakan hal yang mutlak dan terasa sulit untuk dihindarkan, contoh kebutuhan pribadi tersebut seperti minum saat haus, keperluan ke toilet, sholat, berkomunikasi dengan teman kerja dalam bekerja dan meningkatkan kondisi psikologis yang bahagia.

- b. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue allowance*)

Kelonggaran ini memperlihatkan bahwa pekerja dapat mengalami kelelahan dalam menjalankan aktivitasnya dan dapat menurunkan kualitas hasil

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

produksi dan produktivitas pekerja. Bentuk rasa lelah pekerja memiliki ciri-ciri seperti frekuensi terlambat pergi bekerja meningkat, pekerjaan dilakukan secara kurang serius dan sebagainya.

Selain memperhitungkan *allowance*, dalam pengukuran waktu kerja perlu memperhatikan *performance rating*. Dimana performansi aktual operator akan dibandingkan dengan rancangan aktivitas pekerjaan yang didapatkan saat keadaan normal (Suroso, dkk., 2020). Pengukuran performansi dilakukan dengan *Westing house Company*, karena *Westing house* menjelaskan secara lengkap hal-hal yang mempengaruhi performansi manusia seperti kecakapan (*Skill*), usaha (*Effort*), kondisi kerja (*Working Condition*) dan ketetapan (*Consistency*) pada pribadi operator saat bekerja. *Westing house* menyajikan tingkatan *performance ratings* setiap faktor tersebut dalam bentuk angka (Adi, dkk., 2020).

### 2.6.1 Pengukuran Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan oleh pekerja yang memiliki kualifikasi tertentu pada kondisi normal yang sering ditemui selama aktivitas kerja dengan penambahan penyesuaian sesuai dengan nilai *performance rating* yang sudah ditentukan sebelumnya dimana terdapat asumsi pekerjaan dilakukan tanpa interupsi aktivitas kerja lainnya (Suroso, dkk., 2020). Berikut persamaan rumus dari waktu normal

$$W_N = \frac{\% \text{ Produktif} \times TT \times RF}{\sum Y_i} \dots(2.28)$$

Dimana :

- $W_N$  = Waktu Normal
- % Produktif = Persentase kegiatan produktif pekerja saat dilakukan pengamatan
- RF = *Rating Factors*
- TT = Total Waktu Pengamatan
- $\sum Y_i$  = Jumlah Output selama pengamatan

### 2.6.2 Pengukuran Waktu Baku

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Waktu standar dimaksudkan sebagai keseluruhan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan secara wajar dan dilakukan pekerja secara normal dan telah terjadi penambahan dari waktu actual, kelonggaran yang terjadi dan *performance rating*. Sehingga rumus persamaan untuk mendapatkan nilai waktu standar yaitu (Suroso, dkk., 2020)

$$WS = WN \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance} \quad \dots(2.29)$$

Dimana :

WS = Waktu Baku

WN = Waktu Normal

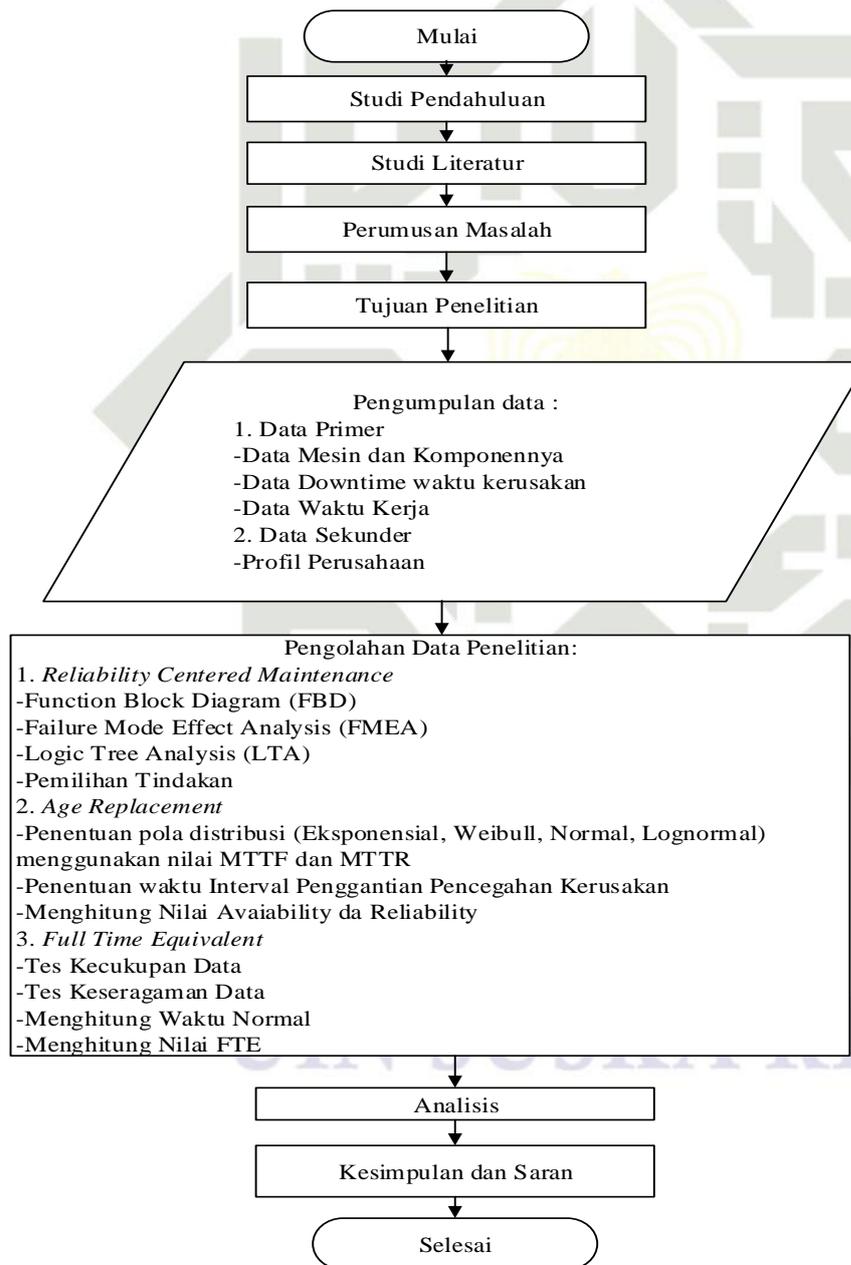
% Allowances = Persentase Kelonggaran

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini perlu ditentukan dari awal sampai langkah akhir ditemukannya solusi terhadap permasalahan yang dibahas dalam penelitian. Metode penelitian dalam pelaksanaan Tugas akhir ini diuraikan dalam bentuk *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.1 Studi Pendahuluan

Sebagai langkah pertama dalam penelitian, studi pendahuluan penting dilakukan oleh peneliti. Kegiatan yang dilakukan peneliti pada langkah studi pendahuluan ini adalah melakukan studi atau mencari tahu permasalahan pada objek penelitian. Langkah-langkah dalam studi pendahuluan seperti melakukan observasi dan wawancara untuk mempelajari kegiatan perusahaan dan menemukan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan sehingga dapat menjadi objek penelitian.

### 3.2 Studi Literatur

Setelah studi pendahuluan, langkah selanjutnya adalah menggali referensi mengenai objek penelitian atau disebut studi literature. Dimana langkah ini berupa kegiatan mempelajari dan mencari referensi atau teori-teori yang relevan dan dapat mendukung dalam menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam suatu penelitian. Referensi atau teori-teori tersebut dapat ditemukan melalui sumber-sumber seperti buku dan hasil penelitian orang lain yaitu jurnal. Referensi yang didapatkan berfungsi sebagai landasan teori yang dapat membantu peneliti dalam menyelesaikan masalah yang menjadi objek penelitiannya.

### 3.3 Perumusan Masalah

Langkah ini dilakukan untuk menegaskan permasalahan yang menjadi landasan penelitian. Rumusan masalah dibuat berbentuk kalimat tanya sebagai bentuk perwujudan dari suatu masalah yang akan dicari penyelesaiannya. Karena itu rumusan masalah dapat menjadi latar belakang suatu penelitian dilakukan dan menjadi panduan untuk mengetahui variabel-variabel yang diperlukan dalam penelitian.

### 3.4 Tujuan Penelitian

Sebagai yang telah diketahui, sebuah tujuan merupakan hasil atau sesuatu yang ingin diraih setelah melakukan suatu penelitian. Penelitian yang berhasil adalah penelitian yang dapat mencapai tujuan yang merupakan target dari

kegiatan penelitian ini. Dalam menentukan tujuan penelitian haruslah berpedoman dengan rumusan masalah yang sudah ditentukan sebelumnya.

### 3.5 Pengumpulan Data

Untuk mendukung proses penelitian maka dilakukan proses pengumpulan data yang didapatkan melalui objek penelitian atau perusahaan yang diteliti. Jenis data yang dikumpulkan untuk mendukung penelitian yaitu:

#### Data Primer

Sesuai dengan sifatnya yang primer, data ini merupakan data pokok penelitian dan didapatkan dengan cara melakukan pengukuran langsung kepada subyek, data primer didapatkan dengan observasi atau pengamatan kegiatan kerja dan wawancara kepada kepala operator beserta operator dari pekerjaan *field checker* tersebut sehingga didapatkan data mesin dan komponennya, data kerusakan dan waktu perbaikan mesin, data operator, data waktu kerja operator serta data kelonggaran pada operator.

#### 2. Data Sekunder

Sesuai dengan sifatnya yang sekunder, data ini merupakan data pelengkap dan tidak digunakan dalam pengolahan data. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan data yang sudah pasti dimiliki perusahaan yaitu profil dari perusahaan tersebut.

### 3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap selanjutnya dalam penelitian setelah dilakukannya pengumpulan data. Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data mentah agar dapat dianalisa dan ditemukan penyelesaiannya. Adapun pengolahan data dilakukan dengan mengaplikasikan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* menggunakan persamaan *Age Replacement* sebagai usulan untuk mengatasi permasalahan dengan membuat sebuah jadwal perawatan pencegahan terhadap mesin, penelitian ini melakukan analisa beban kerja terhadap operator untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja menggunakan metode *Full Time Equivalent (FTE)*. Metode RCM dengan model *Age Replacement* digunakan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

untuk mengetahui interval waktu *preventif maintenance* pada komponen kritis pada mesin dan mengetahui rekomendasi jenis perawatan yang tepat. Adapun penelitian menggunakan metode RCM dan FTE ini memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

#### a. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Metode ini memuat analisis mode kegagalan yang terjadi dan pemilihan tindakan pencegahan terhadap kegagalan tersebut setelah penyebab-penyebab kegagalan ditemukan, metode ini digunakan dalam penelitian untuk mengetahui praktik perawatan yang dibutuhkan serta meminimasi biaya yang diperlukan. Langkah penelitian yang termasuk dalam kajian metode ini yaitu:

##### a. *Function Block Diagram* (FBD)

Diagram yang memuat informasi mengenai komponen-komponen yang mendukung fungsi mesin dan dihubungkan dalam bentuk blok diagram berdasarkan fungsinya. Diagram ini dibuat untuk membantu peneliti mengetahui hubungan dan keterkaitan komponen dalam mesin dan bagaimana peran komponen tersebut untuk menjalankan mesin dengan baik.

##### b. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

FMEA dilakukan dengan membuat sebuah matriks yang memuat informasi mengenai komponen dari subsistem mesin yang mengalami kegagalan. Informasi yang dimuat pada matriks didapatkan berdasarkan pernyataan dari kepala operator *field checker* yang bertanggung jawab dan mengetahui keseluruhan sistem pada *pumping unit* lokasi Rantau Bais. Langkah ini dilakukan setelah peneliti mengetahui posisi dan peran komponen terhadap mesin melalui FBD, dengan menggunakan matriks FMEA peneliti dapat mengetahui komponen kritis yang memerlukan penanganan prioritas dibandingkan dengan komponen mesin lainnya.

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

Metode LTA dilakukan untuk menggolongkan setiap kegagalan yang ditemukan dalam beberapa kriteria tertentu sehingga diketahui mode kegagalan prioritas dan dapat dibedakan kasus kegagalan satu dengan yang

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lainnya. Faktor yang perlu diperhatikan dalam LTA seperti *Evident, Safety, Outage, Category*. LTA dilakukan peneliti untuk dapat mengelompokkan mode kerusakan dalam beberapa kategori yang ada.

d. Pemilihan Tindakan

Setelah mengetahui penggolongan mode kegagalan dan mode kegagalan prioritas yang menjadi pokok pengamatan, dapat dilakukan analisis pemilihan tindakan untuk mengatasi kegagalan tersebut melalui pertanyaan-pertanyaan yang tersaji pada diagram selection task. tindakan perawatan tersebut seperti *Condition Directed* (CD), *Time Direct* (TD) dan *Finding Failure* (FF). Pemilihan tindakan dilakukan sesuai dengan pernyataan dari kepala operator *field checker*. Setelah mengetahui komponen kritis dan pengelompokan mode kerusakan mesin maka peneliti dapat memilih tindakan yang tepat dalam perawatan mesin.

2. Penentuan distribusi nilai *Time to Failure* (TTF)

Pengumpulan data berupa data waktu perbaikan antar kerusakan mesin dan waktu perbaikan. Data tersebut kemudian akan diolah menggunakan pendekatan distribusi statistik yang diharapkan mempunyai karakteristik yang sama dengan karakteristik data. Waktu terjadinya kerusakan tiap komponen merupakan variabel random. Sebelum menghitung nilai probabilitas keandalan komponen tersebut terlebih dahulu perlu diketahui secara statistik distribusi kerusakan peralatan tersebut. Distribusi kerusakan digunakan untuk menentukan kerusakan komponen berdasarkan interval waktu kerusakannya. Beberapa distribusi yang umumnya digunakan untuk menghitung tingkat keandalan yaitu distribusi eksponensial, *weibull*, lognormal dan normal. Setelah mengetahui komponen kritis maka langkah selanjutnya adalah dengan menentukan distribusi nilai dari komponen kritis tersebut.

Penentuan waktu interval penggantian pencegahan kerusakan

Waktu interval penggantian komponen didapatkan dengan menggunakan model *Age replacement* dimana metode ini meminimasi waktu *downtime* pada mesin dengan cara mengganti komponen kritis sebelum mengalami kerusakan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Interval waktu yang didapatkan selanjutnya digunakan sebagai perencanaan jadwal *preventif maintenance* yang baru untuk merawat mesin *pumping unit*. Dengan melakukan distribusi terhadap TTF pada komponen kritis diketahui nilai-nilai hasil distribusi sebagai panduan membuat jadwal penggantian komponen mesin menggunakan model Age Replacement.

#### 4. Menghitung Nilai *Availability* dan Nilai *Reliability*

Langkah ini menghitung nilai *availability* dari mesin sehingga diketahui tingkat ketersediaan komponen mesin dalam menjalankan fungsinya setelah dilakukan perawatan pencegahan. Setelah mengetahui nilai *availability*, selanjutnya nilai keandalan (*Reliability*) dibandingkan sebelum dan sesudah dilakukan perawatan pencegahan usulan.

#### 5. *Full Time Equivalent*

Peneliti menggunakan metode ini untuk mengetahui aktivitas dan beban kerja operator sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat dianalisis menggunakan rumus FTE itu sendiri. Adapun beberapa tahapan yang perlu dilalui adalah sebagai berikut:

##### a. Tes Kecukupan Data

Setelah melakukan pengumpulan data terhadap waktu kerja (waktu siklus) operator, maka langkah selanjutnya melakukan uji kecukupan. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui data yang dikumpulkan cukup dan dapat digunakan untuk penelitian. Peneliti menggunakan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5 %

##### b. Tes Keseragaman Data

Data yang telah dikumpulkan dilakukan uji keseragaman untuk mengetahui bahwa data berasal dari sistem yang sama dan memiliki keseragaman dimana data yang dikumpulkan tidak keluar dari batas atas dan bawah yang sudah ditentukan melalui peta kendali.

##### c. Menghitung Waktu Normal

Setelah langkah melakukan uji kecukupan dan keseragaman data maka peneliti menghitung nilai waktu normal yang didapatkan berdasarkan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

waktu siklus dan faktor kelonggaran (allowance) sebelumnya. Dalam menghitung waktu normal ditambahkan faktor penyesuaian sebagai pertimbangan akan adanya kelonggaran yang dilakukan pekerja saat melakukan aktivitas kerjanya.

d. Menghitung Nilai FTE dan rekomendasi

Dengan mengetahui waktu normal pekerja maka nilai beban kerja yang dialami pekerja dapat ditentukan berdasarkan persamaan FTE dan dibandingkan menggunakan nilai indeks FTE. Selanjutnya dapat dianalisis kebutuhan pekerja yang diperlukan pada suatu divisi atau stasiun kerja.

### 3.7 Analisa

Analisa secara mendalam dilakukan terhadap data yang telah diolah. Analisa data merupakan kegiatan evaluasi dari pengolahan data, analisa dilakukan berdasarkan teori yang telah dipelajari sebelumnya sehingga dapat ditemukan keputusan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

### 3.8 Kesimpulan dan Saran

Untuk mengetahui hasil penelitian maka dibuat kesimpulan yang merupakan suatu pernyataan yang berasal dari keseluruhan hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian sehingga membuktikan bahwa penelitian sudah berhasil dilakukan. Langkah selanjutnya setelah menentukan kesimpulan adalah menentukan saran berupa masukan kepada pihak perusahaan dan kepada peneliti-peneliti selanjutnya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB VI PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisa terhadap penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Menurut konsep pareto dengan memperhatikan skor kumulatif nilai RPN maka dapat diketahui 8 komponen kritis pada mesin *pumping unit* adalah *V-belt, Electric motor, Bridle line, Bracket pin, Baut Klem, Saddle bearing, Handbrake, Wrist pin*.

Penjadwalan perawatan secara preventif usulan yang didapatkan setelah melakukan pengolahan data menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan model *Age Replacement* menghasilkan dua jadwal usulan yaitu jadwal penggantian komponen dan jadwal pemeriksaan pencegahan. Jadwal usulan tersebut dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 6.1 Rekapitulasi Jadwal *Preventive* Usulan

Komponen	Penggantian (Hari)	Pemeriksaan (Hari)
<i>V-belt</i>	96	19
<i>Electric motor</i>	75	17
<i>Bridle line</i>	159	37
<i>Bracket pin</i>	92	22
<i>Baut Klem</i>	92	26
<i>Saddle bearing</i>	94	37
<i>Handbrake</i>	121	74
<i>Wrist pin</i>	90	42

Sumber: Pengolahan Data (2021)

- Analisis beban kerja menggunakan metode *Full Time Equivalent* (FTE) dilakukan dan menghasilkan skor nilai 1,42525. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jumlah operator yang diperlukan untuk melakukan aktivitas tersebut adalah 2 orang. Jumlah operator yang ditemui dilapangan telah berjumlah 2 orang, sehingga tidak diperlukan usulan penambahan operator dalam melaksanakan kegiatan perawatan pencegahan terhadap *pumping unit*.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Saran

Adapun saran yang dapat diajukan dari penelitian Tugas Akhir ini untuk penelitian selanjutnya yaitu:

Kepada peneliti berikutnya, diharapkan dapat lebih menyempurnakan pembahasan seperti menambah komponen yang diteliti untuk meminimalisir terjadinya kegagalan



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R., & Rusindiyanto, R. (2020). Penentuan Jumlah Teller Berbasis Beban Kerja Dengan Metode Full Time Equivalent (FTE) Di PT. Bank Jatim. *Juminten*, 1(6), 170-181.
- Ahmadi, N., & Hidayah, N. Y. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode RCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 167-176.
- Asih, E. W., Sodikin, I., & Triski, D. S. (2021). Penjadwalan Perawatan Preventif dan Waktu Penggantian Mesin Huller Dengan Metode *Age Replacement* dan *Therboogh's Model*. *PROSIDING SNAST*, 22-31.
- Erliana, Cut Ita. (2015). *Analisa dan Pengukuran Kerja*. Aceh: Universitas Malikussaleh
- Gupta, G., & Mishra, R. P. (2018). Identification of critical components using ANP for implementation of reliability centered maintenance. *Procedia CIRP*, 69, 905-909.
- Hudaningsih, N. (2019). Analisis Kebutuhan Karyawan Dengan Menggunakan Metode Full TIME Equivalent (Fte) Pada Departemen Produksi PT. Borsya Cipta Communica. *Jurnal Tambora*, 3(2), 98-106.
- Karunia, R., ferro Ferdinand, P., & Febianti, E. (2018). Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, (1).
- Mesra, T., Melliana, M., Fitra, F., & Amanda, R. (2018). Maintenance Pompa Reciprocating 211/212 Pm-4 A/B Menggunakan Metode Rcm Di Pt Pertamina (Persero) Refinery Unit Ii Dumai. *Buletin Utama Teknik*, 13(3), 175-183.
- Ngadiyono, Yatin. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Pardiyono, R., & Suryani, P. (2020). Meningkatkan Keandalan Komponen Mesin Dan Minimasi Downtime Pada Mesin Picanol Gtx Seri 22844. *Sistemik (Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu teknik)*, 08(1).
- Parwoko, Bambang Setiyo Hari. (2015). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Mesin*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Situngkir, D. I. (2019). Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 39-43.
- Sanaryo, S., Hakim, L., & Jumali, D. (2018). Aplikasi Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Sistem Saluran Gas Mesin Wartsila. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 1(2), 27-35.
- Suroso, H. C., & Yulvito, Y. (2020). Analisa Pengukuran Waktu Kerja guna Menentukan Jumlah Karyawan Packer di PT. Sinarmas Tbk. *Jurnal IPTEK*, 24(1), 67-74.
- Susanto, A. D., & Azwir, H. H. (2018). Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 21-35.
- Tama, S. G. (2017). Penentuan Interval Waktu Optimal Penggantian Komponen Wire Screen Pada Mesin Wire Part Dengan Metode Age Replacement Di PT. Mount Dream Indonesia. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(02).
- Vidyantoro, M., Rosihan, R. I., & Warniningsih, W. (2019). Penjadwalan Penggantian Komponen Gas Compresorunit C Waukesha L7042 Gsi Dengan Metode Age Replacement (PT. Pertamina Ep Asset Tambun Field). *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(2).
- Vidyastuti, N. L., & Nugroho, H. (2020). Dampak Covid-19 terhadap Industri Minyak dan Gas Bumi: Rekomendasi Kebijakan untuk Indonesia. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 4(2), 166-176.

## WAWANCARA PERAWATAN MESIN

## IDENTITAS INFORMAN

Nama :

Jabatan :

Stasiun :

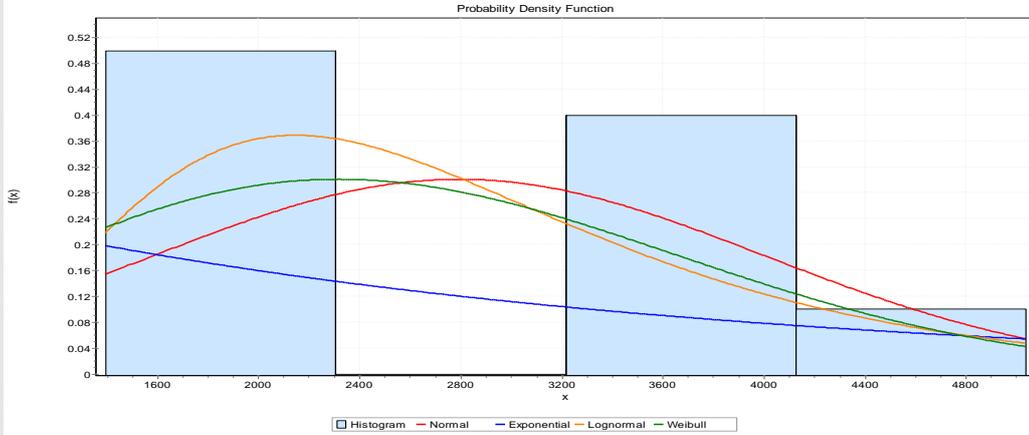
No	Pertanyaan dan Jawaban
1	Bagaimana teknis perawatan terhadap <i>pumping unit</i> ?
2	Apakah fungsi dari <i>V-belt</i> ?
3	Apa saja mode kerusakan pada <i>V-belt</i> ?
4	Apa penyebab kerusakan yang dialami <i>V-belt</i> ?
5	Apa dampak dari kerusakan yang dialami <i>V-belt</i> ?
	Apakah tindakan yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan pada <i>V-belt</i> ?
	Apakah ada perawatan yang dilakukan terhadap <i>V-belt</i> ?

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

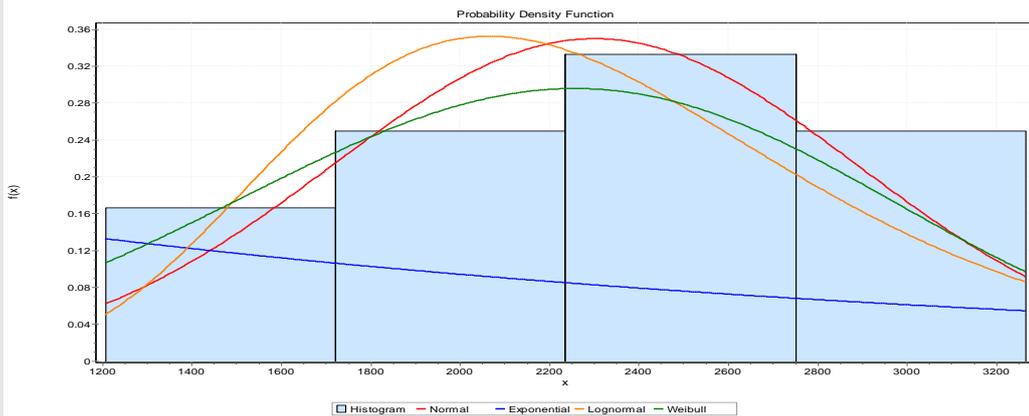
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Probability Density Function TTF Kerusakan

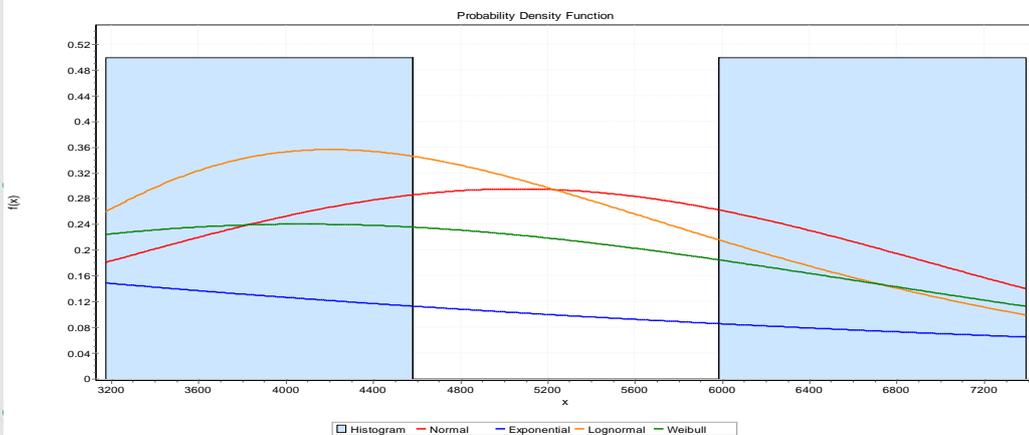
V-belt



2. Electric Motor



Bridle line



© Hak cipta

slamir

rif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

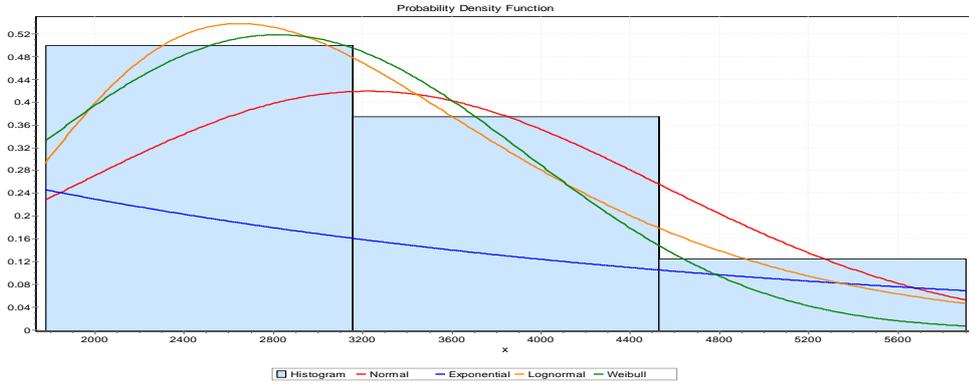
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



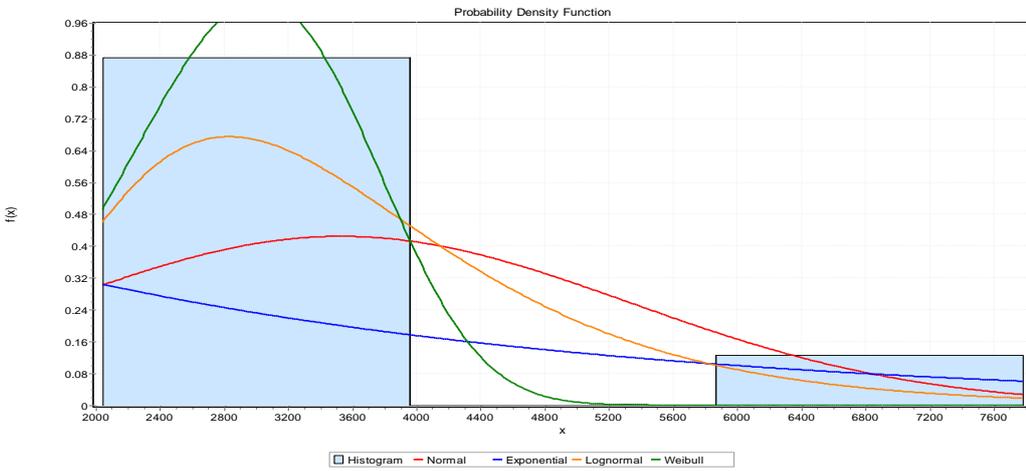
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

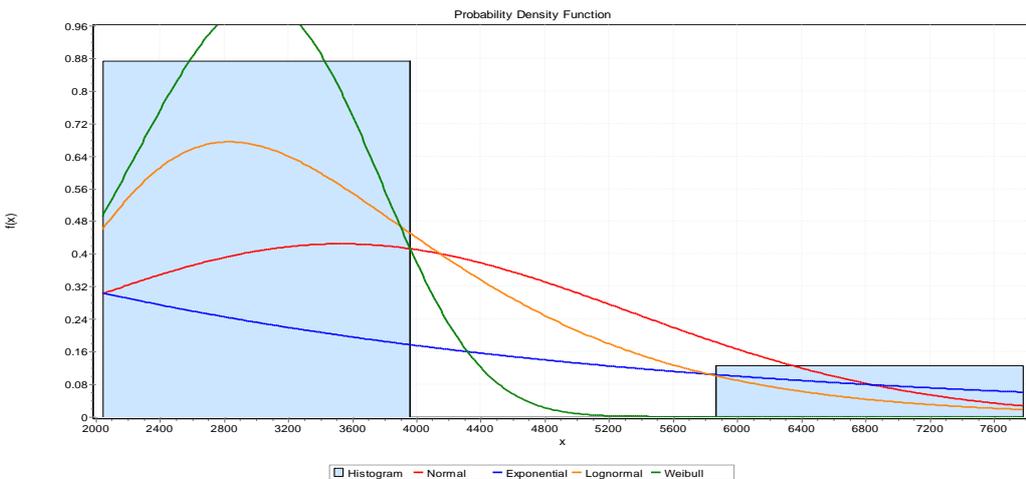
4. Bracket pin



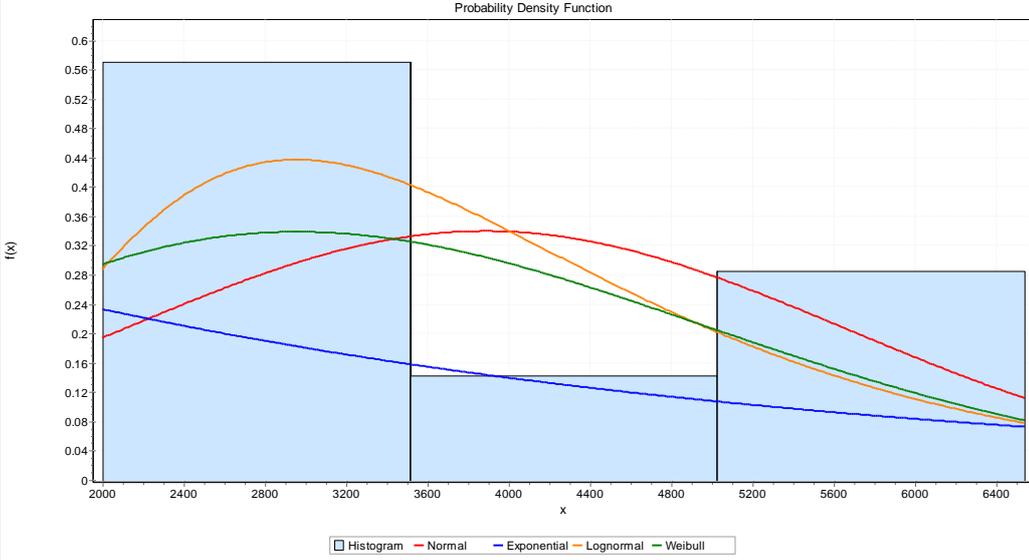
5. Baut klem



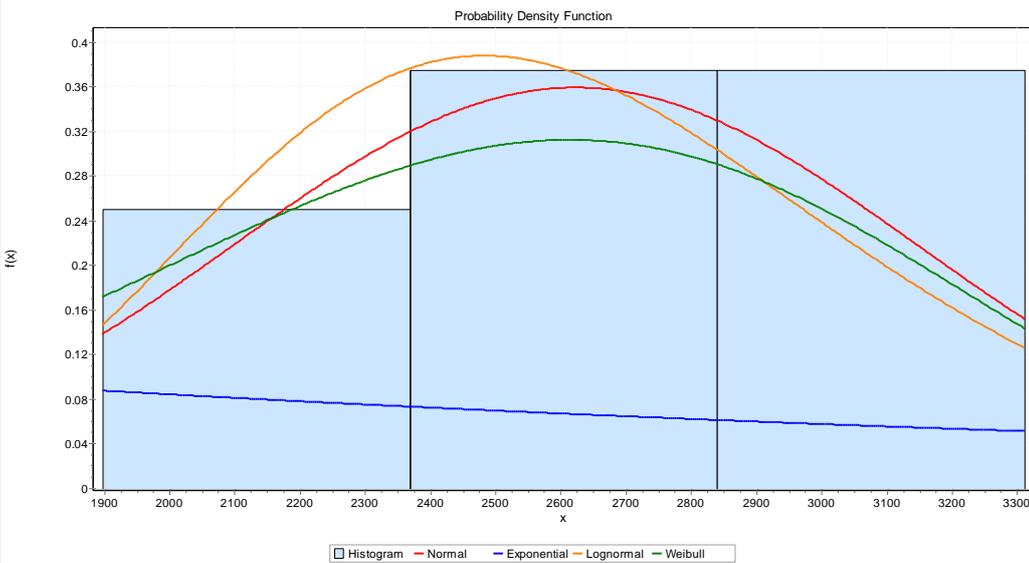
6. Saddle bearing



## Handbrake



## 8. Wrist pin



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan

V-belt

Dengan menggunakan distribusi normal, berikut perhitungannya:

$$= 1209,6$$

$$= 2794,6$$

$$MTTF = 2794,6$$

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$F(2100) = \Phi\left(\frac{2100 - 2794,6}{1209,6}\right) = 0,2843$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$= 1 - 0,2843 = 0,7157$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$= \frac{2794,6}{0,2843} = 9.829,757$$

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp + T_f).R(tp) + [M(tp) + T_{f[1-R(tp)]}]}$$

$$= \frac{1,5 * 0,7157 + 1,5 * (1 - 0,7157)}{(2100 + 1,5) * 0,7157 + (9.829,757 + 1,5) * (1 - 0,7157)}$$

$$= 0,000349$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,000349 = 0,999651$$

T = Age replacement adalah 2300 jam (nilai downtime minimum)

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1300	0.1093	0.8907	25568.16	0.000379	0.999621
1500	0.0446	0.9554	62659.19	0.000355	0.999645
1700	0.1841	0.8159	15179.79	0.000359	0.999641
1900	0.2296	0.7704	12171.6	0.000352	0.999648
2100	0.2843	0.7157	9829.757	0.000350	0.999651
2300	0.3446	0.6554	8109.692	0.000349	0.999651
2500	0.4052	0.5948	6896.841	0.00035	0.99965
2700	0.4681	0.5319	5970.092	0.000354	0.999646
2900	0.5359	0.4641	5214.779	0.000362	0.999638
3100	0.5987	0.4013	4667.78	0.000371	0.999629
3300	0.6628	0.3372	4216.355	0.000384	0.999616
3500	0.719	0.281	3886.787	0.000397	0.999603
3700	0.7734	0.2266	3613.395	0.000413	0.999587
3900	0.8186	0.1814	3413.877	0.000428	0.999572
4100	0.8599	0.1401	3249.913	0.000445	0.999555
4300	0.8925	0.1075	3131.204	0.00046	0.99954
4500	0.9207	0.0793	3035.299	0.000476	0.999524
4700	0.9418	0.0582	2967.297	0.000489	0.999511
4900	0.9591	0.0409	2913.773	0.000501	0.999499

## 2. V-belt

Dengan menggunakan distribusi normal, berikut perhitungannya:

$$\sigma = 587,57$$

$$\mu = 2302$$

$$MTTF = 2302$$

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$F(1000) = \Phi\left(\frac{1000 - 2302}{587,57}\right) = 0,0136$$

$$\begin{aligned} R(tp) &= 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \\ &= 1 - 0,0136 = 0,9864 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(tp) &= \frac{MTTF}{F(tp)} \\ &= \frac{2302}{0,0136} = 169.264,7 \end{aligned}$$

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_f [1-R(tp)]}{(tp+T_f).R(tp) + [M(tp) + T_f [1-R(tp)]]}$$

$$= \frac{2*0,9864 + 2*(1-0,9864)}{(1000+2)*0,9864 + (169.264,7+2)*(1-0,9864)}$$

$$= 0,000608$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,000608 = 0,999392$$

T = Age replacement adalah 1800 jam (nilai *downtime* minimum)

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1000	0.0136	0.9864	169264.7	0.000608	0.999392
1100	0.0207	0.9793	111207.7	0.000592	0.999408
1200	0.0307	0.9693	74983.71	0.000577	0.999423
1300	0.0446	0.9554	51614.35	0.000564	0.999436
1400	0.063	0.937	36539.68	0.000553	0.999447
1500	0.0869	0.9131	26490.22	0.000544	0.999456
1600	0.117	0.883	19675.21	0.000538	0.999462
1700	0.1539	0.8461	14957.76	0.000535	0.999466
1800	0.1977	0.8023	11643.9	0.000534	0.999466
1900	0.2482	0.7518	9274.778	0.000536	0.999464
2000	0.305	0.695	7547.541	0.000541	0.999459
2100	0.3669	0.6331	6274.189	0.00055	0.99945
2200	0.4325	0.5675	5322.543	0.000563	0.999437
2300	0.5	0.5	4604	0.000579	0.999421
2400	0.5636	0.4364	4084.457	0.000597	0.999403
2500	0.6331	0.3669	3636.076	0.000621	0.999379
2600	0.6915	0.3085	3328.995	0.000644	0.999356
2700	0.7486	0.2514	3075.073	0.000671	0.999329
2800	0.8023	0.1977	2869.251	0.0007	0.9993
2900	0.8461	0.1539	2720.719	0.000727	0.999273
3000	0.883	0.117	2607.022	0.000753	0.999247
3100	0.9131	0.0869	2521.082	0.000777	0.999223

Bridle line

Dengan menggunakan distribusi weibull, berikut perhitungannya:

$$= 2,1995$$

$$= 5.370,6$$

$$MTTF = 4.756,3$$

$$\begin{aligned}
 R(tp) &= e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\
 R(3000) &= 2,718^{-\left(\frac{3000}{5370.6}\right)^{2.1995}} = 0,757465 \\
 F(tp) &= 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\
 &= 1 - 0,757465 = 0,242535 \\
 M(tp) &= \frac{MTTF}{F(tp)} \\
 &= \frac{4756.3}{0,242535} = 19.610,77 \\
 D(tp) &= \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp+T_f).R(tp) + [M(tp)+T_{f[1-R(tp)]}]} \\
 &= \frac{2*0,757465 + 2*(1-0,757465)}{(3000+2)*0,757465 + (19.610,77+2)*(1-0,757465)} \\
 &= 0,000284 \\
 A(tp) &= 1 - D(tp) \\
 &= 1 - 0,000284 = 0,999716
 \end{aligned}$$

$T$  = Age replacement adalah 3800 jam (nilai downtime minimum)

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
3000	0.757465	0.242535	19610.77	0.000284	0.999716
3200	0.726044	0.273956	17361.52	0.000282	0.999718
3400	0.693633	0.306367	15524.86	0.000281	0.999719
3600	0.660461	0.339539	14008.1	0.00029	0.99972
3800	0.626754	0.373246	12743.07	0.00028	0.99972
4000	0.59274	0.40726	11678.79	0.000281	0.999719
4200	0.558642	0.441358	10776.52	0.000282	0.999718
4400	0.524675	0.475325	10006.41	0.000283	0.999717
4600	0.491043	0.508957	9345.198	0.000285	0.999715
4800	0.457941	0.542059	8774.498	0.000288	0.999712
5000	0.425544	0.574456	8279.663	0.00029	0.99971
5200	0.394016	0.605984	7848.889	0.000294	0.999706
5400	0.3635	0.6365	7472.588	0.000298	0.999702
5600	0.334122	0.665878	7142.899	0.000302	0.999698
5800	0.305987	0.694013	6853.33	0.000306	0.999694
6000	0.279182	0.720818	6598.477	0.000311	0.999689
6200	0.253775	0.746225	6373.811	0.000316	0.999684
6400	0.229812	0.770188	6175.508	0.000321	0.999679

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
6600	0.207326	0.792674	6000.322	0.000326	0.999674
6800	0.186328	0.813672	5845.475	0.000332	0.999668
7000	0.166816	0.833184	5708.581	0.000337	0.999663
7200	0.148772	0.851228	5587.574	0.000343	0.999657

Bracket pin

Dengan menggunakan distribusi lognormal, berikut perhitungannya:

$$= 0,36091$$

$$= 8,0126$$

$$MTTF = 3222$$

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$$

$$F(1500) = \Phi\left(\frac{\ln 1500 - 8,0126}{0,36091}\right) = 0,0262$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$$

$$= 1 - 0,0262 = 0,9738$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$= \frac{3222}{0,0262} = 122.977,1$$

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp + T_f).R(tp) + [M(tp) + T_{f[1-R(tp)]}]}$$

$$= \frac{2 * 0,9738 + 2 * (1 - 0,9738)}{(1500 + 2) * 0,9738 + (122.977,1 + 2) * (1 - 0,9738)}$$

$$= 0,000427$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,000427 = 0,999573$$

$T_f$  = Age replacement adalah 2200 jam (nilai downtime minimum)

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1500	0.0262	0.9738	122977.1	0.000427	0.999573
1600	0.0392	0.9608	82193.88	0.00042	0.99958
1700	0.0559	0.9441	57638.64	0.000414	0.999586
1800	0.0764	0.9236	42172.77	0.000409	0.999591
1900	0.1003	0.8997	32123.63	0.000405	0.999595
2000	0.1271	0.8729	25350.12	0.000402	0.999598
2100	0.1587	0.8413	20302.46	0.000401	0.999599
2200	0.1894	0.8106	17011.62	0.000399	0.999601
2300	0.2266	0.7734	14218.89	0.0004	0.9996
2400	0.2643	0.7357	12190.69	0.000401	0.999599
2500	0.3015	0.6985	10686.57	0.000402	0.999598
2600	0.3409	0.6591	9451.452	0.000405	0.999595
2700	0.3783	0.6217	8517.05	0.000408	0.999592
2800	0.4168	0.5832	7730.326	0.000412	0.999588
2900	0.4562	0.5438	7062.692	0.000417	0.999583
3000	0.492	0.508	6548.78	0.000421	0.999579
3100	0.7673	0.2327	4199.14	0.000507	0.999493
3200	0.5636	0.4364	5716.82	0.000433	0.999567
3300	0.5987	0.4013	5381.66	0.00044	0.99956
3400	0.6293	0.3707	5119.975	0.000446	0.999554
3500	0.6628	0.3372	4861.195	0.000454	0.999546

## 5. Baut klem

Dengan menggunakan distribusi lognormal, berikut perhitungannya:

$$= 0,3724$$

$$= 8,0082$$

$$MTTF = 3489,5$$

$$F(tp) = \Phi \left( \frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right)$$

$$F(1800) = \Phi \left( \frac{\ln 1800 - 8,0082}{0,3724} \right) = 0,0823$$

$$R(tp) = 1 - \Phi \left( \frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right)$$

$$= 1 - 0,0823 = 0,9177$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$= \frac{3489,5}{0,0823} = 42.400$$

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp+T_f).R(tp) + [M(tp)+T_{f[1-R(tp)]}]}$$

$$= \frac{2*0,9177 + 2*(1-0,9177)}{(1800+2)*0,9738 + (42.400 + 2)*(1-0,9177)}$$

$$= 0,0004$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,0004 = 0,9996$$

$T$  = Age replacement adalah 2200 jam (nilai downtime minimum)

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1800	0.0823	0.9177	42399.76	0.000389	0.999611
2000	0.1335	0.8665	26138.58	0.000383	0.999617
2200	0.1977	0.8023	17650.48	0.00038	0.99962
2400	0.2709	0.7291	12881.14	0.000382	0.999618
2600	0.3483	0.6517	10018.66	0.000386	0.999614
2800	0.4247	0.5753	8216.388	0.000392	0.999608
3000	0.5	0.5	6979	0.000401	0.999599
3200	0.5675	0.4325	6148.899	0.00041	0.99959
3400	0.6293	0.3707	5545.05	0.000421	0.999579
3600	0.6879	0.3121	5072.685	0.000433	0.999567
3800	0.7389	0.2611	4722.561	0.000446	0.999554
4000	0.7823	0.2177	4460.565	0.000458	0.999542
4200	0.8186	0.1814	4262.766	0.00047	0.99953
4400	0.8531	0.1469	4090.376	0.000483	0.999517
4600	0.877	0.123	3978.905	0.000493	0.999507
4800	0.898	0.102	3885.857	0.000502	0.999498
5000	0.9177	0.0823	3802.441	0.000512	0.999488
5200	0.9319	0.0681	3744.5	0.00052	0.99948
5400	0.9441	0.0559	3696.113	0.000527	0.999473
5600	0.9545	0.0455	3655.841	0.000534	0.999466
5800	0.9633	0.0367	3622.444	0.00054	0.99946
6000	0.9699	0.0301	3597.794	0.000545	0.999455
6200	0.9756	0.0244	3576.773	0.000549	0.999451
6400	0.9803	0.0197	3559.625	0.000553	0.999447
6600	0.9838	0.0162	3546.961	0.000556	0.999444
6800	0.9868	0.0132	3536.178	0.000558	0.999442

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
7000	0.9893	0.0107	3527.241	0.000561	0.999439
7200	0.9913	0.0087	3520.125	0.000563	0.999437
7400	0.9929	0.0071	3514.453	0.000564	0.999436
7600	0.9941	0.0059	3510.21	0.000566	0.999434

Saddle bearing

Dengan menggunakan distribusi normal, berikut perhitungannya:

$$= 472,23$$

$$= 2774$$

$$MTTF = 2774$$

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$F(2150) = \Phi\left(\frac{2150 - 2774}{472,23}\right) = 0,0934$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$= 1 - 0,0934 = 0,9066$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$= \frac{2774}{0,00934} = 29.700,21$$

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp + T_f).R(tp) + [M(tp) + T_{f[1-R(tp)]}]}$$

$$= \frac{2 * 0,9066 + 2 * (1 - 0,9066)}{(2150 + 2) * 0,9066 + (29.700,21 + 2) * (1 - 0,9066)}$$

$$= 0,000423$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,000423 = 0,999577$$

T = Age replacement adalah 2250 jam (nilai downtime minimum)

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
2150	0.0934	0.9066	29700.21	0.000424	0.999577
2200	0.1131	0.8869	24526.97	0.000424	0.999577
2250	0.1335	0.8665	20779.03	0.000423	0.999577
2300	0.1587	0.8413	17479.52	0.000425	0.999575
2350	0.1867	0.8133	14858.06	0.000427	0.999573
2400	0.2148	0.7852	12914.34	0.000429	0.999571
2450	0.2451	0.7549	11317.83	0.000432	0.999568
2500	0.281	0.719	9871.886	0.000437	0.999563
2550	0.3192	0.6808	8690.476	0.000443	0.999557
2600	0.3557	0.6443	7798.707	0.000449	0.999551
2650	0.3974	0.6026	6980.372	0.000457	0.999543
2700	0.4364	0.5636	6356.554	0.000465	0.999535
2750	0.4801	0.5199	5777.963	0.000476	0.999524
2800	0.5199	0.4801	5335.641	0.000485	0.999515
2850	0.5636	0.4364	4921.93	0.000498	0.999502
2900	0.6064	0.3936	4574.538	0.000511	0.999489
2950	0.6443	0.3557	4305.448	0.000523	0.999477
3000	0.6844	0.3156	4053.185	0.000537	0.999463
3050	0.719	0.281	3858.136	0.000551	0.999449
3100	0.7549	0.2451	3674.659	0.000566	0.999434
3150	0.7852	0.2148	3532.858	0.000579	0.999421
3200	0.8159	0.1841	3399.926	0.000594	0.999406
3250	0.8413	0.1587	3297.278	0.000608	0.999392
3300	0.8665	0.1335	3201.385	0.000622	0.999378
3350	0.8888	0.1112	3121.062	0.000635	0.999365
3400	0.9066	0.0934	3059.784	0.000647	0.999353
3450	0.9236	0.0764	3003.465	0.000658	0.999342
3500	0.9382	0.0618	2956.726	0.000668	0.999332

Handbrake

Dengan menggunakan distribusi weibull, berikut perhitungannya:

$$= 2,1223$$

$$= 3.994,2$$

$$MTTF = 3.537,4$$

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 R(tp) &= e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\
 R(1700) &= 2,718^{-\left(\frac{1700}{3994,2}\right)^{2.1223}} = 0,849453 \\
 F(tp) &= 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \\
 &= 1 - 0,849453 = 0,150547 \\
 M(tp) &= \frac{MTTF}{F(tp)} \\
 &= \frac{3537,4}{0,150547} = 23.496,91 \\
 D(tp) &= \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp+Tf).R(tp) + [M(tp)+T_{f[1-R(tp)]}]} \\
 &= \frac{0,5*0,849453 + 0,5*(1-0,849453)}{(1700+2)*0,849453 + (23.496,91 + 0,5)*(1-0,849453)} \\
 &= 0,0001004 \\
 A(tp) &= 1 - D(tp) \\
 &= 1 - 0,0001004 = 0,9999
 \end{aligned}$$

$T$  = Age replacement adalah 2900 jam (nilai downtime minimum)

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1700	0.849453	0.150547	23496.91	0.0001004	0.9999
1900	0.813341	0.186659	18951.18	0.0000984	0.999902
2100	0.774531	0.225469	15689.08	0.0000968	0.999903
2300	0.733513	0.266487	13274.19	0.0000957	0.999904
2500	0.690801	0.309199	11440.53	0.0000950	0.999905
2700	0.646918	0.353082	10018.64	0.0000946	0.999905
2900	0.602384	0.397616	8896.53	0.0000946	0.999905
3100	0.557705	0.442295	7997.826	0.0000949	0.999905
3300	0.513359	0.486641	7269.012	0.0000956	0.999904
3500	0.469791	0.530209	6671.705	0.0000965	0.999904
3700	0.427401	0.572599	6177.802	0.0000977	0.999902
3900	0.386544	0.613456	5766.343	0.0000991	0.999901
4100	0.347516	0.652484	5421.439	0.0001008	0.999899
4300	0.310564	0.689436	5130.858	0.0001026	0.999897
4500	0.275873	0.724127	4885.054	0.0001046	0.999895
4700	0.243577	0.756423	4676.484	0.0001068	0.999893
4900	0.213756	0.786244	4499.111	0.0001090	0.999891

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
5100	0.186441	0.813559	4348.055	0.0001114	0.999889
5300	0.161619	0.838381	4219.321	0.0001138	0.999886
5500	0.139238	0.860762	4109.615	0.0001162	0.999884
5700	0.119214	0.880786	4016.186	0.0001186	0.999881
5900	0.101435	0.898565	3936.722	0.0001209	0.999879
6100	0.085769	0.914231	3869.262	0.0001231	0.999877
6300	0.072067	0.927933	3812.131	0.0001253	0.999875

Wrist pin

Dengan menggunakan distribusi normal, berikut perhitungannya:

$$= 524,34$$

$$= 2622,8$$

$$MTTF = 2622,8$$

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$F(1700) = \Phi\left(\frac{1700 - 2622,8}{524,34}\right) = 0,0392$$

$$R(tp) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$= 1 - 0,0392 = 0,9608$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$= \frac{2622,8}{0,0392} = 66.908,16$$

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp + T_f) \cdot R(tp) + [M(tp) + T_{f[1-R(tp)]}]}$$

$$= \frac{1 \cdot 0,9608 + 1 \cdot (1 - 0,9608)}{(1700 + 1) \cdot 0,9608 + 66.908,16 \cdot (1 - 0,9608)}$$

$$= 0,000235$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,000235 = 0,999765$$

$T$  = Age replacement adalah 2150 jam (nilai downtime minimum)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tp	F(tp)	R(tp)	M(tp)	D(tp)	A(tp)
1700	0.0392	0.9608	66908.16	0.000235	0.999765
1750	0.0485	0.9515	54078.35	0.000233	0.999767
1800	0.0582	0.9418	45065.29	0.000232	0.999768
1850	0.0708	0.9292	37045.2	0.00023	0.99977
1900	0.0901	0.9099	29109.88	0.00023	0.99977
1950	0.1003	0.8997	26149.55	0.000228	0.999772
2000	0.119	0.881	22040.34	0.000228	0.999772
2050	0.1379	0.8621	19019.58	0.000228	0.999772
2100	0.1611	0.8389	16280.57	0.000228	0.999772
2150	0.1841	0.8159	14246.61	0.000228	0.999772
2200	0.209	0.791	12549.28	0.000229	0.999771
2250	0.2388	0.7612	10983.25	0.000231	0.999769
2300	0.2709	0.7291	9681.801	0.000233	0.999767
2350	0.305	0.695	8599.344	0.000235	0.999765
2400	0.3372	0.6628	7778.173	0.000237	0.999763
2450	0.3707	0.6293	7075.263	0.00024	0.99976
2500	0.409	0.591	6412.714	0.000244	0.999756
2550	0.4443	0.5557	5903.219	0.000247	0.999753
2600	0.484	0.516	5419.008	0.000252	0.999748
2650	0.5199	0.4801	5044.816	0.000257	0.999743
2700	0.5596	0.4404	4686.919	0.000262	0.999738
2750	0.5948	0.4052	4409.549	0.000268	0.999732
2800	0.6331	0.3669	4142.789	0.000274	0.999726
2850	0.6664	0.3336	3935.774	0.00028	0.99972
2900	0.7019	0.2981	3736.715	0.000287	0.999713
2950	0.7324	0.2676	3581.103	0.000293	0.999707
3000	0.7642	0.2358	3432.086	0.0003	0.9997
3050	0.791	0.209	3315.803	0.000307	0.999693
3100	0.8186	0.1814	3204.007	0.000314	0.999686
3150	0.8413	0.1587	3117.556	0.00032	0.99968
3200	0.8643	0.1357	3034.594	0.000327	0.999673
3250	0.8849	0.1151	2963.951	0.000334	0.999666
3300	0.9015	0.0985	2909.373	0.000339	0.999661

UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## WAKTU KERJA

Aktivitas *Pressure and Temperature Check*

No	Kegiatan	Pengamatan (Hari)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Mengelilingi PU untuk memeriksa hazard	245	240	250	240	240	243
2	Memeriksa temperatur casing dan tubing menggunakan temperatur gun	45	48	45	44	42	44.8
3	Memeriksa pressure casing dengan pressure gate 15 dan pressure tubing dengan pressure 600	570	565	565	570	565	567

Aktivitas *Operation Routine Duties Clair*

No	Kegiatan	Pengamatan								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Mengamati pergerakan polished rod, bridle line, horse head dari depan dan samping	4	4.3	4.5	4.2	4	3.9	4.4	4.5	4.225
2	Mendengarkan bunyi yang ditimbulkan saddle bearing, tail bearing, equalizer, pitman arm, wrist pin	3	3.2	3.1	3	3.2	3.2	3.2	3	3.1125
	Mendengarkan bunyi yang ditimbulkan gear reducer, v-belt, electric motor	2.2	2.1	2	2	2.3	2.1	2	2.3	2.125
	Mematikan pumping unit	2	2.15	2	2.1	2	2.15	2.2	2	2.075
	Periksa kelengkapan handbrake	28.5	30	29	31.5	30	27.5	30	29	29.4375
	Periksa oli pada gear box	5.1	5.2	5	5	5.2	5.2	5.2	5.15	5.13125
	Periksa kondisi v-belt	14.5	15	14.6	14.7	14	13.8	15	15	14.575
	Periksa kondisi saddle bearing dan tail bearing	15.1	14.83	15	15	14.83	14.83	14.83	15.2	14.9525
	Periksa kelengkapan horse head	2	2.2	2	2.2	2	2	1.8	2.2	2.05

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No	Kegiatan	Pengamatan								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Periksa komponen pitman arm	11.6	11	11	12	11.8	11	11.5	12	11.4875
2	Periksa kondisi bridle line	15	14.5	13.4	15	14.5	13.6	15	14.5	14.4375
3	Periksa bagian polished rod	10	10.1	10.83	10	10.1	10.83	10.83	10.83	10.44
4	Periksa kondisi pipa, casing, tubing dan flow line	11.3	11.4	11.2	11.2	11.2	11	11.5	11.4	11.275
5	Menghidupkan pumping unit	3	2.83	3.1	3	3	2.83	3	3.1	2.9825

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Allowance Perusahaan

Faktor	Kategori	Presentase
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	7,5%
Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	1%
Gerakan kerja	Normal	0%
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	2%
Keadaan temperatur	Normal	3%
Keadaan atmosfer	Baik	0%
Keadaan lingkungan	Keadaan yang luar biasa	1%
Kebutuhan pribadi	Pria	2%
Total		16,5%

Dari observasi yang sudah dilakukan oleh perusahaan maka ditetapkan bahwa total *allowance* yang wajib diberikan kepada pekerja adalah sebesar 16,5%, sehingga faktor *allowance* itu akan menentukan *efisiensi* waktu pekerjaan.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN PUMPING UNIT DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)

Anwardi<sup>1</sup>, Nofirza<sup>2</sup>, Vena Annisya Ramadhani<sup>3</sup>

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR. Soebrantas KM. 18 No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293  
Email: anwardi@uin-suska.ac.id, nofirza@uin-suska.ac.id, venaannisyaramadhani99@gmail.com

## Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui usulan penjadwalan terhadap preventive maintenance mesin pumping unit pada PT. Grand Kretch, Tbk. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan menemukan ketidaksesuaian jadwal pemeriksaan mengakibatkan keterlambatan dalam penanganan mesin yang dapat meningkatkan downtime. Metode yang digunakan untuk mendapatkan usulan jadwal preventive maintenance adalah Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan model Age Replacement. Sehingga ditemukan 8 komponen kritis yaitu v-belt dengan interval penggantian 96 hari, electric motor dengan interval penggantian 75 hari, bridle line dengan interval penggantian 159 hari, bracket pin dengan interval penggantian 92 hari, baut klem dengan interval penggantian 92 hari, saddle bearing dengan interval penggantian 94 hari, handbrake dengan interval penggantian 121 hari dan wrist pin dengan interval penggantian 90 hari. Penggantian pencegahan dapat menurunkan total downtime sebesar 15,9%. Analisa beban kerja menggunakan metode Full Time Equivalent menunjukkan skor nilai 1,4223 berarti jumlah operator yang diperlukan 2 orang dan telah sesuai dengan realita di lapangan. Setelah dikaji menggunakan 2 metode diketahui ketidaksesuaian jadwal pemeriksaan dapat diatasi dengan penjadwalan usulan tanpa penambahan jumlah operator

**Kata kunci:** Preventive, RCM, Age Replacement, FTE

## Abstract

This study aims to determine the proposed scheduling for preventive maintenance of pumping unit machines at PT. Grand Kretch, Tbk. Preliminary research that has been done has found a mismatch in the inspection schedule resulting in delays in machine handling which can increase downtime. The method used to obtain the proposed preventive maintenance schedule is Reliability Centered Maintenance (RCM) with the Age Replacement model. So that found 8 critical components, namely v-belt with replacement interval of 96 days, electric motor with replacement interval of 75 days, bridle line with replacement interval of 159 days, bracket pin with replacement interval of 92 days, baut klem with replacement interval of 92 days, saddle bearing with replacement interval of 94 days, handbrake with 121 day replacement interval and wrist pin with 90 day replacement interval. Preventive replacement can reduce total downtime by 15.9%. Workload analysis using the Full Time Equivalent method shows a score of 1.4223 which means the number of operators required is 2 people and is in accordance with the reality in the field. After being studied using 2 methods, it is known that the discrepancy in the inspection schedule can be overcome by scheduling proposals without increasing the number of operators

**Keywords:** Preventive, RCM, Age Replacement, FTE

## 1. Pendahuluan

PT. Grand Kartech adalah perusahaan kontraktor di bidang minyak dan gas. Untuk mendukung kegiatan produksi yang ada, salah satu pekerjaan yang dilakukan adalah pekerjaan *field checker* terhadap *pumping unit* atau pompa minyak agar dapat beroperasi dengan baik. Secara umum pekerjaan operator *field checker*

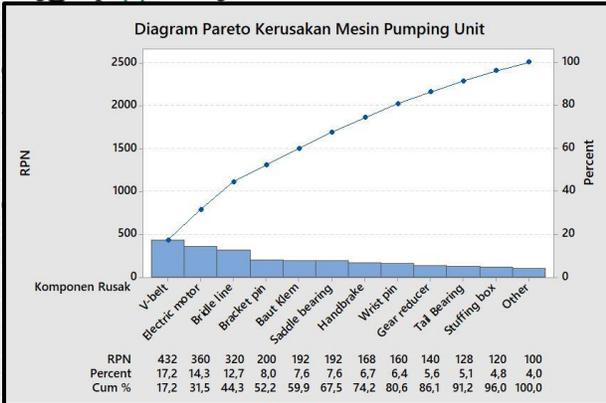
mencakup kegiatan *preventive maintenance* yaitu dengan melakukan pemeriksaan tekanan dan suhu pada pompa, serta pemeriksaan rutin unit pompa berdasarkan *checklist* yang disediakan perusahaan dan inspeksi umum pada periode tertentu.

Pekerjaan divisi *field checker* dinilai belum efektif berdasarkan adanya nilai produksi minyak yang



Hak Cipta

Berdasarkan tabel FMEA, maka diketahui diagram pareto sebagai berikut



Gambar 1. Diagram Pareto  
Sumber: Pengolahan Data (2021)

Berdasarkan pareto, 8 komponen kritis yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini yaitu *V-belt*, *Electric motor*, *Bridle line*, *Bracket pin*, *Baut Klem*, *Saddle bearing*, *Handbrake*, *Wrist pin*.

**Penentuan Distribusi TTF**

Berikut distribusi terpilih TTF setelah melakukan uji kolmogrov smirnov.

Tabel 3 Rekapitulasi Dstribusi TTF

komponen	Distribusi	Parameter
<i>V-belt</i>	Normal	$\sigma=1209,6 \mu=2794,6$
<i>Electric motor</i>	Normal	$\sigma=587,57 \mu=2302$
<i>Bridle line</i>	Weibull	$\alpha=2,1995 \beta= 5370,6$
<i>Bracket pin</i>	Lognormal	$\sigma=0,3609 \mu=8,0126$
<i>Baut Klem</i>	Lognormal	$\sigma=0,3725 \mu=8,0882$
<i>Saddle bearing</i>	Normal	$\sigma=472,23 \mu=2774$
<i>Handbrake</i>	Weibull	$\alpha=2,1223 \beta= 3994,2$
<i>Wrist pin</i>	Normal	$\sigma=524,34 \mu=2622,8$

Sumber: Pengolahan data (2021)

*Mean Time to Failure* (MTTF) dari data komponen kritis mesin *Pumping unit* melalui perhitungan *Statassist* ataupun *output Calculations* dari *Software Edyfit 5.5 Professional*

Tabel 4. MTTF

No	Komponen kritis	MTTF (Jam)
1	<i>V-belt</i>	2794.6
2	<i>Electric motor</i>	2302
3	<i>Bridle line</i>	4756.3
4	<i>Bracket pin</i>	3222
5	<i>Baut Klem</i>	3489.5

Sumber: Pengolahan data (2021)

Tabel 4. MTTF (Lanjutan)

No	Komponen kritis	MTTF (Jam)
6	<i>Saddle bearing</i>	2774
7	<i>Handbrake</i>	3537.4
8	<i>Wrist pin</i>	2622.8

Sumber: Pengolahan data (2021)

**c. Penentuan Intrval Waktu Perbaikan Pencegahan**

Berikut adalah interval waktu penggantian komponen kritis *v-belt*, dengan distribusi terpilih yaitu distribusi *normal*. Maka fungsi dapat diketahui dengan rumus (Sunaryo, dkk., 2018):

$$\begin{aligned} \sigma &= 1209.6 \\ \mu &= 2794.6 \\ \text{MTTF} &= 2794.6 \\ F(tp) &= \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \\ F(2100) &= \Phi\left(\frac{2100 - 2794,6}{1209,6}\right) = 0,2843 \\ R(tp) &= 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \\ &= 1 - 0,2843 = 0,7157 \\ M(tp) &= \frac{\text{MTTF}}{F(tp)} \\ &= \frac{2794,6}{0,2843} = 9.829,757 \end{aligned}$$

Nilai fungsi selanjutnya dimasukkan ke dalam model *Age replacement* sebagai berikut (Pardiyono, dkk., 2020)

$$D(tp) = \frac{T_p R_{(tp)} + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp+Tf).R(tp) + [M(tp)+T_{f[1-R(tp)]}]}$$

Keterangan:

- tp* = Interval waktu penggantian pencegahan per satuan waktu.
- Tf* = Waktu yang diperlukan untuk penggantian karena kerusakan.
- Tp* = *Downtime* yang terjadi karena kegiatan penggantian.
- f(t)* = Fungsi distribusi interval waktu antar kerusakan.
- R(tp)* = Kehandalan terjadinya siklus i pada saat *tp*.
- M(tp)* = Waktu rata-rata terjadinya suatu kerusakan jika penggantian dilakukan saat *tp*.

$$\begin{aligned} D(tp) &= \frac{T_p R_{(tp)} + T_{f[1-R(tp)]}}{(tp+Tf).R(tp) + [M(tp)+T_{f[1-R(tp)]}]} \\ &= \frac{1,5 \cdot 0,7157 + 1,5 \cdot (1 - 0,7157)}{(2100 + 1,5) \cdot 0,7157 + (9.829,757 + 1,5) \cdot (1 - 0,7157)} \\ &= 0,000349 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A(tp) &= 1 - D(tp) \\ &= 1 - 0,000349 = 0,999651 \\ T &= \text{Age replacement adalah } 2300 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang penyalinan atau penjiplakan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta

Arif Kasim

State Islamic University of Sumatra

UIN Suska Riau

Tabel 5. Rekapitulasi Interval Perbaikan Komponen

No	Komponen	Age Replacement (Jam)
1	V-belt	2300
2	Electric motor	1800
3	Bridle line	7200
4	Bracket pin	2200
5	Baut Klem	2200
6	Saddle bearing	2250
7	Handbrake	6300
8	Wrist pin	2150

Sumber: Pengolahan data (2021)

**Pentuan Intrval Waktu Pemeriksaan Pencegahan**

Berikut adalah interval waktu pemeriksaan komponen kritis v-belt

- a. Rata-rata jam kerja hari kerja per bulan = 30 hari
- jam kerja tiap hari = 24 jam
- Rata-rata jam kerja per bulan = 30 x 24 = 720 jam

- b. Jumlah kerusakan jumlah kerusakan selama 12 bulan = 5 kerusakan

- c. Waktu rata-rata perbaikan

$$1/\mu = \frac{MTRR}{\text{Rata-rata jam kerja/bulan}}$$

$$= \frac{1,5}{720} = 0,00208$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0,00208} = 480,77$$

- d. Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 15 menit = 0,25 jam

$$1/i = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{Rata-rata jam kerja/bulan}}$$

$$= \frac{0,25}{720} = 0,000347$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,000347} = 2.881,84$$

- e. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan per 12 bulan}}{12}$$

$$= \frac{5}{12} = 0,416$$

- f. Frekuensi Pemeriksaan Optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,416 \times 2.881,84}{480,77}} = 1,579$$

- g. Interval Waktu Pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{720}{1,579} = 455,95 \text{ jam}$$

- h. Nilai Availability

$$D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$$

$$= \frac{0,416}{1,579 \times 455,95} + \frac{1,579}{2.881,84}$$

$$= 0,001096$$

$$A(n) = 1 - D(n)$$

$$= 0,998904$$

Tabel 6 Rekapitulasi Interval Perawatan Komponen

No	Komponen	Age Replacement (Jam)
1	V-belt	455,95
2	Electric motor	395,1
3	Bridle line	882,947
4	Bracket pin	509,66
5	Baut Klem	623,59
6	Saddle bearing	884,54
7	Handbrake	1.761,87
8	Wrist pin	997,85

Sumber: Pengolahan data (2021)

**e. Analisa Availability dan Reliability**

Berikut hasil perhitungan nilai *availability* komponen

Tabel 7. Rekapitulasi *Avaibility* Total

Komponen	A(tp)	A(n)	A total
V-belt	0,999651	0,998904	0,998555
Electric motor	0,999464	0,998735	0,998200
Bridle line	0,999816	0,999434	0,999250
Bracket pin	0,999601	0,99902	0,998621
Baut Klem	0,99962	0,9992	0,998820
Saddle bearing	0,999577	0,999435	0,999012
Handbrake	0,999947	0,999436	0,999383
Wrist pin	0,999772	0,999683	0,999455

Sumber: Pengolahan data (2021)

Pemeriksaan pencegahan memiliki rata-rata nilai 0,998912 atau 99,89 %. Sehingga peluang tersedianya komponen untuk menjalankan fungsinya dengan baik adalah 99,89% dan 0,11% sisanya adalah terjadi kerusakan.

Berikut adalah tabel perbandingan tingkat keandalan sebelum dan setelah dilakukan penggantian pencegahan

Tabel 8. Perbandingan Tingkat *Reliability*

Komponen	R(tp)	Rm(t)	Peningkatan (%)
V-belt	0.434095	0.876595	44.3
Electric motor	0.606273	0.854196	24.8
Bridle line	0.426572	0.751696	32.5
Bracket pin	0.672786	0.800099	12.7
Baut Klem	0.253817	0.670735	41.7
Saddle bearing	0.468796	0.869051	40.0
Handbrake	0.405117	0.558359	15.3
Wrist pin	0.565091	0.846509	28.1

Sumber: Pengolahan data (2021)

Nilai *reliability* dapat menunjukkan tingkat kemampuan mesin untuk beroperasi secara

1. Dilarang menyalin, mengutip, atau menjiplak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berlanjut tanpa mengalami kerusakan, sehingga *reliability* yang mendekati nilai 1 akan semakin baik (Widyantoro, dkk., 2019) dan menunjukkan bahwa komponen tersebut dapat membuat mesin beroperasi dengan lebih baik.

Berikut adalah contoh perhitungan perbandingan nilai *downtime* terhadap komponen *V-belt*:

$$D(t) \times (\text{Waktu operasi mesin/tahun})$$

$$0,00399 \times 7920 \text{ jam}$$

$$3,15637 \text{ Jam}$$

*Downtime* sesudah *Preventive*

$$D(tp) \times (\text{Waktu operasi mesin/tahun})$$

$$0,000349 \times 7920 \text{ jam}$$

$$2,76 \text{ Jam}$$

Tabel 9. Perbandingan Total *Downtime*

Komponen	Sebelum	Sesudah	Penurunan (%)
<i>V-belt</i>	3.15637	2.760531	12.54
<i>Electric motor</i>	4.789149	4.226096	11.76
<i>Bridle line</i>	2.092592	1.454927	30.47
<i>Bracket</i>	3.327763	3.163369	4.94
<i>Put Klem</i>	3.822087	3.013378	21.16
<i>Saddle bearing</i>	4.070659	3.350835	17.68
<i>Handbrake</i>	0.68774	0.422	38.64
<i>Wrist pin</i>	2.066	1.804	12.68
<b>Total</b>	<b>24.012</b>	<b>20.195</b>	<b>15.9</b>

Sumber: Pengolahan data (2021)

### Full Time Equivalent (FTE)

Berikut adalah jam kerja satu tahun yang diperlukan untuk mengetahui nilai jam kerja efektif. Model FTE dapat dilihat sebagai berikut (Hudaningih, dkk., 2019)

$$FTE = \frac{\text{Total Waktu Aktivitas} + \text{Allowance}}{\text{Total Waktu Tersedia}}$$

Sedangkan nilai Total Waktu Aktivitas, *Allowance* dan Total Waktu tersedia dapat dihitung melalui persamaan berikut :

- Total Waktu Aktivitas = Waktu Kerja Utama + Waktu Kerja Pendukung + Waktu Kerja Insidental
- Allowance* = Kelonggaran x Jumlah Hari Setahun x Jam Kerja Sehari
- Total Waktu Tersedia = Jumlah Hari dalam Setahun x Jam Kerja Sehari

Tabel 10. Perhitungan Jam Efektif Kerja

Perhitungan	Keterangan	Satuan	Jumlah
Hari kerja 2020	Berdasarkan data perusahaan 2020	Hari	230
Jam kerja per tahun	Hari x 6,5 (jam kerja)	Jam	1.495
Efektivitas kerja	100 - 16,5 ( <i>allowance</i> )	%	83,5
<b>Total jam efektif kerja</b>	Jam kerja x efektivitas kerja	Jam	<b>1.248,33</b>

Sumber: PT. Grand Kartech, Tbk (2021)

Berikut data kegiatan kerja operator *field checker*

Tabel 11. Kegiatan Kerja Operator

Pressure and Temperatur Check (P&T)	
No	Kegiatan
1	Mengelilingi PU untuk memeriksa <i>hazard</i>
2	Memeriksa <i>temperatur casing and tubing</i> menggunakan <i>temperatur gun</i>
3	Memeriksa <i>pressure casing</i> dengan <i>pressure gate</i> 15 dan <i>pressure tubing</i> dengan <i>pressure</i> 600
Operation Routine Duties Clair (ORDC)	
No	Kegiatan
1	Mengamati pergerakan <i>polished rod, Bridle line, Horse head</i> dari depan dan samping
2	Mendengarkan bunyi yang ditimbulkan <i>Saddle bearing, Tail Bearing, equalizer, pitman arm, wrist pin</i>
3	Mendengarkan bunyi yang ditimbulkan <i>gear reducer, v-belt, electric motor</i>
4	Mematikan <i>pumping unit</i>
5	Periksa kelengkapan <i>handbrake</i>
6	Periksa oli pada <i>gear box</i>
7	Periksa kondisi <i>v-belt</i>
8	Periksa kondisi <i>Saddle bearing</i> dan <i>Tail Bearing</i>
9	Periksa kelengkapan <i>Horse head</i>
10	Periksa komponen <i>pitman arm</i>
11	Periksa kondisi <i>Bridle line</i>
12	Periksa bagian <i>polished rod</i>
13	Periksa kondisi pipa, <i>casing, tubing</i> dan <i>flow line</i>
14	Menghidupkan <i>pumping unit</i>

Sumber: Pengumpulan Data (2021)

Berikut adalah data waktu normal setelah dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data

Tabel 12. Waktu Normal

P&T			
No	Rf	Ws	Wn
1	1	243	243
2	0.99	44.8	44.352
3	1.05	550	577.5

Sumber: Pengolahan data (2021)

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau. Staf Pemicu Universitas Syarif Kasim

Nilai FTE selanjutnya didapatkan dengan membagi nilai *Hours/year* dengan *effective hours* yang bernilai 1.248,33 jam.

Tabel 12. *Full Time Equivalent*

P&T	Hours/year	FTE
1	403.65	0.323353
2	73.6736	0.059018
3	959.2917	0.768463
ORDC	Hours/year	FTE
1	11.83	0.009477
2	8.8893	0.007121
3	5.95	0.004766
4	5.7519	0.004608
5	82.425	0.066028
6	14.22383	0.011394
7	40.81	0.032692
8	41.867	0.033539
9	5.3382	0.004276
10	28.48406	0.022818
11	38.808	0.031088
12	29.81664	0.023885
13	16.6474	0.013336
14	8.10047	0.006489
<b>TOTAL</b>		<b>1.422352</b>

Sumber: Pengolahan data (2021)

Dengan tabel indeks nilai FTE, dapat dibandingkan skor nilai FTE sesungguhnya dengan nilai indeks untuk diketahui kebutuhan pekerjanya (Hudaningsih, dkk., 2019)

Tabel 12. Indeks FTE

Indeks FTE	Kebutuhan Tenaga Kerja
0 – 1,0	1 orang
1,0 – 2,0	2 orang
2 – 3,0	3 orang

Sumber: Hudaningsih, dkk., 2019

Diketahui total nilai FTE untuk kegiatan operator *field checker* adalah 1.422352 hal ini menunjukkan kebutuhan operator adalah 2 orang dan telah sesuai dengan jumlah operato yang ditemui di lapangan.

**5. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisa terhadap penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Menurut konsep pareto dengan memperhatikan skor kumulatif nilai RPN maka dapat diketahui 8 komponen kritis pada mesin *pumping unit* adalah *V-belt, Electric motor, Bridle line, Bracket pin, Baut Klem, Saddle bearing, Handbrake, Wrist pin.*
2. Penjadwalan perawatan secara preventif usulan yang didapatkan setelah melakukan pengolahan

Tabel 12. Waktu Normal (Lanjutan)

ORDC			
No	Rf	Ws	Wn
1	1	4.225	4.225
2	1.02	3.1125	3.17475
3	1	2.125	2.125
4	0.99	2.075	2.05425
5	1	29.4375	29.4375
6	0.99	5.13125	5.079938
7	1	14.575	14.575
8	1	14.9525	14.9525
9	0.93	2.05	1.9065
10	0.97	10.4875	10.17288
11	0.96	14.4375	13.86
12	1.02	10.44	10.6488
13	0.94	6.325	5.9455
14	0.97	2.9825	2.893025

Sumber: Pengolahan data (2021)

Selanjutnya perlu diketahui nilai waktu kerja/tahun seperti berikut:

*Temperature and Pressure Check*

Dengan frekuensi (F) 26 kali/hari dan total hari/tahun 230

*Operation Routine Duties Clair*

Dengan frekuensi (F) 14 kali/bulan dan total hari/tahun 230

Tabel 11. Nilai Waktu Kerja/ Tahun

P&T	Durasi (Detik)	Waktu (Jam)
1	243	403.65
2	44.352	73.6736
3	577.5	959.2917
ORDC	Durasi (menit)	Waktu (Jam)
1	4.225	11.83
2	3.17475	8.8893
3	2.125	5.95
4	2.05425	5.7519
5	29.4375	82.425
6	5.079938	14.22383
7	14.575	40.81
8	14.9525	41.867
9	1.9065	5.3382
10	10.17288	28.48406
11	13.86	38.808
12	10.6488	29.81664
13	5.9455	16.6474
14	2.893025	8.10047

Sumber: Pengolahan data (2021)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



data menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan model *Age Replacement* menghasilkan dua jadwal usulan yaitu jadwal penggantian komponen dan jadwal pemeriksaan pencegahan. Jadwal usulan tersebut dapat dilihat melalui tabel berikut:

Komponen	Penggantian (Hari)	Pemeriksaan (Hari)
V-belt	96	19
Electric motor	75	17
Bridge line	159	37
Bracket pin	92	22
Baut Klem	92	26
Saddle bearing	94	37
Handbrake	121	74
Wrist pin	90	42

- Analisis beban kerja menggunakan metode *Full Time Equivalent* (FTE) dilakukan dan menghasilkan skor nilai 1,4223. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jumlah operator yang diperlukan untuk melakukan aktivitas tersebut adalah 2 orang. Jumlah operator yang ditemui dilapangan telah berjumlah 2 orang, sehingga tidak diperlukan usulan penambahan operator dalam melaksanakan kegiatan perawatan pencegahan terhadap *pumping unit*.

#### Daftar Pustaka

Ahmadi, N., & Hidayah, N. Y. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode RCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 167-176.

- Asih, E. W., Sodikin, I., & Triski, D. S. (2021). Penjadwalan Perawatan Preventif dan Waktu Penggantian Mesin Huller Dengan Metode *Age Replacement* dan *Therboogh's Model*. *PROSIDING SNAST*, 22-31.
- Gupta, G., & Mishra, R. P. (2018). Identification of critical components using ANP for implementation of reliability centered maintenance. *Procedia CIRP*, 69, 905-909.
- Hudaningsih, N. (2019). Analisis Kebutuhan Karyawan Dengan Menggunakan Metode Full TIME Equivalent (Fte) Pada Departemen Produksi PT. Borsya Cipta Communica. *Jurnal Tambora*, 3(2), 98-106.
- Karunia, R., ferro Ferdinant, P., & Febianti, E. (2018). Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Kritis Mesin Stone Crusher Menggunakan Model Age Replacement. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, (1).
- Pardiyono, R., & Suryani, P. (2020). Meningkatkan Keandalan Komponen Mesin Dan Minimasi Downtime Pada Mesin Picanol Gtx Seri 22844. *Sistemik (Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu teknik)*, 08(1).
- Sunaryo, S., Hakim, L., & Jumali, D. (2018). Aplikasi Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Sistem Saluran Gas Mesin Wartsila. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 1(2), 27-35.
- Widyantoro, M., Rosihan, R. I., & Warniningsih, W. (2019). Penjadwalan Penggantian Komponen Gas Compressorunit C Waukesha L7042 Gsi Dengan Metode Age Replacement (PT. Pertamina Ep Asset Tambun Field). *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(2).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Vena Annisya Ramadhani merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Putri dari Ainul Yaqin dan Sudarwati. Penulis lahir pada tanggal 20 Desember 1999. Adapun perjalanan penulis dalam pendidikan formal adalah sebagai berikut:

Tahun 2005	Memasuki Sekolah Dasar Negeri 013 Gajah Sakti dan menyelesaikan pendidikannya pada tahun 2011
Tahun 2011	Memasuki Sekolah Menengah Pertama Negeri 04 Mandau dan menyelesaikan pendidikannya pada tahun 2014
Tahun 2014	Memasuki Sekolah Menengah Atas Negeri 02 Mandau dan menyelesaikan pendidikannya pada tahun 2017
Tahun 2017	Terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim Riau, Jurusan Teknik Industri

Nomor handphone 0823 8676 7352

E-Mail [venaannisyaramadhani99@gmail.com](mailto:venaannisyaramadhani99@gmail.com)

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.