

**PERANCANGAN PENJADWALAN PERAWATAN  
MESIN CURING PADA PT. NOK FREUDENBERG**

**SKRIPSI**



**Oleh :**

**NESTOR TAKKAS SIMANJUNTAK**

**160410108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2022**

**PERANCANGAN PENJADWALAN PERAWATAN  
MESIN CURING PADA PT. NOK FREUDENBERG**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**NESTOR TAKKAS SIMANJUNTAK**

**160410108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2022**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Nestor Takkas Simanjuntak

NPM : 160410108

Fakultas : Teknik dan Komputer

Program Studi : Teknik Industri

Menyatakan bahwa “skripsi” yang saya buat dengan judul :

**PERANCANGAN PENJADWALAN PERAWATAN MESIN CURING PADA PT. NOK FREUDENBERG** Adalah hasil karya sendiri dan bukan “duplikasi” dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah skripsi ini digugurkan dan gelar Sarjana yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

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

Batam, 28 Juli 2023



**Nestor Takkas Simanjuntak**  
160410108

**PERANCANGAN PENJADWALAN PERAWATAN MESIN  
CURING PADA PT. NOK FREUDENBERG**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :  
Nestor Takkas Simanjuntak  
160410108**

**Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal  
seperti tertera dibawah ini**

**Batam, 28 Juli 2023**



**Elsva Paskaria Loyda Tarigan, S.T., M.Sc.  
Pembimbing**

## ABSTRAK

Aktivitas produksi sering mengalami hambatan dikarenakan tidak berfungsinya mesin-mesin produksi. Untuk menjaga kestabilan produksi perlu adanya sistem pemeliharaan mesin atau peralatan produksi. PT.NOK *Freundenberg Sealing Technologies* Batam merupakan salah satu perusahaan yang bergerak sebagai produsen dan pemasok *oil seal* untuk industri otomotif dan non-otomotif serta komponen cetakan *rubber* lainnya. Berdasarkan hasil laporan *downtime* produksi pembuatan seal ini banyak terdapat atau masalah *breakdown* pada mesin *curing*. Permasalahan pada mesin *curing* dapat menghambat proses produksi yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi dan juga keterlambatan produksi yang dihasilkan dan juga belum ditemukan tindakan perawatan yang optimal. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan tindakan perawatan yang optimal untuk setiap komponen kritis mesin *curing* pada proses produksi pembuatan *oil sealing*. Hasil analisis dengan menggunakan metode RCM dalam menentukan distribusi yang akan digunakan dalam menghitung waktu antar kerusakan yang terjadi pada mesin *curing* menggunakan *distribusi exponensial* hal ini berdasarkan hasil perhitungan terbesar yaitu sebesar 3,278. Perhitungan penjadwalan pada mesin *curing* pada masing –masing komponen dengan didasarkan perhitungan jenis kerusakan diantara yaitu sensor tidak menyala dilakukan penjadwalan *preventive maintenance* pada periode setelah pemakaian diatas 35,19 jam, abnormal show dilakukan penjadwalan *preventive maintenance* pada periode setelah pemakaian diatas 20,32 jam, temperatur error dilakukan penjadwalan *preventive maintenance* pada periode setelah pemakaian diatas 43,10 jam, SK abnormal penjadwalan *preventive maintenance* pada periode setelah pemakaian diatas 15,24 jam serta shaft patah penjadwalan *preventive maintenance* pada periode setelah pemakaian diatas 19,27 jam. Dengan dilakukannya penjadwalan perbaikan yang telah disarankan dimaksudkan dapat meminimalkan waktu *downtime* dan mengurangi jumlah *reject* produk *oil sealing*.

Kata kunci : Distribusi exponensial, *Preventive maintenance*, *Reliability Centered Maintenance*

## **ABSTRACT**

*Production activities often experience obstacles due to the malfunction of production machinery. To maintain production stability, it is necessary to have a maintenance system for production machinery or equipment. PT.NOK Freudenberg Sealing Technologies Batam is one of the companies engaged as a manufacturer and supplier of oil seals for the automotive and non-automotive industries and other rubber molded components. Based on the results of the seal manufacturing production downtime report, there are many breakdown problems on the curing machine. Problems with the curing machine can hamper the production process which has an impact on reducing production capacity and also delays in the production produced and also has not found optimal maintenance actions. Reliability Centered Maintenance (RCM) is one of the methods used to determine the optimal maintenance action for each critical component of the curing machine in the oil sealing production process. The results of the analysis using the RCM method in determining the distribution to be used in calculating the time between damage that occurs in the curing machine using the exponential distribution, this is based on the results of the largest calculation of 3.278. Calculation of scheduling on the curing machine on each component based on the calculation of the type of damage between the sensor does not turn on preventive maintenance scheduling is carried out in the period after use above 35.19 hours, abnormal show is carried out preventive maintenance scheduling in the period after use above 20.32 hours, temperature error is carried out preventive maintenance scheduling in the period after use above 43.10 hours, SK abnormal preventive maintenance scheduling in the period after use above 15.24 hours and broken shaft preventive maintenance scheduling in the period after use above 19.27 hours. By scheduling improvements that have been suggested, it is intended to minimize downtime and reduce the number of reject oil sealing products.*

*Keywords: Exponential distribution, Preventive maintenance, Reliability Centered Maintenance*

## KATA PENGANTAR

Dengan kuasa Tuhan Yang maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam; Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI
  2. Dekan Fakultas Teknik dan Komputer; Welly Sugianto, S.T., M.T.
  3. Ketua Program Studi Teknik Industri; Nofriani Fajrah, S.T., M.T.
  4. Elsy Paskaria Loyda Tarigan, S.T., M.Sc.selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
  5. Dosen Teknik Industri Universitas Putera Batam, Dosen dan Staf Universitas Putera Batam umumnya.
  6. Bapak saya Gordon Dantes Simanjuntak yang menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan pendidikan.
  7. Ibu saya Dumaria br Samosir yang selalu mendoakan dan mendukung saya baik dari segi materil dan maupun spiritual dalam penulisan skripsi ini.
  8. Bang Aron Futra Simanjorang yang selalu mendukung, membantu dan memotivasi saya untuk menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.
- Semoga Tuhan yang Maha Kuasa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya, Amin.

Batam, 28 July 2023

Nestor Takkas Simanjuntak

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Teori Dasar .....	7
2.2 Penelitian Terdahulu .....	13
2.3 Kerangka Berfikir .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Desain Penelitian .....	19
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	20
3.3 Teknik Analisis Data .....	20
3.4 Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	25
4.1.1 Data Kerusakan Mesin Curing .....	25
4.1.2 Data Waktu Kerusakan Mesin Curing .....	25
4.1.3 Perhitungan MTBF dan MTTR .....	27
4.1.4 Pemilihan Distribusi Data Kerusakan Mesin <i>Curing</i> .....	29
4.1.5 Perhitungan Penjadwalan Perawatan Mesin <i>Curing</i> .....	32
4.2 Pembahasan .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
Lampiran 1. Pendukung Penelitian	
Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup	
Lampiran 3. Surat Keterangan Penelitian	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Fishbone .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Kerangka Pemikiran .....	18
<b>Gambar 3.1</b> Desain Penelitian .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Data Nilai Probability Plot Distribusi .....	30
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Perhitungan MLE <i>Analysis</i> .....	31
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Perhitungan MLE <i>Characteristic</i> .....	31

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1.</b> Jumlah Kerusakan Mesin <i>Curing</i> .....	3
<b>Tabel 2.1.</b> Penelitian Terdahulu .....	13
<b>Tabel 3.1</b> Jadwal Penelitian .....	24
<b>Tabel 4. 1</b> Jumlah Kerusakan Mesin <i>Curing</i> .....	25
<b>Tabel 4.2</b> Data waktu kerusakan mesin <i>Curing</i> .....	26
<b>Tabel 4.3</b> <i>Data waktu kerusakan mesin Curing</i> .....	28
<b>Tabel 4.4</b> Data Perhitungan MTBF dan MTTR .....	28

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seluruh kegiatan proses produksi harus didukung dengan adanya perkembangan teknologi yang dipergunakan dalam kegiatan tersebut, hal ini disebabkan kinerja suatu teknologi mesin yang berproses dengan baik dapat mendukung kinerja kelancaran proses produksi. Kelancaran proses produksi tersebut harus selalu diupayakan agar tidak mengalami kegagalan dalam proses produksi atau mengalami suatu masalah pada saat produksi berlangsung dan mesin yang dalam kondisi baik dapat meningkatkan tenaga kerja bekerja dengan secara optimal. Mesin produksi dapat bekerja dengan optimal sesuai yang diinginkan perusahaan jika mesin tersebut selalu dalam keadaan yang baik, salah satu cara agar mesin dalam keadaan baik yaitu adanya sistem perawatan yang terjadwal.

Perawatan pada mesin disetiap perusahaan merupakan salah satu upaya menjadikan perusahaan tersebut dapat bersaing dengan perusahaan lain dalam memenuhi permintaan konsumen. Perawatan merupakan kegiatan perawatan atau perbaikan yang dilakukan meliputi kegiatan perbaikan yang dilakukan sesuai ketentuan pabrik pembuat, data *history* kerusakan mesin,identifikasi, dan diagnosa kerusakan mesin (Lubis, 2017). Kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan meliputi perawatan, perbaikan, penggantian, dan pengujian dari mesin tersebut agar mampu mempertahankan kemampuan kerja mesin dan menghilangkan atau mengurangi resiko kerusakan mendadak yang akan menyebabkan kerugian secara ekonomis.

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian–kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya. Pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu perawatan preventif dan perawatan korektif. *Preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi, sedangkan korektif maintenance dilakukan setelah terjadinya kegagalan atau kerusakan pada sebuah sistem (Fastristya, L. G. I., F. T. Dwiatmaji, 2018) . Dampak yang terjadi akibat ketidak teraturan terhadap perawatan mesin atau peralatan diantaranya tidak tercapainya target produksi, kehilangan waktu proses produksi, biaya perbaikan yang lebih tinggi, dan biaya lembur akibat kehilangan waktu produksi.

PT.NOK *Freundenberg Sealing Technologies* Batam awalnya adalah PT. NOK Asia Batam yang secara resmi berganti nama pada awal tahun 2019 lalu. Perubahan nama ini merupakan bentuk kerjasama antara NOK Asia Group dengan perusahaan Freudenberg Group asal Jerman. Perusahaan ini beroperasi di Kawasan Industri Batamindo dengan kegiatan usaha sebagai produsen dan pemasok *oil seal* untuk industri otomotif dan non-otomotif serta komponen cetakan *rubber* lainnya. Proses kegiatan produksi di PT.NOK *Freundenberg Sealing Technologies* memiliki beberapa metode dalam pembuatan produknya diantaranya yaitu *Extrusion technique* dan *Die-cutting technique* dengan menggunakan beberapa mesin sebagai pendukung utama dalam proses produksinya. Berdasarkan hasil laporan *downtime* produksi pembuatan seal ini banyak terdapat atau masalah *breakdown* pada mesin *curing*. Permasalahan pada mesin *curing* dapat menghambat proses produksi yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi dan juga keterlambatan produksi yang dihasilkan. Salah

satu pentingnya peranan mesin *curing* untuk menjamin kelancaran produksi, maka bagi departemen *maintenance* pemeliharaan mesin menjadi titik perhatian agar peluang terjadinya *Downtime* kerusakan mesin dapat diminimalkan.

Kegiatan perawatan mesin di PT. *NOK Freudenberg Sealing Technologies* Batam tidak didasarkan pada data-data kerusakan mesin sebagai landasan dalam terlaksananya kegiatan perawatan mesin tersebut hal ini disebabkan masih belum terprogram kegiatan perawatan dan SOP khusus mengenai penanga perawatan pada mesin *curing*. Jumlah kerusakan mesin *curing* yang terjadi dalam periode dapat dilihat pada tabel 1.1.dibawah ini.

Tabel 1.1. Jumlah Kerusakan Mesin Curing Periode September 2021 – Februari 2022

Tahun	Bulan	Frekuensi
2021	September	6
	Oktober	5
	November	10
2022	Desember	7
	Januari	7
	Februari	5
Total		40

Sumber: *Maintenance PT.NOK Freudenberg 2021, 2022*

Jumlah frekuensi kerusakan mesin *curing* yang masih tinggi dan waktu *downtime* yang lama menjadi permasalahan bagi perusahaan dan pihak perusahaannya mengganti komponen tanpa memperhatikan kapasitas *Stock Spare Parts* dari mesin *curing*, jika terjadi hal yang rusak terjadi maka akan menyebabkan terhentinya proses produksi kegiatan

*curing seal*. Sistem perawatan secara *preventive* yang memiliki jadwal yang teratur diharapkan dapat mengurangi banyaknya frekuensi terhentinya proses produksi dan dapat memberikan dampak negatif terhadap hilangnya kerugian penurunan kapasitas produksi yang dapat membuat kehilangan keuntungan bagi perusahaan.

Permasalahan pada penelitian ini adalah tidak adanya sistem pengaturan jadwal *preventive* mesin, oleh sebab itu peneliti mencoba memecahkan permasalahan terkait dengan sistem perancangan jadwal *preventive* mesin dengan pendekatan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan landasan dasar untuk perawatan fisik dan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal (Sukopriyatno et al., 2019). Tindakan tersebut dilakukan agar proses perbaikan yang dikerjakan dapat menjamin setiap komponen-komponen mesin berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan. RCM mempertahankan fungsi mesin dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan lalu dilakukan pemilihan tindakan perawatan pencegahan yang efektif sehingga dengan adanya jadwal yang tepat dapat meningkatkan keandalan mesin, menurunnya angka kerusakan mesin diharapkan keuntungan perusahaan dapat dimaksimalkan melalui proses produksi yang baik.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu mesin produksi *curing* yang membuat proses produksi jadi terhambat dan belum adanya penjadwal kegiatan *preventive* pada mesin *curing*.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini memiliki batasan permasalahan yaitu pada penelitian yang dilakukan hanya pada mesin *curing* agar bisa meminimalkan *downtime* pada mesin tersebut.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Penelitian ini merumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

Bagaimana merancang penjadwalan perawatan mesin curing ?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin didapat oleh peneliti dalam penelitian ini sebagai berikut

:

Untuk mengetahui cara meminimalkan *downtime* mesin agar dapat memaksimalkan kerja mesin *curing*.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

#### **1.6.1 Manfaat Teoritis**

Secara teoritis hasil penelitian ini di harap dapat memberi manfaat yaitu:

- 1) Menambah dan menerapkan pengetahuan penulis mengenai cara implementasi kegiatan *maintenance* di industri.
- 2) Sebagai bahan acuan refrensi yang dapat berguna didalam pendidikan.

#### **1.6.2 Manfaat Praktis**

Secara praktis hasil penelitian ini dapat memberi manfaat sebagai berikut :

- 1) Bagi Objek Penelitian
  - a) Mampu mengurangi *downtime* mesin pada proses produksi.

b) Meningkatkan dan memaksimalkan kerja mesin *curing*.

2) Bagi Universitas Putera Batam

Penelitian ini bisa digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan implementasi penjadwalan kegiatan *maintenance* dalam *downtime* mesin yang terjadi pada proses produksi.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

##### **2.1.1 Perawatan Mesin**

Kegiatan perawatan mesin adalah kegiatan yang mengarah kepada keterjaminannya kelangsungan fungsi dari suatu alat dalam sistem produksi atau dengan kata lainnya kegiatan perawatan mesin adalah segala upaya dalam kegiatan yang dikerjakan dalam hal menjaga sistem peralatan yang bertujuan agar tercapainya target perusahaan sesuai dengan target dari perusahaan (Anwar et al., 2017) Kegiatan perawatan perlu dilakukan untuk menjaga ataupun memperbaiki peralatan agar dapat melaksanakan kegiatan produksi dengan efektif dan efisien sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Adanya sistem perawatan merupakan salah satu pendukung terhadap terlaksananya sistem produksi yang baik yang di indikasikan adanya perawatan yang bersifat intensif

Dalam sistem manajemen perawatan kita dapat mengenal sebuah kebijakan mengenai aktivitas perawatan dengan melibatkan aspek teknis dan pengendalian manajemen kedalam sebuah program perawatan. Pada umumnya, semakin tingginya aktivitas perbaikan dalam sebuah sistem, kebutuhan akan manajemen dan pengendalian diperawatan menjadi semakin penting. Kegiatan perawatan yang dilakukan oleh perusahaan dapat dibedakan atas dua kegiatan menurut objek waktu yang dilakukan yaitu:

a. *Routine Maintenance*

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin dan juga merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan tiap hari contohnya kegiatannya melakukan pembersihan fasilitas/peralatan, pemberian minyak pelumas dan melakukan pengecekan oli yang dilakukan setiap hari.

b. *Periodic Maintenance*

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu. Jangka waktu yang digunakan dapat berdasarkan jam kerja mesin atau fasilitas produksi. Contoh dari kegiatan perawatan periodik adalah penyetelan (*setting*), pembongkaran bagian mesin untuk pembersihan ataupun alat-alat dibagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin dan pembongkaran mesin tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*), serta *service* dan *overhaul* (Nudin & Iskandar, 2018).

### **2.1.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)**

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan *preventive maintenance* hal ini didasarkan bahwa kehandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perencanaan dan kualitas *preventive maintenance* yang meliputi *Information worksheet* dan *Decision Worksheet*. RCM dipergunakan untuk mengembangkan suatu rencana perawatan (*maintenance plan*) dengan tingkat pengoperasian yang tertentu dengan tingkat resiko tertentu yang efisien dan efektif. Pendekatan RCM terhadap program *maintenance* memandang bahwa suatu fasilitas tidak memiliki

keterbatasan finansial dan sumber daya, sehingga perlu diprioritaskan dan dioptimalkan. Secara ringkas, RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reliability* yang tinggi dan biaya yang efektif. RCM sangat bergantung pada *predictive maintenance* tetapi juga menyadari bahwa kegiatan *maintenance* pada peralatan yang tidak berbiaya mahal dan tidak penting terhadap *Reliability* peralatan lebih baik dilakukan pendekatan *reactive maintenance* (Maulana et al., 2017). Pendekatan RCM dalam melaksanakan program *maintenance* dominan bersifat *Predictive* dengan pembagian sebagai berikut:

- a. < 10% *Reactive*.
- b. 25% - 35% *Preventive*.
- c. 45% - 55% *Predictive*.

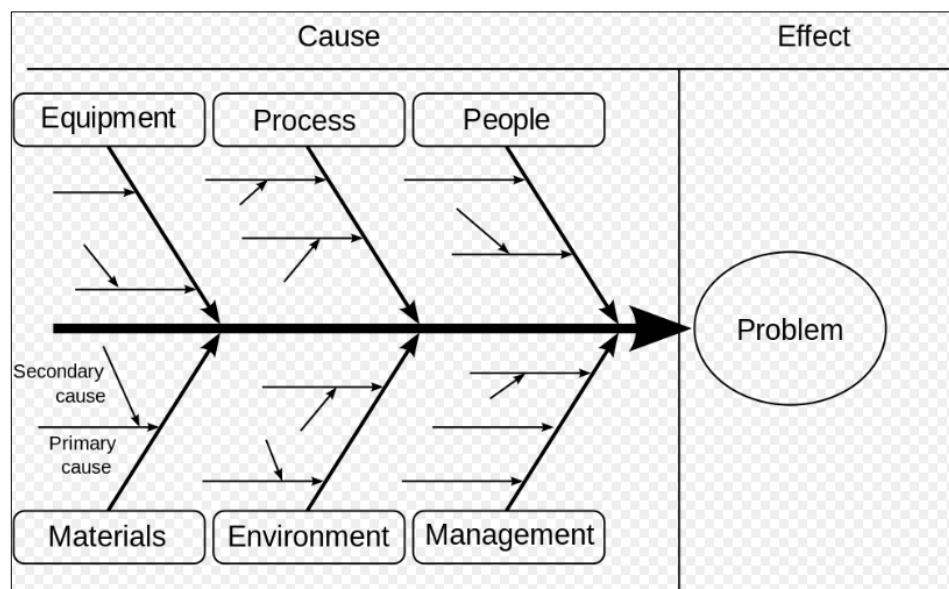
Pada umumnya penerapan *reliability centered maintenance* lebih menitik beratkan pada penggunaan analisa kualitatif untuk menganalisa komponen-komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada suatu sistem sehingga tujuan utama dari RCM :

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik.
2. Untuk memperoleh informasi yang penting dalam melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik.
3. Untuk mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula peralatan dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.

4. Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum, menurut (Dwiatmaji et al., 2018).

### 2.1.3 FISHBONE ANALYSIS

Diagram tulang ikan (juga disebut diagram Ishikawa atau diagram sebab-akibat) adalah teknik grafis untuk menunjukkan beberapa penyebab dari suatu peristiwa atau fenomena tertentu. Secara khusus, tulang ikan diagram (bentuknya mirip dengan kerangka ikan) adalah alat umum yang digunakan untuk analisis sebab dan akibat untuk mengidentifikasi interaksi yang kompleks penyebab untuk masalah atau peristiwa tertentu (Mario Coccia, 2017).



Gambar 2.1 Diagram Fishbone  
Sumber: (Mario Coccia, 2017).

(*Fishbone Analysis*) Diagram sebab dan akibat (*cause and effect diagram*) adalah gagasan *Kaoru Ishikawa* dari Jepang, diagram ini sering disebut sebagai *diagram Ishikawa* (*Ishikawa diagram*) atau “diagram tulang ikan”. Diagram

sebab akibat digunakan untuk mengeksplorasi semua potensi atau penyebabnya (*input*) yang menghasilkan satu efek (*output*) dan diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab – penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi.

#### **2.1.4 Konsep MTTR , MTBF serta KEANDALAN**

MTTR (*Mean Time to Repair*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan perbaikan setelah terjadinya kegagalan. Dengan kata lain, ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan korektif, sedangkan MTBF (*Mean Time Between Failures*) digunakan untuk komponen yang dapat diperbaiki. MTBF dan MTTR adalah dua indikator kinerja utama (*Key Performance Indicators*) yang sangat penting dalam hal ketersediaan sistem, fasilitas, peralatan, atau proses ( Ben, 2022).

MTBF (*Mean Time Between Failures*) dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena *breakdown*. Dengan rumus sebagai berikut ini:

$$MTBF = \text{Operating Time} / \text{Number of Failures}$$

*Mean Time To Repair* (MTTR), tingginya MTTR mengindikasikan rendahnya *maintainability*. Dimana MTTR merupakan indikator kemampuan (*skill*) dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan

$$MTTR = \text{Downtime} / \text{Number of Failures}$$

*Availability* adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan. Atau dengan definisi lain bahwa *availability* adalah ratio untuk melihat line stop ditinjau dari aspek *breakdown* saja.

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

### 2.1.5 Perhitungan Waktu *Interval Perawatan*

Perhitungan interval waktu perawatan didasarkan oleh pada *Scheduled On Condition Task*. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis *task* yang ada pada komponen. Dalam menghitung interval perawatan *schedule on condition task* dengan melakukan beberapa tahapan perhitungan (Ulfa et al., 2017) yaitu:

- a. Menghitung rata-rata jam kerja per bulan
- b. Menghitung jumlah kerusakan perbulan atau selama 1 tahun
- c. Menghitung rata-rata jumlah kerusakan perbulan atau selama 1 tahun
- d. Menghitung waktu rata-rata perbaikan

$1\mu = MTTR$  dibagi dengan rata-rata jam kerja per bulan

$$\mu = 1 / (1 / \mu)$$

- d. Menghitung waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 45 menit = 0.75 jam

$$\frac{1}{i} = \text{rata-rata 1 kali pemeriksaan} \times \text{rata-rata jam kerja perbulan}$$

- e. Perhitungan frekuensi Pemeriksaan Optimal

$$n = \sqrt{(k \times 1) / \mu}$$

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti	Hasil Penelitian
1.	Perawatan Mesin Coldsaw Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Dan Reliability Block Diagram	(Maulana et al., 2017)	Hasil penelitian ini ialah Kebijakan yang diambil untuk perawatan mesin <i>Coldsaw</i> yaitu <i>Scheduled on-task</i> dan penerapan <i>preventive maintenance</i> untuk masing – masing komponen; <i>Initial interval</i> komponen <i>Plate sliding</i> setiap 60 hari, komponen <i>Translation</i> setiap 20 hari, komponen <i>Roll table</i> setiap 17 hari, komponen <i>Stopper</i> setiap 9 hari, dan komponen <i>V-Belt</i> setiap 100 hari
2.	Usulan Kebijakan Perawatan dan Biaya pada mesin 1110 JC dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance dan Cost Of Unreliability	(Dwiatmaji et al., 2018)	Dengan perhitungan dan analisis metode RCM menghasilkan kebijakan <i>maintenance</i> untuk komponen pada mesin 1110 JC adalah <i>scheduled on-condition task</i> sebanyak 9 yang terdapat pada komponen <i>Stator</i> sebanyak 4, <i>Rotor</i>

No	Judul	Peneliti	Hasil Penelitian
			sebanyak 3 dan <i>Gear Couling</i> sebanyak 2.
3.	Analisis Performance Maintenance pada peralatan utama pengeboran minyak di PT. Geo Link Nusantara	(Nawe et al., 2021)	Hasil penelitian didapatkan bahwa dalam mengetahui interval perawatan bisa menggunakan penilaian dari MTBF dan MTTR. Dengan waktu rata – rata antara kerusakan dengan kerusakan selanjutnya adalah 154 jam. MTTR, waktu rata –rata digunakan dalam hal kegiatan memperbaiki suatu kerusakan adalah 42 jam. Sehingga dengan analisis tersebut pihak maintenance dapat mengetahui jangka waktu dilakukannya penjadwalan perawatan mesin yang akan dilakukan.

**Tabel 2.1.**Penelitian Terdahulu (Lanjutan)



No	Judul	Peneliti	Hasil Penelitian
4.	Usulan Kebijakan Perawatan Optimal pada <i>HYDRAULIC LUBRICATION PNEUMATIC</i> (HLP) <i>SYSTEM</i> dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance dan Risk Based Maintenance PT KRAKATAU STEEL (PERSERO), TBK	(Ulfa et al., 2017)	Hasil penelitian ini bahwa <i>dengan</i> menggunakan metode Reliability Centered Maintenance maka interval waktu perawatan tiap subsistem berbeda-beda sesuai dengan <i>task</i> yang diperoleh. Hasil dari metode RBM diperoleh nilai risiko sebesar Rp Rp 70.465.063.812,86. Total biaya perawatan usulan didapatkan berdasarkan interval waktu yang optimal yaitu sebesar biaya perawatan usulan adalah sebesar Rp 227.703.139.578,47.
5.	<i>Implementation of Autonomous Maintenance and its Effect on MTBF, MTTR, and Reliability of a Critical Machine in a Beer Processing Plant</i>	(Ben, 2022)	Hasil penelitian ini bahwa dalam mengetahui interval perawatan bisa menggunakan penilaian dari MTBF dan MTTR sehingga dengan mengetahui hal tersebut bisa mendeteksi awal kerusakan mesin dan melakukan perbaikan

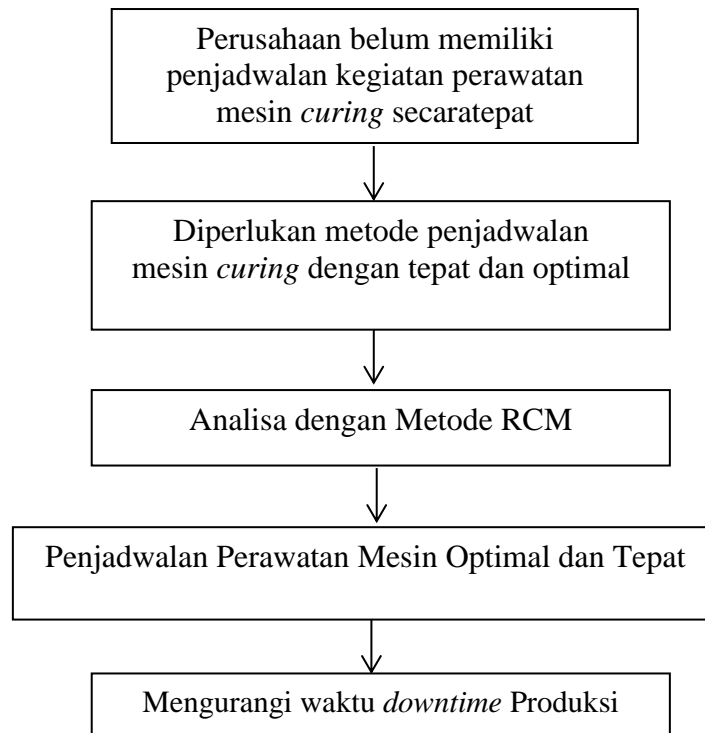
			sebelum dapat mengganggu kegiatan produksi.
6	<i>Machine Learning approach for Predictive Maintenance in Industry 4.0</i>	(Paolanti et al.,2018)	Hasil penelitian di ketahui interval perawatan bisa menggunakan beberapa pendekatan yaitu berbasis data kerusakan mesin, model jenis kerusakan sehingga data tersebut memiliki kontribusi secara keseluruhan dalam hal penentuan penjadwalan mesin serta dapat memprediksi pada jenis kerusakan pada mesin motor spindle utama pada cloud Industri 4.0
7.	<i>Preventive Maintenance Scheduling by Modularity Design Applied to Limestone Crusher Machine</i>	(Putri et al., 2020)	Hasil penelitian ini bahwa desain modularitas dapat mengurangi waktu - waktu perawatan yang akan diperlukan, menentukan kebijakan dalam hal perawatan terhadap perubahan pada kegiatan produksi agar maksimal .

**Tabel 2.1.**Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti	Hasil Penelitian
8.	<i>A hybrid DBH-VNS for high-end equipment production scheduling with machine failures and preventive maintenance activities</i>	(Lu et al., 2021)	Hasil penelitian ini bahwa permasalahan perawatan di penelitian ini digunakan metode <i>A hybrid DBH-VNS</i> dengan perhitungan metaheuristik hybrid untuk menemukan solusi optimal dalam evaluasi kegiatan perawatan dan jadwal perbaikan mesin.
9.	<i>Preventive maintenance scheduling of electricity distribution network feeders to reduce undistributed energy: A case study in Iran</i>	(Alimohammadi & Behnamian, 2021)	Hasil penelitian ini bahwa dalam mengetahui interval perawatan bisa menggunakan Metode <i>heuristic</i> , sehingga metode ini dapat sebagai rekomendasi penentuan jadwal perawatan mesin yang optimal dengan diketahuinya indikator awal pada yang kerusakan mesin.
10.	<i>A maintenance scheduling optimization model for a multicomponent machine in a digitalized manufacturing context</i>	(Franciosi et al., 2021)	Hasil penelitian ini bahwa diusulkannya kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara digital dan pada pengambilan keputusan kegiatan pemeliharaan secara dinamis didukung oleh informasi mesin kondisi real-time dan juga digunakan untuk optimasi penjadwalan perawatan mesin

Sumber: Data Peneliti

### 2.3 Kerangka Berfikir



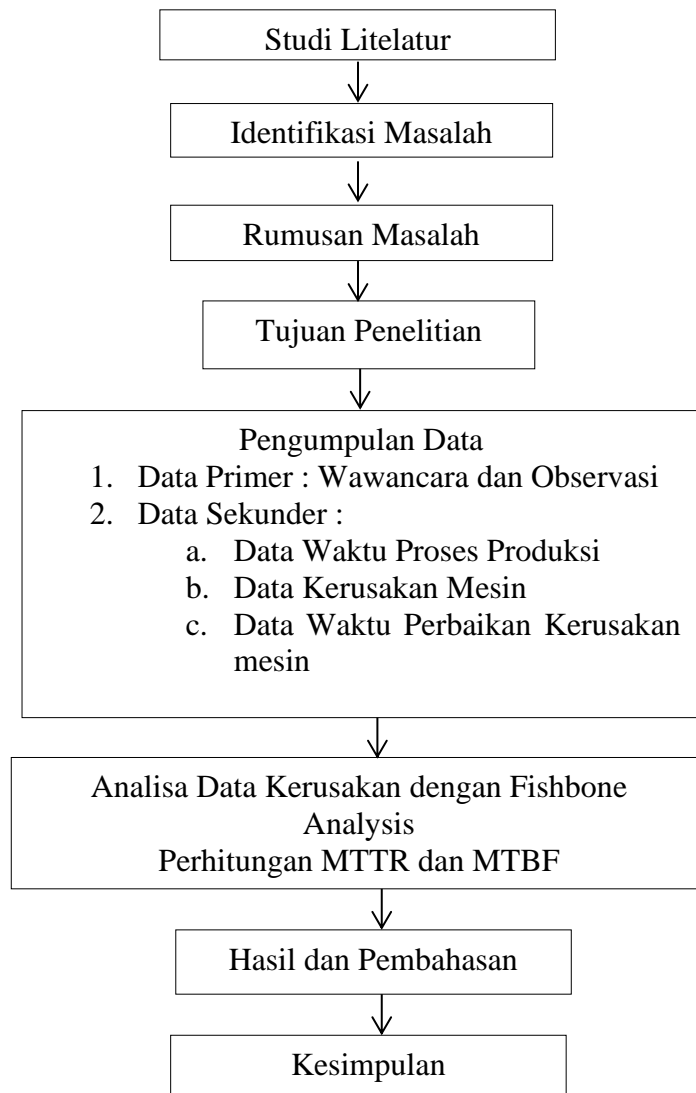
**Gambar 2.2** Kerangka Pemikiran

### BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Agar penelitian bisa berjalan sesuai dengan pedoman dan tidak menyimpang, maka desain penelitian merupakan salah satu strategi yang bisa dilakukan.. Desain penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



**Gambar 3.1** Desain Penelitian

## **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

### **3.3.1 Data Primer**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang didapatkan melalui :

1. Wawancara

Wawancara langsung yang dilakukan pihak divisi produksi dan karyawan atau teknisi *maintenance* PT. *Nok Freudenberg Sealing Technologies*

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian yaitu dengan pengambilan waktu proses perbaikan mesin *Curing*, kerusakan mesin dan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin tersebut.

### **3.3.2 Data Sekunder**

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari data perusahaan yang merupakan data kerusakan mesin dan data waktu perbaikan kerusakan mesin pada saat proses produksi *oil sealing* di bulan September 2021 sampai dengan Februari 2022

## **3.3 Teknik Analisis Data**

Data-data penelitian yang sudah terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan beberapa langkah sebagai berikut :

### 1. *Fishbone Diagram Analysis*

*Fishbone Diagram Analysis* digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan dan dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah pada mesin curing pun bisa berbagai faktor yang menyebabkan kerusakan pada mesin tersebut. Penyebab masalah bisa berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, alat dan bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan sebagainya. Sumber atau faktor kesalahan yang bersifat utama selanjutnya akan diturunkan menjadi beberapa sumber atau faktor kesalahan yang lebih kecil dan mendetail agar dapat mengetahui penyebab utama yang mengakibatkan kerusakan pada mesin tersebut. Dalam mengumpulkan data sumber atau faktor penyebab kerusakan pada mesin curing dapat digunakan teknik brainstorming dari seluruh elemen karyawan yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis dan dari hasil brainstorming masalah dikelompokkan kedalam beberapa tema sebab utama. *Fishbone Diagram Analysis* adalah suatu tools yang membantu tim untuk menggabungkan ide-ide mengenai penyebab potensial dari suatu masalah. Pada diagram tersebut titik permasalahan yang terjadi dianggap sebagai kepalaikan sedangkan penyebab masalah dilambangkan dengan tulang-tulangan yang dihubungkan.

### 2. Perhitungan MTTR

MTTR adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah breakdown pada mesin yang terjadi pada saat proses produksi berlangsung. Perhitungan MTTR ini menampilkan lama waktu yang dibutuhkan oleh team (produksi dan maintenance) untuk melakukan perbaikan. Perhitungan MTTR ini didapatkan dari total waktu *breakdown* pada mesin *curing* dibagi dengan banyaknya kejadian *breakdown* pada mesin. Perhitungan MTTR dimulai saat mesin mengalami kerusakan sampai dengan keadaan mesin kembali beroperasi normal dan biasanya dihitung dalam satuan menit.

### 3. Perhitungan MTBF

Perhitungan MTBF ini pada mesin *curing* di dapatkan dari perhitungan rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin *curing* atau *part* dari mesin *curing* selesai diperbaiki hingga suatu saat nanti mesin atau *part* dari mesin tersebut mengalami kerusakan kembali, sehingga bisa dikatakan bahwa pada mesin *curing* ini dengan perhitungan MTBF yaitu sebagai rentang waktu terakhir mesin dilakukannya perbaikan sampai dengan mesin tersebut rusak lagi. Perhitungan MTBF yaitu dengan membagi total jam operasi mesin dengan jumlah kegagalan yang terjadi selama periode yang sama dan biasanya dihitung dalam satuan jam serta MTBF membantu karyawan atau teknisi *maintenance* dan juga tim *sparepart* dalam memahami keandalan dan ketersediaan *sparepart* yang digunakan pada mesin *curing* tersebut.

### 4. Perhitungan Interval Perawatan Mesin



Kerusakan pada mesin *curing* menyebabkan produksi akan terhenti yang akan mempengaruhi target sehingga akan mengakibatkan kerugian terhadap perusahaan. Untuk dapat menentukan distribusi yang sesuai untuk data waktu kerusakan maka dilakukan perhitungan *index of fit* dari tiap distribusi tersebut. Pemilihan distribusi berdasarkan pada nilai *index of fit* yang terbesar dari masing-masing komponen. Pengidentifikasian distribusi ini meliputi distribusi *Eksponential*, *distribusi Lognormal*, dan *distribusi Weibull*. Berdasarkan tahap-tahap perhitungan pada distribusi tersebut maka dengan ini didapatkan nilai untuk interval waktu perawatan yang efektif pada mesin *curing*.

#### 5. Memberikan rekomendasi Interval Perawatan Mesin

Fokus rekomendasi perbaikan terhadap kegiatan yang telah dianalisa sebelumnya.

### 3.4 Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian

#### 3.4.1 Lokasi

Lokasi penelitian di PT. NOK Freudenberg Sealing Technologies berlokasi di Jalan Rambutan Lot 501-502, Batamindo Industrial Park, 29433, Kota Batam, Kepulauan Riau 29433

#### 3.4.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dikerjakan selama 6 bulan yang dimulai dari Januari 2022 s.d Juni 2022. Rancangan penelitian dapat terlihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.1** Jadwal Penelitian

No		Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni
----	--	-----	-----	-------	-------	-----	------

	<b>Tahapan Penelitian</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Pemilihan Judul			■	■																					
2	Input Judul				■	■																				
3	Perizinan Penelitian					■	■																			
4	Mulai Penelitian						■	■	■	■																
5	Penulisan Bab 1									■	■	■														
6	Penulisan Bab 2											■	■	■												
7	Penulisan Bab 3 dan 4													■	■	■	■									
8	Penulisan Bab 5															■	■	■	■							
9	Penyusunan Laporan																■	■	■	■	■					
10	Pembuatan Jurnal																							■	■	■

Sumber: Peneliti, 2022