

**ANALISIS PERAWATAN MESIN PRODUKSI MENGGUNAKAN
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II*
(RCM II) PADA MESIN PEGGILING
DI CV. FAWAS JAYA**

SKRIPSI

OLEH :

**DEDY ANDREAS SINURAT
168150065**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

**ANALISIS PERAWATAN MESIN PRODUKSI MENGGUNAKAN
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II*
(RCM II) PADA MESIN PEGGILING
DI CV. FAWAS JAYA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

**DEDY ANDREAS SINURAT
168150065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

Lembar Pengesahan

Judul Skripsi : Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* II (RCM II) Pada Mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya

Nama : Dedy Andreas Sinurat

Npm : 168150065

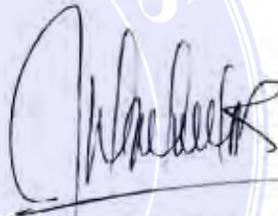
Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Industri

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Sirmas Munte, S.T., M.T
Pembimbing I



Ir. Maruli Banjarnahor, M.Si
Pembimbing II

Mengetahui :



Dr. Ir. Dina Maizana, M.T
Dekan Fakultas Teknik



Yudi Dzung Polewangi, S.T., M.T
Ketua Program Studi

HALAMAN PERNYATAAN

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

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



Medan, 21 Oktober 2021



Dedy Andreas Sinurat

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dedy Andreas Sinurat

NPM : 16 815 0065

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) Pada Mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 20 Oktober 2021

Yang menyatakan



(Dedy Andreas Sinurat)

ABSTRAK

Dedy Andreas Sinurat Npm 16.815.0065. “Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* II (RCM II) Pada Mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya” Dibawah Bimbingan Bapak Sirmas Munte S.T., M.T dan Bapak Ir. Maruli Banjarnahor M.Si

CV. Fawas Jaya merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang pengolahan kue kering. Adapun produk yang dihasilkan dengan berbagai rasa yaitu : rasa kelapa, rasa kacang, rasa moka, dan rasa coklat. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa waktu interval perawatan mesin dan jenis tindakan yang akan dilakukan. Mesin yang akan menjadi objek penelitian yaitu mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya yang merupakan mesin penggiling pada bahan baku kue kering. Permasalahan yang timbul diperusahaan ini adalah seringnya terjadi kerusakan mesin sehingga dapat mengakibatkan terjadinya *downtime* mesin. Adapun hasil penelitian ini adalah total frekuensi kerusakan mesin Penggiling FFC 23 Type 8.5 HP 52% dengan waktu kerusakan 16,58 jam. Sehingga dapat menimbulkan terjadinya *downtime* mesin dengan jumlah tertinggi 23% pada komponen. Jumlah ini signifikan mengurangi jumlah hasil produksi perusahaan karena menyebabkan mesin terhenti saat proses perbaikan. Interval perawatan berdasarkan metode *Reliability Centered Maintenance* untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial adalah komponen Saringan dengan interval waktu kerusakan 174.78 jam dan mengalami *breakdown* sebanyak 4 kali dengan kerusakan tertinggi dalam 1 tahun.

Kata Kunci : Perawatan Mesin, *Downtime*, *Reliability Centered Maintenance*.

ABSTRACT

Dedy Andreas Sinurat. 168150065. “The Analysis of Production Machine Maintenance Using the Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Method on Grinding Machines at CV. Fawas Jaya”. Supervised by Sirmas Munthe, S.T., M.T. and Ir. Maruli Banjarnahor, M.Si

CV. Fawas Jaya is one of the companies in Indonesia which is engaged in the processing of pastries. The products are produced in various flavors, namely: flavors of coconut, peanut, mocha, and chocolate. The purpose of this research was to find out how long the machine maintenance interval was and the type of action that would be taken. The machine that would be the object of research was the grinding machine at CV. Fawas Jaya was a grinding machine for the raw material of pastries. The problem that arose in this company was the frequent occurrence of machine breakdowns that could result in machine downtime. The results of this study were the total frequency of damage to the FFC 23 Type 8.5 HP Grinder machine of 52% with a breakdown time of 16.58 hours. So that it could cause the occurrence of machine downtime with the highest value of 23% on components. This amount significantly reduced the company's production volume because it caused the machine to stop during the repair process. The maintenance interval based on the Reliability Centered Maintenance method for components that had potential failures was the Sieve component with a breakdown time interval of 174.78 hours and breakdown 4 times with the highest damage in 1 year.

Keywords: Machine Maintenance, Downtime, Reliability Centered Maintenance

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, kecamatan Medan Denai, Kelurahan Tegal Sari Mandala II pada tanggal 29 September 1997. Anak dari Ayahanda Parsiholan Sinurat dan Ibunda Sarma Situmorang. Penulis merupakan putra ke dua dari tujuh bersaudara. Penulis pertama kali menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) pada SD Parulian 2 Medan tahun 2003 dan selesai pada tahun 2009, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah pada SMP Trisakti 2 Medan dan selesai pada tahun 2012, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pada SMK Dharma Analitika Medan, penulis mengambil jurusan Analis Kesehatan dan selesai pada tahun 2015, dan pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Medan Area (UMA) dan Puji Tuhan Selesai tahun 2021

Selama mengikuti perkuliahan, penulis dengan semangat mengikuti seluruh mata kuliah yang sudah diberikan dan mengikuti beberapa organisasi yang ada dikampus

Berkat petunjuk dan pertolongan Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang disertai doa dari orang tua dalam menjalani aktivitas akademik di Universitas Medan Area. Puji Tuhan penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* II (RCM II) Pada Mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya”.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area. Penelitian dilakukan pada perusahaan CV. Fawas Jaya dengan judul “Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* II (RCM II) Pada Mesin Penggiling di CV. Fawas Jaya”.

Dengan adanya penyusunan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pembaca. Banyak kekurangan dengan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman, penulis menyadari dalam penulisan masih terdapat banyak kekurangan, karenanya dengan hati terbuka penulis menghargai kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan penulisan ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis dapat menyelesaikannya berkat adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pikiran. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST, MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
3. Bapak Sirmas Munte, ST, MT., Selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Maruli Banjarmasin, M.Si., Selaku Dosen Pembimbing II.

5. Seluruh Staf Fakultas Teknik Universitas Medan Area, yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.
6. Seluruh dosen dan staf pegawai yang ada di Universitas Medan Area.
7. Kepada kedua orangtua saya yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam segala hal.
8. Keluarga, kakak dan adik yang telah memberikan dukungan sampai saat ini.
9. Kepada semua sahabat dan teman-teman saya yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
10. Kepada semua teman-teman seperjuangan Teknik Industri stambuk 2016 yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya, penulis mengharapkan didalam penyusunan skripsi ini, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan kepada semua yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.

Medan, Oktober 2021



Dedy Andreas Sinurat
168150065

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Perawatan.....	6
2.2. Tujuan Perawatan.....	6

2.3. Fungsi Perawatan	7
2.4. Pengklasifikasian Perawatan	8
2.5. <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)	9
2.5.1. Prinsip-prinsip RCM	12
2.5.2. Tujuan Dari RCM.....	13
2.5.3. Uji Kecukupan Data	13
2.5.4. Uji Keseragaman Data.....	14
2.6. <i>Realibility Centered Maintenance Decision Worksheet</i>	14
2.6.1. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	15
2.6.1.1. <i>Severity</i>	16
2.6.1.2. <i>Occurance</i>	16
2.6.1.3. <i>Detection</i>	16
2.6.2. Penentuan Distribusi <i>Time to Failure</i> dan <i>Time to Repair</i>	17
2.6.3. Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> dan <i>Mean Time to Repair</i>	18
2.6.4. Perhitungan Waktu Interval Perawatan	18
2.6.5. <i>Functional Block Diagram</i> (FBD)	20
2.6.6. <i>System Function</i> dan <i>Function Failure</i>	20
2.6.7. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	20
2.6.8. RCM II <i>Dicission Worksheet</i>	21
2.6.8.1. <i>Failure Consequences</i>	21
2.6.8.2. <i>Proactive Task and Default Action</i>	21
2.6.8.3. <i>Proposed Task</i>	22

2.6.8.4. <i>Initial Interval</i>	22
2.6.8.5. <i>Can be done</i>	22
2.7. Keandalan (<i>Reliability</i>).....	22
2.8. Tahapan Pengolahan Data	23
2.9. Diagram Pareto	24
2.10 Biaya Perawatan.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	27
3.2. Objek Penelitian	27
3.3. Jenis Penelitian	27
3.4. Variabel Penelitian.....	28
3.4.1. Variabel Independen.....	28
3.4.2. Variabel Dependen	28
3.5. Kerangka Konseptual	28
3.6. Metode Penelitian.....	29
3.7. Metode Pengumpulan Data.....	31
3.8. Flowchart Penelitian	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Pengumpulan Data	33
4.1.1. Data Jam Kerja.....	33
4.1.2. Data Komponen	34
4.1.3. Data Perbaikan Mesin.....	35
4.1.4. Uji Kecukupan Data	35

4.1.5. Uji Keseragaman Data.....	37
4.2. Pengolahan Data	40
4.2.1. Perhitungan <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin	40
4.2.2. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	42
4.2.3. <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) <i>Decision Worksheet</i>	47
4.2.4. Perhitungan <i>Downtime</i> Kerusakan Komponen	49
4.2.5. Perhitungan Waktu Kerusakan TTF dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan TTR.....	54
4.2.6. Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan (<i>Time to Failure</i>)	55
4.2.6.1. <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Failure</i> (TTF) ..	55
4.2.6.2. Uji <i>Goodness Of Fit Test</i> Untuk <i>Time to Failure</i>	58
4.2.6.3. <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Repair</i> (TTR) ...	60
4.2.6.4. Uji <i>Goodness Of Fit Test</i> Untuk <i>Time to Repair</i>	63
4.2.7. Perhitungan Parameter <i>Time to Failure</i> (TTF)	64
4.2.8. Perhitungan Parameter <i>Time to Repair</i> (TTR).....	65
4.2.9. Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR)	66
4.2.10. Perhitungan <i>Reliability</i> Komponen Saringan.....	67
4.2.11. Penentuan Interval Perawatan Komponen	67
4.3. Perhitungan Biaya	69
4.4. Analisa dan Pembahasan	72
4.4.1. <i>Schedule Restoration Task</i>	71
4.4.2. RCM II <i>Decision Worksheet</i>	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. Saran.....	76 ..

DAFTAR PUSTAKA

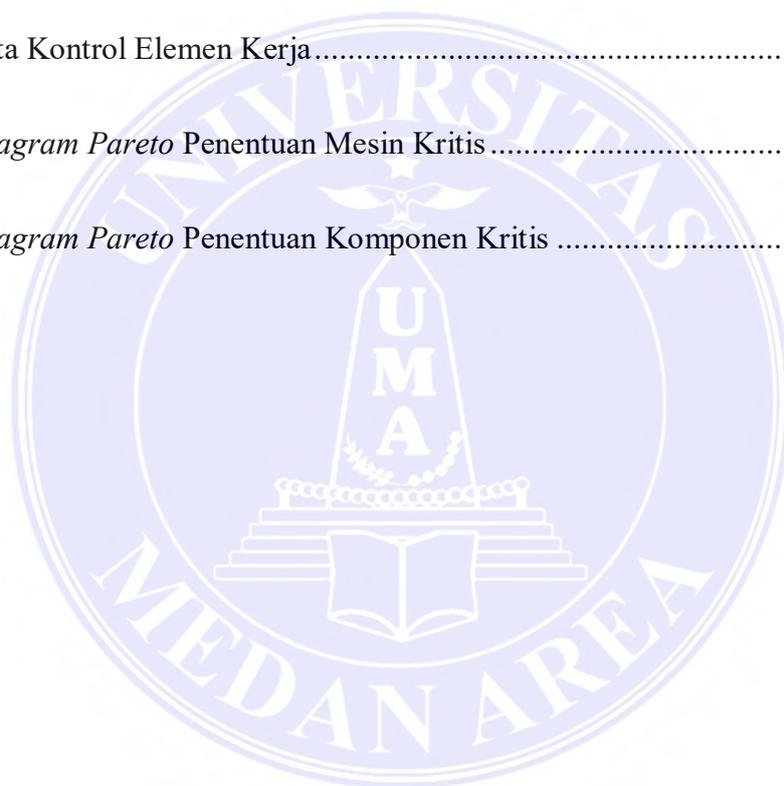
DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1 Hasil Presentase <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin Penggiling	3
4.1 Sistem Pembagian Jam Kerja Bagian Administrasi dan Kantor	33
4.2 Sistem Pembagian Jam Kerja Bagian Produksi	34
4.3 Data Perbaikan Mesin Penggiling FFC 23 Tipe 8.5 HP Tahun 2020-2021	35
4.4 Uji Kecukupan Data Mesin Penggiling	36
4.5 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Setiap Elemen Kerja	37
4.6 Data Waktu Proses Pada Elemen Kerja	38
4.7 Rekapitulasi Uji keseragaman Data Setiap Elemen Kerja	40
4.8 Hasil Perhitungan Kerusakan Mesin Penggiling FFC 23 Tipe 8.5 HP	40
4.9 Hasil Presentase <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin	42
4.10 Kriteria dan Nilai Rangking Untuk <i>Severity</i>	43
4.11 Kriteria dan Nilai Rangking untuk <i>Occurance</i>	43
4.12 Kriteria dan Nilai Rangking untuk <i>Detection</i>	44
4.13 <i>Failure Effect and Analysis</i> (FMEA) Pada Mesin Penggiling	45
4.14 <i>Failure Effect and Analysis</i> (FMEA) Pada Mesin Penggiling (Lanjutan)	46
4.15 Menampilkan <i>Decision Worksheet</i>	48
4.16 Hasil Perhitungan <i>Downtime</i> Saringan	49
4.17 Hasil Perhitungan <i>Downtime</i> Corong Pemasukan	50
4.18 Hasil Perhitungan <i>Downtime Bearings</i>	50
4.19 Hasil Perhitungan <i>Downtime Pulley</i>	50
4.20 Hasil Perhitungan <i>Downtime Tombol Chain</i>	51

4.21 Hasil Perhitungan <i>Downtime Belt</i>	51
4.22 Hasil Perhitungan <i>Downtime Corong Pengeluaran</i>	51
4.23 Hasil Perhitungan <i>Downtime Rangka</i>	52
4.24 Hasil Perhitungan <i>Downtime Ruang Penggiling</i>	52
4.25 Hasil Persentase <i>Downtime</i> Kerusakan Komponen Mesin Penggiling	53
4.26 Perhitungan TTR dan TTF komponen Mesin Penggiling	55
4.27 <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Failure</i> Komponen	
Mesin Penggiling Distribusi Eksponensial.....	57
4.28 <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Failure</i> Komponen	
Mesin Penggiling Distribusi <i>Weibull</i>	58
4.29 Hasil Perhitungan <i>Index Of Fitt</i> Untuk TTF	58
4.30 Uji <i>Man's</i> Pada Komponen Mesin Penggiling Berdistribusi <i>Weibull</i>	60
4.31 <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Repair</i> Komponen	
Mesin Penggiling Distribusi Eksponensial.....	61
4.32 <i>Least Square Curve Fitting</i> Untuk <i>Time to Repair</i> Komponen	
Mesin Penggiling Distribusi <i>Weibull</i>	62
4.33 Hasil Perhitungan <i>Index Of Fit</i> Untuk TTR.....	63
4.34 Uji <i>Man's</i> Pada Komponen Mesin Penggiling Berdistribusi <i>Weibull</i>	64
4.35 <i>Schedule Restoration Task</i> Mesin Penggiling FFC 23 Tipe 8.5 HP	72
4.36 <i>Schedule Restoration Task</i> Mesin Penggiling FFC 23 Tipe 8.5 HP	
(Lanjutan).....	73
4.37 <i>Decision Worksheet</i>	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Diagram Pareto</i>	25
3.1 Kerangka Konseptual	28
3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	32
4.1 Peta Kontrol Elemen Kerja.....	39
4.2 <i>Diagram Pareto</i> Penentuan Mesin Kritis	42
4.3 <i>Diagram Pareto</i> Penentuan Komponen Kritis	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Salah satu faktor keberhasilan dalam industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran proses produksi. Prosesnya tergantung pada status sumber daya (seperti tenaga kerja, mesin atau fasilitas pendukung lainnya) yang dimiliki, dan kondisi yang dibahas adalah kondisi yang tersedia untuk operasi produksi mulai dari kapasitas atau kapasitas produksinya (Sugiyono, 2016). Mesin merupakan peranan yang sangat penting, karena segala sesuatu dalam proses produksi menggunakan mesin. Mesin adalah sumber daya yang penting, dan perawatan setiap mesin harus diperhatikan. Untuk memastikan operasi normal mesin, harus ada sistem perawatan yang baik. (Prasetyo, 2016) Oleh karena itu, dalam industri manufaktur, pemeliharaan merupakan hal yang sangat penting bagi keberhasilan suatu perusahaan, karena pemeliharaan fasilitas dan peralatan pabrik akan menciptakan kondisi produksi dan operasi yang baik dan mencapai hasil yang ideal.

Produk yang dihasilkan CV. Fawas Jaya adalah kue kering dengan berbagai rasa yaitu : rasa kelapa, rasa kacang, rasa moka, dan rasa coklat. Proses produksi untuk kue kelapa, kue moka, kue pia, dan kue potong sama saja dan harus melalui standar mutu bahan/produk hanya berbeda perbandingan formula bahan baku, bahan tambahan, bahan penolong, warna, rasa dan bentuk.

CV. Fawas Jaya beroperasi 10 jam setiap harinya dalam mengolah produk kue kering menggunakan mesin antara lain mesin Penggiling, *Mixer*, Oven dan alat pencetak kue kering manual. Mesin-mesin tersebut sangat penting dalam

proses produksi kue kering untuk meningkatkan kapasitas produksi yang layak untuk dipasarkan.

Masalah dalam CV. Fawas Jaya adalah sering terjadinya kerusakan mesin atau kegagalan komponen mesin, karena kerusakan mesin dapat mempengaruhi kinerja atau *downtime*. Kerusakan yang sering terjadi pada mesin dan peralatan tersebut akan mengganggu proses produksi mesin dan akhirnya menyebabkan proses produksi terhenti. Hal-hal yang sering terjadi akibat *downtime* antara lain biaya produksi yang lebih tinggi, kegagalan mencapai proses produksi, dan peningkatan produksi yang tinggi. Mengoptimalkan langkah-langkah proses mesin produksi membutuhkan perawatan mesin produksi yang baik. Pemeliharaan mesin dan peralatan produksi perusahaan tentunya ditujukan untuk menjaga kualitas dan meningkatkan proses produksi.

Dalam proses ini perlu dilakukan perawatan mesin produksi dengan memahami cara kerja sistem mesin produksi, terlepas dari apakah suku cadang pada mesin produksi sudah menua dan perlu diganti. Karena dengan memahami masa pakai sistem dan komponen pada mesin produksi, maka akan lebih mudah untuk mengambil tindakan apakah mesin produksi berjalan dengan baik dalam jangka waktu yang telah ditentukan, sehingga dapat lebih melindungi perawatan mesin produksi dari kerusakan kendala dalam membuat kue kering.

Mesin yang akan dijadikan bahan penelitian adalah mesin penggiling CV. Fawas Jaya. Mesin Penggiling adalah mesin untuk menghancurkan bahan baku kue kering. Mesin sedang berjalan selama proses produksi, jika rusak atau mati, mesin akan segera diperbaiki oleh bagian perawatan. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil, waktu perawatan mesin adalah 43,47 jam, dan rata-

rata total frekuensi bulanan kerusakan mesin hingga 32 jam. Kegagalan mesin (*machine failures*) dapat mengakibatkan *downtime*. Berdasarkan data mesin, kerusakan komponen yang paling sering terjadi adalah pada komponen saringan. Dari hasil yang diperoleh, total frekuensi kerusakan mesin penggiling FFC 23 Type 8.5 HP adalah 52% dan waktu kegagalan 16,58 jam.

Tabel 1.1 Hasil Presentase *Downtime* Kerusakan Mesin

No	Nama Mesin	<i>Downtime</i> (jam)	<i>Downtime</i> (%)	Kumulatif (%)	<i>Downtime</i> Kumulatif (%)
1	FFC 23 type 8.5 HP	16,58	52	100	100

Jumlah ini secara signifikan mengurangi volume produksi perusahaan, karena menyebabkan mesin berhenti selama proses perbaikan. Dengan kata lain, mesin merupakan salah satu mesin utama dalam proses produksi CV. Fawas Jaya. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini mengusulkan pengelolaan perawatan mesin menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II). Metode RCM II dimaksudkan untuk mengoptimalkan perawatan mesin kritis atau komponen kritis di lini produksi CV. Fawas Jaya berdasarkan kerusakan yang ada.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas maka penulis dapat merumuskan suatu masalah yaitu : Berapa lama interval perawatan mesin yang digunakan untuk meminimalkan *downtime* mesin penggiling dengan metode *Reliability Centered Maintenance II* untuk CV. Fawas-jaya?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan antara lain :

- a. Menentukan waktu interval perawatan mesin untuk meminimalkan *downtime*
- b. Menentukan jenis tindakan/kegiatan pemeliharaan (*maintenance task*) yang akan dilakukan pada setiap komponen yang diteliti.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui beberapa akibat jika komponen tersebut mengalami kerusakan.
2. Mengetahui langkah-langkah perawatan yang baik terhadap sistem yang dilakukan.
3. Memiliki SOP yang tepat untuk proses perawatan mesin pada komponen sistem dalam kondisi baik.
4. Penelitian ini bermanfaat bagi mahasiswa dalam rangka memperluas pengetahuan tentang perawatan mesin produksi.
5. Penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan memperbaiki sistem manajemen perawatan mesin produksi untuk mengurangi kerusakan mesin produksi.

1.5. Batasan Masalah

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

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin Penggiling (mesin pelumat).
2. Penelitian dilakukan di CV. Fawas Jaya

Asumsi- asumsi penelitian :

1. Karyawan bekerja dalam keadaan sehat atau tanpa penyakit fisik mental.
2. Fasilitas kerja tetap atau tidak berubah selama penelitian.
3. Tidak ada yang akan berubah dalam hal kondisi kerja.
4. Pekerja tidak berubah.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan adalah proses pemeliharaan, perbaikan, penggantian mesin, pembersihan, pengaturan, dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat dan upaya pengaturan aktifitas untuk menjaga kontinuitas produksi, sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan memiliki daya saing, melalui perawatan fasilitas (Rachman, 2017). Sesuai definisi *maintenance* yaitu memastikan setiap asset fisik terus melakukan apa yang pengguna ingin lakukan apa yang diinginkan pengguna tergantung dimana dan bagaimana asset tersebut digunakan dalam konteks operasionalnya (Pamungkas, 2016).

Pemeliharaan adalah memeriksa apakah mesin sudah diperbaiki atau belum, apakah ada suku cadang yang rusak atau usang, yang memerlukan suku cadang lain untuk diganti. Pemeliharaan adalah kegiatan yang ditujukan untuk memelihara atau memperbaiki fasilitas atau peralatan pabrik dan melakukan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan sehingga kondisi operasi produksi memuaskan seperti yang direncanakan.

2.2. Tujuan Perawatan

Memperpanjang umur peralatan, memastikan tingkat ketersediaan fasilitas produksi yang optimal, memastikan semua fasilitas beroperasi untuk penggunaan darurat, dan memastikan keselamatan operator dan pengguna fasilitas (Assauri, 2011). Secara umum, perawatan bertujuan pada :

1. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama

waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.

2. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya..
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

2.3. Fungsi Perawatan

Perawatan secara universal berperan buat memperpanjang usia ekonomis dari mesin serta perlengkapan produksi yang terdapat dan mengusahakan supaya mesin serta perlengkapan produksi tersebut senantiasa dalam kondisi maksimal serta siap gunakan buat penerapan proses produksi (Ahyari, 2012). Peranan perawatan merupakan selaku berikut:

1. Mesin-mesin dan sumber daya produksi perusahaan yang bersangkutan dapat digunakan untuk jangka panjang
2. Pelaksanaan proses produksi di perusahaan yang bersangkutan berjalan dengan baik.
3. Dapat memperpanjang umur ekonomis mesin dan peralatan produksi yang ada serta memastikan bahwa mesin dan peralatan produksi selalu dalam kondisi optimal dan siap digunakan untuk pelaksanaan proses produksi.

4. Alat produksi yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan stabil, sehingga pengendalian mutu proses dan proses serta pengendalian mutu proses juga harus dilakukan dengan baik.
5. Kerusakan total mesin dan peralatan produksi bekas dapat dihindarkan dengan adanya kelancaran penggunaan mesin dan peralatan produksi dalam perusahaan, maka pembebanan mesin dan peralatan produksi yang ada semakin baik.

2.4. Pengklasifikasian Perawatan

Adapun klasifikasi dari perawatan mesin (Prawirosentono, 2009) adalah :

1. *Planned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan pemeliharaan yang kinerjanya telah direncanakan sebelumnya. Pemeliharaan terencana dibagi menjadi 2, yaitu :
 - a. *Preventive Maintenance*, sistem pemeliharaan terjadwal dari peralatan/bagian yang dirancang untuk meningkatkan keandalan mesin dan mengantisipasi kegiatan pemeliharaan yang tidak terduga..
Preventive Maintenance terbagi atas :
 1. *Time based maintenance*, Kegiatan pemeliharaan ini didasarkan pada periode waktu termasuk inspeksi harian, pemeliharaan, pembersihan harian, dan lain-lain.
 2. *Condition based maintenance*, Kegiatan perawatan ini menggunakan peralatan untuk mendiagnosa perubahan kondisi peralatan/aset, dengan tujuan untuk memprediksi penentuan awal interval perawatan.
 - b. *Predictive Maintenance*, didefinisikan sebagai ukuran yang dapat mendeteksi degradasi sistem sehingga penyebabnya dapat dihilangkan

atau dikendalikan berdasarkan kondisi fisik komponen. Hasilnya menunjukkan kapasitas fungsional saat ini dan masa depan.

2. *Unplanned Maintenance*, Suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya tidak direncanakan. *Unplanned maintenance* terbagi atas 2, yaitu :

a. *Corrective Maintenance*, dilakukan suatu kegiatan perawatan untuk memperbaiki dan menyempurnakan mesin agar memenuhi standar yang ditetapkan pada mesin.

b. *Breakdown Maintenance*, yaitu suatu kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya menunggu sampai peralatan tersebut rusak untuk kemudian diperbaiki. Metode ini diterapkan jika efek kegagalan tidak signifikan untuk produksi. Pemeliharaan meliputi pemeriksaan mesin secara berkala. Perbaikan preventif jangka waktu sesuai jadwal di samping perawatan harian. Panjang periode yang ditentukan tergantung pada desain mesin, tujuan penggunaan dan kondisi kerja.

2.5. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa aset fisik dapat terus menjalankan fungsi yang diharapkan dalam konteks aktivitasnya saat ini (Pranoto, 2015). RCM adalah proses yang dilaksanakan untuk memastikan bahwa peralatan operasional menjalankan fungsi yang diharapkan sesuai dengan lingkungan kerja saat ini. RCM merupakan metode penelitian untuk melakukan perbaikan pada peralatan bisnis yang sudah ada. Proses perbaikan RCM telah didefinisikan ulang dari awal, yaitu mengidentifikasi fungsi peralatan.

Dengan RCM anda dapat menentukan mesin/peralatan mana yang memerlukan perawatan *preventif*, perawatan *prediktif*, atau bahkan perawatan *korektif* dengan kondisi operasi tertentu di lingkungan kerja tertentu. RCM dapat membantu perusahaan mempelajari lebih lanjut tentang praktik pemeliharaan yang diperlukan dengan cara yang hemat biaya. Kunci dari implementasi RCM ini adalah konsistensi sumber daya yang dibutuhkan selama studi dan implementasi.

Reliability Centered Maintenance II (RCM II) adalah proses di seluruh sistem yang digunakan untuk menentukan apa yang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa setiap perangkat atau komponen dapat terus menjalankan fungsi sistem operasi yang dirancangnya. RCM II memulai program pemeliharaan yang mengarah ke pemeliharaan *preventif* pada kegagalan sistem tertentu yang mungkin terjadi.

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pengumpulan informasi dan data yang biasanya diperlukan untuk menyelesaikan proses analisis RCM terdiri dari diagram yang ada, diagram sistem, dan diagram blok yang menunjukkan cara kerja sistem, manual untuk setiap alat, kumpulan data kerusakan, dan sejenisnya. Informasi yang tidak tersedia dapat dikumpulkan dengan mengumpulkan data dengan mendaftar langsung di lapangan atau dengan mewawancarai karyawan atau operator, serta pihak lain yang bertanggung jawab atas fasilitas tersebut.

2. Mendefinisikan Batasan Sistem (*System Boundary Definition*)

System Boundary Definition digunakan untuk mendefinisikan batas-batas suatu sistem yang sedang diselidiki. Definisi batas-batas sistem (*System Boundary Definition*) sangat penting dalam proses analisis RCM karena harus ada

pengetahuan yang baik tentang apa yang ada di dalam sistem agar fungsi-fungsi penting yang berguna tidak diabaikan, tidak bertentangan dengan sistem yang berdekatan.

3. Deskripsi Sistem dan *Functional Block Diagram* (FBD)

Functional block diagram (FBD) digunakan untuk menunjukkan hubungan masing-masing fungsi aset untuk memudahkan fungsi saat melakukan analisis menggunakan RCM dan untuk menghindari perbedaan persepsi antara anggota tim. Aset dan bagian-bagiannya, FBD juga menjelaskan hubungan dan alur kerja antara fungsi-fungsi yang membentuk suatu sistem dan batas-batas yang mendefinisikannya. Deskripsi fungsi dan kesalahan sistem.

Fungsionalitas sistem ditentukan berdasarkan item yang diharapkan pengguna, tetapi berada dalam tingkat kemampuan item sejak pembuatannya. Sistem perawatan hanya mampu menjaga kondisi barang di bawah kapasitas desain asli barang tersebut. Setelah mengalami kegagalan fungsional, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kemungkinan kejadian atau kejadian yang dapat menjadi penyebab dari setiap kondisi kegagalan.

4. Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA adalah salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk melakukan penilaian kualitatif keandalan sistem. Di FMEA kita melihat bentuk, penyebab dan akibat dari kerusakan kehandalan sistem secara keseluruhan. Tabel Nilai Peringkat Keparahan, Nilai Peringkat Kejadian (terlampir) dan Ketentuan Nilai *Detection*.

5. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah proses kualitatif yang digunakan untuk menentukan konsekuensi dari setiap mode kegagalan. Tujuan dari *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah untuk mengklasifikasikan mode kegagalan ke dalam kategori yang berbeda sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas saat menangani setiap mode kegagalan sesuai dengan kategorinya *Maintenance Task*

Dari setiap kegagalan terdapat kebijakan perawatan yang berbeda-beda, antara lain *conditional schedule*, perawatan penggantian komponen (*rejection schedule*) dan kebijakan *troubleshooting* untuk perawatan, namun amati apakah terjadi kerusakan atau tidak (*Scheduled Failure Finding Task*).

2.5.1. Prinsip-Prinsip RCM

Menurut Pranoto (2015) prinsip-prinsip *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai berikut :

1. RCM memelihara sistem fungsional tidak hanya dengan memelihara sistem/alat untuk beroperasi, tetapi dengan menjaga fungsi sistem/alat sebagaimana dimaksud.
2. RCM lebih fokus pada fungsi sistem dari pada satu komponen, yaitu apakah sistem masih dapat memenuhi fungsi utamanya jika terjadi kegagalan komponen.
3. RCM didasarkan pada kehandalan, yaitu kemampuan suatu sistem/peralatan untuk terus berfungsi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

4. Tujuan dari RCM adalah untuk menjaga keandalan fungsi sistem sesuai
5. RCM mengutamakan keamanan, kemudian ekonomi.
6. RCM mendefinisikan kegagalan sebagai suatu kondisi tidak memuaskan yang tidak memenuhi harapan karena yang diukur adalah pengoperasian fungsi sesuai dengan standar kinerja yang ditentukan.
7. RCM harus memberikan hasil yang nyata/jelas, pekerjaan yang dilakukan harus dapat meminimalkan jumlah kegagalan atau paling tidak mengurangi jumlah kerusakan akibat kejadian tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

2.5.2. Tujuan dari RCM

Menurut Razak (2017) tujuan dari *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yaitu :

1. Menetapkan prioritas desain untuk memfasilitasi kegiatan pemeliharaan yang efektif
2. Menjadwalkan pemeliharaan *preventif* yang aman dan andal pada tingkat tertentu dari sistem
3. Mengumpulkan data yang terkait dengan perbaikan item berdasarkan bukti keandalan yang tidak memadai
4. Mencapai ketiga target dengan biaya minimal

2.5.3. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan memadai secara objektif. Sebaiknya ukur dalam jumlah yang banyak, bahkan hingga tak terhingga, agar data pengukuran dapat digunakan.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$N' = \frac{k}{s} (\sqrt{N}(\sum x^2) - (\sum x)^2)^2$$

Dimana : N' = Jumlah data teoritis

k = Tingkat Kepercayaan

s = Tingkat Ketelitian

$\sum x$ = Total data

2.5.4. Uji Keseragaman Data

Uji Keseragaman Data untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama sehingga dilakukan uji keseragaman data. Pengujian konsistensi data digunakan untuk memisahkan data dengan karakteristik yang berbeda. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$BKA = X + k(\sigma)$$

$$BKB = X - k(\sigma)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Dimana : BKA = Batasan kendali atas

BKB = Batas kendali bawah

σ = Standart deviasi

X = Rata – rata

X_i = Rata – rata ke-i

N = Jumlah data

2.6. *Reliability Centered Maintenance Decision Worksheet*

Reliability Centered Maintenance Decision Worksheet adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang perlu dilakukan untuk

memastikan bahwa semua aset fisik terus melakukan apa yang orang ingin mereka lakukan dalam kondisi operasi mereka saat ini. Dengan menggunakan lembar kerja pengambilan keputusan RCM, tindakan yang harus diambil untuk mengatasi kerusakan adalah pekerjaan perbaikan terjadwal yang melibatkan melakukan pemeliharaan dan menghilangkan hambatan pada pengoperasian mesin, dan melalui pekerjaan pemindahan terjadwal yang melibatkan pemeliharaan penggantian suku cadang yang rusak.

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

Failure Mode and Effect Analysis adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang dapat ditimbulkan oleh setiap kegagalan dan untuk kegagalan untuk (Aziz & Supraw hardana, 2010). Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi untuk setiap kegagalan atau kegagalan yang terjadi pada komponen, dilakukan analisis menggunakan FMEA dalam beberapa langkah yaitu :

1. Identifikasi kegagalan (*failure*)
2. Identifikasi fungsi kegagalan mesin (*function failure*)
3. Identifikasi penyebab kegagalan (*failure mode*)
4. Identifikasi efek dari kegagalan (*failuer effect*)
5. Perhitungan *severity*
6. Perhitungan *occurance*
7. Perhitungan *detection*
8. Perhitungan *Risk Priority Number (RPN)*

Rumus perhitungan pada FMEA ini yaitu :

$$RPN = S \times O \times D$$

Dengan : S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Nilai RPN memberikan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai RPN maka semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan. Segera lakukan perbaikan terhadap *potencial cause*, alat kontrol, dan efek yang diakibatkan.

2.6.1.1. Severity

Tujuan utama dari analisis risiko adalah proses evaluasi tingkat keparahan kerusakan yang disebabkan oleh mode kegagalan dengan nilai peringkat mulai dari nilai terbaik 1 hingga nilai tertinggi 10. Penilaian didasarkan pada jenis kerusakan jika jenis kerusakan dapat menyebabkan gangguan produksi, semakin tinggi nilai rating.

2.6.1.2. Occurance

Kejadian *occurrence* adalah akurasi frekuensi terjadinya kesalahan. Peristiwa utama dengan kemungkinan terjadinya risiko. Dengan pengurutan nilai mulai dari nilai terendah 1 hingga nilai tertinggi 10. Pemingkatan didasarkan pada berapa lama mesin mengalami kerusakan, atau apakah kerusakan mesin semakin parah dan berlangsung lama semakin tinggi nilainya *occurrence*.

2.6.1.3. Detection

Detection adalah hal-hal yang dilakukan untuk mendeteksi kesalahan akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan terjadi. Deteksi ini dilakukan dengan memperoleh wawasan tentang sumber risiko atau dengan memperoleh wawasan

tentang pengendalian proses yang diamati. Dengan nilai rating mulai dari nilai terendah 1 sampai dengan nilai tertinggi 10. Penilaian didasarkan pada deteksi kerusakan, jika kerusakan tidak dapat dideteksi maka nilai deteksi akan lebih tinggi.

2.6.2. Penentuan Distribusi *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR)

Proses penentuan distribusi data TTF dan TTR untuk setiap *critical part* adalah dengan membuat asumsi apakah data kerusakan mengikuti distribusi *Weibull*, dimana distribusi tersebut berhubungan dengan persentase kerusakan. Setelah mengestimasi tipe sebaran data TTF dan TTR, langkah selanjutnya adalah melakukan uji kecocokan pada data TTF dan TTR yang diperoleh untuk memastikan bahwa model sebaran data prediksi cocok dengan model distribusi tertentu. Untuk diproses lebih lanjut untuk mendapatkan parameter masing-masing komponen tergantung pada distribusi yang dipilih. Perhitungan parameter *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) dengan distribusi *Weibull* dilakukan dengan rumus.

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

Perhitungan nilai parameter α dan β adalah sebagai berikut :

$$\alpha = b$$

$$\beta = e - (ab)$$

Dimana : $a = \text{Intercept}$

$$b = \text{Slope}$$

$$\alpha = \text{Paramter bentuk}$$

β = Parameter skala

2.6.3. Perhitungan *Mean Time to Failure* dan *Mean Time to Repair*

Perhitungan MTTF dan MTTR menggunakan parameter untuk masing-masing komponen. MTTF adalah waktu rata-rata terjadinya kerusakan dan MTTR adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan.

1. Distribusi *Weibull* jika *time to failure* dari suatu komponen adalah T dan distribusi *Weibull* dengan tiga parameter β, η, γ , *Mean time to Failure* dari distribusi *Weibull*.

Mean time to repair dari distribusi *Weibull* :

$$MTTR = \frac{1}{\beta} + 1$$

Dengan fungsi keandalannya :

$$r(t) = e - \left(\frac{t-y}{n} \right) \beta$$

Dimana $r(x)$ adalah fungsi *gamma* :

$$r(x) = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy$$

2. Distribusi *Eksponensial*

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah terdistribusi secara dengan parameter λ . *Mean time to failure* dari distribusi *exponential* :

$$MTTF = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy$$

Dan fungsi keandalannya :

$$r(t) = e - \lambda t$$

2.6.4. Perhitungan Waktu Interval Perawatan

Penentuan tugas perawatan dilakukan dengan menganalisis tabel informasi dan deteksi. Analisis *dashboard* dilakukan dengan mengamati kesalahan

registrasi. *Dashboard* mencakup fungsi sistem dan FMEA (Mode Kesalahan dan Analisis Dampak). Hasil tugas pemeliharaan telah ditentukan, setelah itu interval yang sesuai ditentukan untuk melakukan pemeliharaan. Perhitungan interval ini tergantung pada jenis tugas pada komponen. Rumus untuk menghitung jadwal interval perawatan untuk tugas bersyarat adalah :

$$PM = \frac{1}{2} xp - f \text{ interval}$$

Adapun untuk rumus yang digunakan pada *schedule restoration task* dan *schedule discard task* yaitu dilakukan perhitungan biaya perbaikan atau penggantian kerusakan komponen. Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut (Dhamayanti dkk, 2016) :

$$Cf = Cr + MT (Co + Cw)$$

Dimana : Cf = Biaya perbaikan atau penggantian karena kerusakan komponen setiap siklus perawatan

Cr = Biaya penggantian kerusakan komponen

Co = Biaya kerugian produksi (*loss revenue*)

Cw = Biaya tenaga kerja

Setelah mendapatkan nilai untuk dilakukan perawatan (Cm) yaitu dengan menjumlahkan biaya *downtime* + tenaga kerja + biaya perbaikan. Dengan nilai Cf dan Cm diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan interval waktu yang tepat untuk kegiatan *maintenance*. Rumus penentuan Interval waktu setiap masing-masing *task* yaitu :

$$TM = \eta \times \left(\frac{Cm}{Cf (\beta - 1)} \right) \frac{1}{\beta}$$

2.6.5. *Functional Block Diagram (FBD)*

Dengan menggunakan data tentang komponen kritis dan fungsinya, *Functional Block Diagram (FBD)* kemudian dibuat untuk mendeteksi konektivitas fungsional setiap komponen kritis. Selain itu, pendeteksian yang dilakukan dengan FBD mencakup proses-proses yang terjadi selama proses manufaktur..

2.6.6. *System Function dan Function Failure*

System function merupakan fungsi atau kinerja utama dari mesin yang diharapkan oleh pengguna. Fungsi sistem disini tidak menjelaskan fungsi masing-masing bagian dalam suatu sistem lini produksi, melainkan menggambarkan fungsi dari komponen-komponen mesin kritis yang diamati. Kesalahan fungsional adalah jenis kesalahan yang mencegah mesin melakukan fungsi sistem yang diharapkan oleh pengguna.

2.6.7. *Failure Mode and Effect Analysis*

Selain itu, data yang diproses pada fungsi sistem dan kegagalan fungsional serta data penyebab dan akibat kegagalan digunakan untuk kompilasi mode kesalahan dan analisis efek. *Failure Mode Effect Analysis* berusaha untuk menganalisis penyebab kegagalan sistem pengamatan dan efek jika terjadi kegagalan (Moubray, 1997: 53). Tujuan FMEA adalah untuk mengidentifikasi potensi kegagalan perangkat, proses atau produk, untuk menentukan lebih lanjut bagaimana kegagalan ini dapat mempengaruhi keseluruhan operasi perangkat atau sistem, dan untuk mengambil tindakan atau solusi yang tepat untuk menghilangkan potensi kegagalan ini. (Stephens, 2004:180).

2.6.8. RCM II *Dicission Worksheet*

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan memasukkan semua mode kegagalan ke dalam diagram keputusan RCM II untuk mengetahui akibat dari kegagalan (*Consequences of the failure*) dan jenis penanganan yang sesuai dengan penyebab kegagalan (*Proactive Task and Standard Action*). Setelah itu, *output* dari konsekuensi kegagalan dan jenis perawatan yang sesuai dimasukkan ke dalam lembar kerja keputusan RCM II. Unsur-unsur lembar kerja pengambilan keputusan RCM II meliputi :

2.6.8.1. *Failure Consequences*

Failure Consequences berguna untuk menganalisa dampak yang ditimbulkan oleh *function failure* yang terjadi pada komponen kritis. Dampak kegagalan tersebut antara lain *hidden failure, safety and environment, operational consequences*, dan *non operational consequences*.

2.6.8.2. *Proactive Task and Default Action*

Proactive task merupakan tahap atau tindakan yang diambil untuk menunda terjadinya *failure mode*. Tahap yang dapat diambil untuk langkah *proactive task* antara lain *Scheduled on Condition Task, Scheduled Restoration Task*, dan *Scheduled Discard Task*. Sedangkan *Default Action* adalah tindakan yang dapat dilaksanakan apabila *proactive task* tidak dapat mencegah terjadinya *failure mode*. *Default Action* yang dapat dilakukan antara lain *Scheduled Failure Finding, Combination Task, dan Redesign*.

2.6.8.3. *Proposed Task*

Proposed Task memberikan pengertian mengenai langkah pencegahan yang diambil untuk mencegah terjadinya *failure mode*, langkah ini merupakan usulan nyata hasil keluaran dari *proactive task* atau *default action*.

2.6.8.4. *Initial Interval*

Initial Interval adalah jarak atau interval waktu perawatan yang sangat efektif terhadap *proactive task* atau *default action* yang sudah ditentukan sebelumnya, pada penelitian ini *initial interval* memiliki satuan jam. *Initial interval* ini diperoleh dari hasil pengolahan data kuantitatif.

2.6.8.5. *Can be done*

Can be done merupakan objek yang akan melaksanakan atau bertanggung jawab akan tindakan perawatan yang telah ditentukan pada RCM II *Decision Worksheet*.

2.7. Keandalan (*Reliability*)

Pemeliharaan komponen atau peralatan tidak lepas dari pembahasan tentang keandalan. Selain menjadi ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan, keandalan juga digunakan untuk menentukan jadwal pemeliharaan itu sendiri. Belakangan ini istilah keandalan juga telah diterapkan di berbagai industri, misalnya untuk menentukan interval penggantian komponen/suku cadang mesin. Ukuran keberhasilan tindakan pemeliharaan dapat dinyatakan dalam derajat keandalan. Secara umum, keandalan dapat didefinisikan sebagai *probabilitas* bahwa suatu sistem atau produk dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi tertentu dan untuk jangka waktu yang telah ditentukan tanpa mengalami kerusakan..

2.8. Tahapan Pengolahan Data

Dan langkah-langkah dalam metode RCM tersebut adalah :

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Dengan pemilihan sistem, sistem yang akan dipilih merupakan sistem yang mempunyai frekuensi *corrective maintenance* yang tinggi, dengan biaya yang tinggi dan berpengaruh besar terhadap kesuksesan proses pada lingkungannya.

2. Batasan Sistem

Batasan sistem dilakukan untuk mengetahui yang akan termasuk dan tidak termasuk kedalam sistem yang diamati.

3. Deskripsi Sistem dan *Functional Diagram Block Fungsi (FDBF)*

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

4. Penentuan Fungsi dan Kegagalan Fungsional

Fungsi dapat didefinisikan sebagai apa yang dilakukan perangkat yang diharapkan pengguna. Fitur berhubungan dengan hal-hal seperti kecepatan, kinerja, kapasitas, dan kualitas produk. Kegagalan dapat didefinisikan sebagai ketidakmampuan peralatan untuk melakukan apa yang diharapkan pengguna. Sedangkan kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu perangkat untuk menjalankan fungsinya dengan kinerja standar yang dapat diterima oleh pengguna. Suatu fungsi dapat memiliki satu atau lebih kesalahan fungsional.

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

Mode kegagalan adalah kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi. Jika mode kegagalan diketahui, maka dapat diketahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika mode kegagalan terjadi dan kemudian digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaiki ini..

6. *Logic Tree Analysis (LTA)*

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

1. *Safety Problem* (kategori A)

Mode kegagalan memiliki konsekuensi dapat melukai atau merenggut jiwa seseorang.

2. *Outage Problem* (kategori B)

Mode kegagalan dapat mematikan sistem.

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

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

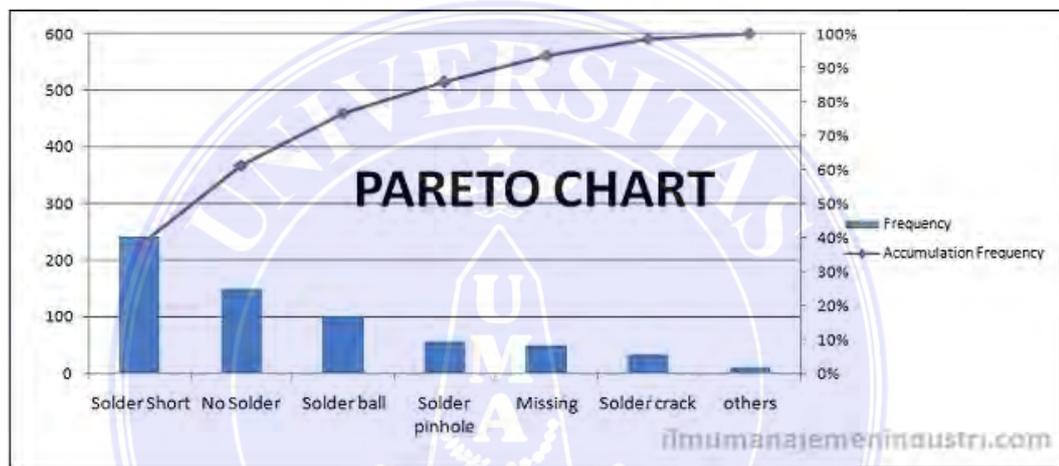
4. *Hidden Failure* (kategori D)

Kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator.

2.9. **Diagram Pareto**

Alfredo Pareto adalah orang yang pertama kali memperkenalkan grafik Pareto. Tujuannya saat itu adalah untuk mendistribusikan kesejahteraan masyarakat, maka Dr. Joseph Juran menciptakannya kembali sehingga dapat

digunakan di berbagai bidang. Bagan Pareto adalah bagan yang menggambarkan klasifikasi data dalam urutan menurun dari kiri ke kanan. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi masalah dari yang terbesar hingga yang terkecil. Diagram ini pertama-tama menunjukkan distribusi frekuensi kesejahteraan di banyak negara, yang kemudian ditemukan cocok untuk digunakan dalam manajemen mutu.



Gambar 2.1. Diagram Pareto

Diagram pareto memiliki fungsi bahwa sumbu y adalah persentase dari total scrap dan data dalam grafik atau grafik ditampilkan secara bersamaan dengan baik grafik batang nilai persentase setiap *scrap* dibandingkan dengan total rilis dan grafik garis persentase kumulatif. Oleh karena itu, diagram pareto digunakan untuk merepresentasikan prioritas suatu masalah dimana masalah yang dominan dapat diselesaikan..

2.10. Biaya Perawatan

Sistem perawatan yang baik adalah perawatan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu pada saat proses produksi tidak berjalan. Perawatan mesin

secara berkala meningkatkan biaya perawatan, sebaliknya jika perawatan tidak dilakukan dapat menurunkan kinerja mesin.

1. *Preventive Cost* (C_p)

Preventive cost adalah biaya yang timbul karena adanya *preventive maintenance* yang sudah terjadwal. Rumus *preventive cost* adalah sebagai berikut:

$$C_p = (A+B) \times C+D$$

2. *Failure Cost* (C_f)

Failure cost adalah biaya yang timbul karena kerusakan yang terjadi kerusakan diluar perkiraan (*breakdown*) yang dapat menyebabkan terhentinya waktu produksi. Rumus *failure cost* adalah sebagai berikut:

$$C_f = (A+B) \times C+D$$

dimana:

A= biaya kehilangan produksi

B= biaya tenaga kerja

C= waktu perawatan *preventif*

D= harga komponen

3. Total Biaya Minimum (T_c)

Total biaya minimum perbaikan dan penggantian persatuan waktu suatu mesin digunakan rumus sebagai berikut (Soesetyo, 2014):

$$TC = \frac{(C_p * R(tp)) + (C_f (1 - R(tp)))}{(tp * R(tp)) + (tf (1 - R(tp)))}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Pada tempat penelitian penulis memilih di UKM kue kering di CV. Fawas Jaya terletak di Jl. Bersama, Bandar Selamat, Kec. Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara 20223. CV. Fawas Jaya merupakan salah satu UKM di Medan yang bergerak di bidang pengolahan kue kering. Adapun produk yang dihasilkan adalah kue kelapa, kue moka, kue pia, dan kue potong. Proses produksi yang di jalankan oleh CV. Fawas Jaya menggunakan sistem manual dan otomatis yang juga didukung oleh sumber daya manusia yang aktif, handal, dan profesional. Waktu penelitian yang akan dilakukan oleh penulis berkisar \pm 3 bulan.

3.2. Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti merupakan mesin/peralatan yang berada di area UKM yaitu mesin penggiling yang digunakan untuk melumatkan bahan baku.

3.3. Jenis Penelitian

Berdasarkan sifatnya, penelitian ini diklasifikasikan sebagai penelitian kualitatif dan kuantitatif, yaitu penelitian yang berusaha menjelaskan pemecahan masalah yang ada secara sistematis dan berbasis bukti. Penelitian ini meliputi proses pengumpulan data, penyajian dan pengolahan data.

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel *Independen*

Variabel *Independen* atau variabel bebas merupakan variabel penelitian yang dapat mempengaruhi dan menjadi penyebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

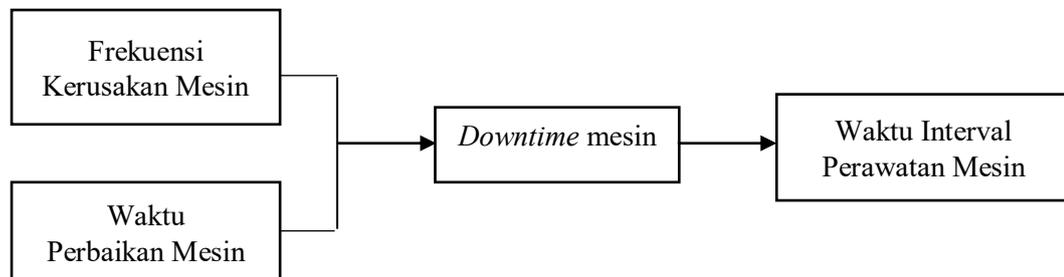
1. Frekuensi kerusakan mesin.
2. Waktu perbaikan mesin.

3.4.2. Variabel *Dependen*

Variabel *Dependen* atau variabel terikat (variabel yang dipengaruhi) dengan penelitian ini adalah *downtime* mesin. *Downtime* mesin adalah jumlah waktu dimana suatu mesin tidak dapat beroperasi dikarenakan adanya kerusakan (*failure*).

3.5. Kerangka Konseptual

Suatu penelitian dapat dilakukan apabila terjadinya sebuah perancangan kerangka berpikir yang baik sehingga tahap penelitian lebih sistematis. Kerangka berpikir inilah yang akan menjadi landasan awal dalam melaksanakan penelitian. Adapun kerangka penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1. Kerangka Konseptual

Keterangan hubungan kerangka konseptual berdasarkan teori yang di peroleh :

1. *Downtime* mesin merupakan jumlah waktu dimana suatu *equipment* tidak dapat beroperasi dikarenakan adanya kerusakan (*failure*) dan dapat berpengaruh pada frekuensi kerusakan mesin dan lamanya waktu perbaikan mesin (Corder, A.S. 2016).
2. Interval perawatan mesin merupakan waktu interval perawatan yang akan menjadi hasil dari *downtime* mesin untuk mencapai perawatan yang lebih terjadwal dengan waktu perawatan yang sudah dihitung dengan menggunakan metode RCM.

3.6. Metodologi Penelitian

Adapun langkah-langkah metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Pendahuluan (mulai)

Sebelum dilakukan penelitian, pertama dengan persiapan pemberkasan administrasi dari pihak kampus atau surat pengantar penelitian dari pihak CV. Fawas Jaya.

2. Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Pada langkah ini dilakukan wawancara dengan produksi mengenai masalah yang sering terjadi dalam proses produksi. Setelah melakukan wawancara dapat ditarik sebuah penelitian dan diidentifikasi dari permasalahan tersebut.

3. Studi Lapangan

Langkah awal penelitian dilakukan studi lapangan untuk mengetahui kondisi perusahaan, proses produksi, dan informasi pendukung yang diperlukan melalui observasi/pengamatan dan wawancara (Kanneth D.Bailey 2004).

4. Studi Literatur

Langkah metode pemecahan masalah yang digunakan dan teori pendukung lainnya. Studi literatur yang digunakan dalam masalah tersebut adalah dengan metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance II*).

5. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk memperoleh data primer adalah dengan melakukan wawancara dan kegiatan tanya jawab dengan operator dan teknisi secara langsung di lapangan. Metode pengumpulan data sekunder adalah dengan melihat dan menyimpan dokumen di perusahaan. Data kerusakan yang digunakan adalah dokumen sejarah kerusakan mesin penggiling.

6. Pengolahan Data

Adapun pengolahan data yang digunakan dengan metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance II*) adalah sebagai berikut :

- a. *Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)*
- b. Parameter TTF dan TTR
- c. *Mean to Time Failure (MTTF)*
- d. *Mean to Time Repair (MTTR)*
- e. Perhitungan Interval waktu Perawatan
- f. *Functional Block Diagram (FBD)*
- g. *System Function dan Function Failure*
- h. *Failure Mode and Effect Analysis*
- i. *RCM II Dicission Worksheet*
 - a. *Failure Consequences*
 - b. *Proactive Task and Default Action*
 - c. *Proposed Task*

d. *Initial Interval*

e. *Can be done*

7. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengelolaan data yang dilakukan, maka akan dapat menarik kesimpulan yang menjadi tujuan dari masalah tersebut. Ketika masalah dalam produksi diketahui, saran dapat dibuat untuk mengurangi masalah jika perlu.

3.7. Metode Pengumpulan Data

Untuk memudahkan penulis dalam penelitian ini, maka diperlukan metode pengumpulan data agar data yang diambil tepat dan benar, yaitu :

1. Data Primer

Data-data primer dalam penelitian ini adalah:

- a. Data kerusakan mesin
- b. Data lamanya waktu perbaikan

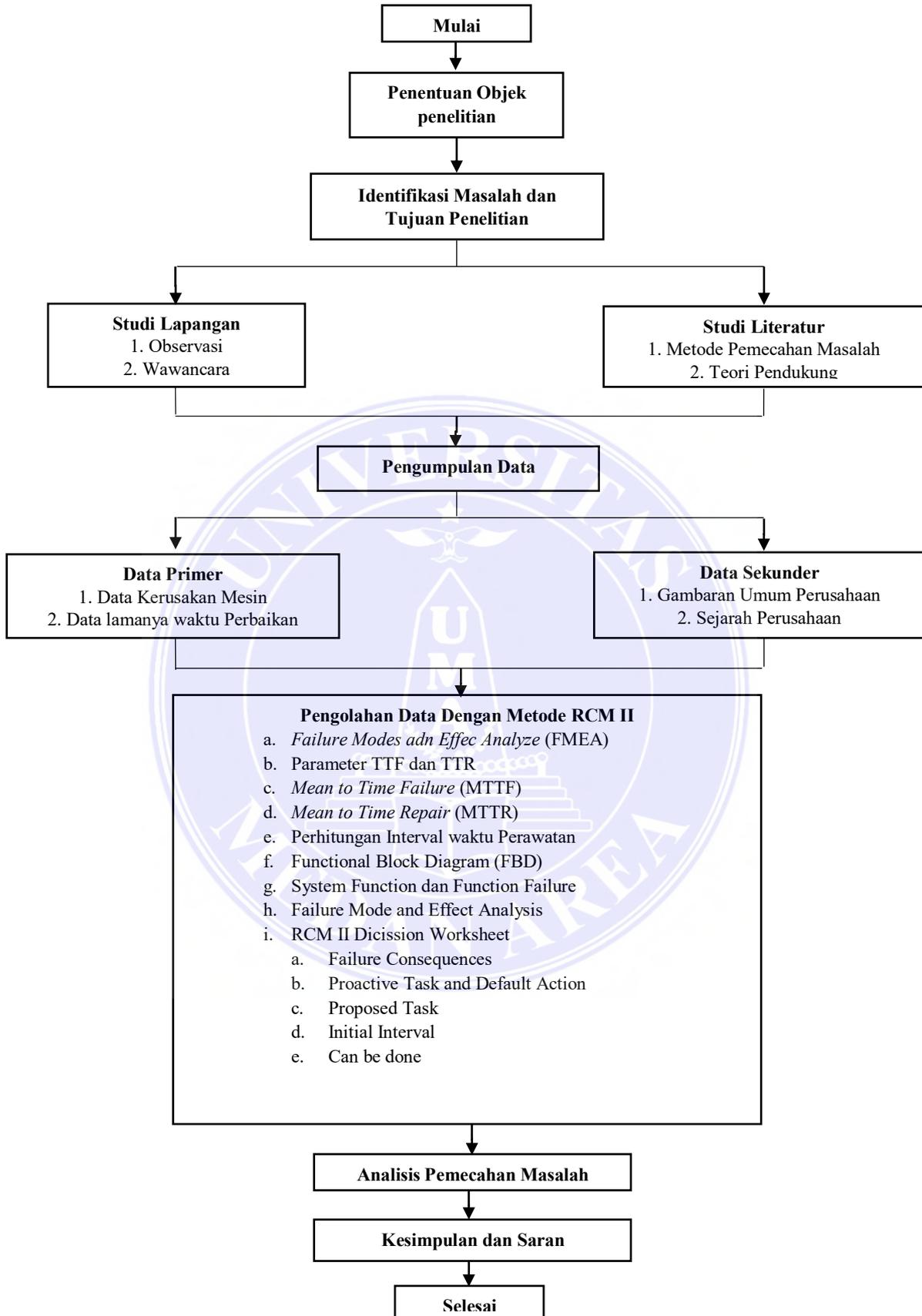
2. Data Sekunder

Data sekunder yang akan diperoleh dari perusahaan adalah sebagai berikut yaitu:

- a. Gambaran umum perusahaan
- b. Sejarah perusahaan

3.8. Flowchart Penelitian

Adapun gambar susunan tahapan dari penelitian yang digambar dalam bentuk *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Flowcart Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pengumpulan, pengolahan, dan analisa data yang di peroleh dari bab sebelumnya. Maka didapatkan hasil kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Interval perawatan mesin penggiling FFC 23 Tipe 8.5 berdasarkan metode RCM untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial adalah komponen Saringan dengan interval waktu kerusakan 174.78 jam dan mengalami *breakdown* sebanyak 4 kali dengan kerusakan tertinggi dalam 1 tahun
2. Hasil perhitungan kehandalan (*reliability*) pada metode *Reliability Centered Maintenance* adalah sebelum perawatan saringan sebesar 37% setelah dilakukan perawatan meningkat hingga sebesar 75%
3. Total biaya sebelum perawatan *preventive* sebesar Rp248.799/bulan dan total biaya setelah perawatan *preventive* sebesar Rp. 128.949/bulan
4. Kegiatan yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada mesin penggiling FFC 23 Tipe 8.5 untuk komponen Saringan dengan jenis kerusakan saringan koyak dan macet perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled discar task* tindakan mengganti aset pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisi item pada saat itu dan *scheduled restoration task* tindakan pemulihan kemampuan item pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisinya saat itu..

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian ini saran yang dapat disampaikan pada perusahaan adalah :

1. Jadwal perawatan pada mesin penggiling yang ditentukan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan dan menentukan tugas-tugas perawatan di CV. Fawas Jaya karena memberikan suatu basis data yang sistematis.
2. Perawatan mesin dapat diterapkan dengan *preventive maintenance* yang dilakukan perawatan secara berkala dan untuk mesin penggiling sebaiknya dilakukan perawatan satu kali dalam sebulan.
3. Pihak perusahaan dapat memberikan pelatihan khusus dengan melakukan *training* untuk semua yang berhubungan dengan mesin yang digunakan atau arahan untuk setiap operator agar mampu menjalankan mesin dengan baik sesuai dengan pengoperasian mesin supaya dapat menjalankan proses produksi yang sudah ditetapkan oleh pihak perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Charles E. Ebell, *Reliability and Maintainability Engineering*, (London : Mc. Graw Hill, 1977), h.5.
- Assauri, Sofyan. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Keempat. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Corder, Anthony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta : Erlangga
- Dale H, Besterfield. *Quality Control*. Fifth Edition. (New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1998), hlm. 5-7.
- Isma, Boy. Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)* Pada Mesin Danner 1.3 di PT. X.
- Pane, Cristopel. 2017. Skripsi Teknik Industri “Perencanaan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Chiller Dengan Metode RCM”. Medan : Universitas Medan Area
- Prasetyo, A.B., 2016. Penerapan Konsep *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Pada Sistem Perawatan Mesin di PT. XYZ.
- Pamungkas, I.B., Rachmat, H. and Kurniawati, A., 2016. Pengembangan Program *Preventive Maintenance* Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (Rcm II)* Dan Perhitungan *Overall Equipment Effective-ness (Oee)* Di *Plant Ammonia* PT Pupuk Kujang 1a. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 1(01), pp.99-105

Pranoto. (2015). *Reliability Centered Maintenance*. Jakarta: Mitra Wacana Media.

Rachman, H., Garside, A.K. and Kholik, H.M., 2017. Usulan Perawatan Sistem Boiler Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), pp.86-93.

Rinne, H. 2009, *The Weibull Distribution A Handbook*, Chapman & Hall/CRC.

Smith, Anthony M, Glenn R. Hinchcliffe. 2003. *RCM-Gateway to World Class Maintenance*. New York : Elseiver.

S. Jardine. *Maintenance, Replacement and Reliability*, h.19.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.

Tantri, D., Widiasih, W. and Khoiroh, S.M., 2018. Perancangan sistem perawatan mesin *corrugated carton box* dengan metode RCM pada PT. Intan ustrix gresik.

Sumantri, A. (2020). Spasi Baut Optimal Untuk Kuat Geser Baut Pada Sambungan Pelat Baja. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 4(1), 18-21. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v4i1.3264>

Sari, K., & Tambunan, L. (2020). Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar Dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Tanah Dari Jalan Pertahanan – Patumbak Yang Dicampur Kapur. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 4(1), 22-30. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v4i1.3568>

Hermansyah, H., & Zebua, F. (2020). Tinjauan Terhadap Sifat Plastisitas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Limbah Cangkang Kerang. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 4(1), 31-38. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v4i1.3206>

Panjaitan, S., & Masri, M. (2020). Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Kuat Tekan Tanah Lempung Sungai Serdang Batang Kuis Deli Serdang Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 4(1), 39-41. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v4i1.3570>