



PAPER – OPEN ACCESS

Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode RCM (Realibility Centered Maintenance) Pada Mesin Mixer Di PT. X

Author : Nukhe Silviana dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v4i1.1301
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 4 Issue 1 – 2021 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Pada Mesin Mixer Di PT. X

Nukhe Silviana^a, Sirmas Munte^a, Ninny Siregar^a, Healthy Prasetyo^a

^aJurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

nukheandri@staff.uma.ac.id

Abstrak

PT. X merupakan salah satu perusahaan asing di Indonesia yang bergerak di bidang pengolahan pakan ternak. PT. X beroperasi 24 jam setiap hari dalam mengolah produk pakan ternak menggunakan mesin seperti Mesin Intake, Mesin Hammer Mill, Mesin Mixer, Mesin Pellet Mill, Feed Cleaner, Mesin Saringan, Mesin Cooler, Mesin Bagging Scale, Mesin Fill Bagg, Bowler, dan lainnya mesin penunjang produksi untuk menghasilkan produk pakan ternak. Permasalahan yang muncul pada perusahaan ini adalah sering terjadi kerusakan pada mesin atau breakdown pada komponen mesin yang mengalami kerusakan sehingga dapat mengakibatkan jam kerja terhenti atau downtime. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama interval perawatan mesin yang digunakan untuk meminimalkan downtime pada mesin mixer. Dan untuk merekomendasikan jenis tugas pemeliharaan yang dilakukan pada setiap komponen yang diteliti. Penelitian ini menggunakan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance). Hasil dari penelitian ini adalah mesin yang memiliki breakdown tertinggi yaitu pada mesin Mixer B tipe 60 HP sebesar 57% dibandingkan dengan mesin Mixer A tipe 88 HP 45%. Interval perawatan berdasarkan RCM Decision Worksheet untuk komponen yang berpotensi mengalami kegagalan adalah komponen Compressor dengan interval waktu aruskan 174,78 jam dan mengalami breakdown 3 kali kerusakan tertinggi dalam 1 tahun. Kegiatan yang harus dilakukan untuk mengurangi kerusakan pada mesin Mixer B tipe 60 HP untuk komponen Compressor dengan jenis kerusakan drop compressor dan silonoid jams perlu adanya kegiatan maintenance dengan target task terjadwal dan tugas restorasi terjadwal untuk mempermudah jalannya dari produksi.

Kata Kunci : Maintenance Machine; Reliability Cantered Maintenance (RCM)

Abstract

PT. X is one of the foreign companies in Indonesia engaged in animal feed processing. PT. X operates 24 hours every day in processing animal feed products using machines such as Intake machine, Hammer Mill Machine, Mixer Machine, Pellet Mill Machine, Feed Cleaner, Sieve Machine, Cooler Machine, Bagging Scale Machine, Fill Bagg Machine, Bowler, and other production supporting machine to produce animal feed products. The problem that arises in this company is that there is often damage to the engine or breakdown of the components of the machine that have been damaged so this can result in stalled working hours or downtime. This research aims to find out how long the machine maintenance interval is used to minimize downtime on mixer machines. And to recommend the type of maintenance task performed on each component studied. This research uses the Rcm (Reliability Centered Maintenance) Method. The result of this study is the machine that has the highest breakdown that is in Mixer B engine type 60 HP by 57% compared to Mixer A engine type 88 HP 45%. The maintenance interval based on the RCM Decision Worksheet for components that have potential failures is the Compressor component with aruskan time interval of 174.78 hours and suffered a breakdown of 3 times the highest damage in 1 year. Activities that must be carried out to reduce the damage to the Mixer B machine type 60 HP for Compressor components with the type of damage to the drop compressor and silonoid jams need to have maintenance activities with scheduled targeted task and scheduled restoration task to facilitate the course of production

Keywords: Maintenance Machine; Reliability Cantered Maintenance (RCM)

1. Pendahuluan

Di era sekarang, seluruh aktivitas manusia telah berubah dari tradisional menjadi modern. Perubahan ini dapat dilihat pada perkembangan teknologi yang cepat serta seluruh aktivitas sangat bergantung dengan teknologi

PT. X adalah perusahaan asing di Indonesia yang berfokus pada pengolahan pakan ternak. Adapun produk yang dihasilkan adalah pakan ternak bebek, pakan ternak ayam, pakan ternak babi, pakan ternak ikan dan pakan ternak sapi yang berbentuk *crumble* (butiran halus), *mash* (tepung), konsentrat atau *pellet* (butiran).

PT. X beroperasi 24 jam setiap harinya dalam mengolah produk pakan ternak menggunakan mesin antara lain mesin *Hammer Mill Machine*, *Intake*, *Pellet Mill Machine*, *Mixer Machine*, *Feed Cleaner*, *Sieve Machine*, *Cooler Machine*, *Bagging Scale*

Machine, Fill Bag Machine, Bowler, dan mesin penunjang produksi yang lainnya untuk menghasilkan produk pakan ternak. Mesin-mesin tersebut sangat penting dalam proses produksi pakan ternak untuk meningkatkan kapasitas produksi yang layak untuk dipasarkan.

Masalah yang hampir selalu dialami perusahaan ini ialah kerusakan pada alat/mesin yaitu komponen-komponen mesin yang mengalami kerusakan sehingga hal ini dapat mengakibatkan jam kerja terhenti atau *downtime*. Hal ini pastinya dapat membuat proses produksi yang awalnya lancar menjadi terhambat. Akibatnya target produksi tidak sesuai target yang perharinya diproduksi 105 ton/hari menjadi berkurang, dan biaya produksi semakin tinggi. Agar mesin dapat berfungsi secara optimal dibutuhkan kegiatan yang namanya perawatan. Perawatan ini berfungsi agar mesin agar pelaksanaan peningkatan proses produksi berjalan normal. Perawatan adalah kegiatan yang bertujuan agar suatu sistem produksi baik mesin maupun peralatan dapat menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, strategi yang tepat sangat dibutuhkan agar kelangsungan proses produksi tetap terjaga.

Perawatan dilakukan agar mengetahui apakah part mesin yang berada pada mesin harus diganti atau tidak. Hal ini tentu memudahkan pekerja mengetahui baik buruknya komponen mesin pada mesin produksi, dan pekerja dapat mengambil tindakan cepat untuk melakukan pemeliharaan terhadap mesin sehingga proses produksi pakan ternak tidak terganggu.

Penelitian ini berfokus pada mesin *Mixer* di PT. X. Mesin *Mixer* adalah sebuah pengaduk atau mesin pencampuran pada bahan baku pakan ternak. Proses menyampurkan beberapa bahan dengan menambahkan bahan atau beberapa bahan ke bahan lainnya disebut percampuran. Selama produksi berlangsung mesin ini selalu bekerja, apabila mesin ini terdapat kendala pada prosesnya penggunaannya maka bagian *maintenance* langsung melakukan inspeksi. Menurut data yang diperoleh frekuensi terjadinya kerusakan pada mesin *Mixer* per tahun sebesar 45% hingga 57% dengan waktu kerusakan 12,09 jam dan 16,58 jam.

Mesin yang paling kritis adalah 57% sehingga dapat menimbulkan terjadinya *downtime* mesin dengan jumlah tertinggi 21% pada komponen *compressor*. Jumlah ini mengurangi jumlah hasil produksi perusahaan secara signifikan disebabkan oleh mesin terhenti pada proses perbaikan. Disisi lain mesin tersebut adalah salah satu komponen penting pada proses produksi pakan ternak di PT. X.

Berdasarkan permasalahan diatas, Penelitian ini mengusulkan manajemen perawatan mesin dengan menggunakan teknik *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Metode RCM diyakini dapat mengoptimalkan perawatan mesin kritis atau komponen kritis dilintasan produksi PT. X berdasarkan kerusakan yang terjadi. Tujuannya ialah untuk dapat mengetahui berapa waktu interval perawatan mesin yang digunakan untuk meminimalkan *downtime* pada mesin *Mixer* dan usulan tindakan perawatan (*maintenance task*) yang dilakukan pada setiap komponen yang rusak.

2. Landasan Teori

Perawatan merupakan akumulasi dari berbagai tindakan yang diambil untuk menjaga part/komponen mesin atau memperbaikinya ke keadaan yang semestinya. Perawatan juga merupakan kegiatan memantau serta memelihara peralatan, fasilitas pabrik, dan fasilitas kerja agar dapat menjaga mesin selalu optimal selama proses produksi (*uptime*) dan meminimalkan waktu berhenti yang diakibatkan oleh kerusakan dan perbaikan.

Perawatan dapat diartikan sebagai aktivitas dalam memelihara dan memastikan kesehatan fasilitas, peralatan dan mesin, melakukan perbaikan kerusakan serta penggantian part/komponen mesin sehingga agar terdapat kegiatan produksi dapat berjalan seperti yang diinginkan.

Perawatan juga didefinisikan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memonitor mesin sudah dilumasi atau tidak, dan melakukan pengecekan pada komponen/*part* yang rusak apakah harus diganti atau sekedar diperbaiki. Dengan demikian perawatan merupakan aktivitas perawatan fasilitas, peralatan pabrik dan mesin, melakukan perbaikan, dan mengganti part/komponen yang digunakan agar operasi produksi berjalan dengan sempurna

Tujuan keseluruhan dari proses perawatan adalah untuk mengambil tindakan pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan tertentu dan biaya pemeliharaan. (Assauri, 2011). Secara umum perawatan bertujuan untuk:

- Menjamin ketersediaan dan keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis dan teknis untuk mengoptimalkan penggunaannya semaksimal mungkin
- Memperpanjang masa pakai fasilitas.
- Memastikan semua fasilitas yang dibutuhkan tersedia bahkan dalam kondisi darurat.
- Memastikan keselamatan kerja dan penggunaan yang aman.

2.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliabilitas merupakan hal penting untuk kegiatan pengukuran termasuk sistem produksi dan sistem pelayanan. Reliabilitas yang tinggi otomatis sangat mendorong operasi produksi dan pastinya mampu untuk mengurangi kecacatan produk yang diproduksi. Pada dasarnya, menempatkan setiap peralatan bersama kegiatan dengan prioritas berbeda merupakan tujuan dari RCM.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan metode yang dipakai dalam menentukan hal apa yang harus dikerjakan sehingga keseluruhan aset fisik bekerja sesuai yang diinginkan (Moubray, John. 1992).

RCM merupakan suatu pendekatan pemeliharaan yang menggabungkan strategi dengan praktek pada *corrective maintenance* (cm) dan *preventive maintenance* (pm) dalam memaksimalkan fungsi dan *life time* (umur) aset/sistem/equipment dengan biaya minimal (Henley, E.J Dan H. Kumamoto, 1981).

RCM merupakan sebuah teknik yang bertujuan menentukan tugas perawatan sebagai patokan dalam menjamin perancangan dari sistem keandalan yang memiliki kondisi spesifik dalam pengoperasian sebuah lingkungan pengoperasian. Fokus menjadi sebuah identifikasi apabila terdapat resiko kegagalan yang jauh lebih penting dibandingkan dengan karakteristik teknik. Mesin yang normal pastinya memiliki availability yang tinggi dan tentunya perusahaan menginginkan hal tersebut agar proses produksi berjalan optimal. Maka dari itu sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan agar mesin tetap bekerja secara optimal.

2.2 Uji Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan cukup objektif. Idealnya, sejumlah besar pengukuran, atau bahkan jumlah pengukuran yang tidak terbatas, harus dilakukan agar data pengukuran layak untuk digunakan. Rumus yang dipakai dalam melakukan uji kecukupan data ialah sebagai berikut.

$$N' = \frac{k}{s} (\sqrt{N}(\sum x^2) - (\sum x)^2) \quad (1)$$

Keterangan Rumus :
 N' = Jumlah data teoritis
 k = Tingkat Kepercayaan
 s = Tingkat Ketelitian
 $\sum x$ = Total data

2.3 Uji Keseragaman Data

Uji Keseragaman Data adalah untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari sistem yang sama. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= X + k(\sigma) \\ \text{BKB} &= X - k(\sigma) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - x_i)^2}{N-1}} \quad (3)$$

Dimana: BKA = Batasan kendali atas
 BKB = Batas kendali bawah
 σ = Standart deviasi
 X = Rata – rata
 X_i = Rata – rata ke-i
 N = Jumlah data

2.4 Reliability Centered Maintenance Decision Worksheet

- Failure Mode and effect Analysis (FMEA) (*Severity, Occurrence, Detention*)
- Penentuan Distribusi *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR)

Pelaksanaan penentuan distribusi pada data *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) masing-masing komponen kritis adalah dengan membuat dugaan berupa hipotesa dimana didefinisikan apakah data kerusakan memiliki tipe distribusi apa, apabila distribusi data mengikuti tipe data distribusi *Weibull* tersebut bersama laju kerusakan bertautan.

Setelah membuat hipotesa jenis distribusi, hasil dari hipotesa dugaan jenis distribusi didapatkan dugaan jenis distribusi data TTR dan TTF. Setelah itu dilakukan pengujian *goodness of fit* pada data yang diperoleh agar menentukan pola distribusi yang sebelumnya dibuat hipotesa dugaan apakah sudah sesuai dengan pola distribusi data yang selanjutnya akan diolah dengan parameter komponen masing-masing berdasarkan distribusi. Rumus yang diterapkan pada perhitungan parameter untuk *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) adalah sebagai berikut.

$$a - \bar{y} - b\bar{x} \quad (4)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (5)$$

Dalarna menentukan nilai parameter α dan β adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha &= b \\ \beta &= e - (ab) \end{aligned}$$

Dimana : $a = \text{Intercept}$

$b = \text{Slope}$

$\alpha = \text{Parameter bentuk}$

$\beta = \text{Parameter skala}$

- Perhitungan *Mean Time to Failure* dan *Mean Time to Repair*
Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan parameter untuk masing-masing komponen. MTTF merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan dan MTTR merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan.

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

Mean time to repair dari distribusi *Weibull* :

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\beta} + 1 \quad (6)$$

Dengan fungsi keandalannya :

$$(t) = e - \left(\frac{t-y}{n}\right) \beta \quad (7)$$

Dimana $r(x)$ adalah fungsi gamma :

$$(x) = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy \quad (8)$$

- Distribusi Eksponensial

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

$$\text{MTTF} = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy \quad (9)$$

Dan fungsi keandalannya :

$$(t) = e - \lambda t \quad (10)$$

- Perhitungan *Mean Time to Failure* dan *Mean Time to Repair*
Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan parameter untuk masing-masing komponen. MTTF bisa diartikan merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan dan MTTR bisa diartikan secara luas merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan.

- Distribusi *Weibull* memiliki tiga parameter η, β, γ jika *time to failure* dari suatu komponen adalah T. Memperoleh nilai *Mean time to Failure* dari distribusi *Weibull*. *Mean time to repair* dari distribusi *Weibull* dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\beta} + 1 \quad (11)$$

Dengan formula keandalannya:

$$(t) = e - \left(\frac{t-y}{n}\right) \beta \quad (12)$$

Dimana $r(x)$ adalah fungsi gamma:

$$(x) = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy \quad (13)$$

- Distribusi Eksponensial

Apabila suatu komponen memiliki nilai *time to failure* yang berdistribusi dengan parameter parameter λ , serta *mean time to failure* memiliki distribusi *exponential*. Berikut rumus *Mean time to failure* dari distribusi *exponential*:

$$\text{MTTF} = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} \cdot dy \quad (14)$$

Dan fungsi keandalannya :

$$(t) = e - \lambda t \quad (15)$$

- Perhitungan Waktu Interval Perawatan

Melakukan analisis pada *detection worksheet* dan *information worksheet* dilakukan untuk menentukan *maintenance task*, kemudian dalam mengamati *record failure* dilakukan dengan menganalisis *information worksheet*. Tabel *information worksheet* terdiri dari FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan fungsi sistem.

Setelah menentukan hasil *maintenance task*, kemudian menentukan interval waktu yang tepat dalam melaksanakan perawatan. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis task yang ada pada komponen. Rumus untuk menghitung interval perawatan *schedule on condition task* yaitu:

$$PM = \frac{1}{2} xp - f \text{ interval} \quad (16)$$

Formula yang diterapkan pada penyusunan *schedule discard task* serta *restoration task* dan *schedule discard task* dilakukan dengan melakukan perhitungan biaya penggantian kerusakan komponen dan perhitungan biaya. Fungsi yang digunakan yaitu sebagai berikut (Dhamayanti dkk, 2016) :

$$Cf = Cr + MT (Co + Cw) \quad (17)$$

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

2.5 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan atau *reliability* berkaitan erat hubungannya dengan pemeliharaan komponen dan peralatan. Keandalan juga dapat menjadi sebuah parameter tingkatan keberhasilan pada sistem pemeliharaan serta keandalan juga berfungsi dalam menetapkan penjadwalan pemeliharaan sendiri. Belakangan ini pada berbagai industri, keandalan juga menjadi konsep yang digunakan, misalnya pada saat menentukan interval penggantian *spare part* atau mesin.

Tingkat dari reabilitas juga dapat menjadi sebuah parameter ukuran dari keberhasilan Tindakan pemeliharaan (*maintenance*). Reabilitas juga umumnya dapat didefinisikan menjadi sebuah probabilitas produk atau bahkan suatu sistem yang berfungsi dengan apik tanpa adanya kendala atau kerusakan pada kondisi dan waktu yang telah ditentukan.

3. Metodologi Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu :

- **Pendahuluan**
Sebelum dilakukan penelitian, dimulai dengan persiapan pemberkasan administrasi dari pihak kampus atau surat pengantar penelitian kepada pihak PT.Charoen Pokphand Indonesia.
- **Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian**
Tahap ini dilaksanakan interviu langsung pada bagian produksi tentang permasalahan-permasalahan yang timbul saat produksi. Hasil dari interviu menjadi dasar mengidentifikasi masalah dari sebuah permasalahan penelitian.
- **Studi Lapangan**
Studi lapangan dilakukan agar mengetahui situasi perusahaan, proses produksi, serta informasi tambahan yang dibutuhkan saat wawancara.
- **Studi Literatur**
Proses menentukan metode yang ingin digunakan untuk menyelesaikan masalah. Metode yang digunakan untuk penelitian ini ialah metode RCM (*Realibility Centered Maintenance*).
- **Teknik Pengumpulan Data**
Metode yang digunakan dalam memperoleh data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan tanya jawab dengan operator dan mekanik dilapangan. Data Sekunder diperoleh dari melihat dan mencatat dokumen dari perusahaan. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari dokumen historis kerusakan mesin *Mixer*.
- **Pengolahan Data**
Pengolahan data menggunakan metode RCM (*Realibility Centered Maintenance*) adalah sebagai berikut: Perhitungan *Mean to Time Repair (MTTR)*, Perhitungan *Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)*, Perhitungan *Mean to Time Failure (MTTF)*, Perhitungan Parameter TTF dan TTR, dan Perhitungan Interval waktu Perawatan.
- **Kesimpulan dan Saran**
Dari pengolahan data yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yang menjadi tujuan permasalahan. Ketika sudah diketahui apa yang menjadi masalah pada kegiatan produksi maka diberikan usulan untuk mengurangi permasalahan yang terjadi.

Metode Pengumpulan Data

Untuk memudahkan penulis dalam penelitian ini, diperlukan suatu metode pengumpulan data untuk memastikan bahwa data yang diperoleh akurat, tepat dan benar, yaitu:

- Data Primer: Data kerusakan mesin dan Data lamanya waktu perbaikan
- Data Sekunder: Gambaran umum perusahaan, dan Sejarah perusahaan

4. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan data mesin Mixer yang merupakan salah satu mesin utama di perusahaan tersebut. Mesin mixer ini memiliki komponen-komponen pendukung di antaranya: Compresor, Feed Cleaner, Elevator, Gate, Tombol Chain, Nozzel Vega Swing, Screw, Flat Box Stool, Chain Noise, Sensor Hopper

4.1 Data Perbaikan Mesin

Data yang akan diangkat yaitu data perbaikan pada mesin Mixer. Dari data perbaikan mesin ada 2 jenis data perbaikan yang diambil yaitu pada jenis mesin Mixer A type 88 HP dan jenis mesin Mixer B type 60 HP. Data yang digunakan dimulai dari bulan februari 2019 hingga februari 2020.

Tabel 1. Data Perbaikan Mesin Mixer A Type 88 HP Tahun 2019-2020

No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)
1	10 Februari 2019	14:02	15:02
2	4 Maret 2019	11:46	12:41
3	24 April 2019	10:54	11:42
4	15 Mei 2019	08:47	09:44
5	22 Juni 2019	13:41	14:33
6	8 Juli 2019	07:41	08:46
7	23 Agustus 2019	11:32	12:26
8	03 September 2019	09:11	10:07
9	2 Oktober 2019	13:35	14:38
10	4 Nopember 2019	11:09	12:09
11	10 Desember 2019	08:50	09:45
12	24 Januari 220	14:12	15:00
13	27 Februari 2020	13:23	14:19

Tabel 2. Data Perbaikan Mesin Mixer B Type 60 HP Tahun 2019-2020

No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)
1	21 Februari 2019	13:57	14:46
2	6 Maret 2019	09:50	10:40
3	28 April 2019	13:20	14:23
4	2 Mei 2019	11:20	12:08
5	15 Juni 2019	11:09	12:08
6	24 Juli 2019	08:46	09:30
7	8 Agustus 2019	13:32	14:23
8	29 September 2019	08:13	08:54
9	14 Oktobere 2019	09:06	09:51
10	3 Novembere 2019	12:04	12:47
11	19 Desember 2019	14:20	15:13
12	17 Januari 2020	11:30	12:18
13	13 Februari 2020	13:09	14:01

Tabel 3. Uji Kecukupan Data Mesin Mixer

No	Waktu Proses (Menit)	X ²
1	60	3600
2	55	3025
3	48	2304
4	57	3249
5	52	2704
6	65	4225
7	54	2916
8	56	3136
9	63	3969
10	60	3600
11	55	3025
12	48	2304
13	56	3136

Jumlah (Σx)	730	41993
-----------------------	-----	-------

Diperoleh nilai $N = 13$, $\Sigma X = 730$ dan $\Sigma X^2 = 41993$, maka nilai N' adalah :

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right)^2 \tag{18}$$

$$N' = \left(\frac{2}{0,05 \sqrt{13(41993) - (730)^2}} \right)^2$$

$$N' = 7,78$$

Dimana :

$k =$ Tingkat kepercayaan 95% = 2

$s =$ Tingkat ketelitian = 5% = 0,05

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai N' untuk elemen kerja satu sebesar 7,78 yang berarti $N' < N$ ($7,78 < 13$) maka dapat disimpulkan bahwa data pengukuran pada elemen kerja satau sudah cukup.

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Setiap Elemen Kerja

Nama Mesin	N'	N	Keterangan
Mixer A Tipe 88 HP	7,78	13	Cukup
Mixer B Tipe 60 HP	8,06	13	Cukup

Tabel 5. Uji Keseragaman Data

No	Waktu Proses (Menit)
1	60
2	55
3	48
4	57
5	52
6	65
7	54
8	56
9	63
10	60
11	55
12	48
13	56
Rata-rata	56,07

Diperoleh nilai $\bar{X} = 56,07$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% sehingga nilai $k = 2$. Kemudian mencari standart deviasi :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(X-X_i)^2}{N-1}} \tag{19}$$

Dimana : $\bar{X} =$ Rata-rata

$X_i =$ Data ke-i

$$\sigma = \sqrt{\frac{(56,07 - 60)^2 + (56,07 - 55)^2 \dots (56,07 - 56)^2}{13 - 1}}$$

$$\sigma = 26$$

Sehingga kemudian dapat menghitung nilai batas kendali atas dan nilai batas kendali bawah sebagai berikut :

Batas Kendali Atas (BKA) = $X + k(\sigma)$

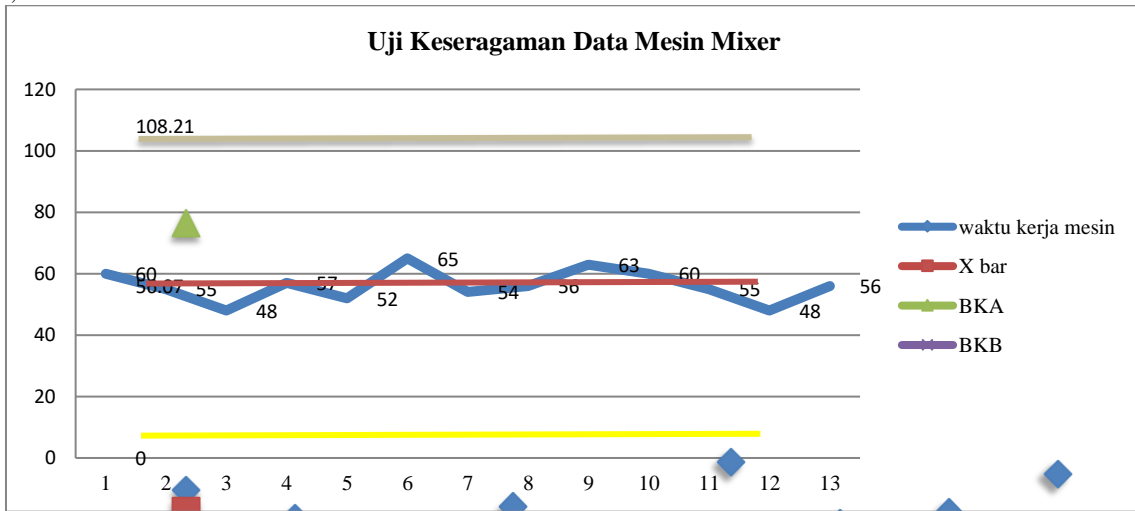
$$BKA = 56,07 + 2(26,07)$$

$$BKA = 108,21$$

Batas Kendali Bawah (BKB) = $X - k(\sigma)$

$$BKB = 56,07 - 2(26,07)$$

BKB = 3,93



Gambar 1. Uji Keseragaman Data Mesin Mixer

Tabel 6. Rekapitulasi Uji keseragaman Data Setiap elemen Kerja

Data	X	σ	BKA	BKB	Keterangan
Mesin A	56,07	26,07	108,21	126,82	Seragam
Mesin B	49,7	38,56	3,93	-27,42	Seragam

4.2 Perhitungan Downtime Kerusakan Mesin

Dari hasil data kerusakan pada mesin Mixer diketahui untuk total downtime dari setiap mesin dari bulan Februari 2019 hingga bulan Februari 2020, untuk rumus yang digunakan adalah (waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan). Hasil perhitungan dapat di lihat pada tabel di berikut ini :

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kerusakan Mesin Mixer A Tipe 88 HP

No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)	Total Jumlah Jam Perbaikan
1	10 Februari 2019	14:02	15:02	01.00
2	4 Maret 2019	11:46	12:41	00.55
3	24 April 2019	10:54	11:42	00.48
4	15 Mei 2019	08:47	09:44	00.57
5	22 Juni 2019	13:41	14:33	00.52
6	8 Juli 2019	07:41	08:46	01.05
7	23 Agustus 2019	11:32	12:26	00.54
8	03September 2019	09:11	10:07	00.56
9	2 Oktober 2019	13:35	14:38	01.03
10	4 Nopember 2019	11:09	12:09	01.00
11	10 Desember 2019	08:50	09:45	00.55
12	24 Januari 220	14:12	15:00	00.48
13	27 Februari 2020	13:23	14:19	00.56
Total downtime				12.9

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kerusakan Mesin Mixer B Tipe 60 HP

No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)	Total Jumlah Jam Perbaikan
1	21 Februari 2019	13:57	14:46	00.49
2	6 Maret 2019	09:50	10:40	00.50
3	28 April 2019	13:20	14:23	01.03
4	2 Mei 2019	11:20	12:08	00.48
5	15 Juni 2019	11:09	12:08	00.59

6	24 Juli 2019	08:46	09:30	00.44
7	8 Agustus 2019	13:32	14:23	00.51
8	29 September 2019	08:13	08:54	00.41
9	14 Oktober 2019	09:06	09:51	00.45
10	3 November 2019	12:04	12:47	00.43
11	19 Desember 2019	14:20	15:13	00.53
12	17 Januari 2020	11:30	12:18	00.48
13	13 Februari 2020	13:09	14:01	00.52
Total				
<i>Downtime</i>				16.58

Supaya dapat mengetahui dan menentukan mesin yang paling banyak mendapati kerusakan dengan menggunakan perhitungan pada masing-masing mesin dengan persentase *downtime* kerusakan mesin mixer A tipe 88 HP dan mesin mixer B tipe 60 HP yaitu sebagai berikut :

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime Mesin}}{\Sigma \text{Downtime}} \times 100\% \quad (20)$$

Untuk dapat mengetahui persentase downtime pada kerusakan mesin mixer A tipe 88 HP, dan mesin mixer B tipe 60 HP adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Downtime} = \frac{12,9}{28,6} \times 100\% = 45\%$$

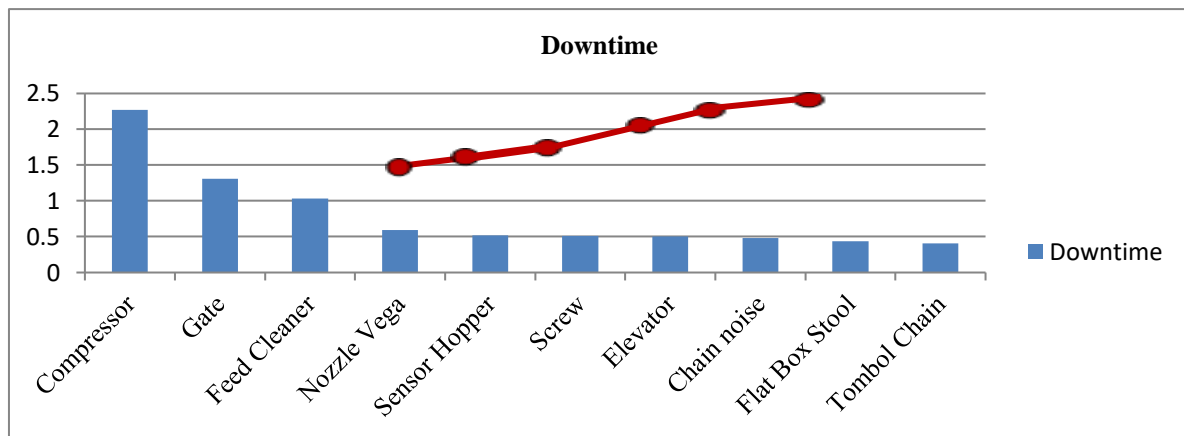
Berdasarkan persentase downtime mesin dapat menentukan tingkat kritis kondisi mesin, kondisi mesin dengan tingkat paling kritis dengan nilai persentasi downtime 30%. Hasil penelitian menunjukkan mesin mixer B tipe 60 HP memiliki waktu downtime mendekati angka 100 % yang berarti mesin mixer B tipe 60 HP termasuk kedalam tipe mesin kritis dibandingkan dengan mesin lainnya yaitu dibawah 50%. Berikut adalah hasil perhitungan dari presentase downtime kerusakan mesin mixer dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 9. Hasil Presentase *Downtime* Kerusakan Mesin

No	Nama Mesin	<i>Downtime</i> (jam)	<i>Downtime</i> (%)	<i>Downtime</i> Kumulatif (%)
1	Mixer A Tipe 88 HP	12,09	45	55
2	Mixer B Tipe 60 HP	16,58	57	100
Jumlah		28,67	102	

Tabel 10. Hasil Presentase *Downtime* Kerusakan Komponen *Mesin Mixer*

No	Nama Komponen	<i>Downtime</i> (jam)	<i>Downtime</i> (%)	% <i>Downtime</i> Kumulatif
1	Compressor	2.27	21	27
2	<i>Feed</i>	1.03	10	40
3	<i>Cleaner</i>	0.50	5	46
4	<i>Elevator</i>	1.31	12	62
5	<i>Gate</i>	0.41	4	67
6	<i>Tombol</i>	0.59	6	75
7	<i>Chain</i>	0.51	5	81
8	<i>Nozzle</i>	0.44	4	87
9	<i>Vega</i>	0.48	5	93
10	<i>Screw</i>	0.52	5	100
	<i>Flat Box</i>			
	<i>Stool</i>			
	<i>Chain noise</i>			
	<i>Sensor</i>			
	<i>Hopper</i>			
Jumlah		10.5	77	



Gambar 2. Downtime

4.3 Perhitungan Waktu Kerusakan TTF dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan TTR

Untuk langkah perhitungan ini adalah waktu perbaikan kerusakan merupakan selang waktu dari terjadinya kerusakan hingga perbaikan dan rusak kembali. Untuk perhitungan selang waktu kerusakan (Time to Failure) adalah:

- Dari tanggal 21 Februari 2019, waktu interval dari kerusakan akhir pada jam 14.46 sampai dengan jam akhir kerja jam selesai 17.00 adalah 2.14 jam.
- Pada tanggal 14 Oktober 2019, waktu interval pada jam kerja mulai 08.00 sampai dengan waktu mulai kerusakan jam 09.06 adalah 1.06 jam.
- Pada tanggal 21 Februari 2019 sampai dengan 14 Oktober 2019 terdapat jumlah hari kerja 193 hari dengan jam kerja perhari 24 jam, maka $193 \times 24 \text{ jam} = 4632 \text{ jam kerja}$.
- Untuk Perhitungan *Time to Failure* (TTF) pada tanggal 14 Oktober 2019 adalah $4632 + 1.06 + 2.14 = 4635,2$

4.4 Penentuan Interval Perawatan Komponen

Supaya dapat menentukan interval waktu pemeriksaan komponen yang berdasarkan pada waktu produksi yang akan dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini :

Komponen *Compressor*

- Rata-rata kerja perbulan
 Hari kerja perbulan = 26 hari
 Jam kerja perhari = 8 jam
 Rata-rata jam kerja perbulan = $26 \times 8 = 208 \text{ jam/bulan}$.
- Jumlah kerusakan
 Jumlah kerusakan selama 1 tahun = 3 kali kerusakan tertinggi
- Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{4.97}{208} = 0.023$$

$$\mu = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0.023} = 43.47$$
- Waktu rata-rata pemeriksaan
 Rata-rata sekali pemeriksaan = 50 menit = 0.83 jam

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{rata-rata pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{0.83}{208} = 0.003$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0.004} = 250$$
- Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan satu tahun}}{12} = \frac{3}{12} = 0.25$$

- Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.25 \times 250}{43.47}} = 1.19$$

- Interval waktu kerusakan

$$t_i = \frac{\text{rata - rata kerja perbulan}}{n} = \frac{208}{1.19} = 174.78 \text{ Jam}$$

4.5 Analisa dan Pembahasan

Dapat diketahui untuk semua hasil pada perhitungan yang menggunakan tabel Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yang menentukan komponen paling kritis terdapat pada jenis mesin Mixer B tipe 60 HP diperoleh 1 komponen kritis yaitu Compressor dengan RPN 168.

Berdasarkan dari analisa RCM *detection worksheet* didapatkan bahwa perlu diberikan perlakuan pada komponen yang sering mengalami kerusakan, khususnya pada komponen Compressor yang memiliki interval perawatan 174.78 jam. Dengan menggunakan *schedule discard task* dan *schedule restoration task* pada komponen *Compressor* perlu diberikan Tindakan khusus untuk mengurangi kemacetan produksi dengan melakukan perawatan yang terjadwal.

5. Kesimpulan

Berlandaskan dengan semua metode penelitian dari pengumpulan, pengolahan, dan analisa data pada penelitian ini. Hasil yang didapatkan pada kesimpulan interval perawatan RCM *Decision Worksheet* pada setiap komponen yang memiliki kegagalan potensial seperti pada komponen *Compressor* dengan mengalami *breakdown* sebanyak 3 kali dengan tingkat kerusakan tertinggi dalam waktu kurang satu tahunan interval waktu kerusakan 174.78 jam. Kegiatan yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada mesin *Mixer B* tipe 60 HP untuk komponen *Compressor* dengan jenis kerusakan kompresor drop dan *silonoid* macet diperlukan perlakuan perawatan menggunakan *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task* yang bertujuan dalam memperlancar jalannya produksi.

Referensi

- [1] Putra, Boy Isma, and MM ST (2007) "Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) pada Mesin Danner 1.3 Di PT. X." X", *TEKNOLOGIA* 5.A.K. Charles E. Ebellling, Reliability and Maintainability Engineering, (London : Mc. Graw Hill, 1977)
- [2] SELLY, SEPTYANI 2015 "PENENTUAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN KOMPONEN KRITIS PADA MESIN TURBIN DI PT PLN (Persero) SEKTOR PEMBANGKITAN OMBILIN." PhD diss., UNIVERSITAS ANDALAS,
- [3] Assauri, Sofyan. 1999. Manajemen Produksi dan operasi. Edisi Keempat. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [4] Dele, H., and P. E. Besterfield. "Quality control fifth edition." (1998) pp: 5-7.
- [5] Prasetya, Dwi dkk. (2018). "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (Studi Kasus : PT. S)" *Jurnal Teknik Industri Universitas Maarif Hasyim Latif* **1(1)**
- [6] Susanto, Agustinus Dwi, and Hery Hamdi Azwir (2018). "Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 17 no. 1: 21-35.
- [7] Siwan E. Perangin-angin. (2015) " KOMPONEN-KOMPONEN DAN PERALATAN BANTU MIXER KAPASITAS 6,9 LITER PUTARAN 280 RPM" *Jurnal Dinamis* **3(4)**: 1
- [8] Ahmad Kholid Alghofari (2006) "PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN BALLMILL DENGAN BASIS RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE)" *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* **5(2)**: 45-46
- [9] Wresni Anggraini (2020) " Reliability Centered Maintenance pada Komponen Kritis Mesin Press" *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri* **6(2)** : 88
- [10] Noor Ahmadi (2017) "Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI" *Jurnal Optimasi Sistem Industri* **16(2)**: 167
- [11] Syahrudin (2013) "Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD X" *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU* **1(1)**: 43