



# Perawatan Mesin *Induced Draft Fan* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* di PT. Kurnia Luwuk Sejati

Hasanuddin\*, I Wayan Agus Arimbawa\*\*‡, Sunardi\*\*\*, Abdul Rasyid\*\*\*\*

\*, \*\*, \*\*\*, \*\*\*\* Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No.6 Kota Gorontalo, Indonesia 96128

(hasanuddin76@ung.ac.id, arimbawaagus179@gmail.com, sunardi@ung.ac.id, abdul.rasyid@ung.ac.id)

‡Penulis Koresponden; I Wayan Agus Arimbawa, 96138, Tel: +62 82292970575, arimbawaagus179@gmail.com

Diterima: 10.06.2022 Disetujui: 28.07.2022 Diterbitkan: 31.07.2022

**Abstrak-** Proses produksi suatu perusahaan merupakan faktor penting yang harus berfungsi secara stabil agar dapat mencapai hasil yang optimal. Kelangsungan proses produksi memerlukan dukungan mesin dan sistem yang berfungsi optimal. Mesin dan peralatan di area produksi rentan mengalami kegagalan, sehingga mesin produksi di perusahaan memerlukan perawatan secara berkala. Penghentian kegiatan produksi dapat merusak mesin produksi dan menurunkan kualitas sarana, Bahkan membahayakan produksi dan keselamatan pekerja. Maka dari itu, industri perlu mengatur *performance* mesin yang di gunakan dengan melakukan perawatan mesin. PT. Kurnia Luwuk Sejati sebagai tempat dilakukannya kerja praktek, akan menerapkan perawatan yang bersifat *preventive maintenance*, dimana dipakai untuk meningkatkan jadwal perawatan pencegahan. Data di peroleh pada *downtime* mesin *Induced Draft Fan* periode Januari 2020 sampai Desember 2020 yang akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan interval perawatan. Diketahui bahwa mesin *Induced Draft Fan* memiliki komponen yang mempunyai kerusakan paling tinggi yaitu komponen *Chassis* dengan presentase 29%. Maka solusi yang di ambil adalah melakukan perawatan mesin dengan memakai metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, untuk mengetahui jadwal perawatannya.

**Kata Kunci :** mesin *induced draft fan*, perawatan berkala, RCM

## ***Induced Draft Fan Machine Maintenance Using Reliability Centered Maintenance Method At PT. Kurnia Luwuk Sejati***

**Abstract-** The production process of a company is an important factor that must function stably in order to achieve optimal results. The continuity of the production process requires the support of machines and systems that function optimally. Machines and equipment in the production area are prone to failure, so the production machines in the company require regular maintenance. Cessation of production activities can damage production machines and reduce the quality of facilities, even endanger production and worker safety. Therefore, the industry needs to regulate the performance of the machines used by performing machine maintenance. PT. Kurnia Luwuk Sejati as a place for practical work, will implement preventive maintenance, which is used to increase the preventive maintenance schedule. The data is obtained from the *Induced Draft Fan* machine downtime for the period January 2020 to December 2020 which will be used as a reference to determine maintenance intervals. It is known that the *Induced Draft Fan* engine has the component that has the highest damage, namely the *Chassis* component with a percentage of 29%. So the solution that is taken is to carry out machine maintenance using the *Reliability Centered Maintenance (RCM)* method, to find out the maintenance schedule.

**Keywords:** *Induced Draft Fan Machine*, preventive maintenance, RCM

## 1. Pendahuluan

Proses produksi suatu perusahaan merupakan faktor penting yang harus berfungsi secara stabil agar dapat mencapai hasil yang optimal. Kelangsungan proses produksi memerlukan dukungan mesin dan sistem yang berfungsi optimal. Mesin dan peralatan di area produksi rentan mengalami kegagalan, sehingga mesin produksi di perusahaan memerlukan perawatan secara berkala. Penghentian kegiatan produksi dapat merusak mesin produksi dan menurunkan kualitas sarana. Bahkan membahayakan produksi dan keselamatan pekerja [1].

Demikian pula halnya dengan Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) selalu melakukan perubahan peningkatan pelayanan perawatan dan pemeliharaan guna meningkatkan produksi pabrik. Dalam pengoperasiannya PMKS toili memiliki beberapa komponen mesin pengolah dan kontrol seperti boiler, turbin, press, dump truck, meja rias, drum poles rice cooker, ripple mill, blower, truk, crane, konveyor dan motor listrik. [2].

Pemeliharaan adalah kegiatan atau kinerja melakukan pekerjaan perbaikan atau penggantian yang diperlukan untuk memelihara atau mengelola pabrik/peralatan pabrik dan memastikan proses produksi yang memuaskan sesuai dengan semua rencana. Pemeliharaan adalah pekerjaan yang sangat penting di sebuah pabrik. Sebagai cara untuk menentukan fasilitas/peralatan produksi sehingga pengembangan produksi dapat diuji dan mewujudkan periode produksi yang memuaskan seperti yang diinginkan. Selanjutnya, fasilitas/peralatan produksi yang dicatat tidak merusak kerusakan sebelum batas waktu tertentu direncanakan [3].

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah fondasi yang digunakan dalam perawatan fisik dan teknik yang diperlukan untuk mengembangkan pemeliharaan *preventif* yang direncanakan. Berdasarkan pada prinsip yang ada maka keandalan dari struktur dan peralatan dari performa yang akan dicapai ialah pekerjaan dari perancangan dengan keunggulan sebagai penentu perawatan pencegahan yang baik sehingga dapat menjamin terciptanya tata cara keandalan dari peralatan [4].

Pemeliharaan *preventif* adalah pemeliharaan atau pemeliharaan yang dijadwalkan, yang dilakukan untuk mencegah kerusakan selama operasi atau dengan kata lain melakukan pemeliharaan atau pemeliharaan sebelum kerusakan. Dalam implementasi pemeliharaan *preventif* dilakukan secara teratur dan diperpanjang dengan validitas data historis tentang kerusakan mesin, komponen dan bagian-bagian di masa lalu. *Preventive maintenance* juga memuat tindakan daftar pekerjaan inspeksi dan juga jadwal pekerjaan penggantian part

ataupun komponen mesin yang berpotensi mengalami kerusakan sebagai tindakan terhadap upaya pencegahan kerusakan yang dapat terjadi secara mendadak dan tidak terduga, untuk lebih efisien dan efektif pada pelaksanaan sistem *preventive maintenance* dapat dilakukan pengelompokan mesin, komponen dan part nya berdasarkan fungsi kerja dan proses operasionalnya [5].

PT. Kurnia Luwuk Sejati sebagai tempat dilakukannya kerja praktek, akan menerapkan perawatan yang bersifat *preventive maintenance*, dimana dipakai untuk meningkatkan jadwal perawatan pencegahan. Diketahui bahwa mesin *Induced Draft Fan* memiliki komponen yang mempunyai kerusakan paling tinggi yaitu komponen *Chassis* dengan presentase 29%. Selanjutnya solusi yang dipilih adalah melakukan perawatan pada mesin sesuai metode *Centered Centered (RCM)*, dan menentukan jadwal perawatan.

PT Kurnia Luwuk Sejati (PT KLS) adalah salah satu perusahaan yang terlibat di bidang perkebunan dan pemrosesan kelapa sawit. Pabrik pengolahan kelapa sawit bernama PMKS Toili. PMKS Toili adalah unit dari seri peralatan yang memproses *Palm Kernel (PK)* dan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi produk berupa *Crude Palm Oil (CPO)*. Prosedur pemrosesan minyak kelapa sawit pada PMKS Toili umumnya sama yaitu stasiun utama dan stasiun pendukung, dimana kedua stasiun ini saling berhubungan untuk menghasilkan kualitas produksi dari pabrik kelapa sawit.

Berdasarkan masalah di atas maka, maksud dari tujuan laporan kerja praktek ini adalah menganalisis dan menentukan jadwal perawatan pada mesin *IDF (Induced Draft Fan)* di PT. Kurnia Luwuk Sejati.

## 2. Metodologi

Kerja praktek ini dilaksanakan di PT. Kurnia Luwuk Sejati, menggunakan metode *Centered Centered (RCM)*, untuk mengetahui jadwal pemeliharaan. Metode pengumpulan data dalam pekerjaan praktis ini adalah sebagai berikut :

### 2.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah operasi dalam membuktikan apa yang perlu dilakukan sehingga semua aset fisik dapat memenuhi fungsinya. Maksud dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsionalitas sistem melalui deteksi mode kegagalan dan prioritas mode kegagalan, dan untuk memilih tindakan dan latihan pemeliharaan *preventif* yang efisien. [6].

#### 2.1.1 Tujuan pemeliharaan pusat keandalan (RCM)

Tujuan RCM adalah [7]:

1. Untuk meningkatkan prosedur perawatan yang benar.
2. Untuk mendapatkan informasi penting untuk meningkatkan prosedur awal yang tidak baik.
3. Untuk meningkatkan sistem pemeliharaan yang dapat mengembalikan keandalan dan keamanan seperti sebelum peralatan dari deteksi yang terjadi setelah waktu yang lama dijalankan.
4. Untuk melaksanakan tujuan di atas dengan membuat biaya minimum.

### 2.1.2 Keuntungan dan Kerugian *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Mengaitkan RCM memprioritaskan penerapan pemeliharaan prediktif, kelebihan dan kekurangan juga memiliki persamaan. Keuntungan RCM adalah sebagai berikut [7] :

1. Mengembangkan keamanan dan integritas lingkungan.
2. Mengembangkan kinerja karena RCM memprioritaskan operasi (output, keunggulan produk, dan bantuan dengan konsumen).
3. Mengembangkan penggunaan biaya pemeliharaan, RCM II mendasarkan bunga pada langkah-langkah pengobatan yang memiliki efek langsung pada operasi.
4. Kembangkan periode penggunaan/usia pada alat. Berpusat pada kegiatan teknis pemeliharaan on-condition yang dijadwalkan.
5. Pasokan/Berikan sebagai database lengkap (komprehensif).

Kerugian metode Reliability Centered Maintenance (RCM) yaitu bisa mengeluarkan administrasi awal yang sangat tinggi untuk menyediakan peralatan untuk peralatan..

Keandalan Pusat Pemeliharaan memprioritaskan penggunaan analisis kualitatif komponen yang dapat menyebabkan kegagalan dalam suatu operasi. *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) II yang mengutamakan karakteristik keandalan (*reliability*) [8].

Berikut cara-cara untuk melakukan analisa kualitatif metode RCM II yaitu :

1. Penentuan Sistem dan Pencarian Informasi
2. Interpretasi system
3. Deskripsi Sistem dan Grafik Blok Fungsional
4. Keputusan kerja dan fungsi system
5. Dekomposisi Analisis Efek Mode Kegagalan (FMEA)
6. Lembar Kerja Keputusan RCM II

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

FMEA adalah prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah mode kegagalan. Dengan hilangnya mode kegagalan, di mana FMEA dapat mengembangkan keandalan pembuat/produk dan layanan sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dengan produk layanan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan, efek yang dihasilkan dalam proses operasional produk dan mengidentifikasi pengobatan untuk mengatasi masalah ini [9].

Mode kegagalan dan analisis efek (FMEA) dirakit berdasarkan penggunaan komponen yang kemudian dapat ditentukan oleh berbagai jenis masalah kegagalan, serta dampak yang dihasilkan dari kegagalan. Selanjutnya, untuk menentukan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari yang terbesar ke kecil. Nilai RPN terbesar dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen ini membutuhkan sesegera mungkin [10].

*Risk Priority Number* (RPN) adalah penilaian risiko yang memiliki nilai relatif. Nilai RPN diperoleh melalui hasil penggandaan peringkat keparahan, kejadian dan deteksi. Ada 3 bagian untuk menentukan nilai RPN, sebagai berikut : [11].

1. *Severity* (Keparahan)  
*Severity* ialah tingkat keparahan atau dampak yang disebabkan oleh kegagalan seluruh mesin. Kisaran keparahannya adalah 1-10..
2. *Occurrence* (Frekuensi Kejadian)  
Kejadian atau frekuensi peristiwa adalah tingkat kegagalan atau kerusakan yang berulang. Kesepakatan terjadi dengan perkiraan jumlah kerusakan kumulatif yang muncul karena mesin.
3. *Detection* (Deteksi)  
*Detection* atau deteksi merupakan suatu sistem kontrol yang dipakai saat ini yang mempunyai daya untuk mendeteksi mode kegagalan atau akibat.

### 2.3 Fungsi Kerusakan

Karakteristik kegagalan masing-masing perangkat umumnya berbeda, terutama ketika beroperasi di bawah kondisi lingkungan yang berbeda, dan perangkat dengan karakteristik yang beroperasi di bawah kondisi yang sama juga dapat memberikan interval waktu antara kegagalan yang berbeda. [12].

1. Distribusi kerusakan rata-rata *Mean Time To Failure* (MTTF), adalah rata-rata atau target dari distribusi kerusakan.
2. Distribusi perbaikan rata-rata *Mean Time To Repair* (MTTR), adalah rata-rata atau target dari distribusi perbaikan.

### 2.4 Pola Distribusi Kerusakan pada Keandalan (*Reliability*)

Distribusi kerusakan (*Reliability*) adalah informasi dasar tentang lamanya peralatan yang telah digunakan. Distribusi kerusakan memiliki bentuk yang tidak setara. Ada berbagai jenis distribusi kerusakan secara umum digunakan, yaitu, distribusi *Weibull*, *Normal*, *Lognormal*, dan *Eksponensial*. Distribusi *weibull* bisa digunakan pada model yang terjadi laju kerusakan tertinggi maupun terendah. Distribusi *normal* biasanya bagus dipakai ketika fenomena terjadinya *wearout region*. Penyebaran *lognormal* memiliki kemiripan dengan peredaran *Weibull* jika suatu masalah memiliki kemiripan dengan penyebaran *Weibull*, masalah tersebut juga dapat menggunakan pengangkutan *lognormal*, dan distribusi *eksponensial* bisa digunakan seandainya laju kerusakan tetap sama atau tidak berubah.

Untuk memastikan nilai kemampuan angkut gabungan ( $F(T_i)$ ), digunakan teknik estimasi (posisi tengah). Hal ini karena strategi ini memberikan dampak yang lebih baik terhadap penyebaran kerugian dengan fokus perampasan. Berikutnya adalah resep untuk situasi nilai  $f(t_i)$ , khususnya:

$$F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} \quad (1)$$

Diketahui :  $i$  = informasi rentang waktu ke-  
 $n$  = seberapa besar kerugian yang terjadi untuk kulminasi informasi

### 1. Pola Distribusi *Weibull*

Distribusi *Weibull* umumnya dimanfaatkan untuk memperkirakan karakteristik fungsi kerusakan yang disebabkan oleh perubahan nilai. Distribusi *Weibull* adalah karakteristik atau sesuai dengan distribusi tertentu. Distribusi *Weibull* ditentukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x_i &= \ln t_i \\ y_i &= \ln[\ln(1/(1-F(t_i)))] \\ F(t_i) &= (i - 0.3) / (n + 0.4) \\ b &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \end{aligned}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Parameter : } \theta = e^{-\left(\frac{a}{\beta}\right)} \quad (2)$$

Diketahui :  $t_i$  = kerusakan data ke- $i$   
 $i$  = 1,2,3,4...,  $n$   
 $n$  = jumlah kerusakan data  
 $F(t_i)$  = dihitung menggunakan pendekatan *median rank*

Fungsi kerusakan distribusi *weibull* yaitu:

a. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

b. Rata-rata nilai distribusi

$$MTTR = \theta \Gamma\left(1 - \frac{1}{\beta}\right)$$

$$\Gamma(x) = (x-1) \Gamma(x-1) \quad (3)$$

Diketahui :  $\Gamma(x)$  = fungsi dari gamma

### 2. Pola Distribusi *Normal*

Distribusi *normal* mirip dengan bel karena memiliki nilai yang sama dengan mean, yang memiliki dua parameter dalam bentuk (rata-rata) dan (standar deviasi). Parameter (mean) memiliki nilai yang tidak beraturan, positif atau negatif. Nilai positif dari parameter (standar deviasi) adalah tetap. Untuk menentukan distribusi normal digunakan metode kuadrat terkecil (*least squares method*) sebagai berikut:  
 Parameter :  $\mu = -\frac{a}{b}$  dan  $\sigma = \frac{a}{b}$

Fungsi kerusakan distribusi *normal* yaitu:

a. Fungsi distribusi kumulatif

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

b. Distribusi rata-rata

$$MTTF = \mu \quad (4)$$

### 3. Pola Distribusi *Lognormal*

Distribusi *lognormal* memiliki dua parameter yaitu parameter posisi/posisi (TMED) dan parameter bentuk, serta distribusi *Weibull* dan distribusi *lognormal* memiliki bentuk yang berbeda. Anda juga dapat mendekati data yang diperoleh, yang umumnya mendekati distribusi *Weibull*, menggunakan distribusi *lognormal*. Untuk menentukan distribusi *lognormal* digunakan metode kuadrat terkecil (*least squares method*) sebagai berikut:

$$\text{Parameter : } s = \frac{1}{b} \text{ dan } e^{-(a-s)}$$

Kemampuan bahaya dari dispersi *lognormal* adalah:

a. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

b. Rata-rata nilai distribusi *lognormal*

$$MTTF = t_{med}$$

$$e^{\left(\frac{s^2}{2}\right)} \quad (5)$$

### 4. Pola Distribusi *Eksponensial*

Laju kegagalan distribusi *eksponensial* selalu diperbaiki dan konstanta waktu konstan (model laju kegagalan konstan). Jika tingkat kerusakan perangkat tetap, dapat ditentukan bahwa itu termasuk dalam distribusi *eksponensial*. Pemilihan distribusi *eksponensial* digunakan menurut metode kuadrat terkecil.

$$\text{Parameter : } \lambda = b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Fungsi kerusakan distribusi *eksponensial* adalah:

a. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{(-\lambda.t)}$$

b. Rata-rata nilai distribusi *eksponensial*

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (6)$$

### 2.5 Index Of Fit Distribusi

Pada tahap ini, koefisien korelasi mewakili skala korelasi linier yang paling umum digunakan antara dua variabel. Koefisien Korelasi (R) atau Indeks Kesesuaian membuktikan persamaan linier yang kuat antara dua variabel acak  $X_i$  dan  $Y_i$  dan  $y_i$  dalam distribusi kerusakan. itu adalah:

a. Distribusi *Weibull*

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$y_i = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right)\right)$$

b. Distribusi *Normal*

$$X_i = t_i$$

$$Y_i = \text{Nilai Normalitas dari } F(t_i)$$

c. Distribusi *Lognormal*

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$Y_i = \text{Nilai Normalitas dari } F(t_i)$$

d. Distribusi *Eksponensial*

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$Y_i = \frac{\ln 1}{1-F(t_i)} \quad (7)$$

Ketika nilai  $r$  meningkat, hubungan linier antara  $X_i$  dan  $Y_i$  terbukti benar. Nilai  $r = 0$  berarti tidak ada hubungan linier antara  $X_i$  dan  $Y_i$ , tetapi bukan berarti tidak ada hubungan linier. Anda dapat menggunakan penentuan indeks yang sempurna atau paling cocok untuk mengidentifikasi indeks yang sesuai.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \quad (8)$$

### 2.6 Menentukan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Optimal

Metode ini digunakan untuk menentukan interval waktu pelarian preventif yang optimal untuk mengurangi total downtime. Menentukan interval penggantian waktu pencegahan dengan metode minimisasi downtime yang digunakan dalam kombinasi dengan metode penggantian usia. Untuk menggunakan metode ini, Anda perlu dikenal sebagai model building.

TF= waktu henti diperlukan untuk mengganti kerusakan.

TP = waktu henti diperlukan untuk melakukan penggantian pencegahan.

$f(t)$  = fungsi probabilitas stabilitas waktu kerusakan.

Dalam metode penggantian usia, langkah -langkah penggantian pencegahan digunakan ketika operasi telah mencapai batas yang ditentukan, yaitu TP. Pekerjaan ini dilakukan jika dalam waktu TP tidak ada kerusakan. Jika sebelum waktu TP, jika sistem tidak mengalami kerusakan, itu diganti sebagai tindakan perawatan korektif. Penggantian berikutnya akan dilakukan ketika

TP mengambil waktu alas dari pengoperasian sistem setelah tindakan perawatan diambil *corrective*.

Jumlah total waktu henti per satuan waktu untuk penggantian pencegahan jika TP direkomendasikan dengan D (tp) yaitu:

$$D(tp) = \frac{Tp.R(tp) + (1-R(tp))}{(tp+Tp).R(tp) + (M(tp)) + Tf.(1-R(tp))} \quad (9)$$

Diketahui :

TP = peregangan antara waktu penghindaran

TF = margin waktu yang terjadi karena substitusi bahaya

TP = waktu margin karena tindakan substitusi preventif

$f(t)$  = kemampuan apropriasi regangan antara waktu kerusakan terjadi

$R(tp)$  = kemungkinan menemukan substitusi preventif pada peluang TP

$M(TP)$  = Rata-rata musim kerusakan dengan asumsi substitusi preventif dilakukan selama TP.

$D(TP)$  = margin waktu solidaritas.

### 2.7 Menentukan Interval Waktu Pengganti Suatu Pemeriksaan yang Optimal

Selain mengambil upaya pencegahan, melakukan langkah -langkah inspeksi terstruktur juga penting untuk mengurangi waktu henti *engine* karena kerusakan mendadak. Penggunaan sistem ini dapat mengetahui konstruksi model adalah:

$1/\mu$  = waktu rata-rata perbaikan

$1/i$  = waktu rata-rata pemeriksaan

Total *downtime* per unit waktu merupakan kemampuan rekurensi penilaian (n) dan yang dimaksud dengan  $D(n)$  ialah:

$D(n)$  = waktu henti untuk penilaian + waktu henti memperbaiki *crash*

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

Diketahui :

$\lambda(n)$  = kecepatan terjadinya kerusakan

$n$  = jumlah mutlak ulasan satuan waktu

$\mu$  = berbalik terbanding dengan

$1/\mu i$  = berbalik terbanding dengan  $1/i$

Diketahui :  $\frac{1}{(1.\mu)} + \frac{MTTR}{\text{Jam Kerja bln}}$

Nilai dari  $\mu$  berbanding terbalik dengan  $1/\mu$

$$\frac{1}{(1.i)} = \frac{\text{waktu } 1x \text{ pemeriksaan}}{\text{Jam Kerja bln}}$$

Nilai dari  $I$  berbanding terbalik dengan  $1/i$

Nilai  $k$  adalah nilai tetap dari berapa banyak kerugian per satuan waktu dengan tujuan agar jumlah cek yang ideal dapat diketahui:

$$n = \sqrt{\frac{k \cdot i}{\mu}} \quad (10)$$

Interval waktu pemeriksaan ( $t_i$ ) =  $\frac{\text{jam kerja/bln}}{n}$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Perbaikan Komponen

Data yang diambil adalah data dari mesin *Induced Draft Fan* dengan komponen sebagai berikut: *Chassis, Body, Vanbel, Bearing, Damper, Impeller, Pulley, Adaptor Slip, Electro Motor, Plummer Block Housing, dan Pinion AS.*

#### 3.2 Perhitungan Downtime Kerusakan Komponen Chassis (TTF) dan (TTR)

Dalam perhitungannya Rumusan yang di pakai ialah (berakhirnya waktu kerusakan – mulanya waktu kerusakan). Cara untuk menghitung waktu henti :

1. Perhitungan TTR Pada 14 Januari 2020  
= waktu beroperasi kembali – waktu

kerusakan  
= 08:40 – 08:00 = 40 menit  
= 40/60 = 0,67 jam

#### 2. Perhitungan TTF

Dari tanggal 09 Mei 2020 sampai 11 Mei 2020 pukul membutuhkan selang waktu 2 hari, jadi :  
= 2 hari \* 12 jam kerja/hari = 24 jam

Rekapitulasi waktu henti (*downtime*) khusus kompeonen chasis disajikan pada Tabel 1.

Untuk menentukan jaminan bagian yang paling rusak, biasanya dikenal menggunakan perkiraan pada setiap bagian dengan tingkat kerusakan bagian yang paling tinggi waktu. Klarifikasi tingkat waktu luang dari kerusakan bagian adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan *Linerar*:

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime Komponen}}{\Sigma \text{ Downtime}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Downtime} = \frac{9,8}{34,1} \times 100\% = 29\%$$

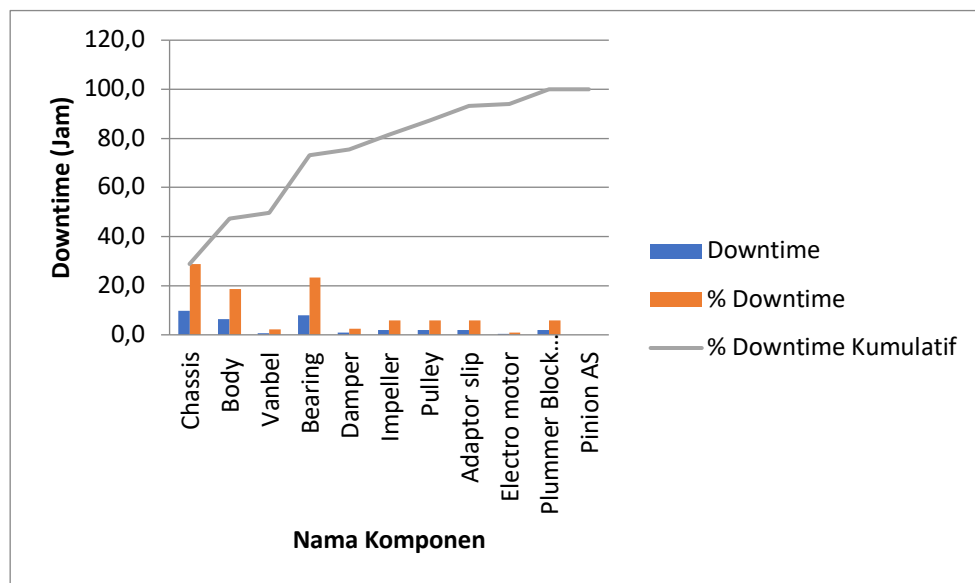
Rekapitulasi waktu henti (*downtime*) untuk berbagai komponen ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Downtime komponen Chassis

Nama Komponen :		Chassis					
No	Waktu Kerusakan				Lama Gangguan	TTR	TTF
	Mulai		Selesai				
	Tanggal	Waktu	Tanggal	Waktu			
1	14-Jan-20	8:00:00 AM	14-Jan-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	
2	9-May-20	8:00:00 AM	9-May-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	1392
3	11-May-20	8:00:00 AM	11-May-20	8:30:00 AM	0.50	0.50	24
4	4-Jun-20	8:00:00 AM	4-Jun-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	288
5	6-Jun-20	8:00:00 AM	6-Jun-20	10:00:00 AM	2	2	24
6	8-Jun-20	8:00:00 AM	8-Jun-20	8:30:00 AM	0.50	0.50	24
7	26-Jun-20	8:00:00 AM	26-Jun-20	8:30:00 AM	0.50	0.50	216
8	27-Nov-20	8:00:00 AM	27-Nov-20	9:00:00 AM	1	1	1836
9	28-Nov-20	8:00:00 AM	28-Nov-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	12
10	29-Nov-20	8:00:00 AM	29-Nov-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	12
11	14-Dec-20	8:00:00 AM	14-Dec-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	180
12	22-Dec-20	8:00:00 AM	22-Dec-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	96
13	23-Dec-20	8:00:00 AM	23-Dec-20	8:40:00 AM	0.67	0.67	12
<b>Total</b>					<b>9.83</b>	<b>9.83</b>	<b>4116</b>

**Tabel 2.** Hasil presentasi Downtime Kerusakan Komponen

Nama Komponen	Downtime	% Downtime	% Downtime Kumulatif
Chassis	9.83	29	29
Body	6.33	19	47
Vanbel	0.75	2	50
Bearing	8.00	23	73
Damper	0.83	2	76
Impeller	2.00	6	81
Pulley	2.00	6	87
Adaptor slip	2.00	6	93
Electro motor	0.33	1	94
Plummer Block housing	2.00	6	100
Pinion AS	0.00	0	100
Total	34.1	100	



**Gbr. 1.** Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis

3.3 Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan (*Time to Failure*)

1. Cara untuk menghitung Distribusi Weibull

$$\begin{aligned}
 x_i &= \ln(t_i) \\
 x_i &= \ln(1392) \\
 &= 7,238 \\
 F(t_i) &= (i - 0,3) / (n - 0,4) \\
 F(t_i) &= (1 - 0,3) / (12 - 0,4) \\
 &= 0,056
 \end{aligned}$$

$$y_i = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right)\right)$$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-0,056}\right)\right) \\
 &= -2,845
 \end{aligned}$$

Nilai *index of fit* :

$$\begin{aligned}
 r_{weibull} &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \\
 &= \frac{12(-36,443) - (52,538)(-6,356)}{\sqrt{(12(266,463) - (52,538)^2)(12(17,458) - (-6,356)^2)}}
 \end{aligned}$$

$$= -0380$$

2. Cara untuk menghitung Distribusi *Normal*

$$\begin{aligned} x_i &= t_i \\ x_i &= t_1 \\ &= 1392 \\ F(t_i) &= (i - 0,3) / (n - 0,4) \\ F(t_1) &= (1 - 0,3) / (12 - 0,4) \\ &= 0.0565 \end{aligned}$$

Nilai *index of fit* :

$$\begin{aligned} r_{\text{normal}} &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \\ &= \frac{12(-4865.015) - (4116)(-6.36)}{\sqrt{(12(5481936) - (4116)^2)(12(17.458) - (-6.36)^2)}} \\ &= -0.355 \end{aligned}$$

3. Cara untuk menghitung Distribusi *Lognormal*

$$\begin{aligned} x_i &= \ln(t_i) \\ x_i &= \ln(t_1) \\ &= \ln(1392) \\ &= 7,238 \\ F(t_i) &= (i - 0,3) / (n - 0,4) \\ F(t_1) &= (1 - 0,3) / (12 - 0,4) \\ &= 0,0565 \end{aligned}$$

Nilai *index of fit* :

$$\begin{aligned} r_{\text{lognormal}} &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \\ &= \frac{12(43,615) - (52,538)(11,240)}{\sqrt{(12(266.463) - (52.538)^2)(12(18,359) - (11,240)^2)}} \\ &= -0,331 \end{aligned}$$

4. Cara untuk menghitung Distribusi *Eksponensial*

$$\begin{aligned} x_i &= t_i \\ x_i &= t_1 \\ &= 1392 \\ F(t_i) &= (i - 0,3) / (n - 0,4) \\ F(t_1) &= (1 - 0,3) / (12 - 0,4) \\ &= 0,056 \\ y_i &= \ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right) \\ y_1 &= \ln\left(\frac{1}{1 - 0,056}\right) \\ &= 0,058 \end{aligned}$$

Nilai *index of fit* :

$$\begin{aligned} r_{\text{eksponensial}} &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \\ &= \frac{12(2260.856) - (4116)(11.240)}{\sqrt{(12(5481936) - (4116)^2)(12(18.359) - (11.240)^2)}} \\ &= -0,282 \end{aligned}$$

Rekapitulasi nilai *index of fit* TTF dari keempat distribusi nilai dapat dilihat pada Tabel 3.

3.4 Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan (*Time to Repairs*)

Dengan cara yang sama seperti pada Bagian 3.3 hasil rekapitulasi nilai *index of fit* TTR dari keempat distribusi nilai dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Perbandingan nilai *index of fit* TTF komponen *Chassis*

Komponen	Distribusi	Nilai <i>Index of fit</i> (r)
	Weibull	-0.380
Chassing IDF	Normal	-0.355
Boiler.2	Log Normal	-0.331
	Eksponensial	-0.282

**Tabel 4.** Perbandingan nilai *index of fit* TTR komponen *Chassis*

Komponen	Distribusi	Nilai <i>Index of fit</i> (r)
	Weibull	-0.036
Chassing IDF	Normal	-0.026
Boiler.2	Log Normal	-0.055
	Eksponensial	-0.120

3.5 Perhitungan Selang Waktu Pergantian dan Pemeriksaan

Data – data yang dibutuhkan dalam perhitungan interval waktu pemeriksaan adalah sebagai berikut:

- Jumlah jam kerja mesin = 12 jam/hari
- Waktu kerja per bulan = 12 jam kerja x 26 hari kerja = 312 jam kerja/bulan
- Waktu kerja per tahun = 312 jam x 12 bulan = 3744 jam kerja/tahun

1. Interval waktu penggantian pencegahan (MTTF)  
 Dari uji data waktu perbaikan, data berdistribusi *Eksponensial*

$$\begin{aligned} b &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \\ &= \frac{12(2260.856) - (4116)(11.240)}{\sqrt{(12(5481936) - (4116)^2)(12(18.359) - (11.240)^2)}} \\ &= -0,282 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2} \\ &= \frac{2260,856}{5481936} \\ &= 0,00041242 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,00041242} \\ &= 2424,712 \end{aligned}$$

2. Interval waktu penggantian pencegahan (MTTF)  
 Dari uji data waktu perbaikan, data berdistribusi *normal*



$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} = \frac{-6,92}{13} - (-0,026) \left( \frac{9,8333}{13} \right) = -0,5123$$

$$\mu = \frac{a}{b} = \frac{-0,5123}{-0,026} = 19,384$$

$$MTTR = \mu = 19,384$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Tabel 5. Perhitungan Interval Waktu Penggantian Bagian Chassis

Tp	F(tp)	Φ	R(tp)	M(tp)	D(tp)
72	-42.8019	0.0027	0.9973	898041.4815	0.0004802
144	-45.2599	0.0158	0.9842	153462.7848	0.0004661
216	-46.6977	0.0918	0.9082	26412.9847	0.0004504
288	-47.7178	0.2389	0.7611	10149.4851	0.0004349
360	-48.5091	0.3632	0.6368	6675.9692	0.0004235
576	-50.1758	0.4641	0.5359	5224.5464	0.0004036
648	-50.5935	0.5438	0.4562	4458.8305	0.0003995
720	-50.9671	0.6064	0.3936	3998.5356	0.0003965
792	-51.3051	0.6591	0.3409	3678.8226	0.0003945
864	-51.6136	0.7019	0.2981	3454.4978	0.0003930
936	-51.8975	0.7389	0.2611	3281.5158	0.0003921
1008	-52.1603	0.7673	0.2327	3160.0573	0.0003913
1080	-52.4049	0.7939	0.2061	3054.1781	0.0003910
<b>1152</b>	<b>-52.6338</b>	<b>0.8133</b>	<b>0.1867</b>	<b>2981.3255</b>	<b>0.0003906</b>
1224	-52.8488	0.834	0.166	2907.3285	0.0003907
1296	-53.0514	0.8485	0.1515	2857.6453	0.0003906
1368	-53.2432	0.8621	0.1379	2812.5647	0.0003907

Contoh perhitungan :

$$F(tp) = \left(\frac{1}{\beta}\right) \times \text{LN} \left(\frac{t}{\lambda}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{-0,282}\right) \times \text{LN} \left(\frac{1152}{0,000412419}\right)$$

$$= (-3,546) \times \text{LN} (2793273,415)$$

$$= -3,546 \times 14,842$$

$$= -52,6338$$

$$R(tp) = 1 - (\theta)$$

$$= 1 - 0,8133 = 0,1867$$

$$M(tp) = \text{mttf}(\theta)$$

$$= 2424,712 / 0,8133$$

$$= 2981,3255$$

$$D(tp) = \frac{Tp \cdot R(tp) + (1 - R(tp))}{(tp + Tp) \cdot R(tp) + (M(tp)) + Tf \cdot (1 - R(tp))}$$

$$D(1152) = \frac{1,2 \times 0,1867 + (1 - 0,1867)}{(1152 + 1,2) \times 0,1867 + (2981,3255) + 19,384(1 - 0,1867)}$$

$$= 0,0003906$$

Waktu pergantian komponen = 1152 jam  
= 1152/12 = 96 hari

Untuk memutuskan rentang waktu untuk penilaian bagian berdasarkan waktu pembuatan saat ini, kemajuan yang menyertainya dilakukan:

- Jam kerja normal di luar setiap bulan  
Hari kerja setiap bulan = 26 hari  
Jam kerja di luar setiap hari = 12 Jam  
kerja normal di luar setiap bulan = 26 x 12 = 312 jam
- Ukuran kerusakan  
Kerusakan total selama 1 tahun = 13 kali
- Waktu perbaikan normal  
 $\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{Rata-rata jam kerja per bulan}}$   
 $= \frac{19,384}{312}$   
 $= 0,062$   
 $\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0,062}$

$$= 16,095$$

4. Waktu peninjauan normal  
Normal 1 kali cek = 1 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata kerja per bulan}}$$

$$= \frac{1}{312}$$

$$= 0.003$$

$$i = \frac{1}{1/i}$$

$$= \frac{1}{0,003} = 312$$

5. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 1 tahun}}{12}$$

$$= \frac{13}{12}$$

$$= 1,0$$

6. Frekuensi pemeriksaan optimal

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

$$= \sqrt{\frac{1,083 \times 312}{16,095}}$$

$$= 4,583$$

7. Interval waktu pemeriksaan (ti)

$$= \frac{\text{jam kerja/bulan}}{n}$$

$$= \frac{312}{4,583} = 68 \text{ jam} = 6 \text{ hari}$$

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan Diagram Pareto terdapat 1 komponen yang menyebabkan mesin *Induced Draft Fan* mengalami *breakdown*, yaitu komponen *Chassing*. Untuk mengurangi *breakdown* pada mesin *Induced Draft Fan* adalah dengan melakukan pemeriksaan komponen secara teratur berdasarkan interval waktu pemeriksaan untuk komponen *Chassing* waktu pemeriksaan dilakukan setiap 6 hari dan waktu pergantian di lakukan setiap 96 hari. Saran yang bisa diberikan kepada perusahaan yaitu, untuk membuat jadwal perawatan yang terencana untuk masing -masing komponen yang ada. PMKS dapat menerapkan Metode RCM untuk dapat mengetahui jadwal kerusakan mesin, sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. Arsyad, "Perencanaan Perawatan Mesin Produksi Roller Mill Unit 1 Tuban Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk," *Tek. Mesin Unesa*, vol. 10, pp. 129–132, 2022.
- [2] B. Syam, Yuhelson, S. Sinullingga, and I. Isranuri, "Analisis Reliability Dan Availability Mesin Pabrik Kelapa Sawit Pt. Perkebunan Nusantara 3," *J. Din.*, vol. 2, no. 6, pp. 6–22, 2010.
- [3] A. Putra, N., Saleh, H., "Analisis Pemeliharaan Mesin Produksi Pada Pt . Haycarb Palu Mitra," *J. ILMU Manaj. Univ. TADULAKO*, vol. 5, no. 1, pp. 61–68, 2019.
- [4] H. Asisco, K. Amar, and Y. Rahadian Perdana, "Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab.Muara Enim," *Tek. Ind.*, vol. VIII, no. 2, pp. 78–98, 2012.
- [5] M. Taaqbier, F. Setiawan, and M. Anhar, "Perencanaan Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Pada Electrical Sistem Auxiliary Power Unit Boeing 737-500," *Indones. J. Mech. Eng. Vocat.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [6] F. Anggayana Basanta, J. Alhilman, and A. Musnansyah, "Perancangan Aplikasi Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dan Rcs (Reliability Centered Spares) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance Dan Persediaan Spare Part," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, p. 2867, 2017.
- [7] A. D. Susanto and H. H. Azwir, "Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, p. 21, 2018.
- [8] U. T. Kirana, J. Alhilman, and S. Sutrisno, "Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza Ff100 Pada Line 3 Pt Xyz Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) II," *J. ReKayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 01, p. 47, 2016.
- [9] N. Badariah, D. Sugiarto, and C. Anugerah, "Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis ( FMEA ) dan Expert System (Sistem Pakar)," *J. semnastek*, vol. 1, no. November, pp. 1–10, 2016.
- [10] R. Santoso, I. H. Lahay, S. Junus, and Y. Lapai, "Optimalisasi Perawatan Mesin Press dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [11] L. D. Laksono, "Perencanaan Perawatan Mesin dengan menggunakan Metode Reliability (Studi kasus : PT. PLYWOOD TUNAS SUBUR)," vol. Jurusan Te, p. Universitas Muhammadiyah Malang, 2021.
- [12] I. W. Swikarsa, "Perawatan Mesin Seamer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance ( Rcm ) Di Pt . Sinar Pure Foods International," vol. Jurusan Te, p. Universitas Negeri Gorontalo, 2020.