

# PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* MESIN *DRY VACUUM PUMP* DI PT XYZ BATAM

Ricky Yakub Sembiring Meliala<sup>1</sup>, Elsy Paskaria Loyda Tarigan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: [pb210410043@upbatam.ac.id](mailto:pb210410043@upbatam.ac.id)

## ABSTRACT

*In the manufacturing industry, ensuring a smooth production process is crucial for maintaining company performance. Machines play a vital role as a production factor that significantly affects the continuity of these processes. At XYZ Batam, frequent machine downtimes disrupt production targets. This study aims to determine the optimal machine maintenance intervals to reduce downtime. The Reliability Centered Maintenance II (RCM II) approach was applied using methods such as Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Mean Time to Failure (MTTF), and Mean Time to Repair (MTTR). The downtime data analyzed covers the period from April 2024 to September 2024. The results indicate that thermal overload repairs on dry vacuum pump no.1 and dry vacuum pump no.2 are the most frequent maintenance activities based on Risk Priority Number (RPN) calculations from the FMEA analysis. Preventive maintenance intervals for machines with the highest downtime rates were determined as follows: dry vacuum pump no.1 requires maintenance every 129,12 hours, and dry vacuum pump no.2 every 151,83 hours.*

**Keywords:** RCM, FMEA, MTTF, MTTR

## PENDAHULUAN

Industri saat ini, harus memastikan waktu operasional dan keandalan peralatan merupakan hal yang sangat penting untuk mencapai target dan parameter yang telah ditentukan. Pada banyak lingkungan manufaktur, kondisi peralatan atau proses produksi memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah dan kualitas unit yang dihasilkan. Fungsi pemeliharaan (*maintenance*) bertujuan untuk memperpanjang masa pakai peralatan atau memperpanjang rata-rata waktu antar kegagalan, meskipun hal ini melibatkan biaya perbaikan yang tinggi. Kebijakan pemeliharaan diharapkan efektif dalam mengurangi frekuensi gangguan pekerjaan dan dampak

negatifnya terhadap keseluruhan proses produksi (Piechnicki et al., 2017).

Perusahaan XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi alat kesehatan. XYZ memproduksi alat kesehatan seperti *Needleless access port*, *Closed Drug Mixing/Infusion System*, *Oral and Enteral Nutrition System*, *Blood bags*, *Serum Collection Sets* yang merupakan alat-alat kesehatan yang harus melewati proses seterilisasi agar aman dipakai oleh manusia. PT XYZ Batam menggunakan gas *Ethylene Oxide* (EOG) dalam proses sterilisasi. Sterilisasi dengan gas EOG melibatkan tahapan proses vakum, yang dilakukan menggunakan *dry vacuum pump*. Kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba pada alat *dry vacuum pump*,

menyebabkan gangguan pada proses sterilisasi. Masalah ini membutuhkan penanganan untuk mengurangi waktu henti produksi dan menjaga kelancaran operasional.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh PT XYZ adalah tingginya downtime di departemen *EOG*, yang menyebabkan tim maintenance harus melakukan *corrective maintenance*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan interval optimal dalam penjadwalan perawatan mesin guna meminimalkan downtime yang tinggi.

### KAJIAN TEORI

#### 2.1.1 Pemeliharaan (*maintenance*)

Pemeliharaan didefinisikan sebagai suatu rencana strategis yang dilaksanakan secara berkelanjutan untuk mencegah dampak dari perubahan sosial, lingkungan, ekonomi, dan teknologi baru (Widyaningrum & Winati, 2022) Perawatan mesin dan fasilitas pabrik bertujuan untuk mengembalikan fungsi mesin, pabrik, atau sistem ke kondisi standar agar dapat mencapai performa yang optimal. Sistem perawatan mesin umumnya terbagi menjadi dua kategori, yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

#### 2.1.2 Downtime

*Downtime* merupakan waktu terhentinya aktivitas operasional yang disebabkan oleh berbagai faktor yang mengakibatkan berhentinya pekerjaan atau operasi. *Downtime* dapat terjadi karena beberapa penyebab, antara lain:

1. Setup mesin merupakan *downtime* yang terjadi saat mesin sedang dihidupkan dan disiapkan untuk beroperasi.

2. *Preventive maintenance* merupakan *downtime* yang terjadi selama proses perbaikan atau perawatan mesin, yang tidak dapat dihindari dan meningkat seiring bertambahnya usia mesin.
3. Masalah internal merupakan *downtime* yang disebabkan oleh faktor internal, seperti kendala sumber daya manusia atau kerusakan pada komponen elektronik.
4. Masalah eksternal merupakan *downtime* yang disebabkan oleh faktor eksternal, seperti kekurangan pesanan, pemadaman listrik, atau hilangnya bahan baku.

#### 2.1.3 RCM (*Realibility Centered Maintenance*)

(*Reliability Centered Maintenance*) RCM merupakan metodologi pemeliharaan yang memanfaatkan informasi terkait kemampuan aset guna menyusun strategi pemeliharaan yang efektif, efisien, dan mudah diimplementasikan (Evi Febianti, 2016).

#### 2.1.4 *Time to Failure (TTF)* dan *Time to Repair (TTR)*

Distribusi dihitung dengan menentukan *Time to Failure (TTF)* dan *Time to Repair (TTR)* berdasarkan data kerusakan mesin yang telah terjadi sebelumnya. *distribusi weibull* merupakan salah satu model distribusi yang sering digunakan dalam industri pemeliharaan (Syahabuddin, 2019b). Rumus berikut digunakan untuk menghitung parameter *distribusi weibull*, baik untuk TTF maupun TTR.

$$r = \frac{n \sum (x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

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

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i y_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i - (\sum x_i y_i)^2}$$

keterangan:

$r$  = goodness of fit test

$\alpha$  = *intercept*

$b$  = *slope*

$\beta$  = parameter skala

### 2.1.5 Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR)

Fungsi distribusi Weibull merupakan salah satu metode statistik yang sering digunakan dalam analisis keandalan (*reliability analysis*). Distribusi ini cocok untuk memodelkan berbagai pola kegagalan, baik yang terjadi secara acak, meningkat seiring waktu, maupun menurun. Dalam analisis keandalan, distribusi Weibull membantu menentukan probabilitas kegagalan suatu sistem atau komponen dalam periode waktu tertentu (Syahabuddin, 2019). Rumus utama dalam distribusi, berikut dengan rumus tahapan-tahapan dalam perhitungan interval perawatan:

- a. Distribusi Normal

$$MTTF/MTTR = \mu$$

- b. Distribusi Lognormal

$$MTTF/MTTR = \exp \mu$$

- c. Distribusi Weibull

$$MTTF/MTTR = \beta \Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})$$

- d. Distribusi Eksponensial

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\eta)^b}$$

### 2.1.6 Metode Weibull

Distribusi Weibull banyak digunakan dalam analisis keandalan dan umur

karena sifatnya yang fleksibel dalam memodelkan berbagai pola kegagalan. Estimasi parameter dapat dilakukan dengan metode kuadrat terkecil, didukung pendekatan grafis untuk uji hipotesis. Analisis ini relevan tidak hanya pada tahap produksi, tetapi juga dalam perancangan dan operasional. Saat ini, perhitungan Weibull umumnya dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik seperti *Microsoft Excel* (Vijayalakshmi & Pushpanjali, 2022).

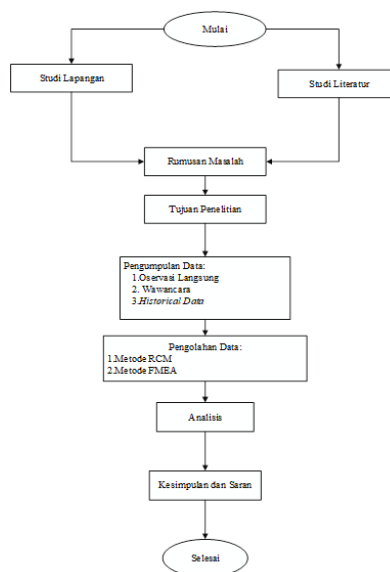
- a. Rumus xi pada MS Excel  
 $x_i = \ln t_i$

- b. Rumus F pada MS Excel  
 $F(t) = \frac{I - 0,3}{n + 0,4}$

- c. Rumus Yi pada MS Excel  
 $Y_i = \ln \left[ -\ln \left( \frac{1}{1 - F(t_i)} \right) \right]$

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian



**Gambar 3.1** Desain Penelitian (Sumber: Data Penelitian, 2024)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengumpulan Data

Penelitian dilaksanakan di PT XYZ Batam menggunakan pendekatan *Realibility Centered Maintenance* (RCM). Pada penelitian ini data yang digunakan ialah data repair maintenance yang dilakukan pada *dry vacuum pump*.

**Tabel 4.1** Jenis kerusakan

Maintenance Repair	Keterangan
Low water Pressure	Tekanan Air Rendah
Low Air pressure	Tekanan Udara Rendah
Termal Overload	Temperatur Tinggi
Pressure Overload	Tekanan Balik Terlalu tinggi
Oil Leak	Oli bocor
Oil Dirty	Oli Kotor
Leaking Pipe	Pipa Bocor
Bearing Noise	Grease Bearing Habis
Broken Pipe	Pipa Patah
Motor Drive Broken	Motor Penggerak Rusak

(Sumber: Data Penelitian, 2024)

Berdasarkan data *maintenance downtime record* periode April hingga September 2024, *dry vacuum pump no.1* total downtime tertinggi pada Agustus sebesar 15,25 jam dan terendah pada April sebesar 7,33 jam. *Dry vacuum pump no.2* mencatat downtime tertinggi pada September dengan 8,5 jam, sementara April menjadi bulan dengan downtime terendah, yaitu 4,25 jam.

### 4.1 Pengumpulan Data

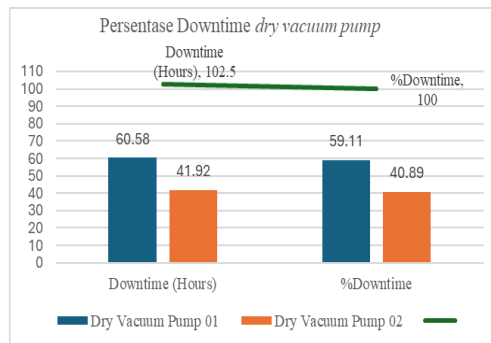
Dilakukan perhitungan persentase *downtime* pada kedua *dry vacuum pump*

dari bulan April sampai September 2024 diperoleh hasil yang dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

**Tabel 4.2** Persentase Downtime

Machine Series	Down time (Hour s)	%Dow ntime	%Cumulative Downti me
Dry Vacuum Pump 01	60,58	59,11	59,11
Dry Vacuum Pump 02	41,92	40,89	100
Total	102,5	100	

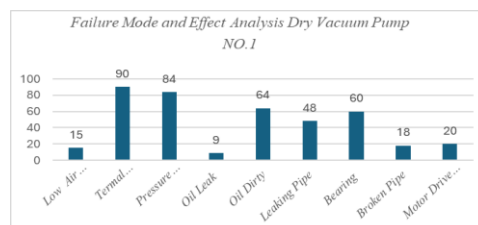
(Sumber: Data Penelitian, 2024)



**Gambar 4.1** Persentase Downtime

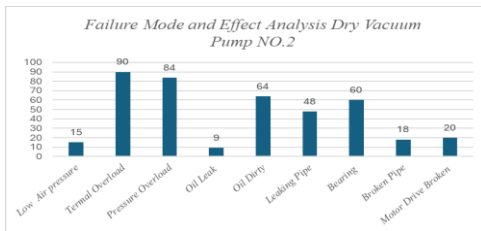
(Sumber: Data Penelitian, 2024)

Data yang terkumpul diolah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), dengan fokus mengidentifikasi kegagalan dengan RPN tertinggi guna menentukan prioritas



**Gambar 4.2** Persentase *Downtime* DVP 01

(Sumber: Data Penelitian, 2024)  
Nilai RPN dari data *downtime maintenance dry vacuum pump no.1* (DVP 01) menunjukkan skala prioritas tertinggi adalah *thermal overload* yaitu dengan nilai RPN 90.



**Gambar 4.3** Persentase *Downtime* DVP 02

(Sumber: Data Penelitian, 2024)  
Nilai RPN dari data *downtime maintenance dry vacuum pump no.2* (DVP 02) menunjukkan skala prioritas tertinggi adalah *thermal overload* yaitu dengan nilai RPN 90.  
Selanjutnya, dilakukan pengolahan data melalui perhitungan *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) untuk menganalisis durasi kegagalan mesin serta waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan.

1. Perhitungan TTF untuk *dry vacuum pump no.1* dilakukan secara manual dengan menggunakan metode least square curve fitting pada distribusi Weibull. Proses ini bertujuan untuk menentukan index of fit guna memastikan kecocokan data kegagalan dengan model distribusi Weibull yang diaplikasikan. Hasil perhitungan ini akan memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai pola kegagalan mesin

dan membantu dalam penentuan interval perawatan yang optimal.

$$xi = \ln ti$$

$$F(t) = \frac{1 - 0,3}{n + 0,4} = 0,02$$

$$Yi = \ln \left[ -\ln \left( \frac{1}{1 - F(ti)} \right) \right] = -3,85$$

$$r = \frac{n \sum (xi yi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{[n \sum xi^2 - (\sum xi)^2][n \sum yi^2 - (\sum yi)^2]}}$$

$$r = \frac{33(-66,35) - (152,25)(-18,31)}{\sqrt{[33(709,90) - (152,25)^2][33(56,39) - (-18,31)^2]}}$$

$$r = 0,97(\text{TTF DVP 01})$$

2. Perhitungan TTR untuk *dry vacuum pump no.1* dengan metode least square curve fitting pada distribusi Weibull.

$$xi = \ln ti$$

$$F(t) = \frac{1 - 0,3}{n + 0,4} = 0,03$$

$$Yi = \ln \left[ -\ln \left( \frac{1}{1 - F(ti)} \right) \right] = -3,54$$

$$r = \frac{n \sum (xi yi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{[n \sum xi^2 - (\sum xi)^2][n \sum yi^2 - (\sum yi)^2]}}$$

$$r = \frac{34(28,72) - (-18,32)(-15,00)}{\sqrt{[34(23,03) - (18,31)^2][34(43,19) - (-15,00)^2]}}$$

$$r = 0,94 (\text{TTR DVP 01})$$

Perhitungan untuk TTF dan TTR pada DPV 02 dilakukan dengan cara yang sama dengan nilai TTF  $r = 0,48$  (TTF DVP 02) TTR  $r = 0,77$  (TTR DVP 02)

Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan parameter untuk setiap DVP dengan distribusi *weibull* sebagai berikut:

1. Perhitungan parameter a, b, parameter bentuk ( $\alpha$ ), dan parameter skala ( $\beta$ ) pada TTF:

- $$b = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)}{n(\sum xi^2) - (\sum x)^2}$$
- $$b = \frac{33(-66,35) - (152,25)(-18,31)}{33(-18,31) - (152,25)^2} = 1,85$$
- $$a = \bar{y} - b\bar{x} = (-0,55) - (2,30) \times (4,61) = -11,14$$
- $$\alpha = b = 1,85$$
- $$\beta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$
- $$\beta = e^{-\left(\frac{-11,15}{1,85}\right)}$$
- $$2,718^{(6,02)} = 414,21 \text{ jam}$$
- $$\beta = 414,21 \text{ jam (TTF DVP01)}$$
- perhitungan untuk parameter pada DPV 02 dilakukan dengan cara yang sama didapat nilai sebagai berikut:
- $$\beta = 102,05 \text{ jam (TTF DVP 02)}$$
2. Perhitungan parameter TTR DVP 01 a, b, parameter bentuk ( $\alpha$ ), dan parameter skala ( $\beta$ )
- $$b = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)}{n(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}$$
- $$b = \frac{34(28,72) - (-18,32)(-15,00)}{34(23,03) - (18,32)^2} = 1,56$$
- $$\alpha = b = 1,56$$
- $$\beta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$
- $$a = \bar{y} - b\bar{x} = (-0,44) - (1,56) \times (-0,54) = 0,402$$
- $$\beta = e^{-\left(\frac{0,402}{1,56}\right)}$$
- $$2,718^{(0,257)} = 0,77 \text{ jam}$$
- $$\beta = 0,77 \text{ jam (TTR DVP 01)}$$
- perhitungan untuk parameter pada DPV 02 dilakukan dengan cara yang sama dengan nilai
- $$\beta = 0,78 \text{ jam (TTR DVP 02)}$$
3. Setelah parameter didapat dilanjutkan dengan perhitungan MTTF dan MTTR pada DVP 01 dan DVP 02 berikut ini
- $$MTTF = \beta \Gamma\left(1 + \frac{1}{a}\right)$$
- $$MTTF = 414,21 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,85}\right)$$
- $$MTTF = 414,21 \Gamma(1,540)$$
- lihat table gamma
- $$MTTF = 414,21(0,88818)$$
- $$MTTF = 367,89 \text{ jam}$$
- $$MTTF = 367,89 \text{ jam DVP 01}$$
- perhitungan MTTF pada DVP 02 juga dilakukan dengan cara yang sama, didapat nilai sebagai berikut:
- $$MTTF = 90,43 \text{ jam DVP 02}$$
4. Berikut ini adalah perhitungan MTTR DVP 01 sebagai berikut:
- $$MTTR = \beta \Gamma\left(1 + \frac{1}{a}\right)$$
- $$MTTR = 0,77 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,56}\right)$$
- $$MTTR = 0,77 \Gamma(1,64)$$
- lihat table gamma
- $$MTTR = 1,52 (0,89864)$$
- $$MTTR = 0,69 \text{ jam (DVP 01)}$$
- perhitungan MTTR pada DVP 02 juga dilakukan dengan cara yang sama, didapat nilai sebagai berikut:
- $$MTTR = 0,69 \text{ jam (DVP 02)}$$
5. Hasil dari perhitungan MTTR digunakan untuk menghitung interval perawatan dari DVP 01 dan DVP 02 dengan tahap sebagai berikut
- a) Jam kerja rata-rata/bulan  
 Hari kerja / bulan = 30 hari  
 Jam kerja / hari = 12 jam  
 Jam kerja rata-rata / bulan =  
 30 hari x 12 jam = 360 jam



- b) Total kegagalan  
Jumlah kegagalan dalam  
6 bulan = 34 kali
- c) Rata-Rata dari waktu  
perbaikan=

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR (DVP 01)}{\text{rata-rata jam kerja/bulan}} = \frac{0,69}{360} = 0,001916$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,001916} = 521,92$$

- d) Waktu rata-rata  
pengecekan = 30 menit  
= 0,5 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata waktu pengecekan}}{\text{rata-rata jam kerja/bulan}} = \frac{0,5}{360}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{0,00138} = 724,63 \text{ jam}$$

- e) Kegagalan

$$k = \frac{\text{total kegagalan selama 6 bulan}}{\text{jumlah bulan} = 6} = \frac{34}{6} = 5,6$$

- f) Jumlah pengecekan  
yang ideal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{5,6 \times 724,63}{521,92}} = 2,788$$

- g) Interval waktu perbaikan

$$t = \frac{\text{rata-rata jam kerja/bulan}}{n} = \frac{360}{2,788} = 129,12$$

$$t = 129,12 \text{ jam (DVP 01)}$$

Hasil dari perhitungan tersebut didapatkan interval DVP 01 di 129,12 jam atau setara dengan, untuk perhitungan interval DVP 02 dilakukan dengan cara yang sama, dan nilai sebagai berikut:  
t = 151,83 jam (DVP 02)

### SIMPULAN

Hasil penelitian menggunakan analisis FMEA, ditemukan bahwa perbaikan perawatan *termal overload* merupakan

aktivitas dengan frekuensi perbaikan tertinggi, dengan nilai prioritas risiko (RPN) tertinggi pada *dry vacuum pump no.1* dan *dry vacuum pump no.2*. Pada *dry vacuum pump no.1* termal *overload* tercatat sebanyak 34 kali dalam 6 bulan, sedangkan *dry vacuum pump no.2* tercatat 24 kasus dalam 6 bulan. Ini adalah faktor penentu utama dalam menentukan prioritas operasi perawatan mesin agar target produksi tercapai. Pada hasil perhitungan distribusi *Weibull* terhadap *interval* perawatan mesin dengan *downtime* terlama, *dry vacuum pump no.1* dengan jenis perbaikan *overload termal* dalam waktu 6 bulan, sehingga tindakan *interval* perawatan *preventif* dilakukan pada interval setiap 117,83 jam. *Dry vacuum pump no.2* dengan 24 kasus *termal overload* dalam waktu 6 bulan, dijadwalkan untuk perawatan *preventif* setiap 188,28 jam. Dengan di dapatkan jadwal *preventive maintenance* dapat meminimalkan *downtime* yang tinggi dan memenuhi target produksi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Evi Febianti. (2016). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Roughing Stand Dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance*. *Seminar Nasional IENACO, 2016*, 337–344.
- Syahabuddin, A. (2019a). Analisis Perawatan Mesin Bubut Cy-L1640G Dengan *Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm)* Di Pt. Polymindo Permata. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik)*
- Syahabuddin, A. (2019b). *Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm)* Di Pt. Polymindo Permata. *JITMI*

(*Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*), 2(1), 27.  
<https://doi.org/10.32493/jitmi.v2i1.y2019.p27-36>

Vijayalakshmi, G., & Pushpanjali, K. (2022). *Reliability for Weibull Distribution using Ms-Excel. International Journal of Statistics and Applied Mathematics*, 7(5).



Ricky yakub Sembiring Meliala penulis pertama, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam



Elsya Paskaria Loyda Tarigan, S.T., M.Sc. Penulis Kedua, salah satu dosen Prodi Teknik Industri dengan kepakaran dibidang tata letak fasilitas.