

# Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Metode Modularity Design di PT. XYZ

**Andri, Marwan**

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Potensi Utama Medan  
Jl. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No 3A Tanjung Mulia Medan  
[andri.kerrenz1994@gmail.com](mailto:andri.kerrenz1994@gmail.com), [Marwan2192@gmail.com](mailto:Marwan2192@gmail.com)

## Abstrak

*Penelitian ini berfokus pada perawatan mesin Dryer secara preventive maintenance di PT.XYZ, Metode yang di gunakan adalah (modularity design) yaitu dengan mengelompokkan komponen mesin Dryer dengan cara membangun component tree. Tujuan penelitian ini adalah 1. Mengetahui komponen kritis yang akan digunakan untuk perawatan pada mesin Dryer 2. Membuat perancangan perawatan preventive mesin Dryer 3. Mengetahui penyebab terjadinya downtime yang terlalu tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui komponen kritis yang akan digunakan untuk perawatan pada mesin Dryer, Membuat perancangan perawatan preventive mesin Dryer dan Mengetahui penyebab terjadinya downtime yang terlalu tinggi pada perusahaan. Untuk mendukung penelitian yang dilakukan maka digunakan beberapa data kualitatif dan data kuantitatif. Adapun data kualitatif dan kuantitatif seperti: Fungsi komponen, Data kegagalan, Data penyebab kegagalan, Data efek kegagalan. Sedangkan untuk data kuantitatif antara lain seperti: Waktu antar kerusakan, Waktu perbaikan, Biaya kegagalan.*

**Kata Kunci :** Perawatan, Preventive Maintenance, Modularity Design

## Abstract

*This research focuses on the dryer machine maintenance in preventive maintenance at PT. XYZ. The method used is (modularity design), namely by classifying the dryer machine components by building a component tree. The objectives of this research are 1. Knowing the critical components that will be used for the maintenance of the Dryer machine 2. Creating a dryer machine preventive maintenance design 3. Knowing the causes of downtime that are too high. This study aims to determine the critical components that will be used for maintenance on the Dryer machine, make a preventive maintenance design for the Dryer machine and determine the causes of downtime that are too high in the company. To support the research conducted, some qualitative data and quantitative data were used. As for qualitative and quantitative data such as: component function, failure data, data on causes of failure, data on failure effects. As for quantitative data, among others, such as: Time between damage, time to repair, cost of failure.*

**Keywords:** Maintenance, Preventive Maintenance, Modularity Design

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting, karena selain sebagai pendukung beroperasinya sistem agar lancar sesuai yang dikehendaki, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian – kerugian yang ditimbulkan karena adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam, tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya, tetapi pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu perawatan preventif yang dimaksud untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu rusak dan perawatan korektif yang dimaksud untuk memperbaiki peralatan yang rusak. Suatu mesin

terdiri dari berbagai komponen yang mungkin saja sangat vital , sehingga apabila komponen tersebut mengalami kerusakan maka akan mendatangkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan , untuk itu tidak bisa dipungkiri perlunya suatu perencanaan kegiatan perawatan bagi masing–masing mesin produksi untuk memaksimalkan sumberdaya yang ada , tetapi keuntungan yang akan diperoleh perusahaan dengan lancarnya kegiatan produksi akan lebih besar . Dengan melihat kenyataan pentingnya kegiatan perawatan, penelitian ini mencoba untuk mengemukakan perawatan mesin secara preventive maintenance dengan menggunakan metode modularity design sehingga dapat meminimalkan kerusakan dan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui komponen kritis yang akan digunakan untuk perawatan pada mesin Dryer, Membuat perancangan perawatan preventive mesin Dryer dan Mengetahui penyebab terjadinya downtime yang terlalu tinggi pada perusahaan.

Beberapa metode juga dilakukan pada penelitian ini seperti Melakukan observasi atau pengamatan langsung terhadap keadaan sebenarnya yang terjadi di dalam perusahaan yang berhubungan erat dengan permasalahan yang diteliti. Dalam penelitian ini observasi dilakukan terhadap proses pemeliharaan yang dilakukan pada mesin dan peralatan. Melakukan wawancara untuk Pengumpulan data dengan cara interview secara langsung dengan karyawan perusahaan. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data perawatan yang dilakukan perusahaan. Dan melakukan dokumentasi yang merupakan teknik pengumpulan data dengan mengumpulkan data yang berupa catatan, arsip, buku yang telah ada. Dalam penelitian ini dokumentasi yang diperlukan adalah semua data kerusakan mesin Dryer di pabrik.

Untuk mendukung penelitian yang dilakukan maka digunakan beberapa data kualitatif dan data kuantitatif. Adapun data kualitatif dan kuantitatif seperti: Fungsi komponen, Data kegagalan, Data penyebab kegagalan, Data efek kegagalan. Sedangkan untuk data kuantitatif antara lain seperti: Waktu antar kerusakan, Waktu perbaikan, Biaya kegagalan.

## II. METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan adalah metode dengan Pengelompokan komponen-komponen berdasarkan modularity design dapat dilakukan dengan cara membangun component tree. mesin produksi yang akan diteliti pada PT. XYZ adalah mesin *Dryer*. Tabel 3.1 berikut merupakan mesin produksi beserta komponen-komponen yang akan diteliti.

Tabel 1. Nama Mesin Dan Komponen Urutan Pengerjaan Perawatan

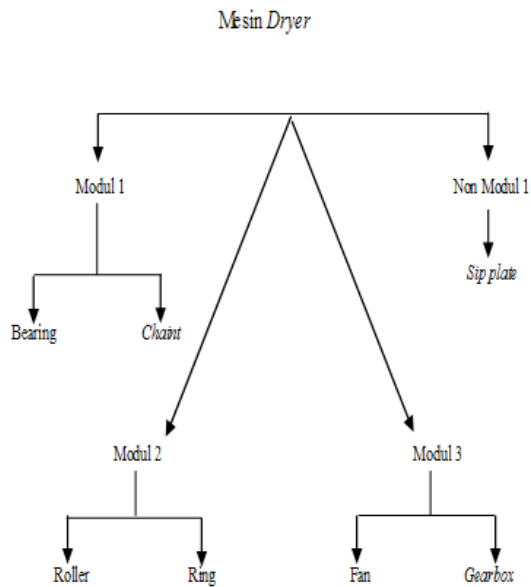
No	Mesin	Nama Komponen
1	<i>DRYER</i>	Fan <i>Dryer</i> Bearing <i>Drayer</i> Chaint <i>Dryer</i> Roller <i>Dryer</i> Bull Ring <i>Dryer</i>
		<i>Gearbox Dryer</i>
		<i>Ring Dryer</i>

Urutan Pengerjaan Perawatan mesin dengan menggunakan modularity design dapat dilakukan dengan mengetahui terlebih dahulu urutan pengerjaan komponen mesin, sehingga nantinya dalam membongkar dan memasang komponen mesin yang rusak dapat dengan mudah dilakukan. Berikut ini merupakan urutan pengerjaan perawatan mesin *Dryer*.

Tabel 2. Urutan Pengerjaan Perawatan

No	Perawatan Penggantian	Pembongkaran	Pemasangan
1	Fan <i>Dryer</i>	Pembukaan Fan <i>Dryer</i>	Pemasangan Fan <i>Dryer</i>
2	Bearing <i>Dryer</i>	Pembukaan Bearing <i>Dryer</i>	Pemasangan Plummer block Bearing
3	<i>ChaintDryer</i>	Pembukaan <i>Chaint Dryer</i>	Pemasangan <i>Chaint Dryer</i>
4	Roller <i>Dryer</i>	Pembukaan Roller <i>Dryer</i>	Penggantian Roller dan repair roller yang sudah rusak.
5	Ring <i>Dryer</i>	Pembukaan ring <i>dryer</i>	Ganti Ring <i>Dryer</i>
6	Sip plate	Pembukaan sip plate	Pemasangan sip plate
7	<i>Gearbox</i>	Pembukaan <i>Gearbox</i>	Pemasangan <i>Gearbox</i>

Pengelompokan komponen mesin dengan modularity design dirancang agar penggantian komponen mesin tidak mengeluarkan biaya yang besar dan penggantian komponen ini dapat dilaksanakan dalam sekali pembongkaran. Dengan demikian akan menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan perusahaan. Pengelompokan komponen-komponen berdasarkan modularity design dapat dilakukan dengan cara membangun component tree. Untuk membangun component tree, produk dibagi dalam modul-modul. Berikut ini merupakan desain modular untuk mesin *Dryer* pada PT.XYZ



Gambar 1. Selang Waktu Interval Kerusakan Mesin

Data-data kerusakan mesin ini diperoleh dari data kerja departemen perawatan mesin dan data waktu kerusakan mesin. Data berikut merupakan selang waktu interval kerusakan komponen pada masing-masing mesin yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 3. Data Selang Waktu Interval Kerusakan Mesin *Dryer* (Jam)

No	Komponen						
	Bearing	Chaint	Roller	Ring	Sip Plate	Fan	Gearbox
1	2424	2448	4032	2376	3192	3360	2717
2	1488	1488	3552	2592	3168	1968	4320
3	3096	3096	3936	1776	1344	2448	3792
4	3504	3504	3888	3912	2952	1848	2712
5	1536	1536	4152	2640	2040	3072	3984
6	2400	2400	2640	3984	1272	2856	3912
7	2400	1680	2808	4008	3336	2040	3504
8	1992	2712	3168	5232	2664	4872	3744
9	2784	2784	3024	6096	2976	1608	4200
10	2232	2232	2160		3600	3264	
11	2712	2712			3624	3168	
12	2472	2472			2688	1896	
13	2664	2664					
<b>Total</b>	<b>31704</b>	<b>31728</b>	<b>33360</b>	<b>32616</b>	<b>32856</b>	<b>32400</b>	<b>32880</b>
<b>Rata - Rata</b>	<b>2438.7692</b>	<b>2440.6154</b>	<b>3336</b>	<b>3624</b>	<b>2738</b>	<b>2700</b>	<b>3653.333</b>

Biaya penggantian komponen secara *preventive maintenance* dengan *modularity design* dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$Cpm = (a+b) \times c + d$$

Dimana:

a = Biaya tenaga kerja (Rp/jam)

b = Biaya tenaga kerja lembur (Rp/jam)

c = Waktu penggantian *preventive* (jam)

d = Harga komponen/unit (Rp)

Cpm = *Cost of Preventive Modularity* (Rp)

Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara *modularity Design*, biaya kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian modul pada mesin *Dryer* adalah:

1 terdiri dari komponen *dryer*

a = Biaya tenaga kerja = Rp 13.776/jam

b = Waktu penggantian *preventive* = 9,6871 jam

c = Harga komponen/unit = (Rp 6.000.000 + Rp6.000.000)  
= Rp 12.000.000 Maka:

$$Cpm = Rp 13.776 \times 9,6871 \text{ jam} + (Rp 6.000.000 + Rp 6.000.000) \\ = Rp 12.133.449,7$$

Dari hasil perhitungan biaya penggantian komponen secara *modularity Design* sebelumnya, dapat diketahui bahwa perawatan yang terbaik dalam hal penggantian komponen mesin yaitu

perawatan mesin berdasarkan *modularity Design* Perawatan ini terpilih karena memiliki *total cost* yang lebih kecil dari perawatan yang diterapkan perusahaan dengan perawatan *preventive*. Dalam melakukan penentuan distribusi kerusakan komponen mesin, maka dapat digunakan metode Least Square Curve Fitting yaitu berdasarkan nilai index of fit (*correlation coefficient*) yang paling besar. Perhitungan ini digunakan untuk mendapatkan distribusi kerusakan yang paling sesuai dengan pola distribusinya yaitu apakah mengikuti distribusi normal, lognormal, eksponensial, atau weibull. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk masing-masing distribusi pada waktu antar kerusakan.

Tabel 4. Waktu Antar Kerusakan Distribusi Eksponensial

N	Ti	F(Ti)	Yi	Ti <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>	Ti.Yi
1	1488	0.0522	-1.6236	2214144	2.6361	-2415.9168
2	1536	0.1269	-1.1513	2359296	1.3255	-1768.3968
3	1992	0.2015	-0.8263	3968064	0.6828	-1645.9896
4	2232	0.2761	-0.5944	4981824	0.3533	-1326.7008
5	2400	0.3507	-0.3833	5760000	0.1469	-919.9200
6	2400	0.4254	-0.1882	5760000	0.0354	-451.6800
7	2424	0.5000	0.0000	5875776	0.0000	0.0000
8	2472	0.5746	0.1882	6110784	0.0354	465.2304
9	2664	0.6493	0.3833	7096896	0.1469	1021.1112
10	2712	0.7239	0.5944	7354944	0.3533	1612.0128
11	2784	0.7985	0.8263	7750656	0.6828	2300.4192
12	3096	0.8731	1.1513	9585216	1.3255	3564.4248
13	3504	0.9478	1.6236	12278016	2.6361	5689.0944
<b>Total</b>	<b>31704</b>	<b>6.5</b>	<b>0.0000</b>	<b>81095616</b>	<b>103600</b>	<b>6123.6888</b>

Contoh Perhitungan :

- N : Jumlah data
- Ti : Waktu antar kerusakan komponen setelah diranking
- F(Ti) : Diperoleh dari rumus  $(i-0,3)/(N+0,4)$ , sehingga untuk F(ti) data pertama adalah  $(1-0,3)/(13+0,4) = 0,0522$ .
- Yi : Diperoleh dari nilai (Z) = Yi (didapat dari Tabel Standarized Normal Probabilities) dimana  $Z = F(Ti)$  sehingga didapatkan Yi = -1,6236.
- Ti<sup>2</sup> : Diperoleh dari Ti x Ti (Ti dikuadratkan).
- Yi<sup>2</sup> : Diperoleh dari Yi x Yi (Yi dikuadratkan)
- Ti.Yi : Diperoleh dari perkalian Ti terhadap Yi.
- Index of Fit

$$\begin{aligned}
 1. S_{xy} &= N \sum_{i=1}^N TiYi - (\sum_{i=1}^N Ti)(\sum_{i=1}^N Yi) \\
 &= 13(6123,6888) - (31704)(0) \\
 &= 79607,9544
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. S_{xx} &= \\
 &= N \sum_{i=1}^N Ti^2 - (\sum_{i=1}^N Ti)^2 \\
 &= 13(81095616) - (31704)^2 \\
 &= 49099392
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. S_{yy} &= \\
 &= N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N Y_i \right)^2 \\
 &= 13 (10,36) - (0)^2 \\
 &= 134,6797
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Sehingga Index of Fit } (r) &= \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} = \frac{79607,9544}{\sqrt{49099392 \times 134,6797}} \\
 &= 0,9790
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Upah Tenaga Kerja Bagian Perawatan Mesin

Upah tenaga kerja pada bagian departemen perawatan mesin adalah sebesar Rp 1.350.000 setiap bulan dimana jumlah jam kerja per *shift* nya adalah 7 jam. Jadi jumlah jam kerja dalam 1 bulan adalah: Jumlah jam kerja/bulan = (7 jam x 7 hari) x 4 minggu = 196 jam kerja. Sehingga biaya tenaga kerja pada bagian perawatan mesin adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tenaga kerja} &= \frac{\text{Gaji 1 bulan per orang}}{\text{Jam kerja 1 bulan}} = \frac{\text{Rp 1.350.000 per orang}}{196 \text{ jam}} \\
 &= \text{Rp 6.888/orang/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan beserta biaya tenaga kerja per jam:

Tabel 5. Perhitungan Biaya Kehilangan Produksi

No	Nama Mesin	Komponen	Jumlah Tenaga Kerja	Biaya Tenaga Kerja / Jam
1	Mesin <i>Dryer</i>	Bearing	2	Rp 13.776
		<i>Chaint</i>	2	Rp 13.776
		Roller	2	Rp 13.776
		Ring	2	Rp 13.776
		Sip Plate	2	Rp 13.776
		Fan	2	Rp 13.776
		<i>Gearbox</i>	2	Rp 13.776

Biaya kehilangan produksi merupakan biaya yang terjadi akibat adanya perawatan atau perbaikan yang dilakukan pada mesin-mesin pada saat beroperasi. Akibat dilakukannya perawatan mesin, maka dapat menghasilkan biaya kehilangan produksi bagi perusahaan. Perhitungan biaya kehilangan produksi ini dapat dilakukan dengan mengalikan *output* per jam dikalikan dengan laba per ton. Perhitungan ini dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Kehilangan Produksi} &= \text{Laba per ton} \times \text{Output per jam} \\
 &= \text{Rp 1000} \times 90 \text{ ton/jam} = \text{Rp 90.000}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

1. Dalam 1 jam ada sebanyak 4 jenis batu yang diproduksi
2. *Output* batu per jam = 90 ton.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan biaya penggantian komponen yang lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama. Hasil rekapitulasi dari biaya penggantian komponen mesin *dryer* adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel Hasil Rekapitulasi Umur Komponen dan Waktu Perbaikan Komponen secara *BreakdownMaintenance*

No	Nama Komponen	Selang Waktu Kerusakan Komponen (Jam)	Umur Komponen (Hari)	Waktu Perbaikan Komponen (Jam)
1	Bearing	2438.7692	101	6.58
2	Chaint	2440.6154	101	6.3033
3	Roller	3336	139	2.57
4	Ring	3624	151	3.805
5	Sip Plate	2738	114	8.4467
6	Fan	2700	112	1.6567
7	Gearbox	3653.3333	152	3.3967

Perhitungan Biaya Penggantian Komponen Secara Preventive Maintenance

Tabel 7. Waktu Perbaikan Komponen Rata-Rata (jam)

No	Komponen						
	<i>Beraing</i>	<i>Chaint Dryer</i>	<i>Roller Dryer</i>	<i>Ring Dryer</i>	<i>Sip Plate</i>	<i>Fan</i>	<i>Gerabox</i>
1	6.13	6.02	2.33	3.45	8.07	1.12	2.89
2	6.03	5.78		3.33	8.11	1.34	3.05
3	6.21	6.05			7.86	1.55	3.11
<b>Total</b>	<b>18.37</b>	<b>17.85</b>	<b>2.33</b>	<b>6.78</b>	<b>24.04</b>	<b>4.01</b>	<b>9.05</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>6.123333</b>	<b>5.9500</b>	<b>2.33</b>	<b>3.39</b>	<b>8.0133</b>	<b>1.3367</b>	<b>3.0167</b>

Biaya penggantian komponen secara preventive maintenance adalah biaya penggantian suatu komponen yang dibutuhkan sebelum komponen tersebut mengalami kerusakan.

Biaya penggantian komponen secara preventive maintenance dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$C_p = (a+b) \times c + d$$

Dimana:

a = Biaya tenaga kerja (Rp/jam)

b = Biaya tenaga kerja lembur (Rp/jam)

c = Waktu penggantian preventive (jam) d = Harga komponen/unit (Rp)

$C_p$  = Cost of Preventive / biaya penggantian komponen secara preventive (Rp)  
Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara preventive, biaya

kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian komponen Dryer pada mesin Dryer adalah:

Biaya tenaga kerja = Rp 13.776/jam

Waktu penggantian preventive = 6,1233 jam

d = Harga komponen/unit = Rp 6.000.000 Maka:

$$\begin{aligned} C_p &= \text{Rp } 13.776 \times 6,1233 \text{ jam} + \text{Rp } 6.000.000 \\ &= \text{Rp } 6.084.355 \end{aligned}$$

$C_p$  = Cost of Preventive / biaya penggantian komponen secara preventive (Rp) Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara preventive, biaya kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian komponen Dryer pada mesin Dryer adalah:

Biaya tenaga kerja = Rp 13.776/jam

Waktu penggantian preventive = 6,1233 jam

d = Harga komponen/unit = Rp 6.000.000 Maka:

$$\begin{aligned} C_p &= \text{Rp } 13.776 \times 6,1233 \text{ jam} + \text{Rp } 6.000.000 \\ &= \text{Rp } 6.084.355 \end{aligned}$$

Tabel 8. Biaya Penggantian Komponen secara *Breakdown Maintenance*

No	Komponen	a (Rp/Jam)	b (Rp/Jam)	c (Jam)	d (Rp)	Cf (Rp)
1	Bearing	13776	90000	6.58	6000000	6682846.08
2	Chaint	13776	90000	6.3033	6000000	6654134.72
3	Roller	13776	90000	2.57	3000000	3266704.32
4	Ring	13776	90000	3.805	350000	744867.68
5	Sip Plate	13776	90000	8.4467	3000000	3876561.28
6	Fan	13776	90000	1.6567	2350000	2521922.24
7	Gearbox	13776	90000	3.3967	400000	752492.48



Tabel 9. Perhitungan Biaya Penggantian Komponen Secara Preventive Maintenance

No	Komponen						
	<i>Beraing</i>	<i>Chaint Dryer</i>	<i>Roller Dryer</i>	<i>Ring Dryer</i>	<i>Sip Plate</i>	<i>Fan</i>	<i>Gerabox</i>
1	6.13	6.02	2.33	3.45	8.07	1.12	2.89
2	6.03	5.78		3.33	8.11	1.34	3.05
3	6.21	6.05			7.86	1.55	3.11
<b>Total</b>	<b>18.37</b>	<b>17.85</b>	<b>2.33</b>	<b>6.78</b>	<b>24.04</b>	<b>4.01</b>	<b>9.05</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>6.12333</b>	<b>5.9500</b>	<b>2.33</b>	<b>3.39</b>	<b>8.013</b> 3	<b>1.336</b> 7	<b>3.0167</b>

Cp = Cost of Preventive / biaya penggantian komponen secara preventive (Rp) Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara preventive, biaya kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian komponen Dryer pada mesin Dryer adalah:

Biaya tenaga kerja = Rp 13.776/jam

Waktu penggantian preventive = 6,1233 jam

d = Harga komponen/unit = Rp 6.000.000 Maka:

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= \text{Rp } 13.776 \times 6,1233 \text{ jam} + \text{Rp } 6.000.00 \\ &= \text{Rp } 6.084.355 \end{aligned}$$

Cp = Cost of Preventive / biaya penggantian komponen secara preventive (Rp) Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara preventive, biaya kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian komponen Dryer pada mesin Dryer adalah:

Biaya tenaga kerja = Rp 13.776/jam

Waktu penggantian preventive = 6,1233 jam

d = Harga komponen/unit = Rp 6.000.000 Maka:

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= \text{Rp } 13.776 \times 6,1233 \text{ jam} + \text{Rp } 6.000.00 \\ &= \text{Rp } 6.084.355 \end{aligned}$$

### Perhitungan Biaya Penggantian Komponen Secara *Modularity Design Maintenance*

Biaya penggantian komponen secara *preventive maintenance* dengan *modularity design* dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cpm} = (a+b) \times c + d$$

Dimana:

a = Biaya tenaga kerja (Rp/jam)

b = Biaya tenaga kerja lembur (Rp/jam)

c = Waktu penggantian *preventive* (jam)

d = Harga komponen/unit (Rp)

Cpm = *Cost of Preventive Modularity* (Rp)

Perhitungan biaya penggantian komponen ini dihitung per periode (misalnya dalam kurun waktu 1 tahun). Untuk mencari biaya penggantian komponen secara *modularity Design*, biaya kehilangan produksi tidak ikut diperhitungkan karena perawatan mesin dilakukan pada waktu mesin-mesin produksi tidak bekerja atau berada di luar jam produksi.

Contoh perhitungan biaya penggantian modul pada mesin *Dryer* adalah:

1 terdiri dari komponen *dryer*

$a = \text{Biaya tenaga kerja} = \text{Rp } 13.776/\text{jam}$   
 $b = \text{Waktu penggantian } preventive = 9,6871 \text{ jam}$   
 $c = \text{Harga komponen/unit} = (\text{Rp } 6.000.000 + \text{Rp}6.000.000)$   
 $= \text{Rp } 12.000.000 \text{ Maka:}$

$Cpm = \text{Rp } 13.776 \times 9,6871 \text{ jam} + (\text{Rp } 6.000.000 + \text{Rp } 6.000.000)$   
 $= \text{Rp } 12.133.449,7$

Tabel 10. Selang Waktu Penggantian Yang Optimal Berdasarkan *Preventive Maintenance*

No	Nama Mesin	Komponen	Tp (Jam)	Biaya (Rp/Jam)
1	Mesin Dryer	Bearing	1471	1678,8
		Chaint	1451	1698,6557
		Roller	2134	566,3830
		Ring	422	97,6886
		Sip Plate	991	823,3687
		Fan	1153	687,9992
		Gearbox	1745	81,9109

Tabel 11. Selang Waktu Penggantian Optimal *Modularity Design*

Mesin	Komponen	Selang Waktu Penggantian Preventive (Hari)	Modul	Non-Modul	Selang Waktu Penggantian Preventive Modularity (Hari)
Mesin Dryer	Bearing	105	1	-	104
	Chaint	104			104
	Roller	71	-	1	71
	Ring	152	2	-	150
	Sip Plate	30			30
	Fan	82	3	-	82
	Gearbox	125			82

Dari hasil perhitungan biaya penggantian komponen secara *modularity Design* sebelumnya, dapat diketahui bahwa perawatan yang terbaik dalam hal penggantian komponen mesin yaitu perawatan mesin berdasarkan *modularity Design*. Perawatan ini terpilih karena memiliki *total cost* yang lebih kecil dari perawatan yang diterapkan perusahaan dengan perawatan *preventive*.

#### IV. KESIMPULAN

1. Waktu penggantian komponen mesin *Dryer* dengan menggunakan metode *modularity design* memberikan hasil yang lebih cepat di bandingkan dengan metode yang selama ini di jalankan perusahaan sehingga *dwon time* tidak menjadi tinggi.
2. Setelah mengetahui frekuensi kerusakan komponen atau modul mesin dapat disimpulkan dengan menggunakan metode *modularity design* penghentian produksi secara tiba-tiba dapat dihindari sehingga tidak mengganggu jalannya produksi.
3. Biaya perawatan mesin *dryer* dengan menggunakan *modularity design* menghasilkan total biaya perawatan yang lebih kecil dibandingkan dengan biaya perawatan dengan metode yang selama ini di gunakan perusahaan.

4. Selang waktu penggantian yang optimal untuk masing-masing modul setiap mesin adalah dipilih berdasarkan selang penggantian komponen terkecil di antara komponen dalam satu modul dan selang waktu pengantiannya berdekatan.

#### V. SARAN

1. Sebaiknya pihak perusahaan melakukan perawatan mesin dengan *preventive maintenance* menggunakan *modularity design*.
2. Penerapan model perawatan dengan menggunakan *modularity design* dapat dilaksanakan dengan baik apabila tenaga kerja bagian *maintenance* dapat mengerjakan tugasnya sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.  
Dalam penerapan menggunakan *modularity design* harus ada kerja sama yang baik antara pihak *maintenance* dengan pihak produksi sehingga adanya kerja sama ini akan dapat mempermudah pengontrolan dan evaluasi mesin-mesin produksi setiap saat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hariyanto, H., Rahayuningsih, S., & Santoso, H. (2017). Analisa Preventive Maintenance System Dengan Modularity Design Pada PT. Surya Pamenang. *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 1(1), 24-31.
- [2]. Filly, S. B. (2019). *USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE MENGGUNAKAN METODE MODULARITY DESIGN PADA MESIN LIME STONE CRUSHER (LSC) II DI DEPARTEMEN TAMBANG PT SEMEN PADANG* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- [3]. Handayani, W., & Harada, M. K. (2017). Preventive Batching Plant Maintenance with Modularity Design Method at PT. RAJA Beton Indonesia. *Vibro*, 175.
- [4]. Tarigan, P., Ginting, E., & Siregar, I. (2013). Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada Pt. Rxz. *Jurnal Teknik Industri USU*, 3(3), 219447.
- [5]. Kurniawan, B. (2014). *Preventive Maintenance System dengan Modularity Design sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintenance Light Truck Box pada UD Rinjani Jaya Transport* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknologi Industri UNISSULA).
- [6]. Subagja, T. (2018). Analisis Perawatan Mesin Rolling Secara Berkala Dengan Pendekatan Modularisasi Desain. *PROSIDING SEMNASTEK 2018*, 1(1).
- [7]. WAHYU PRASETIO, W. A. H. Y. U. (2018). MAKALAH POSTPONEMENT DALAM STRATEGI SUPPLY CHAIN SEBAGAI METODE PERSAINGAN RANCANGAN PRODUK. *JURNAL*.