

## Usulan Perawatan Mesin CL di PT.XYZ Menggunakan *Reliability Centered Maintenance* dan *Failure Mode Effect Analysis*

Rizki Muhammad Asrafi<sup>1</sup>, Rifda Ilahy Rosihan<sup>\*2</sup>, Yayan Saputra<sup>3</sup>, Murwan Widyantoro<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>[rizki.muhammad.asrafi18@mhs.ubharajaya.ac.id](mailto:rizki.muhammad.asrafi18@mhs.ubharajaya.ac.id), <sup>\*2</sup>[rifda.ilahy@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:rifda.ilahy@dsn.ubharajaya.ac.id),  
<sup>3</sup>[yayan.saputra@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:yayan.saputra@dsn.ubharajaya.ac.id), <sup>4</sup>[murwan@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:murwan@dsn.ubharajaya.ac.id)

### Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang otomotif yang memproduksi komponen kendaraan. Maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan/perawatan terhadap suatu aset perusahaan guna untuk meningkatkan atau mempertahankan kehandalan dan kualitas mesin produksi. Adapun masalah yang ada di PT. XYZ adalah terdapat mesin CL yang mengalami kerusakan dengan total downtime sebesar 71 jam, sehingga dalam satu tahun terjadi penghentian mesin sampai 8,8%. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal interval waktu perawatan pada mesin CL, memberikan usulan perawatan pada mesin CL, dan mengetahui biaya perawatan pada mesin CL. Metode yang dipergunakan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM) dan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengetahui interval waktu perawatan dan faktor dominan kerusakan pada mesin CL. Hasil temuan analisis menunjukkan interval waktu perawatan mesin CL-10 untuk komponen Motor Pump adalah 1809 jam atau sekitar 226 hari dan komponen Relief Valve adalah 1951 jam atau sekitar 244 hari. Usulan perawatan untuk komponen Motor Pump adalah pengecekan dan penggantian, lalu pada komponen Relief Valve adalah pengecekan dan penggantian. Terdapat penurunan biaya perawatan dari corrective menjadi preventive pada komponen Motor Pump sebesar 26% dan komponen Relief Valve sebesar 31%.

**Kata kunci**— Maintenance, Downtime, RCM (Reliability Centered Maintenance), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

### Abstract

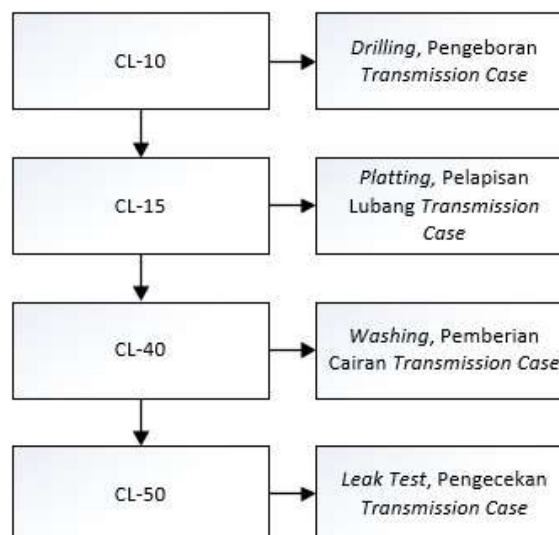
PT. XYZ is a manufacturing company engaged in the automotive sector that produces vehicle components. Maintenance is an activity of maintaining/maintaining a company's assets in order to improve or maintain the reliability and quality of production machines. The problems that exist in PT. XYZ is that there is a CL machine that is damaged with a total downtime of 71 hours, so that in one year there is a downtime of up to 8.8%. This study aims to determine the time interval schedule for maintenance on CL machines, provide maintenance recommendations on CL machines, and find out the cost of maintenance on CL machines. The method used is the Reliability Centered Maintenance (RCM) and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to determine the maintenance time interval and the dominant factor for damage to the CL machine. The findings of the analysis show that the maintenance time interval for the CL-10 engine for the Motor Pump component is 1809 hours or around 226 days and for the Relief Valve component is 1951 hours or around 244 days. Proposed maintenance for the Motor Pump component is checking and replacing, then for the Relief Valve component is checking and replacing. There was a reduction in maintenance costs from corrective to preventive for the Motor Pump component by 26% and the Relief Valve component by 31%.

**Keywords**— Maintenance, Downtime, RCM (Reliability Centered Maintenance), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

## 1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, perusahaan dituntut untuk meningkatkan produktivitas pada perusahaannya. Hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan yaitu memerlukan sistem pemeliharaan yang merupakan dasar suatu perusahaan dalam meningkatkan atau mempertahankan kehandalan dan kualitas mesin produksi. Penggunaan mesin apabila dilakukan secara terus menerus maka akan mempengaruhi performa dari mesin yang digunakan, sehingga perlu adanya pemeliharaan mesin dan membutuhkan suatu sistem pemeliharaan dengan baik agar mesin tidak mengalami kerusakan yang akhirnya akan mengganggu proses produksi pada suatu perusahaan, maka dari itu diperlukan proses pemeliharaan yang efektif. Pemeliharaan pada mesin-mesin produksi adalah pengaturan, perbaikan, atau penggantian pada suatu komponen mesin produksi agar aktivitas proses produksi berjalan lancar sesuai dengan yang dijadwalkan. Perusahaan di Indonesia memiliki banyak macam produksi seperti makanan, pakaian, otomotif kendaraan. Salah satu perusahaan yang banyak dibutuhkan saat ini yaitu industry otomotif. Data otomotif dari kemenperin menunjukkan industry otomotif kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang ada di Indonesia sebanyak 22 perusahaan. Salah satu perusahaan otomotif yang cukup berkembang pesat di Indonesia saat ini adalah PT. XYZ.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur dalam bidang otomotif yang memproduksi komponen-komponen untuk kendaraan, baik itu komponen untuk badan kendaraan maupun untuk mesin kendaraan. Mesin yang digunakan untuk mengolah produk komponen *Transmission Case* adalah mesin CL-10, CL-15, CL-40, dan CL-50. Salah satu mesin CL yang paling utama digunakan untuk melakukan pengeboran pada komponen *Transmission Case* yaitu mesin CL-10. Berikut fungsi masing-masing dari mesin CL:



Gambar 1. Fungsi Mesin CL

PT. XYZ dalam memproduksi komponen *Transmission Case* dapat menghasilkan dalam jumlah unit per hari. Dalam satu hari PT. XYZ memproduksi sebanyak 120 unit spare part atau 2400 unit spare part dalam satu bulan. Setiap pada proses produksi, mesin menjadi salah satu asset utama yang wajib dijaga dengan sebaik mungkin agar mesin dapat bekerja dengan baik untuk memenuhi target produksinya

yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. *Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan mesin yang harus ada dalam setiap industri apapun khususnya dalam industri manufaktur. Saat ini permasalahan yang timbul di PT. XYZ adalah target produksi bulanan masih belum tercapai. Produksi bulanan dari PT. XYZ dapat dilihat pada Tabel 1

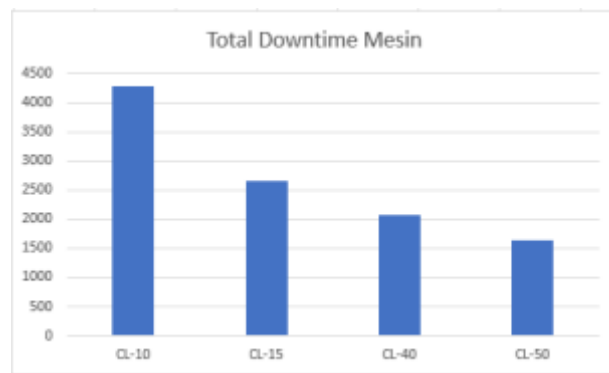
Tabel 1 Data Produksi Tahun 2021 PT XYZ

Periode	Target Produk	Hasil	Pencapaian
Januari	2400	2400	Tercapai
Februari	2400	2396	Tidak Tercapai
Maret	2400	2390	Tidak Tercapai
April	2400	2400	Tercapai
Mei	2400	2400	Tercapai
Juni	2400	2390	Tidak Tercapai
Juli	2400	2400	Tercapai
Agustus	2400	2395	Tidak Tercapai
September	2400	2388	Tidak Tercapai
Oktober	2400	2400	Tercapai
November	2400	2400	Tercapai
Desember	2400	2400	Tercapai

Dari table 1 terlihat bahwa pada bulan Februari, Maret, Juni, Agustus dan September tidak tercapai. Ketidaktercapaian produksi diakibatkan oleh beberapa factor, salah satunya adalah kerusakan mesin. PT. XYZ memiliki empat mesin untuk memproduksi komponen *Transmission Case*, yaitu mesin CL 10, CL 15, CL 40, dan CL 50. Pada tahun 2021 terjadi *breakdown* pada lima mesin tersebut. Data *breakdown* mesin CL dapat dilihat pada tabel 2 dan total *downtime* mesin dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2 Breakdown Mesin CL

Nama Mesin	Total Breakdown Mesin
CL-10	32
CL-15	20
CL-40	16
CL-50	12
Total	80



Gambar 2 Grafik Downtime Mesin CL

Pada tabel 2 dan gambar 2 terlihat bahwa *breakdown* dan *downtime* mesin CL pada tahun 2021. Total *breakdown* mesin adalah 80 untuk keseluruhan mesin CL. Kerusakan mesin dapat mengakibatkan terganggunya proses produksi sehingga target produksi perusahaan tidak tercapai, sehingga dapat

memberikan kerugian pada perusahaan [1]. Komponen dalam *maintenance* adalah *reliability*, *availability*, dan *maintenainability*. *Reliability* merupakan probabilitas suatu mesin dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya [2], [3]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam menganalisis *maintenance* mesin adalah *reliability centered maintenance* menetapkan schedule *maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin. RCM menentukan tindakan *maintenance* sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen [4], [5]. Tahap-tahap pada RCM yaitu menentukan mesin kritis dengan menggunakan diagram pareto [6], melakukan identifikasi penyebab terjadinya kegagalan kemudian dapat mengetahui dampak yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi tersebut dengan menggunakan FMEA berdasarkan nilai RPN tertinggi [7], kemudian mencari pola distribusi data guna menghitung nilai MTTF dan MTTR mesin [8], kemudian menghitung biaya perawatan untuk mengetahui perbandingan biaya *maintenance* dengan usulan yang diberikan [9]. Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menentukan jadwal interval waktu perawatan pada mesin CL, memberikan usulan dalam perawatan mesin CL untuk kedepannya, dan mengetahui biaya perawatan pada mesin CL.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif yang merupakan investigasi sistematis mengenai sebuah fenomena dengan mengumpulkan data yang dapat diukur menggunakan teknik statistik dan matematika

### 2.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah

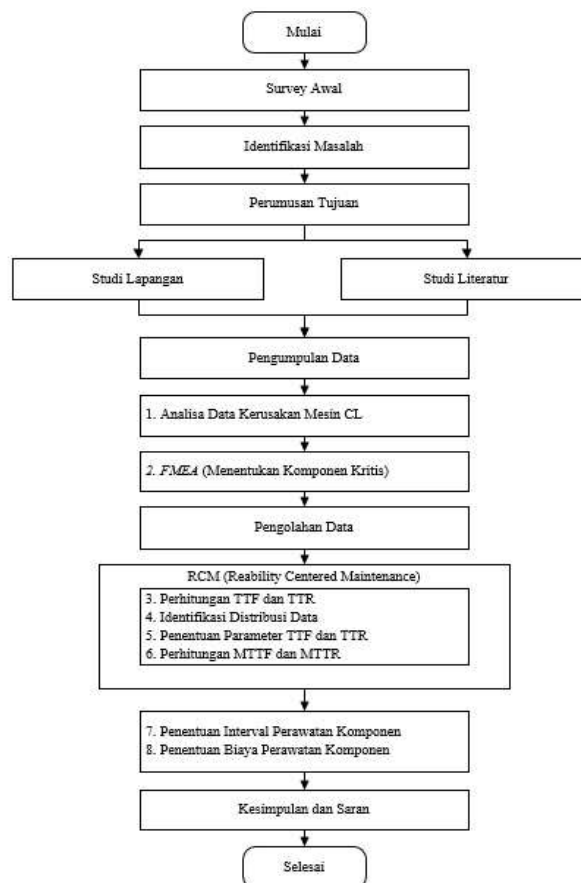
1. Data nama mesin produksi part Transmission Case.
2. Data nama komponen Mesin CL.
3. Data jam kerja karyawan PT. XYZ
4. Data produksi per hari komponen Transmission Case.
5. Data waktu kerusakan dan perbaikan mesin CL.
6. Data biaya komponen mesin CL.

### 2.3 Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari perusahaan, kemudian penulis melakukan pengolahan pada data yang didapat dan juga melakukan perhitungan untuk menunjang penelitian ini. Pengolahan data dilakukan sebagai berikut :

1. Membuat diagram pareto berdasarkan jenis mesin dan tingkat kerusakannya untuk mengetahui kerusakan pada mesin yang paling dominan. Data yang digunakan adalah data kerusakan mesin
  2. Perhitungan *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA), dengan tujuan untuk mengetahui fungsi komponen yang terdapat pada mesin CL serta mengetahui penyebab kegagalan dari komponen dan dampak kegagalan dari komponen mesin CL. Lalu menentukan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari yang paling tertinggi hingga yang paling rendah. Nilai RPN tertinggi dapat diartikan bahwa komponen pada mesin CL membutuhkan tindakan dan penanganan yang cepat dan tepat.
  3. Melakukan perhitungan suatu parameter dari *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR), Pada tahap tersebut waktu perbaikan kerusakan merupakan selang waktu dari proses terjadinya kerusakan hingga diperbaiki sampai terjadinya kerusakan kembali.
  4. Identifikasi distribusi untuk selang waktu kerusakan *Time To Failure* (TTF), Untuk menentukan
-

- distribusi yang sesuai untuk data waktu kegagalan *Time to Failure* (TTF) dengan menggunakan *software* minitab untuk mencari nilai pada setiap distribusi yakni meliputi distribusi *Eksponential*, distribusi Normal dan *Lognormal*, dan distribusi *Weibull*.
5. Mengidentifikasi distribusi dari selang waktu kerusakan *Time To Repair* (TTR), Untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk data waktu kerusakan *Time to Repair* (TTR) dengan menggunakan *software* minitab untuk mencari nilai pada setiap distribusi yakni meliputi distribusi *Eksponential*, distribusi Normal dan *Lognormal*, dan distribusi *Weibull*.
  6. Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR), melakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada setiap komponen mesin kritis sesuai dengan distribusi masing-masing.
  7. Penentuan interval waktu perawatan untuk setiap komponen mesin, untuk menentukan interval waktu berupa pemeriksaan dan penggantian pada komponen mesin berdasarkan dari waktu yang sudah didapatkan dari hasil pengolahan data.
  8. Penentuan biaya perawatan pada komponen mesin, untuk menentukan biaya perawatan berupa biaya *corrective* dan *preventive* pada setiap komponen dari mesin CL.



Gambar 3 Alur Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

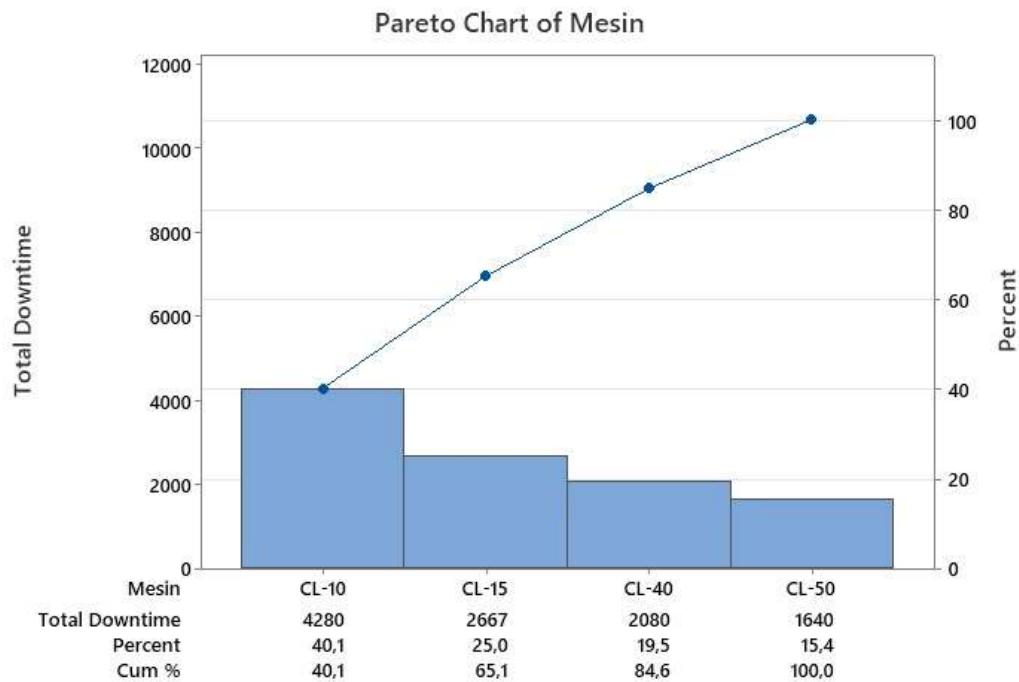
#### 3.1 Diagram Pareto

Beberapa data *downtime* didapatkan dari data historis mesin CL-10, CL-15, CL-40, CL-50 dari bulan Januari sampai Desember 2021.

Tabel 3 Total *Downtime* Mesin CL

Nama Mesin	Total <i>Downtime</i> (menit)	Persentase(%)	Kumulatif(%)
CL-10	4280	40,1%	40,1%
CL-15	2667	25,0%	65,1%
CL-40	2080	19,5%	84,6%
CL-50	1640	15,4%	100%
Total	10667	100%	

Terlihat pada tabel 3 hasil persentase total *downtime* kerusakan mesin di atas diketahui bahwa Mesin *CL-10* memiliki total *downtime* terbesar yaitu 4280 menit dengan persentase 40,1% setelah mengitung masing-masing *downtime* pada setiap mesin.



Gambar 4 Pareto Chart Mesin CL

Terlihat pada gambar 4 grafik data *Downtime* mesin CL yang didapatkan dari diagram pareto diatas menunjukkan bahwa ada beberapa jenis trouble dan kerusakan yang terjadi urutan paling banyak pada mesin CL. Dengan kontribusi *downtime* mesin paling banyak yaitu pada mesin CL-10 dan *downtime* paling sedikit adalah mesin CL-50. Dalam penelitian ini akan diambil 1 mesin teratas untuk lebih difokuskan dalam penelitian yaitu mesin CL-10.

### 3.2 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Selanjutnya adalah tahap analisis FMEA pada mesin CL-10 untuk menentukan nilai *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D) untuk setiap faktor yang dilakukan dengan melakukan *brainstorming*, setelah diperoleh hasil nilai SOD untuk setiap faktor maka di lanjutkan ketahap *Risk Priority Number* (RPN) yang dimana nilai tertinggi dari RPN akan menjadi acuan prioritas tertinggi tindakan perbaikan yang harus segera di perbaiki, Analisis FMEA dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 FMEA Worksheet

FMEA WORKSHEET			SUB SISTEM : MACHINE CL-10						
No.	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
1	Motor Pump	Sumber penggerak utama mesin	Temperatur Motor Pump tidak stabil	Usia komponen Motor Pump	Tekanan tinggi ditambah (0,8MPa) SPEC MIN 1,5MPa, Hole Retain NG (Over Size)	7	5	6	210
2	Relief Valve	Mengatur dan mengontrol tekanan mesin	Kotoran menumpuk pada Relief Valve	Pembervihan kurang maksimal	Korosi pada komponen Relief Valve, Suara mesin menjadi noise	4	5	5	100
			Komponen Relief Valve bocor	Usia komponen Relief Valve		5	5	5	125
3	Bearing	Mengatur poros suatu putaran	Bearing patok	Bearing mengalami keausan	Bearing menjadi tidak bisa berputar dengan normal	6	4	3	72
4	Coolant Tanki	Penyimpanan cairan air coolant	Coolant tanki kotor	Korosi dalam tanki menumpuk	Aliran cairan menjadi terhambat	3	2	2	12

Dari tabel 4 FMEA WORKSHEET terlihat bahwa total RPN pada mesin CL-10 adalah 519 dengan RPN tertinggi dari setiap komponen yaitu *Relief Valve* dengan RPN 225 dan RPN terendah yaitu *coolant tanki* dengan RPN 12. Setelah diketahui RPN untuk setiap komponennya maka dilanjutkan dengan usulan perawatan untuk setiap komponennya dengan menggunakan *Reliability Centered Maintenance*.

### 3.3 Reliability Centered Maintenance

#### a. Failure Consequence

*Hidden failure consequences* adalah kegagalan yang tidak dapat dibuktikan secara langsung sesaat setelah kegagalan berlangsung. *Safety consequence* terjadi apabila sebuah kegagalan fungsi mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan pekerja. *Environment consequence* terjadi apabila kegagalan fungsi berdampak pada lingkungan. *Operational consequences* ialah konsekuensi operasional yang bisa berakibat terhadap produksi dan operasional seperti keluaran, kualitas produk, dan biaya operasional.

#### b. Proactive Task

Pada proses ini menentukan tindakan apa yang diterapkan pada komponen kritis di mesin CL-10 akan diberikan tindakan *Scheduled On Condition Task* (SOCT). Tindakan *Scheduled On Condition Task* artinya komponen akan dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan komponen dan *scheduled discard task* yaitu melakukan penggantian item/komponen sehingga tindakan tersebut bisa mencegah atau menghindari terjadinya kegagalan fungsi.

#### c. Proposed Task

Tindakan selanjutnya yaitu menentukan tindakan perawatan yang akan dilakukan agar kegagalan fungsi tidak dapat terjadi lagi. Setelah melakukan berbagai analisa

dan pengamatan pada pihak maintenance di bagian mesin CL-10, maka dapat ditentukan tindakan-tindakan yang akan diberikan yaitu *Scheduled On Condition Task* (pengecekan kegagalan komponen), dan *scheduled discard task* (penggantian item/komponen). Terlihat pada tabel 5 *RCM Decision Worksheet* pada komponen kritis

Tabel 5 RCM Decision Worksheet

RCM DECISION WORKSHEET																
Komponen	Information Reference			Consequence Evaluation				H1 H2 H3			Default Action			Propose Task	Initial Interval	Can be done by
	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
								N1	N2	N3	H4	H5	S4			
Motor Pump	1	A	1	Y	N	N	Y	Y	N	Y				Melakukan <i>scheduled on-condition task</i> berupa pengecekan dan penggantian pada temperature motor (1.5MPA-2MPA)	1809	MTC
Relief Valve	2	A	1	Y	N	N	Y	Y	N	Y				Melakukan <i>scheduled discard task</i> berupa pengecekan dan penggantian unit valve dengan yang baru	1951	MTC
	2	B	2	Y	N	N	Y	Y	N	Y				Melakukan <i>scheduled discard task</i> berupa pengecekan dan penggantian unit valve dengan yang baru	1951	MTC

### 3.4 Perhitungan MTFF *Motor Pump* dan *Relief Valve*

Pola Distribusi dan nilai parameter komponen dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6 Pola Distribusi dan Nilai Parameter TTF Komponen

Komponen	Parameter		
	Distribution	Scale	Shape
<i>Motor Pump</i>	<i>Weibull</i>	2024,68173	1,65646
<i>Relief Valve</i>	<i>Weibull</i>	2192,08611	2,70540

Terlihat pada tabel 6 diatas hasil perhitungan nilai parameter *Time To Failure* (TTF) pada komponen yang dihitung menggunakan *software minitab*. Pada komponen *Motor Pump* yaitu parameter *scale* bernilai 2024,68173, dan *shape* bernilai 1,65646 untuk distribusi *weibull*. Pada komponen *Relief Valve* yaitu parameter *scale* bernilai 2192,08611, dan *shape* bernilai 2,70540 untuk distribusi *weibull*.

Sesudah mendapatkan nilai parameter yang cocok dari masing-masing komponen mesin maka langkah berikutnya yaitu melakukan sebuah perhitungan untuk mencari *Mean Time To Failure* (MTTF) dengan memperlihatkan nilai parameter *scale* dan *shape*. *Mean Time To Failure* (MTTF) adalah rata-rata waktu antara kegagalan. Berikut perhitungan MTTF pada komponen *Motor Pump* dan *Relief Valve*.

*Motor Pump*

$$MTTF = (\theta)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$\Gamma$  = Tabel fungsi gamma



$$MTTF = (2024,68172)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{1,65646}\right)$$

$$MTTF = (2024,68172)(\Gamma 1,603)$$

$$MTTF = (2024,68172)(0,89352)$$

$$MTTF = 1809$$

*Relief Valve*

$$MTTF = (\theta)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$\Gamma$  = Tabel fungsi gamma

$$MTTF = (2192,08611)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{2,70540}\right)$$

$$MTTF = (2192,08611)(\Gamma 1,369)$$

$$MTTF = (2192,08611)(0,89018)$$

$$MTTF = 1951$$

Tabel 7 Rekapitulasi MTTF Komponen

Komponen	Distribusi	Scale ( $\theta$ )	Shape ( $\beta$ )	Gamma ( $\Gamma$ )	MTTF
<i>Motor Pump</i>	<i>Weibull</i>	2024,68172	1,65646	0,89352	1809
<i>Relief Valve</i>	<i>Weibull</i>	2192,08611	2,70540	0,89018	1951

Terlihat pada tabel 7 ini merupakan hasil perhitungan pola distribusi dan nilai parameter. Hasil perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dari komponen *Motor Pump* adalah 1809 jam dan *Relief Valve* adalah 1951 jam.

### 3.5 Perhitungan MTRF *Motor Pump* dan *Relief Valve*

Tabel 8 Pola Distribusi dan Nilai Parameter TTR Komponen

Komponen	Parameter		
	<i>Distribution</i>	<i>Scale</i>	<i>Shape</i>
<i>Motor Pump</i>	<i>Weibull</i>	3,00699	14,96480
<i>Relief Valve</i>	<i>Weibull</i>	2,44750	3,89056

Terlihat pada tabel 8 adalah hasil perhitungan nilai parameter *Time To Repair* (TTR) pada komponen yang dihitung menggunakan *software minitab*. Pada komponen *Motor Pump* yaitu parameter *scale* bernilai 3,00699, dan *shape* bernilai 14,96480 untuk distribusi *weibull*. Pada komponen *Relief Valve* yaitu parameter *scale* bernilai 2,44750, dan *shape* bernilai 3,89056 untuk distribusi *weibull*.

Sesudah mendapatkan nilai parameter yang cocok dari masing-masing komponen mesin maka langkah berikutnya adalah melakukan suatu perhitungan untuk mencari *Mean Time To Repair* (MTTR) dengan memperlihatkan nilai parameter *scale* dan *shape*. *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah sebagai waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk waktu perbaikan. Berikut perhitungan MTTR pada komponen *Motor Pump* dan *Relief Valve*.

*Motor Pump*

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

$\Gamma$  = Tabel fungsi gamma

$$MTTR = (3,00699)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{14,96480}\right)$$

$$MTTR = (3,00699)(\Gamma 1,066)$$

$$MTTR = (3,00699)(0,96874)$$

$$MTTR = 2,912$$

*Relief Valve*

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

$\Gamma$  = Tabel fungsi gamma

$$MTTR = (2,44750)(\Gamma) \left(1 + \frac{1}{3,89056}\right)$$

$$MTTR = (2,44750)(\Gamma 1,257)$$

$$MTTR = (2,44750)(0,90640)$$

$$MTTR = 2,218$$

Tabel 9 Rekapitulasi MTTR Komponen

Komponen	Distribusi	Scale ( $\theta$ )	Shape ( $\beta$ )	Gamma ( $\Gamma$ )	MTTR
<i>Motor Pump</i>	<i>Weibull</i>	3,00699	14,96480	0,96874	2,912
<i>Relief Valve</i>	<i>Weibull</i>	2,44750	3,89056	0,90640	2,218

Terlihat pada tabel 9 diatas ini merupakan hasil perhitungan pola distribusi dan nilai parameter. Hasil perhitungan *Mean Time To Repaire* (MTTR) pada komponen *Motor pump* adalah 2,912 dan *Relief Valve* adalah 2,218.

3.6 Perhitungan Biaya Perawatan

Sesudah melakukan pengujian waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan biaya perawatan yaitu dengan menentukan biaya tenaga kerja, biaya kerugian produksi dan biaya perbaikan komponen. Berikut merupakan perhitungan biaya tenaga kerja, biaya kerugian produksi dan biaya perbaikan komponen.

1. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan biaya karyawan atau pekerja yang melakukan kegiatan pemeliharaan selama terjadi kerusakan pada mesin CL-10.

Tabel 10 Biaya Tenaga Kerja *Maintenance*

Tenaga Kerja	Biaya Per hari	Biaya per jam
Tenaga Kerja MTC1	Rp 450,000	Rp 56,250
Tenaga Kerja MTC2	Rp 450,000	Rp 56,250
Jumlah	Rp 900,000	Rp 112,500

Sumber : PT. XYZ (2022)

Terlihat pada tabel 10 diatas yaitu biaya tenaga kerja khusus untuk bagian *maintenance* adalah sebesar 112,500 per jam dengan asumsi bahwa pada tenaga kerja selalu tersedia untuk melakukan kegiatan perawatan.

2. Biaya Kerugian Produksi

Biaya kerugian produksi adalah biaya kerugian yang timbul karena terjadinya waktu *nganggur/downtime*. Hal tersebut menyebabkan perusahaan mengalami *losses* produksi karena mesin tidak dapat beroperasi untuk menjalankan aktivitas produksi.

Pendapatan *Transmission Case* perhari = 15 unit/perjam

Harga Pokok Produksi (HPP) *Transmission Case* = Rp 3,500,000 /unit

$$\begin{aligned} Co &= \text{Pendapatan } Transmission \text{ Case perhari} \times \text{HPP } Transmission \text{ Case} \\ &= 15 \text{ unit} \times \text{Rp } 3,500,000 \\ &= \text{Rp } 52,500,000 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka hasil dari biaya kerugian produksi perhari adalah Rp 52,500,000.

3. Biaya komponen

Biaya perawatan muncul karena adanya suatu kerusakan pada komponen mesin yang membutuhkan penggantian pada komponen mesin. terlihat pada tabel 4.27 biaya komponen untuk mesin CL-10.

**Tabel 11** Biaya Komponen Mesin CL-10

Nama Komponen Mesin	Tipe Komponen Mesin	Harga Komponen
<i>Motor Pump</i>	CQTM31-25-2,2-2-T-S1243M-E	Rp 30,300,000
<i>Relief Valve</i>	SPRG-03-70-13	Rp 5,800,000

Sumber : PT. XYZ (2022)

4. Biaya Penggantian Komponen

Biaya penggantian adalah biaya ini dikeluarkan apabila terjadi kerusakan pada komponen mesin. Biaya ini meliputi biaya komponen, biaya kerugian produksi akibat *downtime* dan biaya tenaga kerja perawatan.

Berikut ini adalah perhitungan biaya penggantian komponen *Motor Pump* dengan kerusakan komponen *Motor Pump* rusak pada mesin CL-10.

Diketahui :

Biaya komponen = Rp 30,300,000

Biaya tenaga kerja teknisi = Rp 112,500

Biaya kerugian produksi = Rp 52,500,000

Waktu standar penggantian *failure* (Tf) = 2,912

Waktu standar penggantian *preventive* (Tp)= 2

Berikut adalah rumus perhitungan biaya penggantian *corrective maintenance* (CF) dan biaya penggantian *preventive maintenance* (CM) pada komponen *Motor Pump*

$$\begin{aligned}
 CF \text{ Corrective} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya Kerugian Produksi}) \times Tf) \\
 &= (30,300,000 + (112,500 + 52,500,000) \times 2,912) \\
 &= \text{Rp } 183,292,500 \\
 CM \text{ Preventive} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya Kerugian Produksi}) \times Tp) \\
 &= (30,300,000 + (112,500 + 52,500,000) \times 2) \\
 &= \text{Rp } 135,412,500
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan biaya penggantian komponen *Relief Valve* dengan kerusakan komponen *Relief Valve* bocor pada mesin CL-10.

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya komponen} &= \text{Rp } 5,800,000 \\
 \text{Biaya tenaga kerja teknisi} &= \text{Rp } 112,500 \\
 \text{Biaya kerugian produksi} &= \text{Rp } 52,500,000 \\
 \text{Waktu standar penggantian } failure \text{ (Tf)} &= 2,218 \\
 \text{Waktu standar penggantian } preventive \text{ (Tp)} &= 1,5
 \end{aligned}$$

Berikut adalah rumus perhitungan biaya penggantian *corrective maintenance* (CF) dan biaya penggantian *preventive maintenance* (CM) pada komponen *Relief Valve*.

$$\begin{aligned}
 CF \text{ Corrective} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya Kerugian Produksi}) \times Tf) \\
 &= (5,800,000 + (112,500 + 52,500,000) \times 2,218) \\
 &= \text{Rp } 122,357,500 \\
 CM \text{ Preventive} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya Kerugian Produksi}) \times Tp) \\
 &= (5,800,000 + (112,500 + 52,500,000) \times 1,5) \\
 &= \text{Rp } 84,662,500
 \end{aligned}$$

**Tabel 12** Rekapitulasi Biaya Penggantian Komponen Mesin CL-10

Nama Komponen Mesin	Tf (jam)	Tp (jam)	CF Corrective (Rp)	CM Preventive (Rp)
<i>Motor Pump</i>	2,912	2	Rp 183,292,500	Rp 135,412,500
<i>Relief Valve</i>	2,218	1,5	Rp 122,357,500	Rp 84,662,500

Terlihat pada tabel 12 diatas adalah hasil perhitungan biaya penggantian (CF) dan (CM) pada komponen mesin CL-10 yaitu *Motor Pump* dan *Relief Valve*. Terlihat perbedaan pada biaya *Corrective* dan *Preventive*, didapatkan biaya *Corrective* untuk komponen *Motor Pump* sebesar Rp 183,292,500 dan untuk komponen *Relief Valve* sebesar Rp 122,357,500. Kemudian didapatkan biaya *Preventive* untuk komponen *Motor Pump* sebesar Rp 135,412,500 dan untuk komponen *Relief Valve* sebesar Rp 84,662,500.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang sudah didapatkan sebelumnya, maka kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Interval perawatan mesin CL-10 untuk komponen *Motor Pump* adalah 1809 jam atau sekitar 226 hari dan komponen *Relief Valve* adalah 1951 jam atau sekitar 244 hari.
2. Usulan perawatan mesin CL-10 untuk komponen *Motor Pump* adalah dengan melakukan pengecekan pada temperatur *pump* dan penggantian sebanyak 1 kali per 11bulan dan untuk komponen *Relief Valve* yaitu melakukan pengecekan dan penggantian sebanyak 1 kali pertahun karena umur dan kondisi pada komponen sudah usang.
3. Biaya perawatan mesin CL-10 menggunakan *Corrective* menjadi *Preventive* mengalami penurunan pada komponen *Motor Pump* sebesar Rp 47,880,000 atau sekitar 26% dari Rp 183,292,500 menjadi Rp 135,412,500 untuk biaya penggantian komponen dan komponen *Relief Valve* sebesar Rp 37,695,000 atau sekitar 31% dari Rp 122,357,500 menjadi Rp 84,662,500 untuk biaya penggantian komponen.

#### 5. SARAN

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perusahaan dapat mengaplikasikan kegiatan perawatan dengan menggunakan metode RCM, agar perusahaan mendapatkan sistem pemeliharaan yang lebih efektif.
2. Memeriksa rutin pada setiap komponen mesin agar mesin selalu siap sedia dalam melakukan proses produksinya.
3. Perusahaan dapat menerapkan biaya perawatan *preventive*, supaya perusahaan bisa menekan pengeluaran biaya perawatan serendah mungkin

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nurroif and D. Retnowati, "Perencanaan Preventive Maintenance Mesin Crane Dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM )," vol. 1, no. 2, pp. 111–119, 2022.
- [2] R. I. Rosihan and H. A. Yuniarto, "Analisis Sistem Reliability dengan Pendekatan Reliability Block Diagram," *J. Teknosains*, vol. 9, no. 1, p. 57, Dec. 2019, doi: 10.22146/teknosains.36758.
- [3] R. I. Rosihan, F. A. Sastra, Y. D. R. Montororing, and M. Widyantoro, "Analisa Perawatan Mesin Inflation dengan Metode Reliability Centered Maintenance," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 225, 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i2.6245.
- [4] R. Rohmat, "Analisis Perawatan Mesin Conveyor Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm)," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 1, p. 145, 2022, doi: 10.30587/justicb.v3i1.4761.
- [5] Z. Sinaga, S. Solihin, and M. Ardan, "Perencanaan Perawatan Mesin Welding Mig Pada Produksi Sub Frame Di PT. XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 26–38, 2021, doi: 10.52447/jktm.v6i1.4328.
- [6] M. I. Syafei and Endang Suhendar, "Perencanaan Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) dan Maintenance Value Stream Map ( MVSM )," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 67–75, 2022.
- [7] R. Simbolon, D. Simbolon, and P. J. Ginting, "PERANCANGAN INTERVAL PERAWATAN MESIN SECARA PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II)," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 3, pp. 210–221, 2020.

- 
- [8] M. R. Widyaningrum and F. D. Winati, "Penjadwalan Perawatan Mesin di CV Wijaya Workshop dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)," *J. TRINISTIK J. Tek. Ind. Bisnis Digit. dan Tek. Logistik*, vol. 1, no. 1, pp. 37–43, 2022, doi: 10.20895/trinistik.v1i1.455.
- [9] I. Hasan, Denur, and L. Hakim, "PENERAPAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN RIPPLE MILL," *Surya Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, 2019.
-