

## **Analisis Perawatan Gate Valve Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Di PT. Valvindo Mitra Raya**

**Agus Syahabuddin<sup>1)</sup>, Adi Candra<sup>2)</sup>, Muhammad Syaiful Habidin<sup>3)</sup>**

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Indonesia

<sup>1)</sup>[dosen01863@unpam.ac.id](mailto:dosen01863@unpam.ac.id)

<sup>2)</sup>[dosen01304@unpam.ac.id](mailto:dosen01304@unpam.ac.id)

<sup>3)</sup>[syaifulhabidin06@gmail.com](mailto:syaifulhabidin06@gmail.com)

Persaingan dalam industri semakin ketat, dan perusahaan dituntut untuk melakukan perbaikan di berbagai departemen, salah satunya departemen perawatan yang sebagai pendukung operasi sistem agar berjalan sesuai yang di inginkan. PT. Valvindo Mitra Raya yang bergerak di bidang Instalasi Pipa Air and Mechanical Repair/Rekondisi. Hingga saat ini kegiatan perawatan preventif dijadwalkan setiap tahun, namun bagian pemeliharaan masih banyak melakukan kegiatan pemeliharaan korektif. Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menentukan tindakan perawatan yang optimal dan menentukan interval perawatan pada mesin Gate Valve. Agar tujuan tercapai penulisan melakukan analisis secara detail dengan metode *Reliability Centered maintenance* (RCM), dimana aplikasi awalnya untuk mengetahui fungsi dan kerusakan yang dapat terjadi pada suatu sistem, dimulai dari sub-sistem sampai ke tingkat komponen, Tabel FMEA untuk penentuan komponen kritis, untuk mengetahui dampak langsung maupun tidak langsung dengan analisa *Intermediate Decision* (IDT), dan kemudian untuk menentukan tugas perawatan yang optimal melalui *Logic Tree Analysis* (LTA). Hasil yang diperoleh berupa pemecahan masalah yaitu perusahaan melakukan interval perawatan mesin pada komponen Disc dengan interval perawatan 224.39 jam atau 32 hari kerja, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan komponen dengan melakukan tindakan *Condition Monitoring*, untuk mengatasi kegagalan yang tidak dapat di prediksi dengan melakukan tindakan *Corrective Maintenance* dan untuk mengatasi kegagalan yang dipengaruhi usia komponen tindakan penggantian terjadwal.

**Kata Kunci:** RCM, FMEA, IDT, LTA, Maintenance

### **ABSTRACT**

*Competition in the industry is getting tougher, and companies are required to make improvements in various departments, one of which is the maintenance department which supports system operations so that they run as desired. PT. Valvindo Mitra Raya which is engaged in Water Pipe Installation and Mechanical Repair/Reconditioning. Until now, preventive maintenance activities are scheduled every year, but the maintenance department still carries out many corrective maintenance activities. This final project aims to determine the optimal maintenance action and determine maintenance intervals on the Gate Valve machine. In order to achieve the goal of writing, perform a detailed analysis using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method, where the initial application is to find out the functions and damage that can occur in a system, starting from the sub-system to the component level, FMEA table for determining critical components, for determine the direct or indirect impact with Intermediate Decision (IDT) analysis, and then to determine the optimal maintenance task through Logic Tree Analysis (LTA). The results obtained are in the form of problem solving, namely the company performs machine maintenance intervals on Disc components with maintenance intervals of 224.39 hours or 32 working days, with the aim of knowing the level of component damage by carrying out Condition Monitoring actions, to overcome unpredictable failures by performing Corrective Maintenance actions and to overcome failures that are affected by the age of components, scheduled replacement actions.*

**Keywords:** RCM, FMEA, IDT, LTA, Maintenance

## I. PENDAHULUAN

Persaingan yang semakin ketat dalam industri menuntut perusahaan untuk melakukan pembenahan di berbagai bidang guna mengoptimalkan efisiensi operasional bisnis yang ada. Suatu hal yang membantu kelancaran perusahaan adalah memiliki mesin produksi yang siap menjalankan tugasnya. Untuk itu diperlukan sistem perawatan yang baik. Kegiatan perawatan memainkan peran yang sangat penting karena tidak hanya membantu sistem berjalan dengan lancar seperti yang diharapkan, tetapi juga meminimalkan biaya dan kerugian akibat kerusakan mesin. Kerusakan mesin mengganggu proses produksi, sehingga diperlukan jadwal perawatan yang baik agar mesin tetap berfungsi dengan baik. PT. Valvindo Mitra Raya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *Maintenance & Mechanical Repair/Rekondisi* maupun pembuatan *sparepart* mesin-mesin Industri atau Sipil yang didukung oleh tenaga yang ahli, terlatih dan berdedikasi.

*Valve* atau katup adalah alat yang terhubung dengan sistem pemipaan, berfungsi sebagai mengatur, mengontrol dan mengarahkan aliran cairan dengan cara membuka dan menutupnya. *Valve* sering rusak saat digunakan, mengakibatkan keausan material pada alur batang baut dan dudukan *valve*, serta retakan pada dinding katup.

Jenis kegagalan yang dapat terjadi pada *gate valve* adalah alur batang baut atau bilah *gate valve*. Hal ini menyebabkan retakan pada dinding *gate valve*. Keausan *gate valve* disebabkan oleh gesekan antara aliran fluida dengan dinding *gate valve*. Derajat keausan yang terjadi tergantung pada jenis fluida dan laju aliran yang digunakan. Sehingga mengalami kerusakan pada *gate valve*. Berikut grafik *downtime* perawatan *gate valve* di PT Valvindo Mitra Raya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Downtime* Kerusakan Mesin

No	Mesin	<i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i> Komulatif
1	No. 2	267,80	51,41%	51,41%
2	No. 3	158,15	30,36%	81,76%
3	No. 1	95,00	18,24%	100,00%
Total		520,95	100,00%	

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tindakan perawatan yang optimal dan menentukan interval waktu perawatan pada *gate valve*. Agar tujuan tersebut dapat tercapai penulis menganalisis secara detail dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian deskriptif analitis yaitu kegiatan pengumpulan, pengolahan dan penyajian data dan fakta sebagaimana adanya untuk melakukan analisis berdasarkan metode ilmiah yang hasilnya berguna untuk pengambilan keputusan dalam rangka pemecahan masalah pada kerusakan *gate valve*.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hirarki Fungsi Sistem

Pendefinisian hirarki fungsi *gate valve* dilakukan dengan mengelompokkan fungsi sistem dan subsistem pada level komponen sehingga berhubungan secara logis dalam hierarki tersebut. Penentuan hirarki fungsi sistem ditujukan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Hirarki Fungsi Sistem

ID Sistem	Sistem	ID Sub-Sistem	Sub-Sistem	ID Komponen	Komponen
1	Gate Valve	1.1	Poros	1.1	Stem Nut
				1.2	Stem
			Mesin Penggerak	2.1	Disc
				2.2	Seat
			Tuas Kendali	3.1	Hand Wheel
			Kontak Tetap	4.1	Gland Packing
				4.2	Packing
				4.3	gasket

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

### B. Analisa Sistem

Berdasarkan Kurniawan (2013), analisa sistem meliputi analisis fungsi sistem dan kegagalan sistem untuk mengetahui fungsi komponen beserta kegagalan-kegagalan yang dapat terjadi pada komponen tersebut.

Tabel 3. Analisa Sistem dan Kegagalan Sistem

ID	Komponen Sistem	Fungsi Sistem	Kegagalan Sistem
1.1	Stem Nut	sebagai berputarnya stem sesuai alur ulirnya.	Batang ulir aus
1.2	Stem	untuk penggerak membuka dan menutup katup yang terhubung antara hand wheel dan disc.	Batang Aus, Bengkok
2.1	Disc	Batas tekanan primer yang paling penting yaitu sebagai pembuka dan penutup aliran.	Korosi, Bocor, Terkikis
2.2	Seat	sebagai permukaan tempat dudukan disc	Korosi, Bocor, Terkikis

3.1	Hand Wheel	untuk menggerakkan membuka dan menutup gate valve.	Kendor, Patah
4.1	Gland Packing	sebagai pengencang posisi packing agar menempel rapat dengan stem.	Bocor, Gland Kendor
4.2	Packing	sebagai penjaga kedap pada cela antara stem dan bonet agar tidak bocor.	Bocor, Packing aus
4.3	gasket	sebagai penyambung antara body valve dan bonet supaya tidak bocor.	Bocor, Gasket pecah

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

### C. Analisa FMEA

FMEA mengidentifikasi pada setiap Failure mode yang berpotensi terjadinya functional failure pada komponen sistem gate valve. FMEA adalah hasil perhitungan RPN berdasarkan analisis FMEA untuk dapat menentukan tingkat kritis komponen. Tabel perhitungan FMEA dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. RPN FMEA

Komponen	Fungsi	Jenis Kegagalan Pada Fungsi	Efek Yang Ditimbulkan Dari Kegagalan	S	Penyebab Dari Kegagalan	O	Kontrol Yang Dilakukan	D	RPN
Stem Nut	sebagai berputarnya stem sesuai alur ulirnya	Batang ulir aus	Terganggu pengoprasian	5	Pengoprasian tidak benar	2	Mengontrol kebersihan stem	3	30
Stem	untuk penggerak membuka dan menutup katup	Batang aus	Mengalami bocor	4	Usia stem	3	Mengontrol stem	3	36
		Batang bengkok	Aliran keluar	5	Usia stem	2	Mengontrol dan membenarkan pelumasan	3	30
		TOTAL RPN 66							
Disc	Batas tekanan primer yang paling penting pembuka dan penutup aliran	Disc korosi	Aliran tidak terkontrol	7	Terjadi bocor	3	Mengontrol kondisi disc	3	63
		Disc bocor	Aliran tidak terkontrol	7	Disc aus	3	Mengontrol kondisi disc	3	63
		Disc terkikis	Aliran lemah	6	Terjadi gesekan	2	Mengontrol kondisi disc	3	36
TOTAL RPN 162									
Seat	sebagai permukaan tempat dudukan disc	Seat Korosi	Aliran tidak terkontrol	6	Terjadi bocor	3	Mengontrol kondisi seat	3	54
		Seat bocor	Aliran tidak terkontrol	7	Seat aus	3	Mengontrol kondisi seat	2	42
		Seat terkikis	Aliran	6	Terjadi	2	Mengontrol	3	36

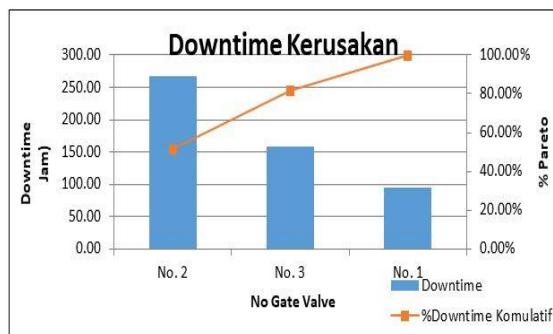
			lemah	gesekan	kondisi seat				
						TOTAL RPN	132		
Hand Wheel	untuk menggerakkan membuka dan menutup valve	Hand wheel kendur	Buka tutup kurang sempurna	2	Kurang pelumasan	2	Mengontrol dan melakukan pelumasan	2	8
		Hand wheel patah	Tidak bisa membuka dan menutup valve	4	Pengoprasia nnya kurang	2	Mengontrol hand wheel	2	16
						TOTAL RPN	24		
Gland Packing	sebagai pengencang posisi packing	Gland bocor	Baut kurang kencang	5	Usia gland packing	3	Mengontrol kekencangan baut	3	45
		Gland kendur	Packing kendur	6	Terjadi kelonggaran	2	Mengontrol tambahan grease	2	24
						TOTAL RPN	69		
Packing	sebagai penjaga kekedapan pada cela	Packing bocor	Aliran keluar	5	Usia Packing	3	Mengontrol kekencangan baut	3	45
		Packing aus	Mengalami Bocor	4	Usia Packing	3	Mengontrol packing	3	36
						TOTAL RPN	81		
Gasket	sebagai penyambung antara body valve dan bonet	Gasket bocor	Aliran keluar	6	Usia Gasket	3	Mengontrol kekencangan baut	3	54
		Gasket pecah	Aliran keluar	5	Usia gasket	3	Mengontrol komponen gasket	2	30
						TOTAL RPN	84		

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

Pada tabel FMEA nilai RPN tertinggi adalah komponen *Disc* dengan nilai RPN 162, komponen *Seat* dengan nilai RPN 132 dan komponen *Gasket* dengan nilai RPN 84.

#### D. Analisis Keandalan (Reliability)

Analisa keandalan *gate valve* diawali dengan menentukan mesin kritis, kemudian dilanjutkan dengan mencari komponen kritis, kriteria yang digunakan adalah banyaknya *downtime* yang terjadi akibat kerusakan.



(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

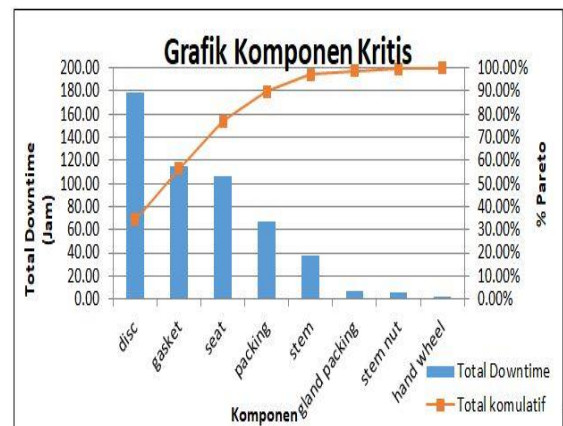
Gambar 1. Downtime Kerusakan Gate Valve

Pada persentasi *downtime valve* memiliki keseluruhan selama 1 tahun terakhir dapat dilihat berdasarkan dan perawatan preventif dapat ditampilkan pada.

Tabel 5. Persentase Downtime Kerusakan Komponen

No	Komponen Mesin	Mesin	Downtime (Jam)	Total Downtime	Downtime Komponen	% Downtime Total	% Downtime Kumulatif
1	Disc	No.1	43,40	43,40	178,90	34,34%	34,34%
		No.2	42,00				
		No.2	25,50				
		No.3	30,00				
2	Gasket	No.1	5,15	5,15	115,15	22,10%	56,44%
		No.2	42,00				
		No.2	30,00				
		No.3	38,00				
3	Seat	No.1	43,40	43,40	106,90	20,52%	76,97%
		No.2	25,50				
		No.3	38,00				
4	Packing	No.2	42,00	67,50	67,50	12,96%	89,92%
		No.2	25,50				
5	Stem	No.3	38,00	38,00	38,00	7,29%	97,22%
6	Gland Packing	No.1	3,05	3,05	7,15	1,38%	98,60%
		No.3	4,15				
7	Stem Nut	No.2	5,30	5,30	5,30	1,02%	99,62%
8	Hand Wheel	No.3	2,00	2,00	2,00	0,38%	100,00%
Total					520,90	100,00%	

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)



(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

Gambar 2. Diagram Pareto Berdasarkan Kerusakan Komponen kritis

Mesin pada No. 2 dikategorikan sebagai mesin kritis karena memiliki waktu *downtime* terbesar dan dilihat dari *persentase downtime* komponen kritisnya adalah komponen *Disc* 178,90 jam (34,34%), komponen *Gasket* 115,15 jam (22,10%), komponen *Seat* 106,90 jam (20,52%) dan komponen *Packing* 67,50 jam (12,96%).

*Downtime* atau *time to repair* (TTR) adalah lama perbaikan yang diperlukan agar mesin dapat beroperasi kembali, sedangkan *time to failure* (TTF) atau interval waktu antar

kerusakan merupakan selang waktu pada saat terjadi awal yang telah diperbaiki hingga kerusakan kembali terjadi.

**Tabel 6.** Perhitungan TTF dan TTR Pada Komponen Disc

No	Tanggal	Jam awal kerusakan	Tanggal	Jam Akhir Kerusakan	TTR (Jam)	Waktu Akhir Kerusakan Waktu Rusak (Jam)	Waktu Awal Kerusakan Waktu Rusak (Jam)	Hari Kerja	TTF (Jam)
1	06/01/20	10:00	11/01/20	12:00	42.00	-	-	-	-
2	06/01/20	10:00	11/01/20	12:00	42.00	4	2	8	14
3	06/01/20	10:00	11/01/20	12:00	42.00	4	2	8	14
4	15/06/20	14:00	19/06/20	11:00	30.00	4	5	120	969
5	15/06/20	14:00	19/06/20	11:00	30.00	5	5	120	969
6	13/08/20	13:00	13/08/20	09:30	05.30	5	4	45	370
7	10/12/20	08:30	14/12/20	10:20	25.50	6.5	0.5	96	775
8	10/12/20	08:30	14/12/20	10:20	25.50	5.5	0.5	96	774
9	10/12/20	08:30	14/12/20	10:20	25.50	5.5	0.5	96	774

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

### E. Pola Distribusi

Pola Distribusi yang sering digunakan untuk menganalisa keandalan dan laju kerusakan dari suatu alat yaitu:

1. Distribusi Weibull
2. Distribusi Normal
3. Distribusi Lognormal
4. Distribusi Eksponensial

Distribusi dengan nilai r terbesar akan dipilih untuk di uji menggunakan *Goodness Of Fit Test*.

Rumus umum yang terdapat dalam metode *Least Square Fitting* adalah:

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

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

(Distribusi Weibull, Normal, dan Longormal)

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

(Distribusi Eksponensial)

$$\alpha = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n}$$

Hasil perhitungan TTF dan TTR dapat berdistribusi apa saja tercantum dari jenis kerusakan yang terjadi, pola distribusi yang diambil untuk dilakukan pengujian adalah yang memiliki nilai *index of fit* (r) terbesar, untuk hasil perhitungan *Time To Failure* (TTF) di tampilkan pada **Tabel 7**.

**Tabel 7** Perhitungan *Index Of Fit* TTF

Komponen	Distribusi Weibull	Distribusi Normal	Distribusi Log-normal	Distribusi Eksponensial
Disc	0.795	0.601	0.737	0,458

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

*Index of fit* terbesar adalah distribusi *Weibull* dengan nilai  $r = 0,795$ . Menurut Kurniawan (2013) Uji *Goodness of fit* untuk distribusi *Weibull* menunakan Uji *Manns Test*, data benar berdistribusi *Weibull* jika  $M < F_{erit}$ , untuk Uji statistik distribusi *Weibull* yaitu:

$$M = \frac{K_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} [1nt i+1-1nti]/Mi}{K_i \sum_{i=1}^{r-1} [1nt i+1-1nti]/Mi}$$

Dimana

$$K_1 = \frac{r}{2}$$

$$K_2 = \frac{r-1}{2}$$

$$Z_i = \ln[-\ln(1 - \frac{i-0,05}{n+0,25})]$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z_i$$

**Tabel 8** Perhitungan *Mann's Test* Distribusi *Weibull*

i	t <sub>i</sub>	ln(t <sub>i</sub> )	Z <sub>i</sub>	M <sub>i</sub>	ln(t <sub>i+1</sub> )-ln(t <sub>i</sub> )	ln(t <sub>i+1</sub> )-ln(t <sub>i</sub> )/M <sub>i</sub>	M	F <sub>erit</sub>
1	42	3.74	-3.40	1.13	0.00	0.00	1.125	3.179
2	42	3.74	-2.27	0.55	0.00	0.00		
3	42	3.74	-1.72	0.38	-0.34	-0.90		
4	30	3.40	-1.34	0.29	0.00	0.00		
5	30	3.40	-1.05	0.25	-1.73	-7.04		
6	5.3	1.67	-0.80	0.22	1.57	7.25		
7	25.5	3.24	-0.59	0.20	0.00	0.00		
8	25.5	3.24	-0.39	0.19	0.00	0.00		
9	25.5	3.24	-0.20	11.77	-3.24	-0.28		
Σ	267.80	29.40	-11.77					
k1	4.5							
k2	4							

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

Nilai M yang didapat lebih kecil dari  $F_{erit}$   $1,125 < 3,179$  maka data berdistribusi *Weibull*. Perhitungan parameter bentuk ( $\beta$ ) distribusi *Weibull* adalah

$$\beta = b$$

$$\Theta = e^{-(a/b)}$$

$$\beta = 0,466$$

$$\Theta = 824,34 \text{ Jam}$$

Hasil perhitungan *Time To Repair* (TTR) ditampilkan pada **Tabel 9**.

**Tabel 9** Perhitungan *Index Of Fit* TTR

Komponen	Distribusi Weibull	Distribusi Normal	Distribusi Log-Normal	Distribusi Eksponensial
Disc	-0.453	-0.642	-0.414	-0.503

(Sumber: PT. PT. Valvindo Mitra Raya, 2022)

*Index of fit* terbesar yaitu distribusi Normal dengan nilai  $r = -0,642$ .

### F. Analisis CSI

Menurut Kurniawan (2013) perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada komponen *Disc* sesuai dengan distribusi yang telah di dapat menggunakan rumus yaitu:

MTTF untuk distribusi *Weibull*

$$MTTF = \Theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Dimana:

$r$  = Tabel fungsi gamma

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 824.34 \cdot r \left(1 + \frac{1}{0.46}\right) = 824.34 \cdot r (3.17) = 824.34 (0,9992) = 823.68 \text{ Jam}$$

$$MTTR = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 74.27 \cdot r \left(1 + \frac{1}{0.78}\right) = 74.27 \cdot r (2.28) = 74.27 (0.9887) = 34.43 \text{ Jam}$$

Perhitungan keandalan dilakukan untuk menentukan probabilitas bahwa sistem/alat akan melakukan fungsi yang diharapkan. Perhitungan keandalan komponen-komponen kritis sebagai berikut.

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

Dimana:

$$t = 274$$

$$\theta = 824.34$$

$$\beta = 0.46$$

Hasil perhitungan keandalan distribusi *Weibull* yaitu:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{274}{824.34}\right)^{0.46}} = 0.565\%$$

Dari hasil perhitungan yang di dapat *Reliability* komponen *Disc* adalah 0,565% atau sebesar 56,50%.

### G. Perhitungan Interval Perawatan

Menurut Setiawan (2018) untuk menentukan interval pengujian komponen *Disc* berdasarkan waktu produksi yang tersedia, ikuti langkah-langkah berikut:

- Rata-Rata Jam kerja Per Bulan  
Hari kerja selama 1 tahun = 274 hari  
Rata-rata hari kerja per bulan =  $274/12 = 22.83 = 23$  hari/bulan  
Jam kerja setiap hari = 8 jam/hari  
Rata-rata jam kerja per bulan =  $23 \times 8 = 184$  jam/bulan
- Jumlah Kerusakan  
Jumlah kerusakan selama 1 tahun = 9 kali
- Waktu Rata-Rata Untuk Perawatan ( $1/\mu$ )  
 $\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$   
 $\frac{34.43}{184} = 0,187$   
 $\mu \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,187} = 5.347$
- Waktu Rata-Rata Untuk Pemeriksaan ( $1/i$ )  
267.80  
Rata-rata 1 kali pemeriksaan =  $267.80 / 9 = 30$  jam  
 $\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$   
 $\frac{1}{i} = \frac{30}{184} = 0.163$   
 $i = \frac{1}{0,163} = 6.134$
- Rata-Rata Kerusakan  
 $k = \frac{\text{Jumlah kerusakan per 1 tahun}}{12}$   
 $k = \frac{9}{12} = 0.75$
- Frekuensi Pemeriksaan Optimal  
 $n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.75 \times 6.134}{5.347}} = 0.82$
- Interval Waktu Kerusakan  
 $t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{184}{0.82} = 224.39 \text{ Jam} = 32.05 = \mathbf{32 \text{ Hari}}$
- Perhitungan Nilai *Downtime*

$$D_n = \frac{k}{\mu.n} + \frac{1}{i} = \frac{0.75}{5.347 \times 0.82} + 0.163 = 0.334 = 33.4 \%$$

9. Perhitungan *Availability*

$$A_{(tp)} = (1-D_{(tp)}) \times 100\% = (1-0.334) \times 100\% = 66.6\%$$

## H. Hasil Pembahasan

Dari semua perhitungan menggunakan tabel FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk menentukan komponen kritis pada *gate valve*, komponen yang paling kritis pada *Disc* sebesar RPN 162 (25,00%), *Seat* sebesar RPN 132 (20,37%), *Gasket* sebesar RPN 84 (12,96%), *Packing* sebesar RPN 81 (12,50), selanjutnya akan melakukan analisa *Intermediate Decision Tree* (IDT) untuk mengungkap kegagalan tersembunyi atau terlihat, dan untuk menentukan tugas perawatan yang optimal pada mesin *gate valve* dilakukan dengan membuat *Logic Tree Analysis* (LTA).

Mesin No.2 ditetapkan sebagai mesin kritis karena memiliki *persentase downtime* terbesar yaitu 267,80 (51,41%) dibandingkan pada mesin-mesin lainnya dapat dijabarkan pada Tabel (4.14), dan dapat dijabarkan pada tabel *persentase downtime* berdasarkan kerusakan selama 1 tahun terakhir, komponen dengan *persentase downtime* sebesar yaitu pada *Disc* 178,90 jam (34,34%), *Gasket* 115,15 jam (22,10%), *Seat* 106,90 jam (20,52%), *Packing* 67,50 jam (12,96%) dapat dijabarkan pada **Tabel 5.** dan dapat dijabarkan dari tabel *persentase downtime* berdasarkan komponen selama 1 tahun terakhir.

Pada Komponen *Disc* dengan dengan interval waktu perawatan 224.39 jam atau 32 hari kerja kita perlu adanya tindakan *Condition Monitoring* dapat mengurangi gangguan produksi, untuk *unpredictable failure* dilakukan *Corrective Maintenance* dan untuk kegagalan karena usia komponen dilakukan penggantian terjadwal.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan, pengumpulan dan analisis data, dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Penentuan perawatan *gate valve* yang optimal berdasarkan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dibuat dengan mengetahui fungsi sistem dan kemungkinan kerusakan sistem dari level subsistem melalui penambahan komponen. Tabel *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi penting. Empat komponen signifikan dengan nilai RPN tertinggi: komponen *Disc* sebesar RPN 162 (25,00%), *Seat* sebesar RPN 132 (20,37%), *Gasket* sebesar RPN 84 (12,96%), *Packing* sebesar RPN 81 (12,50). Analisa *Intermediate Decision Tree* (IDT) untuk mengidentifikasi kesalahan (baik yang terlihat atau tersembunyi) yang terjadi di sistem. *Logic Tree Analysis* (LTA) kemudian menentukan tugas perawatan yang optimal untuk mesin *gate valve*.
2. Interval waktu pemeliharaan didasarkan pada metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dari komponen yang berpotensi gagal, komponen *disc*, yang gagal 9 kali dalam setahun. Akibatnya, yang dapat berupa penyelesaian masalah, perusahaan melakukan interval perawatan mekanis pada komponen *disc* pada interval waktu perawatan 224,39 jam atau 32 hari dan memantau komponen melalui sarana pemantauan kondisi untuk mengganggu produksi penghalang. dari kerusakan komponen, untuk kesalahan yang tidak dapat diperbaiki. Hanya pasca pemeliharaan yang dilakukan, dan penggantian direncanakan untuk kegagalan karena kerusakan suku cadang yang sudah tua.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan jurnal ini, penulis banyak mendapat hambatan akan tetapi dengan bantuan dari berbagai pihak, hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Bapak Syaiful Bahri S.T., M.Eng.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik, Ibu Rini Alfatiyah, ST., MT, CMA selaku Ketua Program Studi

Teknik Industri sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal ini dan semua pihak yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, N. and Hidayah, N. Y. (2017) 'Jurnal Optimasi Sistem Industri Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT . CCAI', *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 2(2), pp. 167–176.
- Andriyani, A. and Rumita, R. (2017). "Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving PT Tiga Manunggal Synthetic Industries", Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 6(1).
- Aufar, A. N., Kusmaningrum and Prasetyo, H. (2014) 'Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus : PT. Nissan Motor Indonesia)', *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 02(04), pp. 25–36.
- Candra, A. (2020). *Perencanaan Analisa Pemeliharaan Mesin Menggunakan Pendekatan Markov Chain Di Pt. Cardsindo Tiga Perkasa. JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri)*, 3(1), 1-6.
- Indah Permatasari, 2019 'Penerapan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode and Effect Anaysis Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Busana Muslim (Studi kasus di Brand X) Universitas pendidikan Indoesia, repository.upi.edu, perpustakaan.upi.edu', pp. 1–7.
- Kurniawan, Fajar. (2013). *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Huda, S. (2016). *Analisis Perawatan Mesin Produksi dan Penyebab Kegagalan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Fault Trees Analysis (FTA)*. (Universitas Sumatra Utara).
- Kasus, S., Graphy, M. and Rumita, R. (2014) 'Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Urbannyte Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II ( RCM II )', (Rcm Ii), pp. 1–8.
- Ninny Siregar, H. and Munthe, S. (2019) 'Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau', *Jime (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 3(2), pp. 87–94.
- Praja, I. I. (2019). 'Analisis Perawatan Mesin Conveyor Unloading Phosphate Rock Mesir dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)(Studi Kasus di PT Petrokimia Gresik)'. (Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Prayogi, M. F., Sari, D. P. and Arvianto, A. (2016) 'Analisis Penyebab Cacat Produk Furniture Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis ( Fmea ) Dan Fault Tree Analysis ( Fta )', *industrial Engineering Online Journal*, 5(4).
- Pranoto, Hadi. 2015. *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Universitas Mercu Buana. Mitra Wacana Media, Jakarta.
- Puspitasari, N. B. and Martanto, A. (2014) 'Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt.



*Asaputex Jaya Tegal*’, *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2), pp. 93–98.  
doi: 10.12777/jati.9.2.93-98.

*Nasional Sains dan Teknologi Terapan*  
(pp. 291-300).

Rambuna, O. (2019). *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Produksi Obat-Obatan* (ITN MALANG).

Ropi’i, A. (2019). *Analisis Perawatan Mesin Cooling Tower Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Pt. Tifico Fiber Indonesia Tbk.* (Universitas Pamulang).

Setiawan, A. (2018). *Analisis Perawatan Mesin Bubut Konvensional Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Pt. Chitra Bhaskara Indah.* (Universitas Pamulang).

Sukanta, Herwanto, D. and Yulian, Y. (2015) *‘Analisis Kegagalan Sistem pada Perawatan Mesin Evaporator Menggunakan Metode FMEA Dan FTA’*, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*, pp. 290–295.

Suryanto, D. (2020). *Analisis Perawatan AC (Air Conditioner) Unit Split Duct Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis Fmea di Hotel Harris Yello. JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 3(1), 67-75.

Syahabuddin, A. (2019) *‘Analisis Perawatan Mesin Bubut Cy-L1640G Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Pt. Polymindo Permata’*, *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri)*, 2(1), p. 27.  
doi: 10.32493/jitmi.v2i1.y2019.p27-36.

Utami, R. T., & Hariastuti, N. L. P. (2016). *Analisis Kecacatan Produk Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Pada Pt. Xxx.* In *Prosiding Seminar*