



Analisis Perawatan *Heading Machine* dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Danang Risky Suhadi^{1*}, Kris Witono²

¹⁻²Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email : danangrisky1@gmail.com¹, kris.witono@polinema.ac.id²

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141

Korespondensi penulis: kris.witono@polinema.ac.id *

Abstract. *The heading machine is a critical type of machine used in the production of header tubes. If a failure occurs during the production of header tubes, the product cannot proceed to the next process and must be discarded. However, this machine frequently encounters component failures that require halting the machine for repairs, which is detrimental to the company. This research aims to enhance the machine's reliability by identifying the critical components and scheduling appropriate maintenance based on the heading machine's needs. The research method used is RCM, which includes collecting data on machine downtime and repairs, creating an FMEA table, identifying critical components, calculating TTF and TTR, determining component distribution patterns, establishing parameters, calculating the reliability of critical components, and scheduling maintenance. The research findings identified the critical components as conical spring for orifice and jaw for thread. The calculation of the reliability value using the Weibull distribution equation with scale and shape parameters for the conical spring for orifice components are 1001.78 and 1.12285, respectively. For the jaw for thread component, the scale and shape parameters are 532.083 and 1.33233, respectively, based on values derived from statistical software. As a result, the maintenance schedule should be set when the reliability value of the conical spring for orifice and jaw for thread reaches 0.5 at (t) 720 hours or 30 days, and (t) 390 hours or 17 days, respectively.*

Keywords: *Weibull Distribution, FMEA, Heading Machine, Maintenance Schedule, Reliability Centered Maintenance*

Abstrak. Mesin *heading* adalah salah satu mesin dengan posisi yang cukup krusial, yaitu berfungsi dalam pembuatan *header tube*, jika pembuatan *header tube* gagal maka produk tidak dapat dilanjutkan dalam proses selanjutnya dan harus dibuang. Namun demikian mesin ini kerap mengalami kerusakan komponen yang membuat mesin harus berhenti untuk dilakukan perbaikan, sehingga merugikan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan mesin dengan menentukan komponen kritis dan penjadwalan perawatan yang tepat sesuai kebutuhan mesin *heading*. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode RCM, yang meliputi pengumpulan data *downtime* dan perbaikan mesin, pembuatan tabel FMEA, penentuan komponen kritis, perhitungan TTF dan TTR, penentuan pola distribusi komponen, penentuan parameter, perhitungan nilai *reliability* komponen kritis, dan penjadwalan perawatan. Hasil penelitian ini didapatkan komponen kritis yaitu *conical spring for orifice* dan *jaw for thread*. Perhitungan nilai keandalan menggunakan persamaan distribusi *weibull* dengan *scale parameter* dan *shape parameter conical spring for orifice* adalah 1001.78 dan 1.12285. Sedangkan *jaw for thread* nilai *scale parameter* dan *shape parameter* adalah 532.083 dan 1.33233 berdasarkan nilai dari software statistik. Sehingga diperoleh jadwal perawatan dilakukan ketika nilai *reliability conical spring for orifice* dan *jaw for thread* akan mencapai nilai 0,5 pada (t) 720 jam atau 30 hari dan (t) 390 jam atau 17 hari.

Kata kunci: *Distribusi Weibull, FMEA, Heading Machine, Jadwal Perawatan, Reliability Centered Maintenance*

1. LATAR BELAKANG

Pada saat ini persaingan dalam dunia industri sangat ketat, karena industri akan berlomba - lomba untuk memberikan performa terbaiknya untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Cara perusahaan untuk memenuhinya yaitu dengan menjaga kuantitas dan kualitas produksi. Untuk menjaga dan kuantitas dan kualitas produk yaitu dengan menjaga aset perusahaan agar tidak rusak. Salah satu aset tersebut adalah mesin. Faktor yang

memengaruhi tingginya kerusakan mesin disebabkan oleh sistem perawatan mesin yang kurang optimal Anggraini et al., (2020) . Efek dari sistem perawatan mesin yang kurang optimal atau tidak terjaganya jadwal perawatan mesin adalah penurunan kualitas produk yang dihasilkan. Kualitas bahan dan kualitas pemeliharaan mesin bersamaan mempengaruhi hasil dari kualitas produk yang dihasilkan Pasaribu & Alhazami (2022) . Pentingnya menjaga mesin sebagai salah satu komponen proses produksi akan berdampak baik untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan mengurangi biaya proses produksi Nasution et al., (2020). Cara menjaga mesin agar tetap dalam kondisi prima maka diperlukan sistem perawatan atau jadwal perawatan yang baik dan berkualitas. Perawatan merupakan merupakan suatu operasi pada alat atau mesin untuk memperoleh performa seperti baru yang dilakukan secara berkali-kali R. Higgs & R. Keith Mobley dalam Agustiani (2022). Untuk memastikan mesin produksi dalam kondisi prima maka perawatan yang berkualitas dan baik sesuai dengan kebutuhan mesin perlu diperhatikan guna mendapatkan reliability mesin dan hasil produksi yang berkualitas.

PT X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kemasan plastik. Dalam pelaksanaan produksi, mesin di PT X dioperasikan hampir selama 24 jam untuk mencapai target output yang diinginkan. Penelitian ini didasarkan oleh tingginya kerusakan mesin akibat sistem perawatan yang tidak tepat. Salah satu mesin yang memiliki frekuensi kerusakan terbanyak diantara lain adalah mesin heading dilihat dari data downtime mesin heading yang didapat dari maintenance history data pada Januari 2019 – Desember 2023. Tingkat availability dan performance mesin tergantung pada tingkat kerusakan mesin, semakin tinggi keandalan mesin maka semakin tinggi tingkat efektivitasnya Setiawan & Kristy (2018). Oleh karena itu, diperlukan untuk melakukan perencanaan atau penjadwalan perawatan pada mesin heading agar keandalan dan keefektivitasan mesin semakin baik.

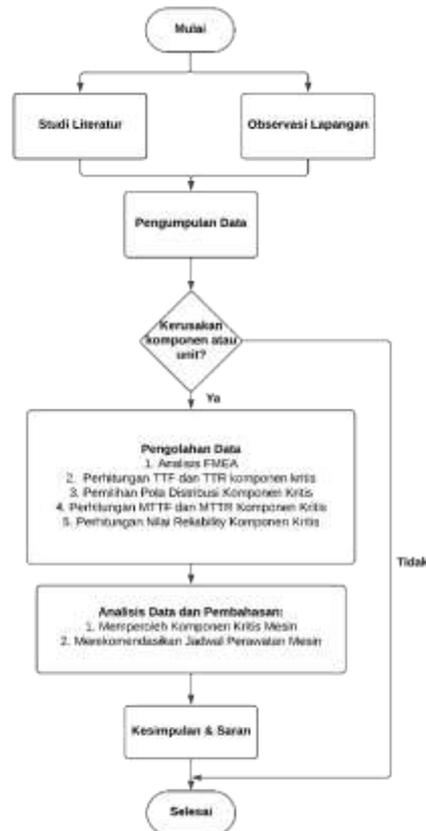
Salah satu cara untuk meningkatkan keandalan mesin yaitu dengan melakukan analisis penyebab kerusakan dan memperoleh usulan perawatan. Konsep RCM menjadi relevan dengan konteks ini. Metode yang digunakan adalah metode pendekatan sistematis untuk menentukan kebutuhan pemeliharaan mesin untuk memastikan mesin dapat beroperasi dengan semestinya sehingga dapat menaikkan nilai reliability mesin dan mengurangi downtime mesin. RCM pada mesin digester dapat mengeliminasi tingkat kerusakan komponen dan mengurangi breakdown sebanyak 1 kali Siregar & Munthe (2019).

Dengan melakukan analisis risiko yang komprehensif menggunakan metode tersebut, diharapkan dapat diidentifikasi perawatan yang optimal untuk mesin heading karena metode ini dapat meningkatkan efisiensi dengan tetap mempertahankan keadaan mesin dalam pabrik.

2. METODE PENELITIAN

Jenis kegiatan penelitian meliputi kualitatif dan kuantitatif dengan melakukan analisis manajemen perawatan. Analisis kualitatif mencakup Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan analisis kuantitatif mencakup interval waktu. Metode atau teknik yang digunakan untuk melakukan analisis ini adalah Reliability Centered Maintenance (RCM).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:
 1. Data kerusakan komponen;
 2. Data frekuensi dan *downtime* mesin;
 3. Data waktu perbaikan mesin.
- Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:
 1. Periode perbaikan tahun 2019 s/d 2023
- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:
 1. Komponen kritis;
 2. Keandalan mesin;

3. Interval waktu perawatan.

Metode Pengambilan Data

Merupakan cara peneliti untuk memperoleh informasi terkait hal yang diteliti. Data tersebut meliputi:

- Data Primer
 1. Observasi;
 2. Wawancara.
- Data Sekunder
 1. Data *downtime*;
 2. Data kerusakan *heading machine*;
 3. Data waktu perbaikan;
 4. Logbook mesin.

Pengumpulan data ini dilakukan dengan beberapa cara yaitu: (a) wawancara terhadap operator dan maintenance team terkait; (b) observasi secara langsung pada mesin yang dipilih; (c) studi literatur dari jurnal terkait; (d) membaca data histori perusahaan yang diperlukan peneliti.

Pengolahan Data

Metode pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kerusakan Mesin

<i>No</i>	<i>Tahun</i>	<i>Frekuensi</i>	<i>Downtime (Menit)</i>
1	2019	53	1848
2	2020	68	2334
3	2021	87	3000
4	2022	69	2279
5	2023	78	2724
	Jumlah	234	8003

Gambar 2. Data total *downtime* mesin

Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis*.

No	Item	S	O	D	RPN
1	Jaw for Thread AISI	7	6	3	126
2	Conical Spring for Orifice	7	4	4	112
3	Circle Rubber AISI	7	7	2	98
4	Guiding dan Shaft Pengungkit	7	2	5	70
5	Compression Spring Steel	7	3	3	63
6	Compression Spring $\phi M=5.5/\phi 0.8$	7	3	3	63
7	House Matrix	5	3	3	45
8	Dosing	5	2	3	30
9	Cylinder Unit	5	3	2	30
10	Piston Con	3	2	3	18
11	Seal Piston Rod	3	3	2	18
12	Compression Spring SS	3	3	1	9

Gambar 3. Tabel hasil FMEA

Dari hasil tabel FMEA bahwa terdapat beberapa komponen yang dapat dikategorikan sebagai komponen kritis yaitu komponen yang memiliki nilai RPN medium ke atas atau di atas 100. Karena komponen dengan nilai di bawah 100 tidak perlu diperlukan tindakan perawatan Alsakina & Momon (2023). Maka komponen kritis pada kasus ini adalah *conical spring for orifice* dan *jaw for thread*. Kedua komponen tersebut perlu dijadikan prioritas dalam perawatan untuk meningkatkan nilai *reliability* mesin *heading*.

Perhitungan TTF dan TTR

Setelah ditentukan komponen kritis, maka selanjutnya adalah perhitungan TTF dan TTR dari komponen kritis. Dengan data kerusakan komponen tersebut berasal dari data histori perusahaan. Perhitungan TTF dan TTR komponen kritis disajikan sebagai berikut:

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Lama Perbaikan (Hours)	TTF	TTR
1	26-03-2019	26-03-2019	0,5		0,5
2	25-07-2019	23-07-2019	0,5	2835,5	0,5
3	05-11-2019	05-11-2019	0,5	2319,5	0,5
4	25-11-2019	25-11-2019	0,5	479,5	0,5
5	02-12-2019	02-12-2019	0,5	167,5	0,5
6	11-12-2019	11-12-2019	0,5	215,5	0,5
7	24-12-2019	24-12-2019	0,5	311,5	0,5
8	27-01-2020	27-01-2020	0,5	815,5	0,5
9	03-04-2020	03-04-2020	0,5	1607,5	0,5
10	26-05-2020	26-05-2020	0,5	1271,5	0,5
11	20-07-2020	20-07-2020	0,5	1319,5	0,5
12	10-09-2020	10-09-2020	0,5	1247,5	0,5
13	25-10-2020	25-10-2020	0,5	1079,5	0,5
14	01-12-2020	01-12-2020	0,5	887,5	0,5
15	12-01-2021	12-01-2021	0,5	1007,5	0,5
16	23-03-2021	23-03-2021	0,5	1679,5	0,5
17	09-04-2021	09-04-2021	0,5	407,5	0,5
18	19-05-2021	19-05-2021	0,4	959,5	0,4
19	25-05-2021	25-05-2021	0,4	143,6	0,4
20	23-06-2021	23-06-2021	0,5	695,6	0,5
21	25-06-2021	25-06-2021	0,5	47,5	0,5
22	16-08-2021	16-08-2021	0,5	1247,5	0,5
23	29-09-2021	29-09-2021	0,5	1055,5	0,5
24	01-11-2021	01-11-2021	0,5	791,5	0,5
25	05-11-2021	05-11-2021	0,5	95,5	0,5
26	04-12-2021	04-12-2021	0,5	695,5	0,5
27	06-12-2021	06-12-2021	0,6	47,5	0,6
28	09-12-2021	09-12-2021	0,8	71,4	0,8
29	10-12-2021	10-12-2021	0,5	23,2	0,5
30	02-02-2022	02-02-2022	0,5	1295,5	0,5

31	25-04-2022	25-04-2022	0,5	1967,5	0,5
32	08-06-2022	08-06-2022	0,5	1055,5	0,5
33	31-08-2022	31-08-2022	0,5	2015,5	0,5
34	26-09-2022	26-09-2022	0,5	623,5	0,5
35	28-09-2022	28-09-2022	0,5	47,5	0,5
36	15-11-2022	15-11-2022	0,5	1151,5	0,5
37	24-11-2022	24-11-2022	0,5	215,5	0,5
38	01-03-2023	01-03-2023	0,5	2327,5	0,5
39	13-06-2023	13-06-2023	0,5	2495,5	0,5
40	23-06-2023	23-06-2023	0,5	239,5	0,5
41	10-07-2023	10-07-2023	0,5	407,5	0,5
42	21-09-2023	21-09-2023	0,5	1751,5	0,5
43	08-11-2023	08-11-2023	0,5	1151,5	0,5

Gambar 4. Data hasil perhitungan TTF dan TTR *conical spring for orifice*
 Sumber: Data PT X Tahun 2019-2023

No	Tanggal Kerusakan	Tanggal Perbaikan	Lama Perbaikan (Hours)	TTF	TTR
1	04.01.2019	04.01.2019	0,5		0,5
2	13.02.2019	13.02.2019	0,5	959,5	0,5
3	10.03.2019	10.03.2019	0,5	599,5	0,5
4	30.03.2019	30.03.2019	0,5	479,5	0,5
5	03.05.2019	03.05.2019	0,5	815,5	0,5
6	10.06.2019	10.06.2019	0,5	911,5	0,5
7	27.06.2019	27.06.2019	0,5	407,5	0,5
8	03.08.2019	03.08.2019	0,5	887,5	0,5
9	29.08.2019	29.08.2019	0,5	623,5	0,5
10	02.01.2019	02.01.2019	0,5	815,5	0,5
11	19.10.2019	19.10.2019	0,5	407,5	0,5
12	28.10.2019	28.10.2019	0,5	215,5	0,5
13	11.11.2019	11.11.2019	0,5	335,5	0,5
14	27.11.2019	27.11.2019	0,5	383,5	0,5
15	16.12.2019	16.12.2019	0,5	455,5	0,5
16	09.01.2020	09.01.2020	0,5	575,5	0,5
17	01.03.2020	01.03.2020	0,5	1247,5	0,5
18	22.03.2020	22.03.2020	0,5	503,5	0,5
19	10.04.2020	10.04.2020	0,5	455,5	0,5
20	18.04.2020	18.04.2020	0,5	191,5	0,5
21	29.04.2020	29.04.2020	0,5	263,5	0,5
22	17.06.2020	17.06.2020	0,5	1175,5	0,5
23	18.07.2020	18.07.2020	0,5	743,5	0,5
24	05.08.2020	05.08.2020	0,5	431,5	0,5
25	22.08.2020	22.08.2020	0,5	407,5	0,5
26	17.09.2020	17.09.2020	0,5	623,5	0,5
27	3.11.2020	3.11.2020	0,5	1127,5	0,5
28	26.11.2020	26.11.2020	0,5	551,5	0,5
29	05.03.2021	05.03.2021	0,5	2375,5	0,4
30	10.03.2021	10.03.2021	0,5	119,5	0,4
31	14.04.2021	14.04.2021	0,5	839,5	0,5
32	18.05.2021	18.05.2021	0,5	815,5	0,5
33	25.05.2021	25.05.2021	0,5	167,5	0,5
34	12.06.2021	12.06.2021	0,5	431,5	0,5

35	18.06.2021	18.06.2021	0,5	143,5	0,5
36	02.07.2021	02.07.2021	0,5	335,5	0,4
37	03.07.2021	03.07.2021	0,5	23,5	0,4
38	16.07.2021	16.07.2021	0,5	311,5	0,4
39	07.08.2021	07.08.2021	0,5	527,5	0,5
40	13.08.2021	13.08.2021	0,5	143,5	0,5
41	15.08.2021	15.08.2021	0,5	47,5	0,5
42	08.09.2021	08.09.2021	0,5	575,5	0,5
43	09.09.2021	09.09.2021	0,5	23,5	0,5
44	20.09.2021	20.09.2021	0,5	263,5	0,5
45	25.09.2021	25.09.2021	0,5	119,5	0,5
46	05.10.2021	05.10.2021	0,5	239,5	0,5
47	22.10.2021	22.10.2021	0,5	407,5	0,5
48	20.11.2021	20.11.2021	0,5	695,5	0,5
49	09.12.2021	09.12.2021	0,5	455,5	0,5
50	22.12.2021	22.12.2021	0,5	311,5	0,5
51	11.01.2022	11.01.2022	0,5	479,5	0,5
52	20.01.2022	20.01.2022	0,5	215,5	0,5
53	30.01.2022	30.01.2022	0,5	239,5	0,5
54	02.02.2022	02.02.2022	0,5	71,5	0,5
55	18.02.2022	18.02.2022	0,5	383,5	0,5
56	02.03.2022	02.03.2022	0,5	287,5	0,5
57	14.03.2022	14.03.2022	0,5	287,5	0,5
58	15.03.2022	15.03.2022	0,5	23,5	0,5
59	09.04.2022	09.04.2022	0,5	599,5	0,5
60	18.04.2022	18.04.2022	0,5	215,5	0,5
61	11.05.2022	11.05.2022	0,5	551,5	0,5
62	31.05.2022	31.05.2022	0,5	479,5	0,5
63	16.06.2022	16.06.2022	0,5	383,5	0,5
64	23.06.2022	23.06.2022	0,5	167,5	0,5
65	01.07.2022	01.07.2022	0,5	191,5	0,3
66	08.07.2022	08.07.2022	0,5	167,5	0,4
67	12.08.2022	12.08.2022	0,5	839,5	0,5
68	31.08.2022	31.08.2022	0,5	455,5	0,5
69	26.09.2022	26.09.2022	0,5	623,5	0,5
70	12.10.2022	12.10.2022	0,5	383,5	0,5
71	17.10.2022	17.10.2022	0,5	119,5	0,5
72	22.11.2022	22.11.2022	0,5	863,5	0,5
73	23.12.2022	23.12.2022	0,5	743,5	0,5
74	19.01.2023	19.01.2023	0,5	647,5	0,5
75	13.02.2023	13.02.2023	0,5	599,5	0,5
76	09.03.2023	09.03.2023	0,5	575,5	0,5
77	12.03.2023	12.03.2023	0,5	71,5	0,5
78	25.03.2023	25.03.2023	0,5	311,5	0,5
79	28.03.2023	28.03.2023	0,5	71,5	0,5
80	15.06.2023	15.06.2023	0,5	1895,5	0,5

Gambar 5. Data hasil perhitungan TTF dan TTR *jaw for thread*

Sumber: Data PT X Tahun 2019-2023

Pemilihan Pola Distribusi Komponen dan Penentuan Parameter

Pemilihan pola distribusi dilakukan dengan tujuan mengetahui distribusi yang cocok dari data antara data kerusakan komponen atau mesin dan lama waktu perbaikan. Hal ini dilakukan karena tiap komponen memiliki pola distribusi yang berbeda. Pemilihan distribusi

yang digunakan dapat dilakukan dengan metode *least square curve fitting* Ebeling (1997). Dimana nilai adj terkecil dan *correlation coefficient* atau *index of fit* (r) terbesar dipilih sebagai pola distribusi yang cocok pada data. Kemudian parameter estimates dapat didapatkan dengan menggunakan bantuan software perangkat lunak statistik dengan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE).

Distribution	TTF		TTR	
	Aderson- Darling (adj)	Correlation Coefficient	Aderson- Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	0.888	0.982	16.782	0.563
Normal	1.109	0.967	13.979	0.557
Lognormal	1.935	0.948	13.889	0.589
Exponensial	1.507	*	23.339	*

Gambar 6. Penentuan distribusi pada komponen *conical spring for orifice*

Distribution	TTF		TTR	
	Aderson- Darling (adj)	Correlation Coefficient	Aderson- Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	0.554	0.991	26.723	0.697
Normal	2.987	0.904	38.701	0.569
Lognormal	1.489	0.969	37.863	0.561
Exponensial	4.234	*	85.248	*

Gambar 7. Penentuan distribusi pada komponen *jaw for thread*

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1.12285	0.144031	0.873242	1.44390
Scale	1001.78	144.243	755.459	1328.42

Gambar 8. Estimasi parameter TTF *conical spring for orifice*

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Location	-0.688356	0.0138121	-0.715427	-0.661284
Scale	0.0905723	0.0097667	0.0733175	0.111888

Gambar 9. Estimasi parameter TTR *conical spring for orifice*

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1.33233	0.106690	1.13881	1.55875
Scale	532.083	45.1666	450.530	628.398

Gambar 10. Estimasi parameter TTR *jaw for thread*

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Standard Error</i>	<i>95.0% Normal CI</i>	
			<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
<i>Shape</i>	41.4924	4.47261	33.5904	51.2534
<i>Scale</i>	0.498825	0.0013025	0.496279	0.501384

Gambar 11. Estimasi parameter TTR *jaw for thread*

Perhitungan MTTF dan MTTR

Setelah diperoleh pola distribusi yang sesuai, selanjutnya adalah perhitungan MTTF dan MTTR berdasarkan pada parameter distribusi yang telah dipilih. [8] Untuk menghitung MTTF dan MTTR adalah sebagai berikut:

- *Conical Spring for Orifice*

$$MTTF = 1001.78 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1.12285}\right)$$

$$MTTF = 1001.78 \cdot \Gamma(1,89059)$$

$$MTTF = 1001.78 \cdot 0,95838$$

$$MTTF = 960.086$$

Maka diperoleh waktu kerusakan rata-rata komponen *conical spring for orifice* adalah 960,086 jam.

$$MTTR = e^{-0.688356+0.5(0.0905723)^2}$$

$$MTTR = 0.504466$$

Maka diperoleh rerata waktu perbaikan komponen tersebut adalah 0,506633 jam.

- *Jaw for Thread*

$$MTTF = 532.083 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1.33233}\right)$$

$$MTTF = 532.083 \cdot \Gamma(1,750565)$$

$$MTTF = 532.083 \cdot 0,91906$$

$$MTTF = 489,016$$

Maka diperoleh waktu kerusakan rata-rata komponen *jaw for thread* adalah 489,016 jam.

$$MTTR = 0.498825 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{41.4924}\right)$$

$$MTTR = 0.499186 \cdot \Gamma(1,0241008)$$

$$MTTR = 0.499186 \cdot (0,98884)$$

$$MTTR = 0,4936$$

Maka diperoleh rerata waktu perbaikan komponen tersebut adalah 0,4936 jam.

Dari nilai hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai MTTF dan MTTR komponen kritis sesuai dengan pola distribusi masing-masing komponen. Dari perhitungan MTTR dapat diketahui rerata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan, sedangkan perhitungan MTTF dapat digunakan sebagai pembanding rerata waktu antara kerusakan pada komponen sebelum dilakukan analisis dan jadwal perawatan yang diperoleh dari analisis. Maka jadwal

perawatan yang baik adalah jadwal perawatan yang dilakukan sebelum waktu rata-rata kerusakan komponen terjadi.

Perhitungan Nilai *Reliability* Komponen

Setelah mengetahui nilai *mean time to failure* (MTTF) dan *mean time to repair* (MTTR), selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dari data TTF untuk memperoleh nilai keandalan komponen dengan menggunakan rumus *reliability* sesuai jenis distribusi yang dipilih yaitu distribusi *weibull* dengan $\theta = 1001.78$ dan $\beta = 1.12285$. maka perhitungan *reliability* komponen sebagai berikut:

- *Conical Spring for Orifice*

$$R(60) = e^{-\left(\frac{60}{1001.78}\right)^{1.12285}}$$

$$R(60) = 0,958504$$

Sehingga hasil perhitungan nilai *reliability* komponen dalam waktu kelipatan 60 jam adalah sebagai berikut:

<i>Conical For Orifice</i>			
<i>t</i>	θ	β	<i>R(t)</i>
60	1001,78	1,12285	0.958504
120	1001,78	1,12285	0.911834
180	1001,78	1,12285	0.864575
240	1001,78	1,12285	0.81791
300	1001,78	1,12285	0.772412
360	1001,78	1,12285	0.728401
420	1001,78	1,12285	0.686061
480	1001,78	1,12285	0.645495
540	1001,78	1,12285	0.606753
600	1001,78	1,12285	0.569851
660	1001,78	1,12285	0.534779
720	1001,78	1,12285	0.501505
780	1001,78	1,12285	0.469991
840	1001,78	1,12285	0.440186
900	1001,78	1,12285	0.412032
960	1001,78	1,12285	0.38547

Gambar 12. Hasil perhitungan nilai *reliability conical spring for orifice*

- *Jaw for Thread*

$$R(30) = e^{-\left(\frac{30}{532.083}\right)^{1.33233}}$$

$$R(30) = 0.978551$$

Sehingga hasil perhitungan nilai *reliability* komponen dalam waktu kelipatan 30 jam adalah sebagai berikut:

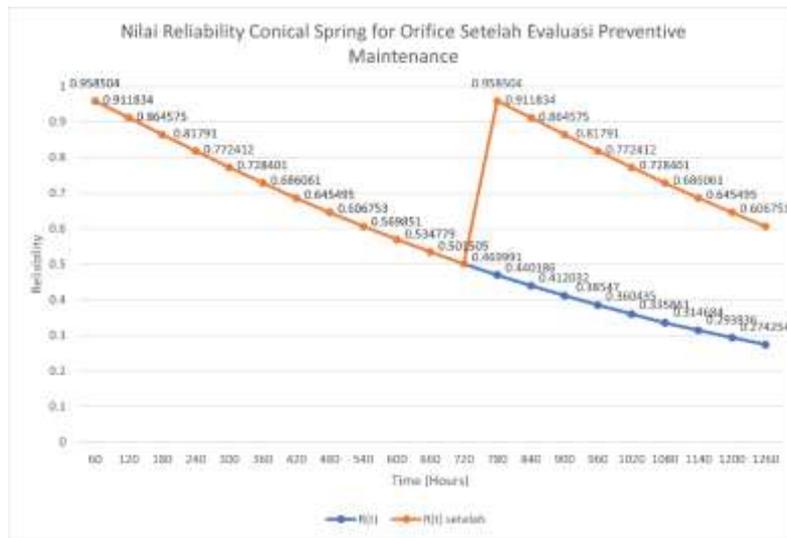
<i>Jaw For Thread</i>			
<i>t</i>	θ	β	<i>R(t)</i>
30	532,083	1,33233	0,978551
60	532,083	1,33233	0,946865
90	532,083	1,33233	0,910546
120	532,083	1,33233	0,871548
150	532,083	1,33233	0,831035
180	532,083	1,33233	0,789802
210	532,083	1,33233	0,748433
240	532,083	1,33233	0,707373
270	532,083	1,33233	0,666965
300	532,083	1,33233	0,627472
330	532,083	1,33233	0,589099
360	532,083	1,33233	0,552003
390	532,083	1,33233	0,516297
420	532,083	1,33233	0,482066
450	532,083	1,33233	0,449362
480	532,083	1,33233	0,418217

Gambar 13. Hasil perhitungan nilai *reliability* jaw for thread

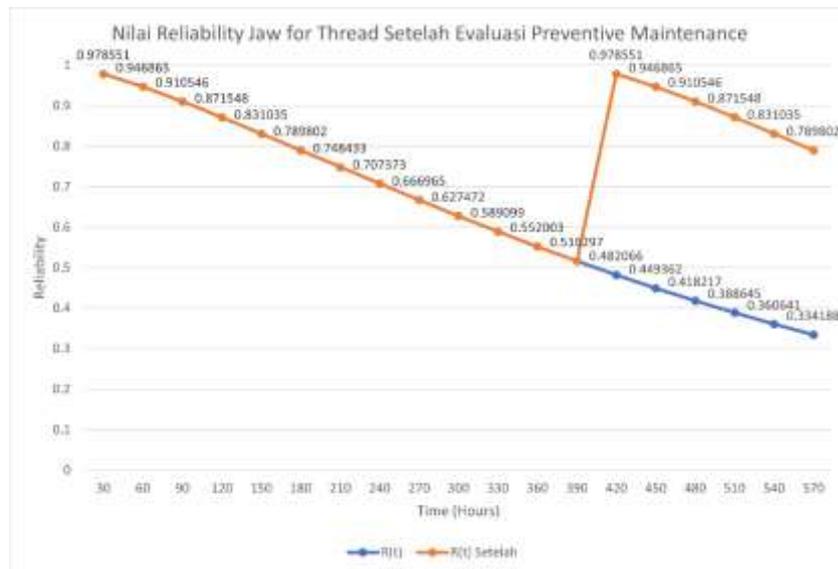
Setelah hasil perhitungan nilai *reliability* komponen kritis *conical spring for orifice* dan *jaw for thread* pada tabel 11 dan 12. Untuk komponen *conical spring for orifice* dengan nilai $\theta = 1001,78$ dan $\beta = 1,12285$ saat jam operasi komponen $t=60$ didapat nilai *reliability* komponen mencapai 0,958504 sedangkan saat $t=120$ adalah 0,911834. Dan untuk komponen *jaw for thread* dengan nilai $\theta = 532,083$ dan nilai $\beta = 1,33233$ saat jam operasi komponen $t=30$ didapat *reliability* komponen mencapai 0,978551 sedangkan saat $t=120$ nilai *reliability* menjadi 0,871548. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa masa pakai komponen akan mempengaruhi nilai *reliability*. Semakin tinggi masa pakai komponen maka semakin rendah nilai *reliability* komponen.

Penentuan Interval Waktu Perawatan

Berdasarkan nilai *reliability* komponen yang telah diketahui maka dilakukan evaluasi *preventive maintenance*. Evaluasi dilakukan pada saat *reliability* komponen atau mesin 0,5. Maka interval waktu perawatan pada komponen kritis dapat dilihat pada gambar grafik di bawah:



Gambar 14. Grafik *reliability* komponen *conical spring for orifice* setelah evaluasi



Gambar 15. Grafik *reliability* komponen *jaw for thread* setelah evaluasi

Pada grafik nilai keandalan ditunjukkan bahwa penurunan nilai *reliability* tiap t sangat jelas terlihat. Dan batas *reliability* komponen untuk dilakukan perawatan atau penggantian adalah 0,5. Sehingga komponen *conical spring for orifice* memiliki interval waktu perawatan atau penggantian adalah 720 jam atau 30 hari dengan nilai *reliability* 0.506171. Dan untuk komponen *jaw for thread* memiliki interval waktu perawatan atau penggantian adalah 390 jam atau 17 hari dengan nilai *reliability* 0.516297.

mesin *heading* yang diidentifikasi adalah *conical spring for orifice* dengan nilai RPN 112 dan *jaw for thread* dengan nilai RPN 126.

- Untuk meningkatkan keandalan mesin *heading*, direkomendasikan jadwal perawatan yang ketat berdasarkan analisis keandalan dan interval perawatan. Tanpa perawatan yang memadai, komponen seperti *conical spring for orifice* dapat rusak hingga 44 kali dan *jaw for thread* hingga 89 kali. Disarankan untuk melakukan perawatan atau penggantian komponen sebelum nilai keandalan mendekati 0,5, yaitu pada 720 jam operasi untuk *conical spring for orifice* dan 390 jam untuk *jaw for thread*.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, beberapa saran yang dapat diberikan peneliti yaitu: diberikan SOP perawatan serta ditambahkan estimasi biaya perawatan *preventice* dan *failure cost* sebagai pembanding, ditambahkan metode perawatan lain untuk menambah reverensi interval perawatan, serta untuk penentuan komponen kritis tidak hanya menggunakan FMEA, namun ditambahkan metode lain sebagai pembanding hasil dan validasi hasil.

DAFTAR REFERENSI

- Agustiani, & Sulistyani, A. (2022, Desember 11). Mekanisme perawatan kitchen equipment pada kitchen section di Fox Hotel Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa*, 9(2), 1-10. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFSIP/article/viewFile/33713/32406>
- Alsakina, A., & Momon, A. (2023, Agustus). Analisis perawatan mesin injection dengan metode RCM pada perusahaan manufaktur. *Satuan Riset dan Inovasi Teknologi*, 8(1), 20-27. <http://dx.doi.org/10.30998/string.v8i1.16089>
- Anggraini, W., Fachri, M., Yola, M., & Harpito. (2020). Reliability centered maintenance pada komponen kritis mesin press. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 86-92. <http://dx.doi.org/10.24014/jti.v6i2.9701>
- Darmawan, A., Rapi, A., & Ali, S. (2016, Juni). Analisis perawatan untuk mendeteksi risiko kegagalan komponen pada excavator 390D. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 109-115. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i2.2139>
- Ebeling, C. E. (1997). *An introduction to reliability and maintainability engineering*. Waveland Press, Incorporated.
- Nasution, R. H., Hasibuan, Y. M., Harahap, U. N., Ningrum, S. A. O., & Chaniago, A. F. (2020, Oktober 30). Analisis perencanaan perawatan mesin sterilizer dengan metode overall equipment effectiveness dan six big losses di PT Torganda PKS Rantau Kasai. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 2(2), 129-136.

- Pasaribu, N., & Alhazami, L. (2022, Oktober). Pengaruh kualitas bahan baku dan pemeliharaan mesin terhadap kualitas produk pada PT. Toba Pulp Lestari, TBK. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Ekonomi (JURRIE)*, 1(2), 90-93. <https://doi.org/10.55606/jurrie.v1i2.365>
- Siregar, H. H., & Munthe, S. (2019, November). Analisa perawatan mesin digester dengan metode reliability centered maintenance pada PTPN II Pagar Merbau. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 3(2), 88-94. <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/10678>