

Penjadwalan Perawatan Dan Optimalisasi Persediaan *Sparepart* Mesin Press Batu Tahan Api Guna Memitigasi Akibat *Breakdown* Pada PT XYZ

Moh. Romadhon Arizqi*, Erni Puspanantasari Putri

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: 1412100148@surel.untag-sby.ac.id*

Abstract

PT Loka Refractories Wira Jatim is a refractory material manufacturing company for the cement, steel, power generation, and waste processing industries. In the last five months, there has been an increase in damage to the press machine, especially the stamp, disc, and moldbox components, which disrupts production and increases maintenance costs. To overcome this, the company optimizes the maintenance system and spare part management with the Total Productive Maintenance (TPM), Reliability-Centered Maintenance (RCM) and Time-Based Maintenance (TBM) approaches. MTTF and MTTR analysis are used to prepare a preventive maintenance schedule, where TBM is applied to components with predictable damage such as stamps, discs, and oil, while RCM is for gears and axles. TPM involves operators in daily maintenance. Spare part management uses the Reorder Point (ROP) method based on actual consumption and lead time, ensuring timely spare part availability without overstocking, and supporting production efficiency and sustainability.

Keywords: RCM, Reorder Point, TPM, TBM

Abstrak

PT Loka Refractories Wira Jatim adalah perusahaan manufaktur material tahan panas (refractory) untuk industri semen, baja, pembangkit listrik, dan pengolahan limbah. Dalam lima bulan terakhir, terjadi peningkatan kerusakan pada mesin press, khususnya komponen stempel, piringan, dan mouldbox, yang mengganggu produksi dan meningkatkan biaya perawatan. Untuk mengatasinya, perusahaan mengoptimalkan sistem perawatan dan manajemen sparepart dengan pendekatan Total Productive Maintenance (TPM), Reliability-Centered Maintenance (RCM) dan Time-Based Maintenance (TBM). Analisis MTTF dan MTTR digunakan untuk menyusun jadwal perawatan preventif, di mana TBM diterapkan pada komponen dengan kerusakan terprediksi seperti stempel, piringan, dan oil, sedangkan RCM untuk gear dan as. TPM melibatkan operator dalam perawatan harian. Manajemen sparepart menggunakan metode Reorder Point (ROP) berdasarkan konsumsi aktual dan lead time, memastikan ketersediaan sparepart tepat waktu tanpa overstocking, serta mendukung efisiensi dan keberlanjutan produksi.

Kata kunci: RCM, Reorder Point, TPM, TBM

1. Pendahuluan

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi material tahan panas (refractory) terutama untuk kebutuhan dalam industri seperti pabrik semen, baja, pengolahan limbah, dan pembangkit listrik. Perusahaan ini fokusnya pada pembuatan produk-produk refractory yang berkualitas tinggi, yaitu termasuk batu bata tahan api, *castable refractories* dan mortar tahan panas.

Industri *refractory* ini memiliki peran yang sangat krusial dalam menopang emu sector manufaktur yang ada, kinerja peralatan yang

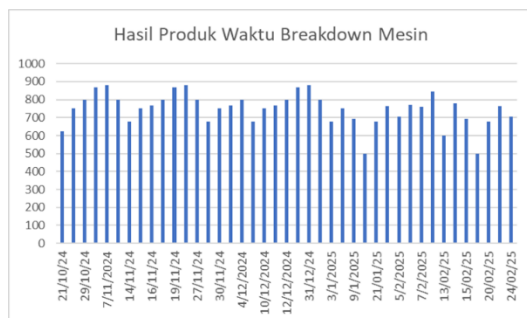
terdapat dalam industry ini sangat bergantung pada efektivitas yang ada pada sistem *maintenance*. Namun, dalam praktiknya, banyak perusahaan masih mengalami tantangan dalam menjaga produktivitas *maintenance*, terutama dalam mengelola *downtime* akibat kerusakan mesin, *maintenance* yang mana tidak optimal dapat menyebabkan tingginya *downtime*[1].

PT XYZ sendiri yaitu permasalahan *maintenance* menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi. Salah satu indikator utama yang dapat digunakan untuk menilai produktivitas *maintenance* adalah data

breakdown mesin, termasuk frekuensi kerusakan, komponen yang sering mengalami kegagalan, serta durasi waktu perbaikan. Ketidakefisienan dalam menangani kerusakan ini dapat berdampak pada peningkatan biaya operasional dan penurunan output produksi[2].

Berdasarkan data yang dihimpun 42 kejadian *breakdown* dalam periode 5 bulan terakhir, beberapa permasalahan utama yang ditemukan meliputi kerusakan pada stempel yang disesuaikan dengan permintaan customer dan cepat aus karna pengepresan, pergantian piringan. Kerusakan ini menyebabkan *downtime* produksi yang cukup signifikan. Jika tidak ditangani dengan baik, tingginya frekuensi *breakdown* dapat mengurangi efisiensi produksi dan meningkatkan biaya *maintenance*[3][4].

Dalam periode Oktober 2024 hingga Februari 2025, tercatat *breakdown* mesin yang cukup tinggi, terutama disebabkan oleh kerusakan pada stempel dan mouldbox. *Breakdown* tertinggi terjadi pada November 2024 selama 24 jam 55 menit, disusul Desember 18 jam 40 menit, dan Februari 19 jam 50 menit. Oktober dan Januari mencatat waktu *downtime* lebih rendah, masing-masing 12 jam 10 menit dan 8 jam 40 menit. Kerusakan berulang pada stempel dan mouldbox menunjukkan perlunya perawatan dan pengelolaan komponen yang lebih intensif untuk mengurangi *downtime* dan menjaga kelancaran produksi.



Gambar 1. Hasil Produk Waktu Breakdown Mesin (Unit)

Dalam Gambar 2 diatas didapatkan bahwa target tidak terlampaui dikarenakan *breakdown* mesin, yang mana menghambat jalannya produksi. Jadi dalam produk Batu tahan api target perhari ialah 900 pcs.

Persediaan sparepart mesin press merupakan faktor penting dalam mendukung kelancaran manajemen perawatan mesin. Tanpa pengelolaan persediaan yang baik, proses perbaikan dapat terhambat, meningkatkan *downtime*, dan menurunkan efisiensi produksi. Data menunjukkan bahwa komponen seperti stempel dan piringan memiliki kebutuhan tinggi pada bulan November dan Desember 2024.

Kekurangan stok pada komponen-komponen ini dapat memperpanjang waktu non-produktif, sehingga diperlukan perencanaan stok yang berkala untuk menjamin ketersediaan sparepart penting seperti stempel, piringan, as, oil, dan gear. Terlihat adanya kekurangan signifikan terutama pada stempel dan piringan selama periode Oktober 2024 hingga Februari 2025. Meski komponen lain memiliki kebutuhan lebih rendah, pemantauan tetap diperlukan agar tidak mengganggu proses perbaikan dan operasional produksi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk meningkatkan keterlibatan operator dalam perawatan harian dan deteksi dini kerusakan, *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) untuk menentukan prioritas perawatan berdasarkan keandalan komponen, *Time-Based Maintenance* (TBM) guna menjadwalkan penggantian komponen secara teratur sebelum kerusakan, serta *Reorder Point* (ROP) untuk mengelola stok sparepart agar tersedia tepat waktu dan menghindari kekurangan maupun kelebihan persediaan.

Penelitian ini sejalan dengan studi terdahulu yang menekankan pentingnya strategi pemeliharaan berbasis keandalan. Seperti pada penelitian Fathurohman & Triyono tahun 2020 yang menunjukkan efektivitas RCM dalam mengurangi *downtime* armada truk [5] serta Rosyidin Akbar & Widiasih tahun 2022 yang berhasil menurunkan biaya perawatan mesin bubut melalui Age Replacement [6]. Pendekatan terstruktur terbukti meningkatkan efisiensi dan kinerja operasional industri.

Solusi perawatan yang efektif sangat penting bagi PT XYZ untuk mengatasi tingginya frekuensi kerusakan mesin, mengurangi *downtime*, menjamin kelancaran produksi, menekan biaya operasional serta menjaga kualitas dan ketepatan pengiriman produk refractory ke industri vital seperti semen, baja, dan pembangkit listrik yang sangat bergantung pada keandalan peralatan berlapis tahan panas dalam proses produksinya.

Kerusakan mesin yang berulang menyebabkan berbagai risiko seperti *downtime*, tingginya biaya perbaikan, gangguan pada target produksi, hingga ancaman kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus meminimalisir *breakdown* mesin press melalui penerapan manajemen perawatan yang efektif serta pengelolaan persediaan yang terstruktur [7]. Fokus utama perawatan diarahkan pada komponen kritis seperti stempel, piringan, dan mouldbox, melalui jadwal perawatan rutin dan penggantian preventif. Untuk mendukung upaya ini, diterapkan metode *Total*

Productive Maintenance (TPM) yang melibatkan seluruh staf untuk menjaga kondisi mesin secara menyeluruh [8][9]. Selain itu, penggunaan metode *Reorder Point* (ROP) dalam manajemen sparepart memastikan ketersediaan komponen penting tepat waktu, sehingga proses perbaikan dapat berjalan lancar, biaya operasional lebih efisien, dan *downtime* produksi dapat diminimalkan [10][11].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama downtime mesin press di PT XYZ dan merancang strategi manajemen perawatan serta pengelolaan persediaan sparepart yang efektif melalui pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM), *Reliability-Centered Maintenance* (RCM), *Time-Based Maintenance* (TBM) dan *Reorder Point* (ROP) guna meminimalkan kerusakan berulang dan meningkatkan efisiensi produksi.

2. Methodologi

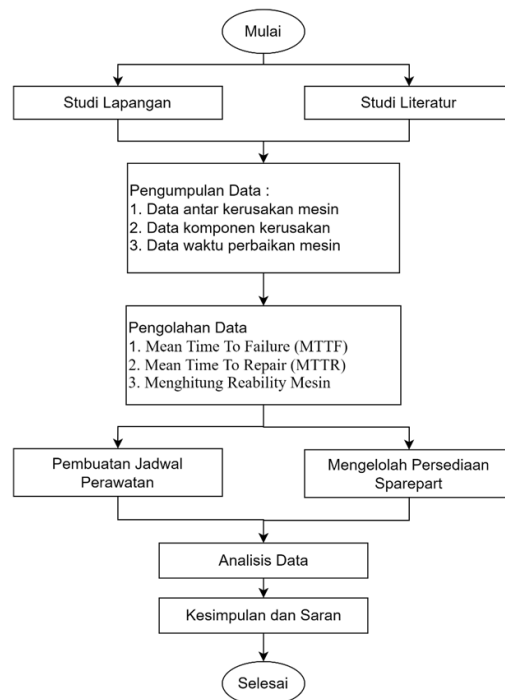
Penelitian ini dimulai dengan observasi langsung di PT XYZ untuk mengidentifikasi penyebab utama *breakdown* mesin press, khususnya pada stempel dan mouldbox yang menyebabkan 42 kasus kerusakan selama Oktober 2024 hingga Februari 2025. Data dikumpulkan melalui pencatatan *downtime*, analisis stok sparepart, wawancara, serta penurunan produksi yang signifikan. Studi literatur mendukung pemahaman tentang manajemen risiko kerusakan, sementara data lapangan diolah menggunakan metode MTTF (*Mean Time to Failure*), MTTR (*Mean Time to Repair*), dan *reliability* untuk mengidentifikasi pola kerusakan [12]. Penjadwalan *maintenance* dilakukan berdasarkan masa pakai komponen, dan manajemen sparepart diterapkan menggunakan metode *Reorder Point* untuk memastikan ketersediaan [13]. Efektivitas strategi ini dievaluasi melalui penurunan frekuensi kerusakan dan efisiensi biaya pengadaan sparepart [14][15]. Hasilnya menunjukkan peningkatan keandalan mesin dan pengurangan *downtime*, sehingga strategi yang diterapkan dianggap berhasil dalam meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

$$MTTF = \frac{\text{Total Waktu Operasi}}{\text{Jumlah Kegagalan}} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{\text{Total Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah Kegagalan}} \quad (2)$$

$$R(t) = e^{-\frac{t}{MTTF}} \quad (3)$$

$$ROP = \text{Lead Time} \times \text{Rata Rata Pemakaian Harian} \quad (4)$$



Gambar 2. FlowChart Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan dan Pengolahan Data Kerusakan Komponen

Pengumpulan dan pengolahan data kerusakan komponen dilakukan untuk menghitung Mean Time To Failure (MTTF) pada masing-masing komponen mesin press. Data diperoleh dari pencatatan waktu antar kerusakan yang terjadi pada mesin 1 dan mesin 2, kemudian diolah menggunakan fungsi AVERAGE di Microsoft Excel guna menentukan rata-rata waktu antar kegagalan sebagai dasar analisis keandalan dan penjadwalan perawatan.

Tabel 1.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Stempel Mesin Press

No	Komponen Stempel			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih (Hari)	Selisih (Hari)
1	20/03/24	23/01/24	10	13
2	30/03/24	05/02/24	12	15
3	11/04/24	20/02/24	12	15
4	23/04/24	06/03/24	15	13
5	08/05/24	19/03/24	12	10
6	20/05/24	29/03/24	12	11
7	01/06/24	09/04/24	12	15
8	13/06/24	24/04/24	15	10
9	28/06/24	04/05/24	22	27
10	20/07/24	31/05/24	16	18
11	05/08/24	18/06/24	10	29
12	15/08/24	17/07/24	15	30
13	30/08/24	16/08/24	11	12
14	10/09/24	28/08/24	13	23
15	23/09/24	20/09/24	14	11
16	07/10/24	01/10/24	13	15

No	Komponen			
	Stempel			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih (Hari)	Selisih (Hari)
17	20/10/24	16/10/24	18	14
18	07/11/24	30/10/24	19	12
19	26/11/24	11/11/24	13	11
20	09/12/24	22/11/24	14	13
21	23/12/24	05/12/24	20	11
22	12/01/25	16/12/24	13	12
23	25/01/25	28/12/24	14	12
24	08/02/25	09/01/25	11	13
25	19/02/25	22/01/25	10	10
26	01/03/25	01/02/25	12	12
27	13/03/25	13/02/25	11	11
28	24/03/25	24/02/25	14	14
29	07/04/25	10/03/25	21	23
30	28/04/25	02/04/25		
Rata Rata			13,93	15,00

Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTF komponen stempel mesin press pada mesin 1 dibulatkan sebesar 14 hari dan pada mesin 2 sebesar 15 hari

Tabel 2.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Piringan Mesin Press

No	Komponen			
	Piringan			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih (Hari)	Selisih (Hari)
1	20/04/21	03/04/21	122	118
2	20/08/21	30/07/21	131	117
3	29/12/21	24/11/21	105	126
4	13/04/22	30/03/22	127	109
5	18/08/22	17/07/22	121	121
6	17/12/22	15/11/22	105	133
7	01/04/23	28/03/23	135	113
8	14/08/23	19/07/23	120	111
9	12/12/23	07/11/23	128	115
10	18/04/24	01/03/24	100	131
11	27/07/24	10/07/24	122	123
12	26/11/24	10/11/24	119	156
13	25/03/25	15/04/25		
Rata Rata			119,58	122,75

Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTF komponen piringan mesin press pada mesin 1 dibulatkan sebesar 120 hari dan pada mesin 2 dibulatkan sebesar 123 hari

Tabel 3.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen As Mesin Press

No	Komponen			
	As			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih	Selisih
1	15/01/20	20/02/20	8 Bulan	8 Bulan
2	15/09/20	20/10/20	8 Bulan	8 Bulan
3	15/05/21	20/06/21	8 Bulan	8 Bulan
4	15/01/22	20/02/22	8 Bulan	8 Bulan
5	15/09/22	20/10/22	8 Bulan	8 Bulan
6	15/05/23	20/06/23	8 Bulan	8 Bulan
7	15/01/24	20/02/24	8 Bulan	8 Bulan

No	Komponen			
	As			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih	Selisih
8	15/09/24	20/10/24		
Rata Rata			8 Bulan	8 Bulan

Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTF komponen As mesin press pada mesin dan mesin 2 sama sebesar 8 bulan hal ini dikarenakan perawatan yang dilakukan rutin selama rentang waktu 8 bulan

Tabel 4.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Oil Mesin Press

No	Komponen			
	Oil			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih (Hari)	Selisih (Hari)
1	05/03/24	18/04/24	33	28
2	07/04/24	16/05/24	24	24
3	01/05/24	09/06/24	31	31
4	01/06/24	10/07/24	36	33
5	07/07/24	12/08/24	36	27
6	12/08/24	08/09/24	39	26
7	20/09/24	04/10/24	27	29
8	17/10/24	02/11/24	32	27
9	18/11/24	29/11/24	28	27
10	16/12/24	26/12/24	30	26
11	15/01/25	21/01/25	32	25
12	16/02/25	15/02/25	25	32
13	13/03/25	19/03/25	31	27
14	14/03/25	15/04/25	32	17
15	15/04/25	02/05/25		
Rata Rata			29,00	27,07

Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTF komponen Oil mesin press pada mesin 1 sebesar 29 hari dan pada mesin 2 dibulatkan sebesar 27 hari

Tabel 5.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Gear Mesin Press

No	Komponen			
	Gear			
	Mesin 1	Mesin 2	Selisih	Selisih
1	30/04/20	25/03/20	8 Bulan	8 Bulan
2	30/12/20	25/11/20	8 Bulan	8 Bulan
3	30/08/21	25/07/21	8 Bulan	8 Bulan
4	30/04/22	25/03/22	8 Bulan	8 Bulan
5	30/12/22	25/11/22	8 Bulan	8 Bulan
6	30/08/23	25/07/23	8 Bulan	8 Bulan
7	30/04/24	25/03/24	8 Bulan	8 Bulan
8	30/12/24	25/11/24		
Rata Rata			8 Bulan	8 Bulan

Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTF komponen Gear mesin press pada mesin dan mesin 2 sama sebesar 8 bulan hal ini dikarenakan perawatan yang dilakukan rutin selama rentang waktu 8 bulan.

3.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data Antar Perbaikan

Pengumpulan dan pengolahan data antar perbaikan dilakukan untuk menghitung *Mean Time To Repair* (MTTR) tiap komponen mesin press. Waktu perbaikan dicatat per kejadian, lalu dihitung rata-ratanya menggunakan rumus AVERAGE di Microsoft Excel guna menentukan durasi pemulihan mesin secara efisien.

Tabel 6.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Stempel Mesin Press

No	Komponen			
	Stempel			
	Mesin 1	Mesin 2	Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
1	23/12/24	05/12/24	35	30
2	12/01/25	16/12/24	40	35
3	25/01/25	28/12/24	32	40
4	08/02/25	09/01/25	40	40
5	19/02/25	22/01/25	30	30
6	01/03/25	01/02/25	40	30
7	13/03/25	13/02/25	40	35
8	24/03/25	24/02/25	30	35
9	07/04/25	10/03/25	35	35
10	28/04/25	02/04/25	35	35
Rata Rata			35,1	

Perhitungan MTTR dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTR komponen stempel mesin press pada mesin 1 dan mesin 2 memiliki rata rata dibulatkan sebesar 35 menit.

Tabel 7.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Piringan Mesin Press

No	Komponen			
	Piringan			
	Mesin 1	Mesin 2	Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
1	13/04/22	30/03/22	20	25
2	18/08/22	17/07/22	15	25
3	17/12/22	15/11/22	20	20
4	01/04/23	28/03/23	20	20
5	14/08/23	19/07/23	20	15
6	12/12/23	07/11/23	15	20
7	18/04/24	01/03/24	20	25
8	27/07/24	10/07/24	15	20
9	26/11/24	10/11/24	20	24
10	25/03/25	15/04/25	25	25
Rata Rata			20,5	

Perhitungan MTTR dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTR komponen piringan mesin press pada mesin 1 dan mesin 2 memiliki rata rata dibulatkan sebesar 20 menit.

Tabel 8.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen As Mesin Press

No	Komponen			
	As			
	Mesin 1	Mesin 2	Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
1	15/01/20	20/02/20	20	25
2	15/09/20	20/10/20	25	25
3	15/05/21	20/06/21	25	30
4	15/01/22	20/02/22	25	25
5	15/09/22	20/10/22	30	24
6	15/05/23	20/06/23	20	30
7	15/01/24	20/02/24	25	28
8	15/09/24	20/10/24	25	25
Rata Rata			25,4	

Perhitungan MTTR dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTR komponen As mesin press pada mesin 1 dan mesin 2 memiliki rata rata dibulatkan sebesar 25 menit.

Tabel 9.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Oil Mesin Press

No	Komponen			
	Oil			
	Mesin 1	Mesin 2	Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
1	12/08/24	08/09/24	15	15
2	20/09/24	04/10/24	13	11
3	17/10/24	02/11/24	12	13
4	18/11/24	29/11/24	14	15
5	16/12/24	26/12/24	15	13
6	15/01/25	21/01/25	15	14
7	16/02/25	15/02/25	13	13
8	13/03/25	19/03/25	12	15
9	14/03/25	15/04/25	12	11
10	15/04/25	02/05/25	10	12
Rata Rata			13,2	

Perhitungan MTTR dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTR komponen Oil mesin press pada mesin 1 dan mesin 2 memiliki rata rata dibulatkan sebesar 13 menit

Tabel 10.

Durasi Dan Antar Kerusakan Komponen Gear Mesin Press

No	Komponen			
	Gear			
	Mesin 1	Mesin 2	Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
1	30/04/20	25/03/20	45	55
2	30/12/20	25/11/20	40	40
3	30/08/21	25/07/21	40	55
4	30/04/22	25/03/22	45	45
5	30/12/22	25/11/22	40	45
6	30/08/23	25/07/23	35	50
7	30/04/24	25/03/24	45	45
8	30/12/24	25/11/24	50	50
Rata Rata			45,3	

Perhitungan MTTR dilakukan dengan menggunakan rumus =AVERAGE pada Ms. Excel sehingga MTTR komponen Gear mesin

press pada mesin 1 dan mesin 2 memiliki rata rata dibulatkan sebesar 45 menit.

3.3. Penentuan Keandalan Mesin

Penentuan keandalan mesin dilakukan menggunakan pendekatan eksponensial. Hasil perhitungan menunjukkan estimasi probabilitas komponen dapat beroperasi tanpa gagal dalam kurun waktu tertentu sehingga mendukung perencanaan perawatan yang lebih efektif dan prediktif.

1. Keandalan Komponen Stempel Mesin 1

a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 14 hari

b. Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{14 \text{ hari}} = 0.071$

c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.071(1)} = 93,15\%$$

Tabel 11.

Tingkat Keandalan Komponen Stempel Mesin 1

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	93,15%	16	32,11%	31	11,07%
2	86,76%	17	29,91%	32	10,31%
3	80,82%	18	27,86%	33	9,60%
4	75,28%	19	25,95%	34	8,95%
5	70,12%	20	24,17%	35	8,33%
6	65,31%	21	22,51%	36	7,76%
7	60,84%	22	20,97%	37	7,23%
8	56,67%	23	19,53%	38	6,73%
9	52,78%	24	18,20%	39	6,27%
10	49,16%	25	16,95%	40	5,84%
11	45,79%	26	15,79%	41	5,44%
12	42,66%	27	14,70%	42	5,07%
13	39,73%	28	13,70%	43	4,72%
14	37,01%	29	12,76%	44	4,40%
15	34,47%	30	11,88%	45	4,10%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Sumpin mesin 1 selama 14 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 37.01%

2. Keandalan Komponen Stempel Mesin 2

a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 15 hari

b. Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{15 \text{ hari}} = 0.066$

c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.066(1)} = 93,61\%$$

Tabel 12.

Tingkat Keandalan Komponen Stempel Mesin 2

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	93,61%	16	34,78%	31	12,93%
2	87,63%	17	32,56%	32	12,10%
3	82,04%	18	30,48%	33	11,33%
4	76,80%	19	28,54%	34	10,60%
5	71,89%	20	26,71%	35	9,93%
6	67,30%	21	25,01%	36	9,29%
7	63,00%	22	23,41%	37	8,70%
8	58,98%	23	21,91%	38	8,14%
9	55,21%	24	20,52%	39	7,62%
10	51,69%	25	19,21%	40	7,14%
11	48,38%	26	17,98%	41	6,68%
12	45,29%	27	16,83%	42	6,25%
13	42,40%	28	15,76%	43	5,85%
14	39,69%	29	14,75%	44	5,48%
15	37,16%	30	13,81%	45	5,13%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Sumpin mesin 2 selama 15 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 34.78%

3. Keandalan Komponen Piringan Mesin 1

a. Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 120 hari

b. Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{120 \text{ hari}} = 0.0083$

c. e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.0083(1)} = 99,17\%$$

Tabel 13.

Tingkat Keandalan Komponen Piringan Mesin 1

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	99,17%	46	68,26%	91	46,99%
2	98,35%	47	67,70%	92	46,60%
3	97,54%	48	67,14%	93	46,21%
4	96,73%	49	66,58%	94	45,83%
5	95,93%	50	66,03%	95	45,45%
6	95,14%	51	65,49%	96	45,08%
7	94,36%	52	64,95%	97	44,70%
8	93,58%	53	64,41%	98	44,33%
9	92,80%	54	63,88%	99	43,97%
10	92,04%	55	63,35%	100	43,60%
11	91,27%	56	62,83%	101	43,24%
12	90,52%	57	62,31%	102	42,89%
13	89,77%	58	61,79%	103	42,53%
14	89,03%	59	61,28%	104	42,18%
15	88,29%	60	60,77%	105	41,83%
16	87,56%	61	60,27%	106	41,49%
17	86,84%	62	59,77%	107	41,14%
18	86,12%	63	59,28%	108	40,80%
19	85,41%	64	58,79%	109	40,47%
20	84,70%	65	58,30%	110	40,13%
21	84,00%	66	57,82%	111	39,80%
22	83,31%	67	57,34%	112	39,47%
23	82,62%	68	56,87%	113	39,14%
24	81,94%	69	56,40%	114	38,82%
25	81,26%	70	55,93%	115	38,50%
26	80,59%	71	55,47%	116	38,18%

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
27	79,92%	72	55,01%	117	37,87%
28	79,26%	73	54,56%	118	37,55%
29	78,61%	74	54,11%	119	37,24%
30	77,96%	75	53,66%	120	36,94%
31	77,31%	76	53,22%	121	36,63%
32	76,67%	77	52,78%	122	36,33%
33	76,04%	78	52,34%	123	36,03%
34	75,41%	79	51,91%	124	35,73%
35	74,79%	80	51,48%	125	35,43%
36	74,17%	81	51,05%	126	35,14%
37	73,56%	82	50,63%	127	34,85%
38	72,95%	83	50,21%	128	34,56%
39	72,35%	84	49,80%	129	34,28%
40	71,75%	85	49,39%	130	33,99%
41	71,16%	86	48,98%	131	33,71%
42	70,57%	87	48,57%	132	33,43%
43	69,98%	88	48,17%	133	33,16%
44	69,41%	89	47,77%	134	32,88%
45	68,83%	90	47,38%	135	32,61%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Piringan mesin 1 selama 120 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.94%

4. Keandalan Komponen Piringan Mesin 2

- Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 123 hari
- Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{123 \text{ hari}} = 0.081$
- e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.081(1)} = 99,19\%$$

Tabel 14.

Tingkat Keandalan Komponen Piringan Mesin 2

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	99,19%	46	68,89%	91	47,85%
2	98,39%	47	68,34%	92	47,46%
3	97,60%	48	67,79%	93	47,08%
4	96,81%	49	67,24%	94	46,70%
5	96,03%	50	66,70%	95	46,32%
6	95,26%	51	66,16%	96	45,95%
7	94,49%	52	65,63%	97	45,58%
8	93,73%	53	65,10%	98	45,21%
9	92,97%	54	64,57%	99	44,85%
10	92,22%	55	64,05%	100	44,49%
11	91,48%	56	63,53%	101	44,13%
12	90,74%	57	63,02%	102	43,77%
13	90,01%	58	62,51%	103	43,42%
14	89,28%	59	62,01%	104	43,07%
15	88,56%	60	61,51%	105	42,72%
16	87,84%	61	61,01%	106	42,38%
17	87,14%	62	60,52%	107	42,03%
18	86,43%	63	60,03%	108	41,69%
19	85,74%	64	59,55%	109	41,36%
20	85,04%	65	59,07%	110	41,02%
21	84,36%	66	58,59%	111	40,69%
22	83,68%	67	58,12%	112	40,37%
23	83,00%	68	57,65%	113	40,04%
24	82,33%	69	57,18%	114	39,72%

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
25	81,67%	70	56,72%	115	39,40%
26	81,01%	71	56,26%	116	39,08%
27	80,36%	72	55,81%	117	38,76%
28	79,71%	73	55,36%	118	38,45%
29	79,07%	74	54,91%	119	38,14%
30	78,43%	75	54,47%	120	37,83%
31	77,79%	76	54,03%	121	37,53%
32	77,17%	77	53,60%	122	37,22%
33	76,54%	78	53,16%	123	36,92%
34	75,93%	79	52,73%	124	36,63%
35	75,31%	80	52,31%	125	36,33%
36	74,71%	81	51,89%	126	36,04%
37	74,10%	82	51,47%	127	35,75%
38	73,51%	83	51,05%	128	35,46%
39	72,91%	84	50,64%	129	35,17%
40	72,33%	85	50,23%	130	34,89%
41	71,74%	86	49,83%	131	34,61%
42	71,16%	87	49,43%	132	34,33%
43	70,59%	88	49,03%	133	34,05%
44	70,02%	89	48,63%	134	33,78%
45	69,45%	90	48,24%	135	33,50%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Piringan mesin 2 selama 123 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.92%

5. Keandalan Komponen As Mesin 1 dan Mesin 2

- Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 8 bulan
- Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{8 \text{ bulan}} = 0.125$
- e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.125(1)} = 88,25\%$$

Tabel 15.

Tingkat Keandalan Komponen As Mesin 1 dan Mesin 2

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	88,25%	16	13,53%	31	2,08%
2	77,88%	17	11,94%	32	1,83%
3	68,73%	18	10,54%	33	1,62%
4	60,65%	19	9,30%	34	1,43%
5	53,53%	20	8,21%	35	1,26%
6	47,24%	21	7,24%	36	1,11%
7	41,69%	22	6,39%	37	0,98%
8	36,79%	23	5,64%	38	0,87%
9	32,47%	24	4,98%	39	0,76%
10	28,65%	25	4,39%	40	0,67%
11	25,28%	26	3,88%	41	0,59%
12	22,31%	27	3,42%	42	0,52%
13	19,69%	28	3,02%	43	0,46%
14	17,38%	29	2,66%	44	0,41%
15	15,34%	30	2,35%	45	0,36%

Maka rata rata kerusakan pada komponen As mesin 1 dan 2 selama bulan dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.79%

Keandalan Komponen Oil Mesin 1

- Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 29 hari
- Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{29 \text{ hari}} = 0.034$
- e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.081(1)} = 96,62\%$$

Tabel 16.

Tingkat Keandalan Komponen Oil Mesin 1

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	96,62%	16	57,67%	31	34,42%
2	93,35%	17	55,72%	32	33,26%
3	90,19%	18	53,84%	33	32,14%
4	87,14%	19	52,02%	34	31,05%
5	84,20%	20	50,26%	35	30,00%
6	81,35%	21	48,56%	36	28,98%
7	78,60%	22	46,92%	37	28,00%
8	75,94%	23	45,33%	38	27,06%
9	73,37%	24	43,80%	39	26,14%
10	70,89%	25	42,32%	40	25,26%
11	68,50%	26	40,89%	41	24,40%
12	66,18%	27	39,50%	42	23,58%
13	63,94%	28	38,17%	43	22,78%
14	61,78%	29	36,88%	44	22,01%
15	59,69%	30	35,63%	45	21,27%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Piringan mesin 1 selama 29 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.88%

6. Keandalan Komponen Oil Mesin 2

- Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 27 hari
- Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{27 \text{ hari}} = 0.037$
- e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.37(1)} = 96,37\%$$

Tabel 17.

Tingkat Keandalan Komponen Oil Mesin 2

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	96,37%	16	55,32%	31	31,76%
2	92,87%	17	53,31%	32	30,61%
3	89,49%	18	51,38%	33	29,49%
4	86,24%	19	49,51%	34	28,42%
5	83,11%	20	47,71%	35	27,39%
6	80,09%	21	45,98%	36	26,39%
7	77,18%	22	44,31%	37	25,44%
8	74,38%	23	42,70%	38	24,51%
9	71,68%	24	41,15%	39	23,62%
10	69,07%	25	39,65%	40	22,76%
11	66,56%	26	38,21%	41	21,94%
12	64,15%	27	36,82%	42	21,14%

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
13	61,82%	28	35,49%	43	20,37%
14	59,57%	29	34,20%	44	19,63%
15	57,41%	30	32,96%	45	18,92%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Piringan mesin 2 selama 27 hari dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.94%

7. Keandalan Komponen Gear Mesin 1 dan Mesin 2

- Rata Rata Antar Kerusakan sebesar 8 bulan
- Laju kegagalan sebesar $\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{8 \text{ bulan}} = 0.125$
- e adalah basis logaritma natural sebesar 2.71828

Sebagai contoh keandalan pada hari ke 1 atau R(1) sebesar

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1) = 2.71828^{-0.125(1)} = 88,25\%$$

Tabel 18.

Tingkat Keandalan Komponen Gear Mesin 1 dan Mesin 2

R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)	R(t)	Keandalan (%)
1	88,25%	16	13,53%	31	2,08%
2	77,88%	17	11,94%	32	1,83%
3	68,73%	18	10,54%	33	1,62%
4	60,65%	19	9,30%	34	1,43%
5	53,53%	20	8,21%	35	1,26%
6	47,24%	21	7,24%	36	1,11%
7	41,69%	22	6,39%	37	0,98%
8	36,79%	23	5,64%	38	0,87%
9	32,47%	24	4,98%	39	0,76%
10	28,65%	25	4,39%	40	0,67%
11	25,28%	26	3,88%	41	0,59%
12	22,31%	27	3,42%	42	0,52%
13	19,69%	28	3,02%	43	0,46%
14	17,38%	29	2,66%	44	0,41%
15	15,34%	30	2,35%	45	0,36%

Maka rata rata kerusakan pada komponen Gear mesin 1 dan 2 selama bulan dengan tingkat keandalan sebesar sekitar 36.79%

3.4. Penentuan Jadwal Perawatan

Penjadwalan perawatan yang efektif sangat penting dalam menjaga kinerja sistem. Dua metrik kunci dalam penjadwalan perawatan adalah MTTF (*Mean Time to Failures*) dan MTTR (*Mean Time To Repair*). Dengan menggunakan MTTR untuk memprediksi frekuensi kegagalan dan MTTR untuk menghitung waktu pemulihan, organisasi dapat mengoptimalkan jadwal perawatan untuk meminimalkan gangguan operasional. Penjadwalan yang tepat dapat mengurangi *downtime*, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi biaya perbaikan. Adapun jadwal perawatan yang mendatang berada pada tabel dibawah ini:

Sebagai contoh perhitungan pada **Mesin 1**:

- Perbaikan awal komponen Stampel pada tanggal 28 April 2025 dengan MTTF selama 336 jam dan MTTR keseluruhan 35 menit (diasumsikan 1 jam sama persiapan)
- Perbaikan awal komponen Piringan pada tanggal 25 Maret 2025 dengan MTTF selama 2880 jam dan MTTR keseluruhan 20 menit (diasumsikan 1 jam sama persiapan)
- Perbaikan awal komponen Oil 15 April 2025 dengan MTTF selama 696 jam dan MTTR 13 menit (diasumsikan 1 jam sama persiapan)

Langkah langkah perhitungan :

1. Penentuan Penjadwalan dilakukan mulai 0 jam pada tanggal 28 april 2025
2. Menghitung jam baik pada penjadwalan berikutnya setiap komponen :
 - a. Komponen Stampel MTTR dikurangi lama jam operasional mulai tanggal 28 april sampai 28 april 2025 yaitu 0 jam sehingga $sisa\ waktu = 336 - 336 = 0$
 - b. Komponen Piringan MTTR dikurangi lama jam operasional mulai tanggal 28 april

sampai penjadwalan berikutnya yaitu 2554 jam sehingga $sisa\ waktu = 2880 - 336 = 2554$

- c. Komponen Oil MTTR dikurangi lama jam operasional mulai t mulai tanggal 28 april sampai penjadwalan berikutnya yaitu 360 jam sehingga $sisa\ waktu = 696 - 336 = 360$
3. Dari hasil perhitungan setiap komponen dengan komponen Stampel dengan nilai terkecil maka jadwal perbaikan akan dilakukan pada komponen Stampel
4. Langkah langkah yang dilakukan untuk penjadwalan berikutnya sama dengan sebelumnya.

Dari langkah langkah diatas maka didapat penjadwalan perawatan pada periode berikutnya dengan perhitungan menggunakan bantuan excel didapat hasil dibawah ini:

Tabel 19.

Rekapitulasi Jadwal Perawatan Komponen Stampel, Piringan, Oil Pada Mesin Press 1

Jadwal ke	Jam ke-	Lamanya	Selesai	Tanggal	Hari ke-	Stampel	Piringan	Oil
1	0	1	1	28 April 2025	0	v	-	-
2	337	1	338	12 Mei 2025	14	v	-	-
3	674	1	675	26 Mei 2025	28	v	-	-
4	699	1	700	27 Mei 2025	29	-	-	v
5	1012	1	1013	09 Juni 2025	42	v	-	-
6	1349	1	1350	23 Juni 2025	56	v	-	-
7	1398	1	1399	25 Juni 2025	58	-	-	v
8	1687	1	1688	07 Juli 2025	70	v	-	-
9	2024	1	2025	21 Juli 2025	84	v	-	-
10	2097	1	2098	24 Juli 2025	87	-	-	v
11	2362	1	2363	04 Agustus 2025	98	v	-	-
12	2699	1	2700	18 Agustus 2025	112	v	-	-
13	2796	1	2797	22 Agustus 2025	116	-	-	v
14	2893	1	2894	26 Agustus 2025	120	-	v	-
15	3038	1	3039	01 September 2025	126	v	-	-
16	3375	1	3376	15 September 2025	140	v	-	-
17	3496	1	3497	20 September 2025	145	-	-	v
18	3713	1	3714	29 September 2025	154	v	-	-
19	4050	1	4051	13 Oktober 2025	168	v	-	-
20	4195	1	4196	19 Oktober 2025	174	v	-	v

Tabel 20.

Rekapitulasi Jadwal Perawatan Komponen Stampel, Piringan, Oil Pada Mesin Press 2

Jadwal ke	Jam ke-	Lamanya	Selesai	Tanggal	Hari ke-	Stampel	Piringan	Oil
1	0	1	1	02 Mei 2025	0	-	-	v
2	361	1	362	17 Mei 2025	15	v	-	-
3	650	1	651	29 Mei 2025	27	-	-	v
4	723	1	724	01 Juni 2025	30	v	-	-

Jadwal ke	Jam ke-	Lamanya	Selesai	Tanggal	Hari ke-	Stempel	Piringan	Oil
5	1084	1	1085	16 Juni 2025	45	v	-	-
6	1301	1	1302	25 Juni 2025	54	-	-	v
7	1446	1	1447	01 Juli 2025	60	v	-	-
8	1807	1	1808	16 Juli 2025	75	v	-	-
9	1952	1	1953	22 Juli 2025	81	-	-	v
10	2169	1	2170	31 Juli 2025	90	v	-	-
11	2530	1	2531	15 Agustus 2025	105	v	-	-
12	2603	1	2604	18 Agustus 2025	108	-	-	v
13	2892	1	2893	30 Agustus 2025	120	v	-	-
14	2965	1	2966	02 September 2025	123	-	v	-
15	3254	1	3255	14 September 2025	135	v	-	v
16	3615	1	3616	29 September 2025	150	v	-	-
17	3904	1	3905	11 Oktober 2025	162	-	-	v
18	3977	1	3978	14 Oktober 2025	165	v	-	-
19	4338	1	4339	29 Oktober 2025	180	v	-	-
20	4555	1	4556	07 November 2025	189	v	-	v

Tabel 21.

Rekapitulasi Jadwal Tabel Jadwal Perawatan Komponen As Dan Gear Pada Mesin Press 1 dan 2

Tanggal	Hari ke-	As 1	As 2	Gear 1	Gear 2
25 November 2024	0	v	-	-	-
26 November 2024	36	-	v	-	-
01 Januari 2025	108	-	-	-	v
07 Februari 2025	180	-	-	v	-
15 Maret 2025	110	v	-	-	-
28 Juli 2025	280	-	v	-	-
02 September 2025	352	-	-	-	v
09 Oktober 2025	424	-	-	v	-
14 November 2025	354	v	-	-	-
29 Maret 2026	524	-	v	-	-

3.5. Penentuan Jumlah Persediaan dan Pemesanan Ulang Sparepart Mesin Press 1 dan 2

Tabel 22.

Jumlah Persediaan Sparepart Mesin Press 1 Dan 2 Pada Bulan Mei – Oktober 2025

Sparepart	Bulan					
	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
Stempel	5	4	5	4	5	4
Piringan	-	-	-	1	1	
Oil	3	2	2	2	2	2
As	-	-	1	-	-	-
Gear	-	-	-	-	1	1

Analisis kebutuhan sparepart Mesin Press 1 dan 2 selama Mei–Oktober 2025 menunjukkan stempel sebagai komponen paling sering diganti (4–5 unit/bulan), diikuti oil (2–3 unit/bulan), sedangkan piringan, as, dan gear hanya dibutuhkan sesekali. Oleh karena itu, manajemen persediaan perlu memprioritaskan stok stempel dan oil, sementara komponen lain disiapkan

secara minimal. Titik pemesanan ulang disarankan dua minggu sebelum kebutuhan, dengan mempertimbangkan lead time masing-masing komponen. Strategi ini bertujuan menjaga ketersediaan sparepart tanpa overstock, serta menghindari *downtime* akibat keterlambatan pengadaan, khususnya pada komponen dengan lead time lebih panjang seperti as dan gear.

Penjadwalan dan pengelolaan sparepart yang dilakukan sejalan dengan temuan studi ilmiah. Misalnya, Ramadhani et al. (2022) menggunakan TPM untuk mengurangi biaya dan downtime pada subsistem rem industri otomotif hingga 25 % [12]. Sementara, Widyaningrum dkk. (2022) berhasil menetapkan interval perawatan komponen kritis (9–17 hari) melalui kombinasi RCM Pendekatan ini mendukung strategi *time-based & reliability-centered maintenance* [13].

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan MTTF dan MTTR serta analisis keandalan, penjadwalan perawatan mesin press dapat dilakukan lebih terstruktur untuk mengurangi *downtime*. Komponen kritis seperti stempel, piringan, oil, as, dan gear memiliki karakteristik kerusakan berbeda, sehingga digunakan pendekatan *time-based* dan *reliability-centered maintenance*. Stempel memiliki MTTF 14–15 hari dan MTTR 35 menit, sehingga dijadwalkan perawatan rutin setiap 14–15 hari. Oil diganti setiap 27–29 hari, piringan tiap 30 hari, sedangkan as dan gear memiliki MTTF sekitar 8 bulan dengan waktu perbaikan sekitar 50–60 menit.

Dalam pengelolaan sparepart, strategi disusun berdasarkan pola konsumsi enam bulan terakhir. Komponen seperti stempel dan oil disiapkan dalam jumlah lebih, sedangkan as dan gear dipesan mendekati jadwal perawatan. Reorder point dihitung berdasarkan lead time dan rata-rata pemakaian bulanan, sehingga pemesanan dilakukan sebelum stok habis. Pendekatan ini menjaga ketersediaan sparepart, menghindari keterlambatan perbaikan, dan memastikan kelancaran proses produksi.

Daftar Pustaka

- [1] M. Rosyidin Akbar and W. Widiasih, “Analisis Perawatan Mesin Bubut Dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak Dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan,” *SENOPATI*, vol. Vol. 1, no. 2, pp. 32–45, 2022.
- [2] F. Fathurohman and S. Triyono, “RCM (Reliability Centered Maintenance): The Implementation In Preventive Maintenance (Case Study In An Expedition Company),” *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, vol. 1, no. 02, pp. 197–212, Dec. 2020, doi: 10.37366/ekomabis.v1i02.29.
- [3] O. Rambuna, “Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Produksi Obat-Obatan [XYZ],” 2021.
- [4] A. Suryatman Margana and M. Fahmi Suhendar, “Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Pada Air Cooled Chiller FMC 20,” 2021.
- [5] Daniel Chrisnanda Septrian Putra and Etik Puspitasari, “Analisis Manajemen Perawatan Mesin Produksi Kemasam Plastik Spout dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM),” *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 3, pp. 117–128, Aug. 2024, doi: 10.55606/juprit.v3i3.4236.
- [6] Rommy, “Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE),” *Journal Industrial Servicess*, vol. 5, no. 2, pp. 207–212, 2020.
- [7] Jesus R, Sifonte, V. James, and Reyes Picknell, *Reliability Centered Maintenance-Reengineered Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R ®*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2024.
- [8] R. F. Prabowo, “Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE),” 2020.
- [9] I. A. Tamba, A. Suryatman Margana, and B. Y. Prasetyo, “Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Dan Metode Fmea Pada Ac Package Di Gerbong PT. KCI Juanda,” *IRWNS*, no. 14, pp. 235–241, 2023.
- [10] D. d Nugroho, *Analisis Biaya Persediaan Dalam Manajemen Operasional*. PT Rajagrafindo Persada, 2023.
- [11] F. Amimah, P. E. Dewi, and K. Wati, “Optimalisasi Persediaan Pakan Udang Menggunakan Linear Programming Guna Meminimalkan Biaya Persediaan Pada PT. Universal Agri Bisnisindo Banyuwangi,” *i tabaos*, vol. 3, no. 3, pp. 134–142, 2023.
- [12] A. G. Ramadhani, D. Zahra Azizah, F. Nugraha, and M. Fauzi, “Analisa Penerapan TPM (Total Productive Maintenance) dan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Pada Mesin Auto Cutting Di PT XYZ,”

- Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, vol. 2, no. 1, pp. 59–69, 2022, doi: 10.46306/tgc.v2i1.
- [13] M. R. Widyaningrum and F. D. Winati, “Penjadwalan Perawatan Mesin di CV Wijaya Workshop dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM),” *Jurnal TRINISTIK: Jurnal Teknik Industri, Bisnis Digital, dan Teknik Logistik*, vol. 1, no. 1, pp. 37–43, Mar. 2022, doi: 10.20895/trinistik.v1i1.455.
- [14] A. Fauzan, S. Ma, and U. Bhayangkara Jakarta, “Analisa Pengendalian Persediaan Suku Cadang Di Area Workshop pada PT. XYZ dengan Metode Analisis ABC,” *JUIT*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [15] R. E. Pujiastza, P. E. Dewi, and K. Wati, “Penentuan Dan Perencanaan Sistem Inventory Untuk Meminimasi Jumlah Produk Remix Akibat Expired Di Dalam Gudang Pada PT. Pakindo Jaya Perkasa,” *i tabaos*, vol. 3, no. 3, pp. 123–133, 2023.