
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14328

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14328

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Metalworking Milling Maintenance Priorities Using MTBF and FMEA: Prioritas Pemeliharaan Mesin Penggilingan Logam Menggunakan MTBF dan FMEA

Muhammad Rakha Anargya Santoso, 22032010135@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Rusindiyanto Rusindiyanto, rusindiyanto.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Machine reliability is essential in metalworking industries because production continuity depends on high-precision equipment that can operate with minimal downtime. **Specific Background** The observed universal milling machine experienced frequent breakdowns that interrupted production activities, indicating that its existing care system was not fully planned or documented. **Knowledge Gap** Although previous studies have applied reliability-based approaches to industrial equipment, the specific integration of Mean Time Between Failure and Failure Mode and Effect Analysis for determining component-level repair ranking and scheduled care on the observed universal milling machine remains necessary. **Aims** This study aims to identify failure causes, determine repair ranking, and design a preventive schedule for universal milling machine components. **Results** The analysis identified worn gears and unresponsive panels as the most critical failures, each recording the highest Risk Priority Number of 576. MTBF calculation produced different component intervals, including gears every 7 days, panels every 22 days, automatic pins every 36 days, transformers every 90 days, fan every 180 days, and vanbelt and automatic bearing every 60 days. Availability results showed the lowest readiness for gears at 88.8%, while other components remained above 97%. **Novelty** This study combines RPN-based failure ranking with MTBF-based interval planning for a 42-year-old universal milling machine. **Implications** The findings provide a practical basis for structured preventive scheduling and targeted component repair in metalworking operations.

Highlights:

- Worn gears and unresponsive panels recorded the highest RPN value of 576.
- Component care intervals ranged from 7 to 180 days.
- Gear readiness reached the lowest value at 88.8%.

Keywords: FMEA, MTBF, Maintenance, Universal Milling

Published date: 2026-06-10

Pendahuluan

Industri manufaktur merupakan sektor penting dalam pembangunan ekonomi, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia, karena berperan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mendorong sektor lain seperti jasa dan pertanian [1]. Industri berbasis produksi juga menjadi tulang punggung dalam pemenuhan kebutuhan domestik maupun ekspor [2]. Dalam operasionalnya, kelancaran produksi sangat bergantung pada kinerja mesin yang rentan mengalami penurunan akibat beban kerja tinggi dan kondisi lingkungan. Karena hal tersebut, dibutuhkan sistem perawatan untuk menjaga stabilitas produksi, meminimalkan gangguan, dan mempertahankan kualitas produk sesuai dengan standar yang ditetapkan [3].

UPTI Logam dan Perekrayasaan Sidoarjo adalah pusat pelatihan dan produksi yang beroperasi di bidang pengolahan logam dan rekayasa logam. Dalam alur kerjanya, UPTI menggunakan mesin universal milling sebagai alat utama untuk pengikisan dan pembentukan permukaan logam. Mesin ini memiliki spesifikasi seperti meja kerja 30 x 120 cm, pengatur kecepatan, dan sistem penggerak otomatis, dengan usia pakai 42 tahun. Dari dua mesin yang tersedia, mesin yang diteliti yaitu mesin yang digunakan untuk produksi dengan waktu operasi sekitar 7 jam/hari. Hasil observasi menunjukkan sering terjadi gangguan seperti mesin macet, kerusakan *automatic feeder*, mesin mati tiba-tiba, dan tidak merespons, dengan 49 kejadian dalam satu tahun. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem perawatan yang diterapkan belum terencana dan terdokumentasi secara menyeluruh.

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis penyebab kerusakan dan prioritas perbaikan serta menyusun jadwal *preventive maintenance* yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas perawatan, serta *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk mengetahui rata-rata interval antar kerusakan. FMEA merupakan metode sistematis yang digunakan untuk menganalisis risiko kegagalan berdasarkan parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas tindakan [4]. MTBF dipergunakan untuk mengukur keandalan mesin melalui rata-rata waktu proses sebelum terjadi kerusakan, sehingga dijadikan acuan pada perencanaan pemeliharaan [5].

Keberhasilan penggunaan metode MTBF dan FMEA dalam meningkatkan keandalan mesin telah dibuktikan pada beberapa penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa metode tersebut mampu mengidentifikasi komponen dengan nilai RPN tertinggi pada encoder serta menyusun jadwal *preventive maintenance* guna mengurangi downtime. Selain itu, penelitian terdahulu juga membuktikan bahwa kombinasi metode MTBF, MTTR, dan FMEA mampu menentukan prioritas perawatan serta menghasilkan interval perawatan, seperti fan belt 68 hari dan gear box 57 hari, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan mesin. Berdasarkan pada dua penelitian tersebut, penggunaan metode MTBF dan FMEA dalam penelitian dapat membantu dalam mengidentifikasi penyebab kerusakan, prioritas perbaikan dan merancang jadwal perawatan *preventive*.

Metode

Pengolahan data dilakukan untuk menganalisis penyebab kerusakan, prioritas perbaikan dan penyusunan jadwal *preventive maintenance* pada komponen mesin Universal Milling berdasarkan data yang telah diperoleh. Metode yang digunakan yaitu metode *Mean Time between Failure* (MTBF) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1. Industri Logam

Industri logam merupakan industri yang mengolah bahan baku menjadi produk jadi dengan memanfaatkan mesin dan teknologi modern. Dalam proses produksinya, teknologi digunakan untuk meningkatkan efisiensi, presisi, serta kapasitas melalui berbagai tahapan pengolahan. Penggunaan mesin berteknologi tinggi menjadi faktor penting dalam meningkatkan daya saing industri di tengah persaingan yang semakin ketat [6].

2. Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah aktivitas perawatan yang dilaksanakan secara terencana sebelum munculnya kerusakan pada mesin. Kegiatan ini mencakup inspeksi rutin, deteksi dini, serta tindakan pengendalian untuk menjaga dan memperpanjang umur pakai peralatan. Pelaksanaannya bertujuan untuk mengurangi frekuensi kerusakan, mencegah gangguan operasional, dan meningkatkan keandalan serta stabilitas produksi [7]. *Preventive maintenance* juga membantu mengurangi biaya perbaikan, meningkatkan efisiensi, dan menjaga kualitas produk [8].

3. Tahap Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF)

Pada tahap ini, dilaksanakan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) untuk mengetahui rata-rata waktu antar kerusakan mesin. MTBF merupakan indikator yang digunakan untuk menggambarkan tingkat keandalan mesin yang dapat diperbaiki dan kembali dioperasikan setelah mengalami kerusakan, sehingga dapat menunjukkan seberapa sering gangguan terjadi dalam periode tertentu [9]. Nilai MTBF yang tinggi menunjukkan mesin memiliki keandalan yang baik, sedangkan nilai yang rendah mengindikasikan perlunya peningkatan sistem perawatan. Perhitungan MTBF dilakukan dengan membandingkan total waktu operasi dengan frekuensi kerusakan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pemeliharaan dan pengambilan keputusan perbaikan mesin [5]. Berikut rumus perhitungan MTBF:

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Breakdown Frequency}} \quad (1)$$

4. Tahap Perhitungan Mean Time To Repair

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam memperbaiki mesin setelah terjadi kerusakan. MTTR digunakan untuk menggambarkan kemampuan sistem perawatan dalam mengembalikan mesin ke kondisi operasional, dimana nilai yang tinggi menunjukkan rendahnya tingkat *maintainability* dan berdampak pada peningkatan waktu henti produksi. Perhitungan MTTR dilakukan dengan membandingkan total waktu perbaikan dengan jumlah kerusakan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar evaluasi efektivitas proses perbaikan dan upaya peningkatan kinerja perawatan [10]. Berikut rumus perhitungan MTTR:

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frequency Breakdown}} \quad (2)$$

5. Tahap Perhitungan Availability

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan *availability* untuk mengetahui tingkat ketersediaan mesin dalam proses produksi. *Availability* diukur berdasarkan perbandingan antara waktu operasi dengan waktu tersedia, yang mencerminkan kesiapan mesin dalam mendukung kegiatan operasional [11]. Selain itu, semakin tinggi nilai *availability* maka semakin optimal proses produksi karena mampu mengurangi *downtime* serta menjaga stabilitas dan kualitas output [12]. Berikut rumus perhitungan

$$(\text{Availability} = \frac{\text{Jam operasional} - \text{Maintenance}}{\text{Jam Operasional}} \quad (3)$$

6. Tahap Failure Mode and Effect Analysis

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kerusakan dan analisis menadalam terhadap penyebab yang mendasari serta dampak yang ditimbulkan masing-masing kerusakan [4]. Analisis dilakukan dengan menggunakan 3 parameter utama yaitu *Severity* (S) atau tingkat keparahan dampak kegagalan, *Occurrence* (O) atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan, serta *Detection* (D) yang mencerminkan kemampuan sistem untuk mendeteksi [4]. Kriteria dan *rating* tiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 [13]:

Tabel 1. Kriteria dan *Rating Severity*

Rating		Kriteria
1	Minor	Akibat tidak akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak memperhatikan kecacatan ini
2	Low	Akibat yang muncul hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler
3		
4	Moderate	Pengguna akan merasakan penurunan kinerja, namun dalam batas wajar. Perbaikan tidak mahal dan selesai dalam waktu singkat.
5		
6		
7	High	Penggunaan akan merasakan akibat buruk yang berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
8		
9	Very High	Akibat yang timbul sangat berbahaya dan mempengaruhi keselamatan pengguna
10		

Tabel 2. Kriteria dan *Rating Occurance*

Rating		Kriteria
1	Very Low	Kejadian mungkin sangat rendah/jarang
2	Low	Kejadian mungkin terjadi rendah.
3		
4	Moderate	Kejadian mungkin terjadi sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan dengan kesalahan yang terjadi sesekali.
5		
6		
7	High	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang sering terjadi.
8		
9	Very High	Kejadian mungkin sangat tinggi. Kesalahan hampir pasti terjadi
10		

Tabel 3. Kriteria dan *Rating Detection*

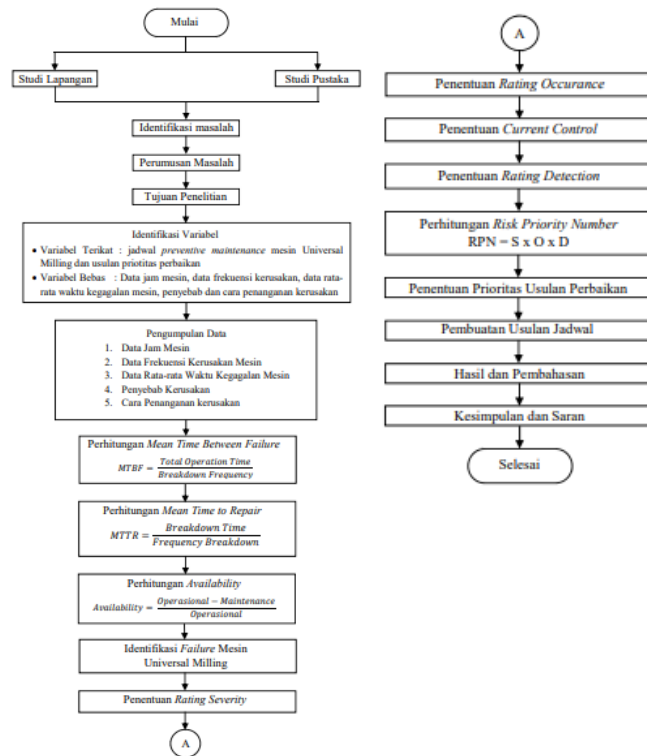
Rating	Kriteria
1	Metode pencegahan sangat efektif, tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.
2	
3	
4	Kemungkinan terjadi bersifat sedang. Metode pencegahan sesekali memungkinkan penyebab terjadi.
5	
6	
7	Kemungkinan penyebab terjadi tinggi. Pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang.
8	
9	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang
10	

Ketiga parameter ini dikombinasikan dalam bentuk *Risk Priority Number* (RPN) yang menjadi dasar untuk menetapkan prioritas tindakan [4]. Berikut rumus perhitungan RPN [13]:

$$RPN = S \times O \times D \quad (4)$$

Selanjutnya identifikasi *current control*, identifikasi *current control* untuk mengetahui tindakan pencegahan dan deteksi yang diterapkan dalam proses. *Current control* merupakan upaya pengendalian yang bertujuan meminimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan serta memberikan gambaran mekanisme kontrol yang berjalan. Selain itu, *current control* juga berperan dalam mendeteksi potensi penyebab kegagalan sebelum terjadi, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengendalian [14][15].

Berikut merupakan *flowchart* penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. *Flowchart*

Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

Sebelum melakukan pengolahan data, tahap awal yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang relevan dengan objek penelitian, yaitu mesin universal milling yang berada di UPTI Logam dan Perkayasaan Sidoarjo. Data terkait perawatan mesin yang digunakan dalam penelitian ini mencakup periode Oktober 2024 hingga September 2025. Data-data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7:

[ISSN 2714-7444 \(online\)](https://doi.org/10.21070/acopen.11.2026.14328), <https://acopen.umsida.ac.id>, published by [Universitas Muhammadiyah Sidoarjo](https://www.muhammadiyah.ac.id)

1. Data Frekuensi Kerusakan dan Downtime Mesin

Berikut merupakan data frekuensi terjadinya kerusakan dan *downtime* mesin universal milling mulai dari bulan oktober 2024 – september 2025, data disajikan pada Tabel 4:

Tabel 4. Data Frekuensi Kerusakan dan Downtime Mesin Universal Milling 2024-2025 di UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo

Bulan	Frekuensi	Downtime (Menit)	Downtime (Jam)
Oktober	5	1560	26
November	4	1260	21
Desember	4	1380	23
Januari	2	720	12
Februari	4	1380	23
Maret	5	1680	28
April	6	2100	35
Mei	4	1380	23
Juni	2	780	13
Juli	5	1620	27
Agustus	4	1620	27
September	4	1500	25
Total			283

2. Data Frekuensi Kerusakan dan Waktu Perbaikan Mesin

Berikut merupakan data frekuensi terjadinya kerusakan dan waktu perbaikan mesin universal milling mulai dari bulan oktober 2024 – september 2025, data disajikan pada Tabel 5:

Tabel 5. Data Frekuensi Kerusakan dan Waktu Perbaikan Mesin Universal Milling 2024-2025 di UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo

Bulan	Frekuensi	Perbaikan (Menit)	Perbaikan (Jam)
Oktober	5	1260	21
November	4	960	16
Desember	4	960	16
Januari	2	600	10
Februari	4	1080	18
Maret	5	1140	19
April	6	1620	27
Mei	4	1020	17
Juni	2	600	10
Juli	5	1260	21
Agustus	4	1200	20
September	4	1080	18
Total			213

3. Data Kerusakan, Downtime dan Waktu Perbaikan Mesin

Berikut merupakan data kerusakan komponen mesin, *downtime* dan waktu perbaikan komponen mesin universal milling mulai dari bulan oktober 2024 – september 2025 dan data total *Downtime* dan Perbaikan tiap komponen, data disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7:

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June

DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14328

Tabel 6. Data Kerusakan Komponen Mesin, *Downtime* dan Waktu Perbaikan Mesin Universal Milling di UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo 2024-2025

No	Bulan	Komponen Rusak	<i>Downtime</i> (Menit)	Perbaikan (Menit)
1	Oktober	<i>Fan</i>	180	120
2		Roda Gigi	360	300
3		Panel	300	240
4		Pin Otomatis	360	300
5		Roda Gigi	360	300
6	November	Roda Gigi	360	300
7		<i>Trafo</i>	180	120
8		Panel	300	240
9		Roda Gigi	420	300
10	Desember	Roda Gigi	360	300
11		<i>Vanbelt</i>	180	120
12		Panel	360	240
13		Roda Gigi	480	300
14	Januari	Roda Gigi	360	300
15		Roda Gigi	360	300
16	Februari	Roda Gigi	420	300
17		Pin Otomatis	360	300
18		<i>Bearing Otomatis</i>	240	180
19		Roda Gigi	360	300
20	Maret	Panel	300	240
21		Pin Otomatis	420	300
22		Panel	420	240
23		<i>Trafo</i>	240	120
24		Panel	300	240
25	April	Roda Gigi	360	300
26		<i>Bearing Otomatis</i>	240	180
27		Roda Gigi	360	300
28		Panel	360	240
29		Roda Gigi	420	300
30		Roda Gigi	360	300
31	Mei	Roda Gigi	480	300
32		<i>Vanbelt</i>	180	120
33		Roda Gigi	360	300
34		Roda Gigi	360	300
35	Juni	Roda Gigi	360	300
36		Roda Gigi	420	300
37	Juli	Panel	300	240
38		Roda Gigi	360	300
39		<i>Vanbelt</i>	240	120
40		Roda Gigi	360	300
41		Pin Otomatis	360	300
42	Agustus	Roda Gigi	480	300
43		Roda Gigi	360	300

44	September	Roda Gigi	360	300
45		Roda Gigi	420	300
46		Pin Otomatis	360	300
47		Roda Gigi	480	300
48		Bearing Otomatis	300	180
49		Roda Gigi	360	300
Total			16980	12780

Tabel 7. Total Jam Downtime dan Perbaikan Komponen Okt 2024 - Sep 2025

Komponen	Downtime (Menit)	Perbaikan (Menit)	Downtime (Jam)	Perbaikan (Jam)
Roda Gigi	10380	8100	173	135
Fan	180	120	3	2
Panel	2640	1920	44	32
Pin Otomatis	1980	1500	33	25
Travo	420	240	7	4
Vanbelt	600	360	10	6
Bearing Otomatis	780	540	13	9
Total	16980	12780	283	213

4. Data Jam Operasional Mesin Universal Milling

Jam operasional mesin dihitung berdasarkan selisih antara total waktu berjalannya mesin dengan waktu *downtime* mesin, dari perhitungan tersebut maka akan diketahui jam operasional mesin, berikut rumus perhitungan jam operasional mesin universal milling:

$$\begin{aligned} \text{Jam operasional} &= \text{Jam mesin/hari} \times \text{Jumlah hari kerja/tahun} - \text{Downtime total} \\ &= 7 \times 220 - 283 \\ &= 1257 \text{ Jam} \quad (4) \end{aligned}$$

B. Pengolahan Data

1. Perhitungan Mean Time Between Failure

Setelah data frekuensi kerusakan dan *downtime* terkumpul, proses selanjutnya adalah mengolah data dengan menghitung *mean time between failures* (MTBF). Perhitungan MTBF bertujuan untuk mengetahui rata-rata waktu antar kerusakan, sehingga dapat menunjukkan tingkat keandalan mesin pada periode tertentu. Nilai MTBF yang didapat kemudian digunakan sebagai dasar perancangan jadwal *preventive maintenance*. Berikut disajikan *mean time between failure* (MTBF) dari tiap komponen pada Tabel 8:

Tabel 8. Perhitungan Mean Time Between Failure Komponen Universal Milling Okt 2024 - Sep 2025

Komponen	Operasional (Jam)	Frekuensi	MTBF
Roda Gigi	1257	27	46,6
Fan	1257	1	1257
Panel	1257	8	157,1
Pin Otomatis	1257	5	251,4
Trafo	1257	2	628,5
Vanbelt	1257	3	419
Bearing Otomatis	1257	3	419

Setelah diperoleh nilai *mean time between failure* (MTBF) dalam satuan jam, langkah selanjutnya adalah mengonversinya ke dalam satuan hari agar lebih mudah diinterpretasikan dalam konteks penjadwalan perawatan. Nilai *mean time between failure* dalam satuan hari yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk interval *preventive maintenance* tiap komponen, berikut disajikan interval *preventive maintenance* dari tiap komponen pada Tabel 9:

Tabel 9. Perhitungan Interval *Preventive Maintenance* Okt 2024 – Sep 2025

Komponen	MTBF (Jam)	MTBF (Hari)	Interval <i>Maintenance</i> (Hari)
Roda Gigi	46,6	6,7	7
<i>Fan</i>	1257	179,6	180
Panel	157,1	22,4	22
Pin Otomatis	251,4	35,9	36
<i>Trafo</i>	628,5	89,8	90
<i>Vanbelt</i>	419	59,9	60
<i>Bearing</i> Otomatis	419	59,9	60

2. Perhitungan *Mean Time To Repair*

Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menghitung *Mean Time to Repair* (MTTR) untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perbaikan mesin setelah terjadi kerusakan. Berikut disajikan *mean time to repair* (MTTR) dari tiap komponen pada Tabel 10:

Tabel 10. Perhitungan *Mean Time To Repair* Komponen Universal Milling Okt 2024 – Sep 2025

Komponen	Perbaikan (Jam)	Frekuensi	MTTR (Jam)
Roda Gigi	135	27	5
<i>Fan</i>	2	1	2
Panel	32	8	4
Pin Otomatis	25	5	5
<i>Trafo</i>	4	2	2
<i>Vanbelt</i>	6	3	2
<i>Bearing</i> Otomatis	9	3	3

3. Perhitungan *Availability*

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menghitung nilai *availability* untuk mengetahui tingkat ketersediaan mesin dalam proses produksi. Perhitungan *availability* bertujuan untuk menunjukkan seberapa besar persentase waktu mesin berada dalam kondisi siap digunakan dibandingkan dengan total waktu yang tersedia. Berikut disajikan *availability* dari tiap komponen pada Tabel 11:

Tabel 11. Perhitungan *Availability* Mesin Universal Milling Okt 2024 – Sep 2025

Komponen	Jam Operasional	<i>Maintenance</i> (Jam)	<i>Availability</i>
Roda Gigi	1540	173	88,8%
<i>Fan</i>	1540	3	99,8%
Panel	1540	44	97,1%
Pin Otomatis	1540	33	97,9%
<i>Travo</i>	1540	7	99,5%
<i>Vanbelt</i>	1540	10	99,4%
<i>Bearing</i> Otomatis	1540	13	99,2%

C. Analisis *Failure Mode and Effect Analysis*

Selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada komponen mesin dan dampak yang ditimbulkan terhadap sistem serta cara mengatasi permasalahan yang ada. Metode FMEA mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*), menentukan penyebab dan efek yang muncul, serta memberikan penilaian sesuai dengan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan mendeteksi (*detection*). Hasil penilaian tersebut digunakan untuk menghitung nilai *risk priority number* (RPN) sebagai acuan menentukan prioritas perbaikan yang perlu dilakukan. Analisis *failure mode and effect analysis* (FMEA) disajikan pada Tabel 12:

Tabel 12. Analisis *Failure Mode and Effect Analysis*

<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>S</i>	<i>Cause</i>	<i>O</i>	<i>Current Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
Roda Gigi Aus	Penurunan atau hilangnya transmisi daya ke <i>spindle</i> /meja	9	Disebabkan oleh pelumasan yang tidak merata serta adanya kontaminasi oli oleh partikel yang mempercepat keausan roda gigi.	9	Melakukan pengecekan dan penggantian oli secara berkala serta menjaga kebersihan sistem pelumasan untuk mencegah kontaminasi.	7	567
	Timbul getaran dan kebisingan berlebihan saat operasi	7	Disebabkan oleh keausan pada permukaan gigi dan distribusi pelumasan yang tidak merata selama operasi mesin	9	Melakukan inspeksi kondisi roda gigi dan memastikan pelumasan merata serta melakukan pelumasan rutin	7	441
Fan Macet	Terjadi <i>overheating</i> pada mesin	8	Disebabkan oleh penumpukan debu pada kipas serta kemacetan pada poros kipas yang menghambat proses pendinginan mesin.	4	Membersihkan kipas dan ventilasi secara berkala serta memeriksa putaran kipas untuk memastikan tidak terjadi hambatan.	9	288
Panel Tidak Respon	Kehilangan kontrol terhadap operasi mesin	9	Disebabkan oleh adanya kabel yang putus atau koneksi yang longgar serta gangguan pada suplai listrik ke panel kontrol.	7	Melakukan pengecekan instalasi kabel dan koneksi listrik secara rutin	9	567
	Mesin tidak dapat diatur kecepatannya	8	Disebabkan oleh kerusakan pada <i>selector switch</i> yang berfungsi mengatur kecepatan mesin.	7	Melakukan pemeriksaan fungsi <i>selector switch</i> secara berkala serta penggantian komponen jika terjadi kerusakan.	9	504
Pin Otomatis Tidak Layak Pakai	Meja tidak bergerak secara otomatis	6	Disebabkan oleh kondisi pin yang patah atau bengkok serta kurangnya pelumasan	7	Melakukan pelumasan rutin pada mekanisme <i>feed</i> serta inspeksi kondisi fisik pin untuk mencegah kerusakan.	9	378
	Terjadi slip atau kegagalan penguncian mekanisme <i>feed</i>	7	Disebabkan oleh keausan pada pin serta kelonggaran toleransi komponen yang menyebabkan mekanisme penguncian tidak bekerja maksimal.	7	Melakukan pemeriksaan keausan pin dan penyetelan ulang komponen untuk menjaga kekencangan dan fungsi penguncian.	9	441
Trafo Mati	Tegangan tidak stabil pada sistem kontrol	8	Disebabkan oleh kondisi <i>overheating</i> dan beban berlebih yang terjadi pada transformator.	5	Melakukan pemantauan suhu trafo dan memastikan beban kerja sesuai kapasitas serta menjaga ventilasi tetap baik.	9	360
	Mesin tidak dapat dinyalakan	9	Disebabkan oleh <i>overheating</i> dan <i>overloading</i> yang menyebabkan transformator tidak mampu menyuplai tegangan ke sistem.	5	Melakukan pengecekan kondisi <i>trafo</i> secara berkala dan menghindari penggunaan beban berlebih pada sistem listrik.	9	405
<i>Vanbelt</i> Aus dan Putus	Daya dari motor tidak tersalurkan ke <i>gearbox</i>	9	Disebabkan oleh putusnya <i>vanbelt</i> atau keausan permukaan <i>belt</i> yang menyebabkan terjadinya slip pada sistem transmisi.	6	Melakukan pemeriksaan kondisi <i>vanbelt</i> dan penggantian secara berkala serta menjaga ketegangan <i>belt</i> sesuai standar.	7	378
	<i>Vanbelt</i> bergetar dan menimbulkan kebisingan	7	Disebabkan oleh ketidaksesuaian tegangan <i>belt</i> serta ketidaksejajaran <i>pulley</i> yang memicu getaran dan suara bising saat operasi.	6	Melakukan penyetelan ketegangan <i>belt</i> dan pengecekan keselarasan <i>pulley</i> secara rutin.	7	294
<i>Bearing</i> Otomatis Aus	Gerakan meja tidak halus atau tersendat	7	Disebabkan oleh pemasangan <i>bearing</i> yang tidak presisi serta kurangnya pelumasan pada komponen tersebut.	6	Melakukan pelumasan rutin dan memastikan pemasangan <i>bearing</i> sesuai standar untuk menjaga kelancaran gerakan.	9	378
	Kerusakan lanjutan pada <i>shaft</i> atau <i>lead screw</i>	8	Disebabkan oleh kurangnya pelumasan serta keausan pada <i>bearing</i> yang memicu kerusakan lanjutan pada komponen lain.	6	Melakukan inspeksi kondisi <i>bearing</i> secara berkala serta penggantian sebelum terjadi kerusakan lebih lanjut.	9	432

D. Pembuatan Usulan Penjadwalan Preventive Maintenance

Setelah dilakukan perhitungan *mean time between failure* (MTBF), nilai tersebut dikonversi ke dalam satuan hari dan digunakan untuk menentukan frekuensi perawatan tiap komponen dalam satu tahun. Selanjutnya dihitung interval perawatan dengan membagi jumlah hari kerja dengan jam kerja. Hasil perhitungan ini menjadi dasar dalam merancang jadwal *preventive maintenance*, rincian penjadwalan *preventive maintenance* disajikan pada Tabel 13:

Tabel 13. Rancangan Jadwal *Preventive Maintenance* Jan – Des 2026

Jadwal <i>Preventive Maintenance</i>													
Universal Milling	komponen	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Roda Gigi	4x	4x	4x	5x	4x	4x	5x	4x	5x	4x	4x	5x

ISSN 2714-7444 (online), <https://acopen.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<i>Fan</i>						1x						1x
Panel	1x	1x	2x	1x	1x	2x	1x	2x	1x	1x	2x	1x
Pin Otomatis		1x	1x	1x	1x	1x		1x	1x	1x	1x	1x
Travo			1x			1x			1x			1x
<i>Vanbelt</i>		1x		1x		1x		1x		1x		1x
<i>Bearing Otomatis</i>		1x		1x		1x		1x		1x		1x

E. Analisa Hasil Pembahasan

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) menghasilkan nilai seperti roda gigi 46,6 jam, fan 1257 jam, dan panel 157,1 jam yang digunakan sebagai dasar penentuan interval perawatan. Nilai MTBF kemudian dikonversi ke satuan hari dengan pembagian 7 jam kerja per hari, sehingga diperoleh interval seperti roda gigi 7 hari, panel 22 hari, dan fan 180 hari sebagai acuan penjadwalan *preventive maintenance*. Perhitungan dengan *Mean Time to Repair* (MTTR) menghasilkan rata-rata waktu perbaikan, seperti roda gigi dengan rata-rata 5 jam, panel dengan rata-rata 4 jam, dan fan dengan rata-rata 2 jam, yang menunjukkan efektivitas proses perbaikan. Perhitungan *availability* menunjukkan tingkat ketersediaan mesin, seperti roda gigi 89,9% dan komponen lain di atas 97%, yang menandakan mesin siap digunakan. Analisis FMEA menunjukkan roda gigi aus dan panel tidak merespon sebagai komponen dengan nilai RPN tertinggi yaitu 567, dipicu oleh pelumasan tidak merata, kontaminasi, serta gangguan kelistrikan, sehingga memerlukan perawatan terus-menerus. Berdasarkan seluruh analisis, disusun jadwal *preventive maintenance* dengan frekuensi berbeda tiap komponen, dimana bulan ke-6 dan ke-12 menjadi periode perawatan paling padat dibandingkan bulan lainnya.

Simpulan

Pada mesin universal milling di UPTI Logam dan Perekayasaan, kerusakan terjadi pada beberapa komponen seperti roda gigi, fan, panel, pin otomatis, trafo, vanbelt, dan bearing yang disebabkan oleh pelumasan tidak mencukupi, aus, pencemaran, gangguan kelistrikan, serta ketidaktepatan pemasangan. Berdasarkan analisis FMEA, roda gigi aus dan panel pengatur tidak merespon mempunyai nilai RPN tertinggi dengan nilai 567 sehingga menjadi prioritas utama dalam perawatan karena memiliki resiko besar mengganggu atau menghentikan kegiatan produksi. Sebagai upaya pencegahan, dirancang jadwal *preventive maintenance* berdasarkan perhitungan MTBF dengan frekuensi perawatan berbeda tiap komponen rusak, seperti roda gigi 4–5 kali tiap bulan, panel 1–2 kali tiap bulan, serta komponen lain pada bulan tertentu, sehingga perawatan dapat dilakukan lebih terencana.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPTI Logam dan Perekayasaan Sidoarjo atas izin dan kerja sama selama penelitian. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada dosen pembimbing dan dosen penguji atas bimbingan serta arahan dalam pelaksanaan dan penyusunan penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan yang tiada henti. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman yang selalu memberi semangat dan bantuan selama penelitian berlangsung.

References

- N. A. P. Harahap, F. Al Qadri, D. I. Y. Harahap, M. Situmorang, dan S. Wulandari, "Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia," *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis Islam*, vol. 4, no. 6, pp. 1444–1450, 2023, doi: 10.47467/elmal.v4i6.2918.
- S. Supriandi dan M. Y. Masela, "Pengaruh Struktur Modal, Profitabilitas, Likuiditas Pasar Terhadap Nilai Perusahaan Pada Industri Manufaktur di Jawa Barat," *Sains Akuntansi dan Keuangan*, vol. 1, no. 3, pp. 142–152, Mei 2023, doi: 10.58812/sak.v1i03.109.
- B. Cahyadi dan B. A. S. Sosiawan, "Upaya Peningkatan Nilai Overall Equipment Effectiveness pada Mesin AFC-100," *Jurnal SEMRESTEK*, pp. 459–464, 2024.
- I. K. Wiryajati dan I. K. P. Putra, FMEA untuk Panduan Praktis Identifikasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko. Indramayu, Indonesia: PT Adab Indonesia, 2025.
- A. Kurnianto, A. D. Joanda, dan M. A. Ghifari, "Analisa Penerapan Preventive Maintenance pada Mesin Kompresor Sentrifugal dengan Menggunakan Metode Mean Time Between Failure dan Mean Time to Repair," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 80–86, 2022, doi: 10.52447/jktm.v8i1.6684.
- C. J. T. Arli, W. I. Mursalini, dan R. Nasrah, "Pengaruh Antara Pertumbuhan Perusahaan dan Kinerja Keuangan Terhadap Income Smoothing pada Perusahaan Subsektor Logam yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2018–2022," *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 4, no. 3, pp. 11893–11904, Jun. 2024, doi: 10.31004/innovative.v4i3.10328.
- Syarifuddin, M. Alfazri, dan Muzakir, "Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Boiler dan Screw Press dengan Menghitung Mean Time to Failure dan Mean Time to Repair di PT Bumi Sama Ganda," *Industrial Engineering Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 1–6, 2022, doi: 10.29103/iej.v11i2.17600.
- F. R. Sitingjak dan F. T. R. Silalahi, "Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas," *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 226–242, Des. 2023, doi: 10.28932/jis.v6i2.7633.
- S. Silvia, R. I. D. Suyatmo, dan M. Murnianti, "Analisis Preventive Maintenance Berdasarkan Mean Time Between

- Failure (MTBF) dan Mean Time to Repair (MTTR) pada Alat Blow Molding di PT XYZ,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, vol. 2, no. 8, pp. 3471–3478, Okt. 2024, doi: 10.59837/jpmba.v2i8.1495.
10. M. H. Habibi, S. Sutrisno, dan Ahmad Jibril, “Analisis Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time to Repair (MTTR) Mesin Cold Storage,” *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, vol. 4, no. 4, pp. 1410–1421, Jun. 2025, doi: 10.56799/jceki.v4i4.8857.
 11. S. W. Putri, A. Momon, Wahyudin, dan S. Fikri, “Analisis Efektivitas Mesin Injection 2500 Ton di Bagian Produksi PT XYZ Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 4195–4200, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.5105.
 12. A. S. Purba, N. F. Pujo, N. Pamungkas, N. Yuniarsih, N. H. Batubara, dan D. Prasetyo, “Studi Pengaruh Nilai Availability Mesin Stamping terhadap Jumlah Hasil Produksi,” *Jurnal Integrasi*, vol. 16, no. 2, pp. 98–103, Okt. 2024, doi: 10.30871/ji.v16i2.8536.
 13. M. H. Aiman dan M. Nuruddin, “Analisis Kecacatan Produk pada Mesin Pemotongan dengan Menggunakan Metode FMEA di UD Abdi Rakyat,” *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 1–11, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.23835.
 14. V. Van Hoof, S. Bench, A. Buño Soto, P. P. Luppá, A. Malpass, U. M. Schilling, K. D. Rooney, A. Stretton, dan A. N. Tintu, “Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) at the Preanalytical Phase for POCT Blood Gas Analysis: Proposal for a Shared Proactive Risk Analysis Model,” *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, vol. 60, no. 8, pp. 1186–1201, Aug. 2022, doi: 10.1515/cclm-2022-0319.
 15. M. Ivanova, V. Tsenev, dan B. Dimitrov, “Manufacturing Process Improvement Through FMEA Analysis and Fuzzy Logic,” in *Proc. XXX International Scientific Conference Electronics (ET 2021)*, Sozopol, Bulgaria, Sep. 15–17, 2021, doi: 10.1109/ET52713.2021.9579721.