

Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Tenun dengan Menggunakan Integrasi Fmea, Fta, Dan Age Replacement

Farhan Ramadhan¹, Indah Apriliana Sari W.^{2*}

¹Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Corresponding author: indahapriliana@umsida.ac.id

Abstrak: Mesin tenun memiliki peran penting dalam menunjang kelancaran proses produksi kain. Kerusakan mesin yang terjadi secara berulang dapat menyebabkan penurunan output produksi serta meningkatnya waktu henti mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis penyebab utama kerusakan mesin tenun, serta menentukan prioritas perbaikan yang tepat. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan akar penyebab kerusakan, serta metode *Age Replacement* melalui perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Failure* (MTTF) untuk menganalisis tingkat keandalan mesin. Data diperoleh dari observasi, wawancara, dan data historis kerusakan mesin. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa potensi kegagalan mesin tenun tertinggi terletak pada komponen *shuttle*, *oil pump*, dan stang karena ketiga komponen tersebut memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 360, 280, dan 245 sehingga perlu diprioritaskan dalam perawatannya. Penyebab kerusakan pada ketiga komponen berasal dari faktor keausan, gesekan, kualitas pelumas, penyumbatan sistem pelumasan, beban kerja yang berlebihan, getaran, serta kondisi pemasangan komponen yang kurang baik. Adapun jadwal *preventive maintenance* yang direkomendasikan adalah setiap 243 jam untuk komponen yang masih dapat diperbaiki (*repairable*) dan setiap 87,4 jam untuk komponen yang tidak dapat diperbaiki (*non-repairable*). Penerapan jadwal perawatan tersebut diharapkan dapat mengurangi frekuensi kerusakan, menekan waktu downtime, serta meningkatkan keandalan mesin tenun.

Kata kunci: mesin tenun, FMEA, FTA, *age replacement*

Abstract: Weaving machines play a crucial role in ensuring the smooth running of the textile production process. Repeated machine failures can lead to decreased production output and increased downtime. This study aims to identify potential failures, analyze the root causes of weaving machine failures, and prioritize appropriate repairs. The methods used are *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) and *Fault Tree Analysis* (FTA) to identify failure modes and root causes of damage, as well as the *Age Replacement* method through the calculation of *Mean Time Between Failure* (MTBF) and *Mean Time To Failure* (MTTF) to analyze the level of machine reliability. Data were obtained from observations, interviews, and historical data of machine failures. The findings indicate that the shuttle, oil pump, and connecting rod are the most critical components of the weaving machine, as they recorded the highest *Risk Priority Number* (RPN) values of 360, 280, and 245, respectively. These results suggest that the three components should be given priority in maintenance planning. The analysis further revealed that their failures are primarily associated with component wear, excessive friction, poor lubricant quality, blockage within the lubrication system, excessive operating loads, high vibration levels, and improper component installation. Based on the *Age Replacement* analysis, the recommended preventive maintenance interval is 243 operating hours for repairable components and 87.4 operating hours for non-repairable components. Implementing these maintenance intervals is expected to reduce the frequency of machine failures, minimize downtime, and improve the overall reliability and operational performance of the weaving machine.

Keywords: weaving machine, FMEA, FTA, *age replacement*.

Pendahuluan

PT. Ngoro Hui Ding Plastik adalah perusahaan manufaktur Taiwan yang menghasilkan produk berupa jumbo bag. Perusahaan ini telah beroperasi di Indonesia sejak tahun 2008 dan berlokasi di Kawasan Industri Ngoro Industri Persada, Mojokerto, Jawa Timur. Dalam proses produksinya, PT. Ngoro Hui Ding Plastik mengolah bahan baku, seperti biji plastik, menjadi jumbo bag melalui

beberapa tahap, meliputi produksi serat, produksi kain, dan penjahitan, yang pada akhirnya menghasilkan jumbo bag siap pakai yang memenuhi standar kualitas dan target perusahaan.

Proses produksi di PT. Ngoro Hui Ding Plastik dilakukan dengan menggunakan mesin sebagai sarana utama. Namun, pada beberapa tahapan produksi masih sering terjadi kerusakan mesin yang berdampak langsung terhadap penurunan kuantitas hasil produksi, seperti pada proses tenun. Penurunan kuantitas hasil produksi disebabkan oleh mesin yang sering mengalami penghentian operasi akibat kerusakan pada mesin tenun. Selama ini, perbaikan mesin hanya dilakukan setelah terjadi kerusakan, Kondisi ini menyebabkan mesin rentan mengalami kerusakan berulang dan berdampak pada meningkatnya waktu henti produksi (downtime). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis yang mampu mengidentifikasi potensi kegagalan mesin secara sistematis serta menentukan prioritas perbaikan yang tepat.

Permasalahan mesin yang tidak beroperasi secara optimal dianalisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Jakpar Sidik (Sidik et al., 2022), mengenai identifikasi sistem perawatan mesin press hidrolik, hasil analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa komponen mesin press dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi adalah pompa dengan nilai RPN sebesar 192 dan katup kendali dengan nilai RPN sebesar 245. Selanjutnya, Hasil pencarian akar permasalahan menggunakan metode FTA menghasilkan empat akar masalah utama yang disebabkan oleh faktor yang sama, yaitu tidak dilakukannya penggantian oli secara berkala serta adanya kelalaian dari pihak operator. Metode FMEA dan FTA tersebut digunakan sebagai alat pengendalian untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya produk *off-grade*. Tahapan analisis selanjutnya meliputi perhitungan *Age Replacement* berupa MTTF dan MTBF untuk mengetahui rata-rata durasi operasi mesin sebelum mengalami kerusakan serta rata-rata selang waktu antar kerusakan, yang selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam penentuan strategi perawatan dan penjadwalan penggantian komponen yang lebih efektif.

Karena efektivitas metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam mengidentifikasi jenis kegagalan (*failure mode*), penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan terhadap proses produksi, serta metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dalam menganalisis penyebab utama kerusakan secara logis dan terstruktur, maka pada penelitian ini digunakan metode FMEA dan FTA. Selain itu, untuk mengetahui tingkat keandalan mesin secara kuantitatif, dilakukan analisis menggunakan metode *Age Replacement* yang berfungsi untuk mengukur rata-rata waktu operasi mesin sebelum dan sesudah terjadinya kegagalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi terjadinya kegagalan pada mesin tenun, menganalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan utama, serta menetapkan prioritas tindakan perbaikan yang paling sesuai. Penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Fault Tree Analysis* (FTA), dan *Age Replacement* diharapkan mampu memberikan informasi yang komprehensif mengenai potensi kegagalan,

tingkat keandalan mesin, serta interval penggantian komponen yang optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam menyusun strategi perawatan yang lebih efektif sehingga frekuensi kerusakan mesin dapat ditekan dan kelancaran proses produksi dapat terjaga.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Ngoro Hui Ding Plastik yang berlokasi di Ngoro Industri Persada Blok S2, Jarang Sari, Lolawang, Mojokerto, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61385. Penelitian dilakukan selama lima bulan, yaitu mulai bulan Juli sampai dengan November. Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada mesin tenun, khususnya terkait kerusakan komponen dan tingginya waktu *downtime*. Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan fokus penelitian sekaligus menetapkan batasan agar pembahasan dapat dilakukan secara terarah.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan karyawan, serta dokumentasi dan data perusahaan yang berkaitan dengan kerusakan mesin. Data utama yang digunakan berupa data *downtime* komponen mesin selama periode Juli sampai November 2025. Berdasarkan data tersebut, dilakukan identifikasi terhadap komponen yang memiliki tingkat *downtime* dan frekuensi kerusakan yang relatif tinggi sehingga dapat ditentukan komponen yang menjadi prioritas analisis. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan menggunakan buku, jurnal, dan sumber relevan lainnya sebagai dasar teoritis dalam pemilihan dan penerapan metode penelitian.

Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Fault Tree Analysis* (FTA), dan *Age Replacement*. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan, penyebab, serta dampak yang ditimbulkan, kemudian menentukan prioritas kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN diperoleh dari perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* ($RPN = S \times O \times D$), sehingga mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dapat menjadi prioritas dalam menentukan tindakan perbaikan. Selanjutnya, FTA digunakan untuk menelusuri hubungan antara berbagai faktor penyebab hingga diperoleh akar penyebab (*root cause*) dari kegagalan yang menjadi fokus penelitian. Tahap selanjutnya adalah penerapan metode *Age Replacement* untuk menentukan waktu penggantian komponen yang optimal berdasarkan data kerusakan dan umur penggunaannya. Analisis ini menggunakan parameter keandalan, antara lain *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Failure* (MTTF), sebagai dasar dalam menentukan interval penggantian komponen. Hasil analisis FMEA, FTA, dan *Age Replacement* kemudian digunakan sebagai dasar dalam menyusun rekomendasi perbaikan dan jadwal penggantian komponen yang lebih optimal.

Dengan demikian, penelitian diharapkan dapat membantu mengurangi risiko kerusakan berulang, menekan *downtime*, serta meningkatkan efektivitas kegiatan perawatan mesin.

Hasil dan Pembahasan

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi berbagai potensi kegagalan pada komponen mesin tenun, mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap proses produksi, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Penilaian dilakukan menggunakan tiga parameter, yaitu *Severity* (S) yang menunjukkan tingkat keparahan dampak kegagalan, *Occurrence* (O) yang menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan, dan *Detection* (D) yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum menyebabkan kerusakan yang lebih besar.

Berdasarkan hasil observasi terhadap data kerusakan mesin tenun selama periode Juli sampai November dari pendapat karyawan dibidangnya, yaitu supervisor serta mandor dari divisi tenun, diperoleh sembilan komponen utama yang sering mengalami kerusakan sehingga dilakukan analisis FMEA sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Perhitungan Hasil FMEA

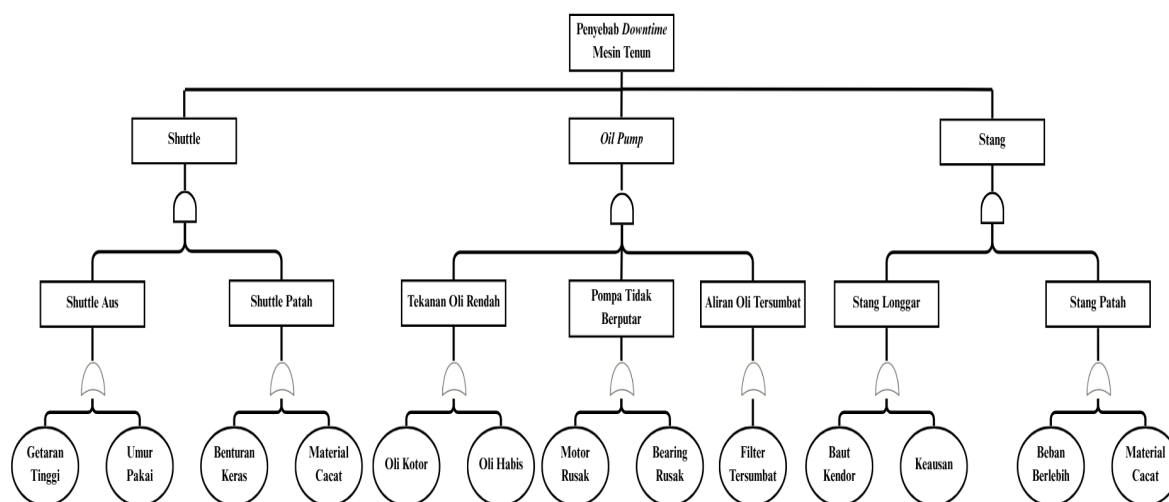
Komponen	Kerusakan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	S	O	D	RPN
<i>Shuttle</i>	<i>Shuttle</i> aus/pecah	Mesin berhenti total, benang putus	Gesekan terus-menerus dan umur pakai	9	8	5	360
<i>Oil Pump</i>	Pompa oli tidak bekerja	Pelumasan berkurang, komponen cepat aus	Oli kotor, pompa tersumbat	8	7	5	280
Sisir Tenun	Gigi sisir aus	Anyaman tidak rapi	Benturan benang	6	5	5	150
Stang	Stang patah	Mesin berhenti total	Beban kerja tinggi	7	7	5	245
Roll Depan	Roll aus	Benang tidak stabil	Gesekan berkepanjangan	7	6	5	210
<i>Heater</i>	<i>Heater</i> tidak panas	Kualitas produk menurun	Elemen pemanas rusak	6	4	5	120
Rantai Atas	Rantai kendur	Putaran mesin tidak stabil	Kurang pelumasan	5	5	4	100
Roda Pendorong	Roda aus	Pergerakan material tidak stabil	Gesekan tinggi	5	4	3	60
<i>Stoper</i>	<i>Stoper</i> macet	Mesin sulit berhenti otomatis	Debu dan keausan	5	4	4	80

Berdasarkan hasil analisis FMEA, komponen *shuttle*, *oil pump*, dan stang merupakan komponen kritis yang harus diprioritaskan dalam program perawatan karena memiliki nilai RPN tertinggi. komponen *shuttle* memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 360, Komponen dengan prioritas kedua adalah *oil pump* yang memperoleh nilai RPN sebesar 280, Prioritas ketiga adalah komponen stang memperoleh nilai RPN sebesar 245.

Fault Tree Analysis (FTA)

Berdasarkan hasil FMEA sebelumnya, kemudian diperlukan analisis akar penyebab terjadinya suatu kegagalan. Sehingga digunakan metode FTA karena mampu mengidentifikasi serta

menelusuri akar penyebab terjadinya suatu kegagalan secara terperinci. Analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan dengan fokus kajian pada tiga komponen yang memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu *Shuttle* sebesar 360, *Oil Pump* sebesar 280, dan Stang sebesar 245. Komponen ketiga dipilih karena memiliki tingkat risiko kegagalan yang paling tinggi sehingga perlu dilakukan penelusuran terhadap akar penyebab kerusakannya. Melalui penerapan metode FTA, faktor-faktor penyebab utama dari setiap kegagalan dapat diidentifikasi secara sistematis. Hasil analisis kerusakan pada mesin tenun disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Kerusakan pada Mesin Tenun

Berdasarkan penerapan metode yang diketahui *Fault Tree Analysis* (FTA), bahwa setiap komponen memiliki karakteristik penyebab kerusakan yang berbeda-beda. Pada komponen *Shuttle*, penyebab dominan berasal dari tingginya gesekan selama proses operasi dan penurunan kondisi akibat umur pakai. Pada komponen *Oil Pump*, kerusakan dipicu oleh kualitas oli yang menurun, penyumbatan pada filter, volume oli yang kurang, serta kegagalan fungsi motor pompa. Sementara itu, kerusakan pada komponen stang dipengaruhi oleh beban kerja yang melebihi kapasitas, getaran yang tinggi, baut yang tidak terpasang dengan baik, dan keausan yang terjadi akibat penggunaan secara terus-menerus.

Age Replacement

Setelah dilakukan identifikasi komponen kritis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan penentuan akar penyebab kerusakan melalui *Fault Tree Analysis* (FTA), langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time Between Failure* (MTBF). Berikut merupakan tabel frekuensi jumlah kerusakan mesin tenun dan jam kerja efektif bulan Juli sampai bulan November 2025.

Tabel 2. Rincian Downtime Bulan Juli – November 2025

Jenis Kerusakan	Komponen	Downtime	Tanggal	Jenis Kerusakan	Komponen	Downtime	Tanggal
Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	03/07/25	Stang Patah	Stang	1 Jam	23/09/25
Stang Longgar	Stang	1.5 jam	04/07/25	Shuttle Aus	Shuttle	2.5 Jam	24/09/25

Stang Longgar	Stang	1.5 jam	13/07/25	Aliran Oli Tersumbat	oil pump	2 Jam	25/09/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	14/07/25	Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	26/09/25
Stang Patah	Stang	3 Jam	15/07/25	Shuttle Patah	Shuttle	2.5 Jam	27/09/25
Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	25/07/25	Stang Patah	Stang	2.5 Jam	01/10/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	25/07/25	Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	02/10/25
Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	27/07/25	Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	09/10/25
Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	28/07/25	Aliran Oli Tersumbat	oil pump	2 Jam	10/10/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	07/08/25	Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	11/10/25
Shuttle Aus	Shuttle	2.5 Jam	10/08/25	Tekanan Oli Rendah	oil pump	1.5 jam	11/10/25
Aliran Oli Tersumbat	oil pump	1.5 jam	14/08/25	Stang Longgar	Stang	2 Jam	12/10/25
Pompa Tidak Berputar	oil pump	3 Jam	14/08/25	Shuttle Patah	Shuttle	3,5 Jam	19/10/25
Stang Longgar	Stang	1 Jam	14/08/25	Stang Patah	Stang	2.5 Jam	21/10/25
Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	16/08/25	Tekanan Oli Rendah	oil pump	1.5 jam	23/10/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	17/08/25	Stang Patah	Stang	2 Jam	25/10/25
Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	22/08/25	Pompa Tidak Berputar	oil pump	2 Jam	26/10/25
Stang Patah	Stang	2 Jam	24/08/25	Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	29/10/25
Aliran Oli Tersumbat	oil pump	1.5 jam	25/08/25	Stang Longgar	Stang	2 Jam	29/10/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	30/08/25	Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	03/11/25
Aliran Oli Tersumbat	oil pump	2 Jam	01/09/25	Stang Patah	Stang	2.5 Jam	05/11/25
Stang Longgar	Stang	1 Jam	04/09/25	Stang Longgar	Stang	1 Jam	08/11/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	09/09/25	Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	10/11/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	09/09/25	Pompa Tidak Berputar	oil pump	1 Jam	12/11/25
Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	11/09/25	Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	15/11/25
Stang Longgar	Stang	1 Jam	15/09/25	Stang Patah	Stang	2.5 Jam	19/11/25
Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	19/09/25	Shuttle Aus	Shuttle	3 Jam	25/11/25
Stang Patah	Stang	1 Jam	20/09/25	Tekanan Oli Rendah	oil pump	2 Jam	28/11/25
Shuttle Patah	Shuttle	3 Jam	23/09/25				

Tabel 3. Data Jam Kerja Efektif Mesin

Bulan	Jam Kerja Efektif
Juli	744
Agustus	744
September	720
Oktober	744
November	720
Total	3672

Berdasarkan data kerusakan mesin Tenun selama periode bulan Juli – November 2025 maka diperoleh perhitungan MTTF & MTBF sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MTBF} &= \frac{\text{Operation Time} - \text{Downtime}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \\
 &= \frac{3672 - 27}{15} \\
 &= 243 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \\
 &= \frac{3672}{42} \\
 &= 87,4 \text{ dibulatkan } 88 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan MTBF dan MTTF diperoleh perhitungan waktu terbaik untuk melakukan *Preventive maintenance* pada mesin tenun dengan kerusakan komponen yang dapat diperbaiki seperti pompa tidak berputar, aliran oli tersumbat, dan stang longgar yaitu di setiap 243 jam. Sedangkan untuk kerusakan komponen yang tidak dapat diperbaiki seperti *shuttle* aus, *shuttle* patah, Tekanan oli rendah, dan stang patah yaitu di setiap 87,4 jam.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa potensi kegagalan mesin tenun tertinggi terletak pada komponen *shuttle*, *oil pump*, dan stang karena ketiga komponen tersebut memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 360, 280, dan 245 sehingga perlu diprioritaskan dalam perawatannya. Penyebab kerusakan pada ketiga komponen berasal dari faktor keausan, gesekan, kualitas pelumas, penyumbatan sistem pelumasan, beban kerja yang berlebihan, getaran, serta kondisi pemasangan komponen yang kurang baik. Adapun jadwal *preventive maintenance* yang direkomendasikan adalah setiap 243 jam untuk komponen yang masih dapat diperbaiki (*repairable*) dan setiap 87,4 jam untuk komponen yang tidak dapat diperbaiki (*non-repairable*). Penerapan jadwal perawatan tersebut diharapkan dapat mengurangi frekuensi kerusakan, menekan waktu downtime, serta meningkatkan keandalan mesin tenun.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan bimbingan selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada pihak perusahaan yang telah memberikan izin dan menyediakan data penelitian, serta kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun sebagai bahan pertimbangan dalam upaya peningkatan sistem perawatan mesin di perusahaan.

Referensi

- Andran, N. M. D., Zaini, A., Azzam, A. F., & Satoo, H. F. (2023). *PENGENDALIAN KUALITAS ROLL KERTAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*. 1(1), 147–153.
- Anthony, M. B. (2021). *Analisis Penyebab Kerusakan Unit Pompa Pendingin AC dan Kompresor Menggunakan Metode FMEA*. 11(1), 5–13.
- Apriyanto, J. (2024). *Perancangan dan Penerapan Sistem Informasi Maintenance di PT . XYZ untuk Mengukur Kinerja Mesin*. 3(4), 399–411. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i4.4018>
- Ardiansyah, M. F., & Widjajati, E. P. (2021). *PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN MIXING DALAM PRODUKSI BRICK BATU TAHAN API DENGAN MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT PADA PT . LOKA REFRACTORIES WIRA JATIM*. 02(01), 144–155.

- Dahlan, A., Leksono, E. B., & Fathoni, M. Z. (2021). IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PADA DIVISI PRODUKSI PERUSAHAAN VULKANISIR BAN MENGGUNAKAN METODE RISK MANAGEMENT DENGAN PENDEKATAN FMEA DAN FTA. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 02(01), 44–61.
- Habibi, M. H., Sutrisno, & Jibril, A. (2025). *Analisis Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) Mesin Cold Storage*. 4(4), 1410–1421.
- Hidayah, S. N. (2023). *Penentuan Interval Perawatan Mesin Wood Pallet Secara Preventif Dengan Metode Modularity Design Dan Age Replacement Pada PT Yale Woodpallet Indonesia*. 2(2).
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). *Usulan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode fta dan fmea*. 4(1).
- Kurniawan, S., Wulandari, I. A. S., & Sukmono, T. (2024). *Optimalisasi Preventive Maintenance Ground Power Unit pada*. 8(1), 1–11.
- Mujiarto, I., Asmoro, E. I., & Kundori. (2022). *PENGUKURAN LAJU KERUSAKAN DENGAN MENGINDIKASIKAN NILAI MTBF DALAM MANAJEMEN PERAWATAN MESIN PADA PT. AIC*. 1(3), 14–23.
- Priambodo, B., Nursanti, E., & Laksmana, I. (2021). *Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA*. 2(2), 7–12.
- Rezain, S., Sungkana, K., Ratnaningsih, A., & Widodo, J. (2023). *Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile Menggunakan Metode Fault Tree Analysis*. 3(1), 25–30.
- Setiawan, A. T., Wulandari, I. A. S., Jakaria, R. B., & Cahyana, A. S. (2023). *Analysis of Causes of Machine Damage at Mill Stations Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) [Analisis Penyebab Kerusakan Mesin pada Stasiun Gilingan Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault*. 1–9.
- Sidik, J., Andalia, W., & Tamalika, T. (2022). *Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi)*. 2(2), 57–64. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.2.57-64>
- Sukmawati, S., Rini, A. S., & Saputra, P. C. A. (2024). *ANALISIS PERAWATAN SISTEM COAL PULVERIZER MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PLTU BANTEN 1 SURALAYA 8*. 4(2), 415–428.
- Tamitakarza, H., & Suweca, I. W. (2025). *ANALYSIS OF SPARE PARTS REQUIREMENTS BASED ON THE FAILURE RATE OF A COMPONENT USING THE POISSON PROCESS METHOD IN A CASE STUDY AT PT . XYZ*. 16(2), 611–628. <https://doi.org/10.21776/jrm.v16i2.1849>
- Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). *Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ*. 1(3), 145–154.