

**USULAN PERAWATAN AREA CUTTING UNIT MESIN TUBER T-645M
KAPASITAS 5000 KANTONG/HARI DENGAN PENDEKATAN FMEA**

Fina Andika Frida Astuti¹, Arif Rochman Fachrudin^{2*}

^{1, 2}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

Corresponding author*: arifrochman.f@polinema.ac.id

ABSTRACT

The Tuber T-645M machine is utilized in the production of cement bags made from kraft paper (pasted bags), converting paper rolls into semi-finished tubular forms (tubes). The Tuber machine consists of several operational sections, one of which is the Cutting Unit area. The Cutting Unit is responsible for cutting the continuously formed tubes produced by the Tube Forming Unit into predetermined lengths. Currently, the Cutting Unit does not have a scheduled component replacement program; therefore, components are replaced only after failure occurs. This condition leads to excessive machine downtime and disrupts the production process. This study aims to identify critical components and propose an appropriate maintenance strategy for the Tuber machine. The research employs the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method to evaluate potential failure modes and their impacts. Based on the Risk Priority Number (RPN) analysis, four critical components were identified as the primary contributors to machine downtime, namely the differential gear, bearing, tear-off mechanism, and cam roller. The proposed maintenance strategy for the Cutting Unit of the Tuber T-645M machine is preventive maintenance, consisting of 28 scheduled component replacements and 38 maintenance activities to improve machine reliability and reduce downtime.

Keywords: *Cutting unit, downtime, FMEA, preventive maintenance, tuber machine.*

ABSTRAK

Mesin Tuber T-645M digunakan dalam proses pembuatan kantong semen berbahan baku kertas kraft (pasted bag), dengan mengubah kertas berbentuk gulungan (roll) menjadi produk setengah jadi (tube). Mesin Tuber terdiri atas beberapa area kerja, salah satunya adalah area Cutting Unit. Area Cutting Unit berfungsi untuk memotong tube kontinu yang dihasilkan oleh Tube Forming Unit menjadi tube dengan panjang yang telah ditentukan. Saat ini, Cutting Unit belum memiliki program penggantian komponen yang terjadwal sehingga penggantian komponen dilakukan hanya setelah terjadi kerusakan. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya downtime mesin dan mengganggu kelancaran proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis serta mengusulkan strategi perawatan yang sesuai pada mesin Tuber. Metode yang digunakan adalah Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengevaluasi

potensi mode kegagalan dan dampaknya terhadap sistem. Berdasarkan analisis Risk Priority Number (RPN), diperoleh empat komponen kritis yang menjadi penyebab utama tingginya downtime mesin, yaitu differential gear, bearing, tear-off, dan cam roller. Usulan perawatan pada Cutting Unit mesin Tuber T-645M berupa penerapan preventive maintenance, yang meliputi 28 kali penggantian komponen terjadwal dan 38 kegiatan perawatan komponen guna meningkatkan keandalan mesin serta mengurangi downtime.

Kata kunci: *Cutting unit, downtime, FMEA, preventive maintenance*, mesin tuber.

A. Pendahuluan

Mesin Tuber merupakan salah satu mesin yang berfungsi untuk mengolah gulungan kertas kraft menjadi kantong semen. Mesin Tuber berfungsi mengelem, melipat dan memotong kertas kraft sekaligus memberi logo dan tulisan pada bagian luar kantong dengan cara printing.

Mesin ini terbagi menjadi beberapa unit antara lain yaitu *printing unit, perforation unit, longitudinal pasting unit, cutting unit*, dan *stacking conveyor*. Hasil produk dari mesin Tuber akan diproses lebih lanjut menjadi kantong seutuhnya pada mesin Bottomer. Produk kantong tersebut biasa disebut *pasted bag*.

Sistem perawatan pada mesin Tuber saat ini hanya menerapkan *daily maintenance* dan *weekly maintenance* tanpa disertai jadwal penggantian komponen yang terencana. Penggantian komponen

mesin dilakukan ketika komponen mengalami kerusakan. Kondisi ini menyebabkan frekuensi kerusakan yang tidak terprediksi, sehingga mengakibatkan tingginya downtime mesin. Tingginya *downtime* tersebut berdampak pada terganggunya kelancaran proses produksi serta menurunkan efektivitas dan produktivitas operasional perusahaan (Hagedorn et al., 2022).

Tingginya downtime juga dipengaruhi oleh ketersediaan komponen yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan. Saat komponen tidak ada, maka penghentian produksi akan menjadi lebih panjang. Selain mengganggu proses produksi, penggantian komponen pada saat mengalami kerusakan akan membuat kerugian yang sangat tinggi bagi perusahaan dari produk afval (gagal produk) saat melakukan *setting* pra produksi.

Perencanaan penjadwalan perawatan mesin dan penggantian komponen diperlukan untuk mengurangi *downtime* dan produk gagal pada mesin. Perencanaan ini dapat menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan tujuan untuk mengetahui nilai komponen kritis pada mesin untuk prioritas perawatan yang dilakukan (Qurnaini & Rauf, 2026)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah pendekatan sistematis yang mampu mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan terhadap kinerja sistem sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan perbaikan dan peningkatan keandalan. Dengan melakukan identifikasi risiko sejak dini, perusahaan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan yang berdampak pada terganggunya proses operasional (Filz et al., 2021). Penerapan FMEA memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi komponen-komponen kritis yang memiliki tingkat risiko kegagalan tinggi sehingga sumber daya perawatan dapat difokuskan pada komponen yang paling membutuhkan perhatian. Pendekatan ini berkontribusi terhadap

peningkatan keandalan peralatan serta penurunan frekuensi kerusakan yang tidak terencana (Kharmanda et al., 2023). Perawatan yang tidak terencana dengan baik juga akan meningkatkan biaya perawatan (Alfionita & Alifin, 2023)

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang terjadi pada komponen mesin serta mengklasifikasikan tingkat kekritisannya berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan prioritas tindakan perawatan sehingga dapat meminimalkan risiko kegagalan, mengurangi *downtime*, dan meningkatkan keandalan mesin dalam mendukung kelancaran proses produksi.

B. Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dengan identifikasi semua komponen mesin Tuber pada area cutting unit. Berdasarkan komponen mesin tersebut dilakukan identifikasi potensi kerusakan atau kegagalan (*failure mode*), penyebab utama kegagalan mesin (*cause failure*), dan dampak kegagalan (*failure effect*). Tahap selanjutnya adalah penentuan

nilai *Severity*(S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) dari masing-masing komponen mesin. Berdasarkan nilai S, O dan D tersebut dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN dijadikan dasar penentuan strategi perawatan komponen yang harus dilakukan untuk mengurangi *downtime*. Berdasarkan identifikasi kerusakan dan nilai RPN tersebut dapat direkomendasikan rincian tindakan perawatan. Umur masing-masing komponen (*life time*) diidentifikasi juga sebagai dasar penentuan jadwal perawatan.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Komponen mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit antara lain yaitu komponen Tear Off, Cam Roller, Spurs Gear, Differential Gear, Oil Pump, Bearing, Pinch Shaft Roll, dan Change Gear. Hasil identifikasi masalah yang terjadi pada komponen mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit ditunjukkan pada Tabel 1. Potensi kerusakan atau kegagalan (*failure mode*) pada mesin Tuber antara lain adalah rubber roll mengeras, poros pada tear off tidak balance, keausan, oli macet, dan pompa bocor.

Penyebab kegagalan mesin (*cause of failure*) pada mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit antara lain adalah suhu udara dan kelembaban, kurangnya pelumasan, keausan, kebocoran, dan *misalignment*. Dampak kegagalan (*failure effect*) yang ditimbulkan antara lain adalah cacat produk dan performa mesin menurun.

Perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) komponen mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit ditunjukkan pada Tabel 2. Total nilai RPN komponen mesin Tuber T-645M adalah 1837. Nilai RPN tertinggi terdapat pada komponen differential gear yaitu sebesar 288. Nilai RPN terendah yaitu pada komponen change gear, pinch shaft roll, dan oil pump sebesar 200.

Penentuan strategi perawatan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk komponen mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit ditunjukkan pada Tabel 3. Strategi perawatan ini diambil berdasarkan nilai RPN masing-masing komponen. Strategi perawatan yang sesuai dengan nilai RPN untuk komponen mesin Tuber adalah strategi perawatan preventif. Tindakan perawatan ini bertujuan untuk

meminimalkan *downtime* mesin. mengatasi kegagalan komponen
 Tindakan yang dapat dilakukan untuk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1 Identifikasi Kerusakan Komponen

No	Komponen	Failure Mode	Cause of Failure	Failure Effect
1	Tear Off	Rubber Roll mengeras	Suhu udara dan kelembaban	Hasil produk cacat
		Poros pada tear off tidak balance	Bearing aus	Terjadi missaligment dan hasil produk cacat
2	Cam Roller	Keausan dini	Kurangnya pelumasan	Cam Lift cepat aus dan performa mesin menurun
3	Spur Gear	Keausan dini	Kurangnya pelumasan	Terdapat pitting pada gear dan menyebabkan kerusakan awal sehingga performa mesin tidak maksimal
4	Differential Gear	Keausan dini	Kurangnya pelumasan	Performa mesin tidak maksimal
5	Oil Pump	Oli macet	Pompa dan selang oli kotor	Beban gesek pada gear dan differential gear menjadi tinggi
		Oli bocor/pompa bocor	Seal pada pompa bocor atau selang oli bocor	Pompa tidak tersirkulasi dengan baik
6	Bearing	Keausan dini	Kurangnya pelumasan pada bearing	Putaran poros menjadi tidak maksimal dan terjadi speleng pada poros
7	Pinch Shaft Roll	Keretakan	Terjadinya korosi yang terjadi akibat perbedaan suhu	Kerusakan pada pinch shaft roll
		Keausan	Terjadinya misalignment	Produk gagal
8	Change Gear	Keausan	Kurangnya pelumasan pada change gear yang melakukan kontak dengan differential gear	Kerusakan pada differential gear

Tabel 2 Perhitungan Nilai RPN Komponen

No	Komponen	S	O	D	RPN	Nilai Komulatif	Persentase Komulatif
1	<i>Differential Gear</i>	9	4	8	288	288	15.68%
2	<i>Bearing</i>	7	7	5	245	533	29.01%
3	<i>Tear Off</i>	8	5	6	240	773	42.08%
4	<i>Cam Roller</i>	8	5	6	240	1013	55.14%
5	<i>Spur Gear</i>	8	4	7	224	1237	67.34%
6	<i>Change Gear</i>	8	5	5	200	1437	78.23%
7	<i>Pinch Shaft Roll</i>	8	5	5	200	1637	89.11%
8	<i>Oil Pump</i>	8	5	5	200	1837	100.0%
Total RPN					1837		

Tabel 3 Strategi Perawatan Komponen

No	Komponen	Nilai RPN	Klasifikasi Perawatan
1	<i>Differential Gear</i>	288	Perawatan Preventif
2	<i>Bearing</i>	245	Perawatan Preventif
3	<i>Tear Off</i>	240	Perawatan Preventif
4	<i>Cam Roller</i>	240	Perawatan Preventif
5	<i>Spur Gear</i>	224	Perawatan Preventif
6	<i>Change Gear</i>	200	Perawatan Preventif
7	<i>Pinch Shaft Roll</i>	200	Perawatan Preventif
8	<i>Oil Pump</i>	200	Perawatan Preventif

Tabel 4 Tindakan Perawatan Komponen

No	Komponen	Kegagalan	Tindakan Perawatan
1	<i>Tear Off</i>	<i>Rubber Roll</i> Mengeras	Penggantian <i>Rubber Roll</i> sesuai dengan umur komponen.
		Poros pada <i>tear off</i> tidak balance	Aligment atau penyesuaian aligment dan penggantian bearing
2	<i>Cam Roller</i>	Keausan	Penggantian komponen <i>Cam Roller</i> sesuai dengan umur komponen dan pengecekan pelumasan pada <i>cam roller</i> dan <i>cam lift</i> .
3	<i>Spur Gear</i>	Keausan	Pengecekan aliran oli pada pelumasan <i>gear</i> agar tetap mengalir, pengecekan visual pada <i>gear</i> ketika mesin berhenti beroperasi (pergantian shift).
4	<i>Differential Gear</i>	Keausan	Pengecekan aliran oli pada pelumasan <i>differential gear</i> agar tetap mengalir, pengecekan getaran dan suara saat mesin beroperasi
5	<i>Oil Pump</i>	Oli macet	Pengecekan dan pembersihan pada pompa agar tetap mengalir.
		Oli bocor/pompa bocor	Perbaikan pada pompa (penggantian seal)
6	<i>Bearing</i>	Keausan	Penambahan <i>grease</i> pada <i>bearing</i>
		Kerusakan pada <i>ball bearing</i>	Persiapan komponen pengganti dan dilakukannya penggantian berdasarkan <i>life time</i> komponen yang didapatkan pada <i>history machine</i> dan pembersihan pada rumah bearing.
7	<i>Pinch Shaft Roll</i>	Keausan	Pengecekan dan kalibrasi ketinggian <i>pinch shaft</i> pada kertas serta ketegangan kertas.
		Keretakan	Penggantian <i>Pinch Shaft Roll</i>
8	<i>Change Gear</i>	Keausan	Penggantian gear pada <i>change gear</i> , pengecekan getaran dan suara pada area <i>differential gear</i>

Nilai RPN merupakan indikator yang efektif dalam menentukan tingkat kekritisan suatu mode kegagalan sehingga tindakan perbaikan dapat difokuskan pada risiko yang memiliki dampak paling signifikan terhadap sistem (Aleksić et al., 2025).

Penentuan jadwal preventive maintenance didasarkan pada umur pakai komponen (*life time*). Setiap komponen memiliki karakteristik degradasi dan probabilitas kegagalan yang berbeda. Umur komponen digunakan sebagai dasar untuk menentukan interval perawatan dan penggantian yang optimal sehingga kegagalan dapat dicegah sebelum mencapai batas kritis (Zhang et al., 2022).

Penerapan strategi perawatan menggunakan pendekatan umur komponen mampu meningkatkan

reliabilitas sistem dan mengurangi frekuensi downtime yang tidak terencana. Umur komponen mesin Tuber T-645M Area Cutting Unit ditunjukkan pada Tabel 5. Integrasi FMEA dalam perencanaan perawatan mampu meningkatkan efektivitas jadwal pemeliharaan dan mengurangi potensi terjadinya downtime yang tidak terencana (Alamri & Mo, 2022).

Penjadwalan perawatan yang direkomendasikan untuk tahun 2027 sampai 2032 ditunjukkan pada Tabel 6 hingga Tabel 11. Penjadwalan perawatan menunjukkan bahwa perawatan yang dilakukan dalam 1 siklus yaitu selama 6 tahun. Sehingga overhoul dilakukan setiap 6 tahun sekali yang nantinya akan dilakukan pada tahun 2032. Terdapat 28 kali penggantian komponen dan 38 kali perawatan komponen dalam 1 siklus.

Tabel 5 Umur Komponen

No	Komponen	Umur Komponen
1	<i>Bearing E62005</i>	32 minggu
2	<i>Spur Gear SSAG5-25</i>	156 minggu
3	<i>Selang Oli 1/8"</i>	48 minggu
4	<i>Rubber Roll</i>	156 minggu
5	<i>Cam Clutch MZ35G</i>	104 minggu
6	<i>Pinch Shaft Roll</i>	156 minggu
7	<i>Change Gear</i>	156 minggu
8	<i>Oil Pump SKF Lubrication Pump VCM-KW2-P-S-FR-A2</i>	48 minggu
9	<i>Differential Gear</i>	156 minggu

Tabel 6 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2027

	Tahun 2027											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												

Tabel 7 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2028

	Tahun 2028											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												

Tabel 8 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2029

Komponen	Tahun 2029											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												

Tabel 9 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2030

	Tahun 2030											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												

Tabel 10 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2031

	Tahun 2031											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												

Tabel 11 Jadwal Perawatan dan Penggantian Komponen Tahun 2032

	Tahun 2032											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tear Off</i>												
<i>Spur Gear</i>												
<i>Bearing</i>												
<i>Differential Gear</i>												
<i>Oil Pump</i>												
<i>Change Gear</i>												
<i>Pinch Shaft Roll</i>												
<i>Cam Roller</i>												
	Penggantian Komponen											
	Perawatan Komponen											

E. Kesimpulan

Berdasarkan pada identifikasi masalah mesin Tuber T-645M Area Cutting dan analisis data, maka terdapat beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

- 1) Komponen kritis pada mesin Tuber T-645M area Cutting Unit meliputi differential gear, bearing, tear off dan cam roller. Potensi kerusakan atau kegagalan yang paling sering terjadi adalah keausan.
- 2) Strategi perawatan untuk semua komponen mesin adalah perawatan preventif
- 3) Usulan jadwal perawatan mesin Tuber T-645M area Cutting Unit untuk satu siklus perawatan (tahun 2027-2032) meliputi 28 kali penggantian komponen dan 38 kali perawatan komponen.

DAFTAR PUSTAKA

Alamri, T. O., & Mo, J. P. T. (2022). Failure Mode Structured

Preventive Maintenance Scheduling With Changing Failure Rates in Industry 4.0 Environment. *Frontiers in Manufacturing Technology*, 2(March), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.828986>

Aleksić, A., Tadić, D., Komatina, N., & Nestić, S. (2025). Failure Mode and Effects Analysis Integrated with Multi-Attribute Decision-Making Methods Under Uncertainty: A Systematic Literature Review. *Mathematics*, 13(13), 1–38. <https://doi.org/10.3390/math13132216>

Alfionita, S., & Alifin, F. I. (2023). Preventive Maintenance Analysis Based on Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time to Repair (MTTR). *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 15(2), 201. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v15i2.1833>

Filz, M. A., Langner, J. E. B., Herrmann, C., & Thiede, S. (2021). Data-driven failure mode and effect analysis (FMEA) to enhance maintenance planning. *Computers in Industry*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103451>

- Hagedorn, C., Huegle, J., & Schlosser, R. (2022). Understanding unforeseen production downtimes in manufacturing processes using log data-driven causal reasoning. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 33(7), 2027–2043.
<https://doi.org/10.1007/s10845-022-01952-x>
- Kharmanda, G., Shao, J., Al Sakka, H., Bouretoua, F., & Almahrji, B. (2023). An overview of reliability centered maintenance using failure mode and effect analysis. *Incertitudes et fiabilité des systèmes multiphysiques*, 7(2), 1–18.
<https://doi.org/10.21494/iste.op.2023.1045>
- Qurnaini, K., & Rauf, N. (2026). *Evaluasi Komponen Kritis dan Penentuan Strategi Pemeliharaan Berbasis Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) - Reliability Centered Maintenance (RCM) Untuk Mengurangi Downtime Pada Penyulang Cempa*. 34–42.
- Zhang, T., Qing, C., & Yu, N. (2022). Research and application of reliability-based cost optimization method for constant interval preventive maintenance. *MATEC Web of Conferences*, 355, 02027.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/202235502027>