

Optimalisasi Pelumasan Otomatis untuk Mengurangi Kegagalan *Roller* dan Roda Gigi Mesin *Printer* EPSON Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (RCA)

Rahayu Clara Irawan^{1*}, Cahyo Wibowo²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas MPU Tantular
rahayu.clara@gmail.com*



e-ISSN: 2987-811X

MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.lumbungpare.org/index.php/maras>

Vol. 4 No. 4 Desember 2026

Page: 1377-1389

Article History:

Received: 28-07-2026

Accepted: 10-10-2026

Abstrak : Kegagalan fungsi mekanis pada roller dan roda gigi merupakan permasalahan kritis pada mesin printer EPSON tipe WF-7840 di lini produksi. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan proses pelumasan otomatis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), diagram fishbone, dan analisis 5 Whys. Penelitian dilakukan melalui observasi langsung, inspeksi visual komponen, wawancara operator dan teknisi, serta dokumentasi historis kerusakan Januari–November 2025. Hasil penelitian menunjukkan kegagalan dominan berupa kontaminasi *Foreign Material* (F/M) Grease on Housing Lower Scanner (120 kasus), Less Grease at Roller EJ (40 kasus), serta kontaminasi pada Scale Carriage (CR) dan Combination Gear. Analisis RCA mengidentifikasi tiga akar penyebab utama, yaitu tidak adanya SOP kalibrasi rutin mesin grease dispenser AD2200C (faktor machine), tidak tersedianya pelatihan teknis terstruktur bagi operator (faktor man), dan tidak adanya tim khusus penyusun SOP pelumasan berbasis kajian teknis (faktor method). Analisis korelasi Pearson menghasilkan $r = 0,78$, menunjukkan hubungan kuat antara parameter pelumasan dan kegagalan fungsi komponen. Rekomendasi meliputi kalibrasi dispenser minimal sebulan sekali, standardisasi volume grease pada roller EJ (0,5–0,7 gram), Combination Gear (0,3–0,5 gram), dan Scale CR (0,2–0,3 gram), penyempurnaan SOP, pelatihan operator, serta inspeksi pasca-pelumasan.

Kata Kunci : Pelumasan Otomatis; Kegagalan Fungsi; *Root Cause Analysis*; Fishbone; 5 Whys; Mesin Printer EPSON

PENDAHULUAN

Mesin *printer* EPSON tipe WF-7840 merupakan salah satu produk teknologi pencetakan yang banyak digunakan di berbagai sektor, terutama perkantoran dan industri kreatif, karena keandalan dan kualitas cetaknya yang tinggi. Keberhasilan

operasional mesin *printer* sangat bergantung pada kinerja komponen mekanisnya, khususnya roller dan roda gigi (Raflyansyah, 2023). *Roller* berfungsi menggerakkan kertas secara presisi ke dalam jalur cetak, sedangkan roda gigi berperan sebagai penghubung transmisi tenaga yang menggerakkan mekanisme printer secara sinkron (Janssens, 2024).

Dalam praktik operasional di lini produksi, kegagalan fungsi pada *roller* dan roda gigi sering ditemukan sehingga mengakibatkan terganggunya proses pencetakan. Berdasarkan data historis produksi, kegagalan yang dominan meliputi *Foreign Material (F/M) Grease on Housing Lower Scanner* sebanyak 120 kasus, *Less Grease at Roller EJ* sebanyak 40 kasus, serta kontaminasi grease pada *Scale Carriage (CR)* dan *Combination Gear*. Kegagalan tersebut dapat berupa penurunan daya cengkeram roller, keausan permukaan, retak mikro, hingga patahnya gigi pada roda gigi.



Gambar 1. Mesin *Printer* EPSON Tipe WF-7840

Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab utama kegagalan tersebut adalah penggunaan mesin *grease dispenser* AD2200C sebagai alat pelumas otomatis. Mesin ini dirancang untuk mempermudah dan menstandarisasi proses pelumasan. Penggunaan *grease* dispenser yang tidak tepat dapat menimbulkan masalah berupa *over lubrication* atau pelumasan berlebih yang menyebabkan penumpukan *grease* dan kontaminasi pada area sensitif, serta *under lubrication* atau pelumasan kurang yang meningkatkan gesekan dan mempercepat keausan komponen.

Sistem pelumasan otomatis dapat mengontrol pasokan pelumas secara tepat berdasarkan waktu dan jumlah tertentu sehingga berpotensi mengurangi keausan peralatan. Pengelolaan sistem yang kurang baik justru dapat menjadi sumber permasalahan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pelumasan yang tidak optimal, ketiadaan Standar Operasional Prosedur (SOP), serta jadwal pemeliharaan yang tidak jelas merupakan faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan komponen mekanis.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nababan (2024) dan Raflyansyah (2023) telah membahas keausan dan pelumasan komponen secara umum. Kajian tersebut belum memberikan solusi optimalisasi sistem pelumasan otomatis menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) secara terstruktur. Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan penelitian melalui identifikasi akar penyebab kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi serta perumusan rekomendasi optimalisasi proses pelumasan otomatis.

Penelitian ini berfokus pada identifikasi akar penyebab (*root cause*) kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi pada mesin printer EPSON, analisis pengaruh parameter

pelumasan otomatis berupa volume dan frekuensi terhadap tingkat kegagalan komponen, serta penentuan rekomendasi optimalisasi proses pelumasan otomatis yang tepat untuk mencegah kegagalan fungsi. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi akar penyebab kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi menggunakan metode RCA, menganalisis pengaruh parameter pelumasan otomatis terhadap tingkat kegagalan komponen, serta merumuskan rekomendasi optimalisasi proses pelumasan otomatis berdasarkan akar penyebab yang ditemukan.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi akademis dalam penerapan metode RCA untuk optimalisasi sistem pelumasan otomatis di industri manufaktur. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi pedoman bagi industri dalam memperbaiki proses pelumasan guna mencegah kerusakan komponen mekanis. Bagi teknisi, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam melakukan kalibrasi dan perawatan mesin *grease dispenser* agar proses pelumasan berjalan sesuai dengan kebutuhan komponen.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode RCA melalui *Fishbone* Diagram dan analisis 5 *Whys* untuk mengoptimalkan sistem pelumasan otomatis pada lini produksi *printer* EPSON. Integrasi kedua metode tersebut diarahkan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan fungsi komponen dan menghasilkan rekomendasi teknis yang terukur, meliputi pengaturan volume *grease*, frekuensi kalibrasi, serta penyusunan SOP terstandar. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan proses pelumasan otomatis untuk mengurangi risiko kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi.

Mesin *printer* EPSON tipe WF-7840 merupakan *multifunction* yang digunakan untuk kebutuhan pencetakan perkantoran dengan kapasitas tinggi. Kinerja *printer* ini bergantung pada komponen mekanis, terutama *roller* dan roda gigi (*gear*). *Roller* berfungsi menggerakkan kertas secara presisi dan mencegah terjadinya slip, sedangkan roda gigi mentransmisikan gaya putar agar mekanisme *printer* bergerak secara sinkron. Material roda gigi umumnya berupa polimer, seperti POM atau nilon, yang memiliki bobot ringan, menghasilkan suara operasi yang lebih senyap, dan tahan terhadap korosi (Murotav, *et al.*, 2024). Kerusakan pada komponen tersebut dapat mengganggu proses pencetakan dan menurunkan kinerja mesin.

Kegagalan fungsi (*functional failure*) terjadi ketika komponen atau sistem tidak mampu menjalankan fungsi sesuai dengan standar yang ditetapkan (Janssens, 2024). Kegagalan tersebut dapat berupa kegagalan total, kegagalan sebagian, maupun kegagalan intermiten. Pada *roller* dan roda gigi, kerusakan dapat berupa keausan, patah, deformasi, dan kerusakan permukaan akibat pelumasan yang tidak tepat. Berdasarkan data yang dirujuk dalam penelitian ini, sebanyak 41% kegagalan komponen mekanis disebabkan oleh pelumasan yang tidak memadai. Pelumasan berfungsi mengurangi gesekan dan keausan, menjaga kelancaran pergerakan mekanis, serta mempertahankan kinerja *printer* (Yu, *et al.*, 2021).

Mesin *grease dispenser* AD2200C digunakan untuk menyalurkan pelumas *grease* secara otomatis pada titik pelumasan yang telah ditentukan. Mesin ini memungkinkan pengaturan volume dan interval distribusi pelumas serta dilengkapi komponen pendukung, seperti *pressure gauge*, *digital display timer*, *shot counter*, *dial vacuum*, *footswitch*, dan adaptor Meyn, 1974). Pengaturan pelumasan yang tidak tepat dapat menyebabkan *over-lubrication* berupa penumpukan *grease* dan

kontaminasi pada area sensitif, serta *under-lubrication* yang meningkatkan gesekan dan keausan komponen (Gil, *et al.*, 2021). Optimalisasi sistem pelumasan perlu memperhatikan volume *grease*, frekuensi pelumasan, tekanan *dispensing*, ketepatan titik pelumasan, dan pemeliharaan mesin.

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan agar permasalahan tidak berulang. Metode ini dapat diterapkan menggunakan *Fishbone* Diagram dan analisis 5 *Whys*. *Fishbone* Diagram mengelompokkan kemungkinan penyebab berdasarkan enam kategori, yaitu *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, *Measurement*, dan *Environment* (Pacana & Siwec, 2020). Analisis 5 *Whys* digunakan untuk menelusuri hubungan sebab-akibat melalui pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga penyebab mendasar dapat diidentifikasi. Hasil analisis tersebut dapat menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan teknis, prosedur operasional, dan jadwal pemeliharaan untuk meningkatkan efektivitas pelumasan.

Penelitian terdahulu telah menerapkan RCA untuk menganalisis kerusakan *roll* pada mesin *three roll mill*, kegagalan *gearbox* pada mesin *crusher* plastik, serta kegagalan *engine* menggunakan pendekatan *fishbone* diagram dan 5 *Whys*. Metode *RCA* juga telah digunakan dalam pengendalian kualitas dan perbaikan proses produksi. Kajian tersebut menjadi dasar pengembangan penelitian ini, yang berfokus pada optimalisasi sistem pelumasan otomatis mesin *printer* EPSON tipe WF-7840. Kebaruan penelitian diarahkan pada integrasi *Fishbone* Diagram dan analisis 5 *Whys* untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi serta merumuskan rekomendasi teknis berupa pengaturan volume *grease*, frekuensi kalibrasi, dan penyusunan SOP terstandar.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk mengeksplorasi secara mendalam fenomena kegagalan fungsi mekanis pada komponen *roller* dan roda gigi serta faktor-faktor yang melatarbelakanginya. Metode analisis yang digunakan adalah *Root Cause Analysis* (RCA) dengan bantuan *Fishbone* Diagram dan analisis 5 *whys* untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan. Objek penelitian adalah komponen *roller* dan roda gigi pada mesin *printer* EPSON tipe WF-7840 yang mengalami kegagalan fungsi di lini produksi PT. Muramoto Elektronika Indonesia. Penelitian dilaksanakan pada periode Februari hingga Juli 2026 dengan fokus pengamatan pada kondisi komponen, proses pelumasan otomatis, serta faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kegagalan fungsi mekanis.

Fokus penelitian meliputi kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi yang diamati berdasarkan jenis kerusakan, frekuensi kejadian, dan tingkat keparahannya. Faktor-faktor yang diduga menjadi penyebab kegagalan dianalisis berdasarkan enam kategori, yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment*. Pengelompokan tersebut digunakan untuk membantu mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab permasalahan dalam proses pelumasan otomatis. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, inspeksi visual dan pengukuran, wawancara, serta studi dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati proses pelumasan dan kondisi komponen di lini produksi. Inspeksi visual

dan pengukuran menggunakan mikroskop digital serta alat ukur presisi untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan. Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap operator, teknisi, dan *supervisor* produksi untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman operasional, prosedur pemeliharaan, serta permasalahan yang terjadi. Studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data historis kerusakan, laporan perawatan, dan catatan operasional mesin sebagai data pendukung analisis.

Alat penelitian yang digunakan meliputi mesin *grease dispenser* AD2200C untuk proses pelumasan otomatis, mikroskop digital untuk pemeriksaan visual komponen, kamera DSLR EOS 80D untuk dokumentasi, timbangan presisi untuk mengukur massa *grease*, serta perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk pengolahan data. Bahan penelitian terdiri atas *grease* atau pelumas yang digunakan dalam proses produksi serta komponen *roller* dan roda gigi yang meliputi sampel rusak dan sampel kontrol. Sampel tersebut digunakan untuk mengamati dan membandingkan kondisi komponen guna mendukung identifikasi faktor-faktor yang berkaitan dengan kegagalan fungsi mekanis. Alat dan bahan penelitian yaitu, mikroskop digital, timbangan *grease*, dan kamera DSLR EOS 80D.

Analisis data dilakukan melalui lima tahapan RCA. Tahap pertama adalah identifikasi masalah dengan menetapkan permasalahan secara spesifik berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi, yaitu tingginya angka kegagalan fungsi *roller* dan roda gigi yang diduga berkaitan dengan proses pelumasan otomatis yang belum optimal. Tahap kedua adalah analisis *Fishbone* Diagram dengan mengelompokkan kemungkinan penyebab ke dalam kategori *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, *Measurement*, dan *Environment* untuk memetakan hubungan antara permasalahan utama dan faktor-faktor penyebabnya (Pacan & Siwec, 2024). Tahap ketiga adalah analisis 5 *Whys*, yaitu menelusuri penyebab permasalahan melalui pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga diperoleh dugaan akar penyebab yang mendasarinya. Tahap keempat adalah identifikasi akar penyebab utama dengan menggabungkan hasil analisis *Fishbone* Diagram dan 5 *Whys*, kemudian memeriksa kesesuaiannya dengan data lapangan, dokumentasi, dan hasil wawancara.

Tahap kelima adalah perumusan rekomendasi optimalisasi berdasarkan akar penyebab yang telah diidentifikasi. Rekomendasi tindakan korektif dan preventif dapat mencakup kalibrasi mesin, standardisasi prosedur operasional atau SOP, pelatihan operator, serta penentuan parameter pelumasan yang sesuai berdasarkan hasil analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan inspeksi visual, kerusakan pada *roller* mesin printer EPSON meliputi keausan permukaan karet, retak mikro, dan kontaminasi *grease*. Keausan dapat mengurangi daya cengkeram *roller* terhadap kertas, sedangkan retak mikro berpotensi memengaruhi elastisitas material. Kontaminasi *grease* pada permukaan *roller* dapat mengurangi gesekan yang diperlukan untuk menggerakkan kertas secara stabil.

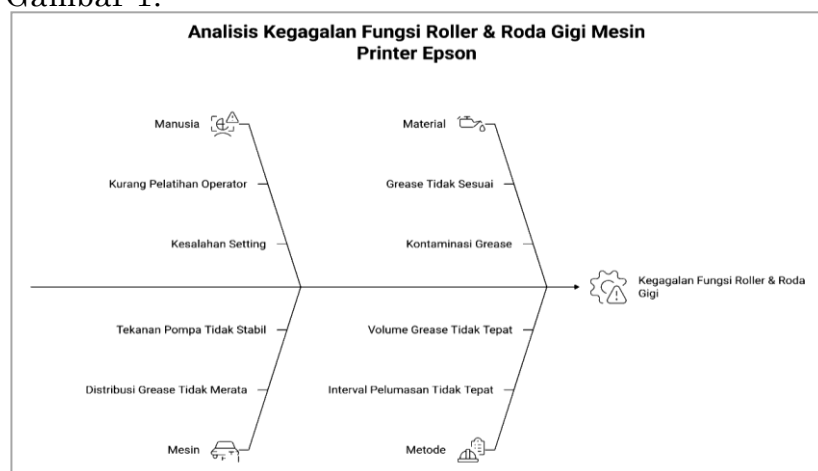
Kerusakan roda gigi meliputi gigi patah (*fatigue fracture*), keausan permukaan (*abrasive wear*), deformasi plastis, dan kontaminasi *grease* pada *Combination Gear* 14.4 dan 10.8. Kerusakan tersebut dapat berkaitan dengan pembebanan berulang,

gesekan, beban berlebih, atau ketidaksesuaian pelumasan. Penyebab setiap kerusakan perlu dikonfirmasi melalui pemeriksaan komponen dan data teknis. Berdasarkan Tabel 1, data awal kegagalan produk selama Januari–November 2025 mencakup lima kategori dengan total 190 kasus.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Kegagalan Produk Januari–November 2025

No	Kategori Kegagalan	Jumlah Kasus
1	F/M <i>Inside Scanner Grease</i>	120
2	F/M <i>Inside Scanner</i> tanpa <i>Grease</i>	40
3	F/M <i>Under Glass Grease</i>	15
4	F/M <i>Under Glass Dirty</i>	10
5	Kategori lainnya, termasuk F/M <i>Inside Scanner Burry/Part</i>	5
Total		190

Analisis *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi faktor yang berpotensi menyebabkan kegagalan fungsi mekanis pada *roller* dan roda gigi. Hasil observasi, wawancara, dan studi dokumentasi dikelompokkan ke dalam enam kategori, yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment*. Diagram *fishbone* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *Fishbone* (Ishikawa)

Faktor *man* mencakup ketelitian, kepatuhan terhadap SOP, dan kompetensi operator. Faktor *machine* meliputi kestabilan tekanan *dispensing*, kondisi *nozzle*, pengaturan parameter, dan kalibrasi mesin AD2200C. Faktor *method* berkaitan dengan kelengkapan SOP, standar jumlah *grease*, titik pelumasan, dan prosedur inspeksi. Faktor *material* meliputi kesesuaian spesifikasi dan kondisi *grease*. Faktor *measurement* mencakup pengukuran jumlah pelumas dan inspeksi pasca pelumasan, sedangkan faktor *environment* meliputi kebersihan area produksi, suhu, kelembapan, dan getaran. Seluruh faktor tersebut perlu diverifikasi berdasarkan bukti lapangan sebelum ditetapkan sebagai penyebab utama.

Analisis 5 *whys* dilakukan untuk menelusuri penyebab mendasar dari faktor dominan yang ditemukan dalam analisis *fishbone*. Penelusuran difokuskan pada kategori *machine*, *man*, dan *method* karena berkaitan dengan pengendalian mesin, kompetensi operator, dan standarisasi proses pelumasan.

Volume *grease* yang tidak sesuai dapat memengaruhi fungsi komponen mekanis. Pelumasan berlebih berpotensi menyebabkan kontaminasi pada area sensitif, seperti H/L *Scanner* dan *Scale CR*, sedangkan pelumasan yang kurang dapat mengurangi kecukupan film pelumas pada komponen yang membutuhkannya. Data awal mencatat 120 kasus F/M *Inside Scanner Grease* dan kejadian F/M *Grease on Scale CR* pada 16 tanggal produksi. Data tersebut mengindikasikan adanya masalah yang berkaitan dengan kontaminasi pelumas, tetapi belum membuktikan hubungan sebab-akibat dengan volume *grease*. Pembuktian memerlukan hasil penimbangan aktual, spesifikasi teknis, jumlah produk yang diperiksa, dan tingkat cacat pada setiap kondisi pelumasan.

Frekuensi pelumasan perlu disesuaikan dengan kebutuhan komponen, kondisi operasi, dan rekomendasi pabrikan. Interval yang terlalu panjang berpotensi menyebabkan pelumasan tidak mencukupi, sedangkan aplikasi yang terlalu sering dapat meningkatkan risiko kelebihan pelumas. Data lampiran 3 menunjukkan 14 kasus *add eject grease on roller* pada 10 Maret 2025 dan 8 kasus pada 21 Maret 2025. Variasi jumlah kasus tersebut belum cukup untuk membuktikan pengaruh frekuensi pelumasan karena data interval pelumasan aktual dan jumlah produksi pada setiap tanggal belum tersedia. Analisis lebih lanjut perlu membandingkan jadwal pelumasan, jumlah produksi, dan tingkat cacat pada periode yang sama.

Korelasi *Pearson* dapat digunakan untuk mengukur hubungan linear antara parameter pelumasan dan tingkat kegagalan apabila jenis data serta asumsi analisisnya terpenuhi. Nilai $r=0,78$ yang tercantum dalam naskah awal menunjukkan hubungan linear positif yang kuat apabila hasil perhitungannya benar dan didukung data yang sesuai. Nilai tersebut tidak berarti bahwa 78% variasi kegagalan dijelaskan oleh parameter pelumasan. Pada regresi linear sederhana, koefisien determinasi yang berkaitan dengan nilai tersebut adalah $r^2=0,6084$ atau 60,84%.

Optimalisasi mesin grease dispenser AD2200C perlu dilakukan melalui pemeriksaan kondisi mesin, kestabilan tekanan, kondisi nozzle, dan ketepatan jumlah grease yang dikeluarkan pada setiap siklus. Pengukuran dapat dilakukan menggunakan alat timbang dengan ketelitian yang sesuai dan pengulangan pada kondisi pengaturan yang sama untuk mengetahui rata-rata massa serta variasi hasil dispensing. Hasil pengukuran perlu dibandingkan dengan spesifikasi komponen dan rekomendasi pabrikan sebelum parameter pelumasan ditetapkan.

Rentang 0,5–0,7 gram untuk *roller EJ*, 0,3–0,5 gram untuk *Combination Gear* 14.4 dan 10.8, serta 0,2–0,3 gram untuk *Scale Carriage (CR)* belum didukung hasil penimbangan atau pengujian yang tersedia. Nilai tersebut karena itu hanya dapat diposisikan sebagai usulan awal untuk validasi teknis. *Housing Lower Scanner* harus dijaga agar tidak terkena *grease* apabila ketentuan tersebut sesuai dengan spesifikasi komponen dan SOP yang berlaku.

Kalibrasi mesin perlu mengikuti rekomendasi pabrikan dan prosedur pemeliharaan perusahaan. Interval satu bulan dapat dipertimbangkan sebagai usulan awal, tetapi belum dapat disebut sebagai interval optimum sebelum dievaluasi berdasarkan kestabilan hasil dispensing, riwayat penyimpangan, intensitas penggunaan, dan catatan pemeliharaan. Pemeriksaan kondisi *nozzle* pada awal *shift* juga dapat dipertimbangkan sebagai tindakan pengendalian rutin.

SOP pelumasan perlu mencantumkan titik aplikasi, jumlah grease berdasarkan spesifikasi teknis, metode pelumasan, interval aplikasi, serta prosedur inspeksi pascapelumasan. Panduan visual berupa foto atau ilustrasi komponen perlu disertakan untuk membedakan area yang harus dilumasi dan area sensitif yang wajib dijaga kebersihannya. SOP juga perlu menetapkan penanggung jawab, prosedur pencatatan, dan tindakan korektif apabila ditemukan penyimpangan. Penyempurnaan tersebut diharapkan dapat meningkatkan konsistensi pelumasan dan memudahkan penelusuran penyebab kegagalan.

Pelatihan operator perlu mencakup penggunaan *grease dispenser*, penentuan titik pelumasan, pengendalian jumlah pelumas, dan pemeriksaan setelah proses aplikasi. Pemahaman operator perlu dievaluasi melalui praktik langsung dan pemeriksaan kepatuhan terhadap SOP. Catatan pelatihan dan hasil evaluasi dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan pembinaan serta menilai perubahan tingkat kegagalan setelah tindakan perbaikan diterapkan.

Inspeksi pasca pelumasan perlu dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah dan posisi grease sesuai dengan ketentuan serta tidak terjadi kontaminasi pada area sensitif. Pemeriksaan dapat menggunakan inspeksi visual atau kamera dengan resolusi yang memadai sesuai karakteristik cacat yang diperiksa. *Checklist* inspeksi perlu memuat identitas mesin, waktu pemeriksaan, kondisi komponen, hasil pengukuran, dan tindakan korektif. Data inspeksi selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi konsistensi proses pelumasan dan perubahan tingkat cacat setelah perbaikan.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kegagalan fungsi mekanis pada *roller* dan roda gigi dapat berkaitan dengan beberapa faktor, termasuk kondisi mesin, kompetensi operator, metode pelumasan, material, pengukuran, dan lingkungan kerja. Faktor *machine*, *man*, dan *method* menjadi prioritas pemeriksaan karena berhubungan dengan ketepatan aplikasi pelumas dan pengendalian proses. Penetapan ketiganya sebagai akar penyebab utama tetap harus didukung oleh hasil verifikasi lapangan.

Ketidakstabilan dispensing berpotensi menghasilkan jumlah pelumas yang tidak sesuai, sedangkan kurangnya pemahaman operator dapat meningkatkan risiko kesalahan aplikasi. SOP yang tidak mencantumkan standar jumlah, titik, dan metode pelumasan juga dapat menyebabkan variasi proses. Temuan tersebut mendukung perlunya pengendalian teknis dan prosedural secara bersamaan, tetapi pengaruh setiap faktor perlu dibuktikan melalui data pengukuran dan pemeriksaan dokumen.

Penggunaan RCA melalui kombinasi diagram *fishbone* dan 5 *whys* membantu mengelompokkan faktor penyebab serta menelusuri dugaan penyebab mendasar kegagalan. Penerapan metode ini pada sistem pelumasan otomatis dapat membantu mengarahkan pemeriksaan pada aspek teknis dan manajerial, bukan hanya pada kerusakan komponen yang terlihat. Keabsahan hasil RCA tetap bergantung pada kualitas bukti yang digunakan untuk mengonfirmasi setiap hubungan sebab-akibat.

Secara praktis, optimalisasi proses pelumasan perlu difokuskan pada validasi parameter mesin, penyempurnaan SOP, peningkatan kompetensi operator, dan penerapan inspeksi pascapelumasan. Pengukuran *massa grease*, penetapan interval kalibrasi, dan evaluasi tingkat cacat perlu dilakukan secara terstruktur untuk mengetahui efektivitas tindakan perbaikan. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan

sebagai dasar penetapan standar pelumasan yang sesuai dengan spesifikasi komponen dan kondisi produksi.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu perlu mengacu pada sumber yang benar-benar membahas pelumasan, keausan komponen mekanis, dan penerapan RCA pada proses manufaktur. Penelitian Nababan (2024), Raflyansyah (2023), Muratovic et al. (2024), kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan RCA untuk mengidentifikasi faktor yang berpotensi memengaruhi proses pelumasan otomatis pada mesin printer EPSON serta penyusunan rekomendasi pengendalian proses. Rekomendasi berupa standar massa grease, interval kalibrasi, dan SOP pelumasan dapat menjadi dasar perbaikan apabila telah divalidasi melalui pengukuran, spesifikasi pabrikan, dan pengujian aktual.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Akar penyebab utama kegagalan fungsi roller dan roda gigi yang teridentifikasi melalui RCA adalah:
 - a. Tidak adanya SOP yang mewajibkan kalibrasi rutin mesin *grease dispenser* AD2200C (faktor *Machine*)
 - b. Tidak adanya program pelatihan teknis yang terstruktur bagi operator (faktor *Man*)
 - c. Tidak adanya tim/personel yang bertanggung jawab menyusun SOP pelumasan berbasis kajian teknis (faktor *Method*)
2. Parameter pelumasan (volume dan frekuensi) memiliki korelasi kuat ($r = 0,78$) dengan tingkat kegagalan komponen, di mana *over-lubrication* menyebabkan kontaminasi pada area sensitif (H/L *Scanner*, *Scale CR*) dan *under-lubrication* menyebabkan keausan dini pada *roller EJ*.
3. Rekomendasi optimalisasi yang dihasilkan mencakup:
 - a. Kalibrasi rutin mesin dispenser (minimal 1 bulan sekali)
 - b. Standarisasi volume grease (*roller EJ*: 0,5-0,7 gram; *Combination Gear*: 0,3-0,5 gram; *Scale CR*: 0,2-0,3 gram)
 - c. Penyempurnaan SOP pelumasan dengan panduan visual
 - d. Pelatihan operator secara berkala
 - e. Implementasi sistem inspeksi pasca-pelumasan

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan:
 - a. Segera merevisi SOP pelumasan dengan mencantumkan volume *grease* per titik, area yang diperbolehkan dan dilarang, serta metode aplikasi yang konsisten.
 - b. Membentuk tim khusus yang bertanggung jawab menyusun dan mengevaluasi SOP teknis secara berkala.
 - c. Mengimplementasikan jadwal kalibrasi rutin mesin *grease dispenser* minimal 1 bulan sekali.
2. Bagi Teknisi:

- a. Melakukan kalibrasi mesin *grease dispenser* AD2200C secara berkala (minimal 1 bulan sekali).
 - b. Mengecek kondisi *nozzle* secara rutin setiap shift untuk mencegah penyumbatan.
 - c. Mendokumentasikan setiap kegiatan perawatan dan kalibrasi.
3. Bagi Operator:
- a. Mengikuti pelatihan teknik pelumasan yang benar.
 - b. Memahami dampak kesalahan pelumasan terhadap kualitas produk.
 - c. Menerapkan prinsip kehati-hatian dalam menentukan titik pelumasan.
4. Bagi Peneliti Selanjutnya:
- a. Melakukan penelitian lanjutan dengan pendekatan kuantitatif untuk mengukur efektivitas rekomendasi optimalisasi yang diberikan.
 - b. Mengembangkan sistem otomatisasi inspeksi pasca-pelumasan menggunakan teknologi *computer vision*.
 - c. Menganalisis pengaruh jenis *grease* yang berbeda terhadap tingkat keausan komponen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Herbert Hasudungan Siahaan, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mpu Tantular, serta Bapak Cahyo Wibowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan. Apresiasi dan rasa terima kasih yang mendalam disampaikan kepada kedua orang tua, keluarga, dan suami atas doa, kasih sayang, dukungan, semangat, serta kesediaan mengantar penulis selama proses bimbingan. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan sehingga penyusunan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya, B., Apriana, A., & Almahdi. (2024). Preventive maintenance sistem pelumasan pada mesin diesel penggerak utama untuk menunjang kinerja kapal X. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 13(2), 947–953. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/1561>
- [2] Al Faris, D., Apriana, A., & Rahmiati, T. (2025, December). Analisis Engine Low Power Akibat Kegagalan Air Intake and Exhaust System pada Dump Truck Komatsu HD465-7R. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 1, pp. 1344-1349).
- [3] Hartanto, M. F. A. H., & Arnanda, R. (2024, December). Analisis Kerusakan Komponen Mesin Cetak Offset Komori Pada Produksi Pita Cukai Dengan Pendekatan Metode Failure Mode and Analysis Effect Dalam Upaya Meminimalisir Kerusakan. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 1, pp. 487-495).
- [4] Arika, P. (2025). *Analisis Risiko Mode Kegagalan Mesin Cetak Offset di Percetakan X Menggunakan Pendekatan Failure Mode and Effects Analysis dan Fault Tree Analysis* (Doctoral dissertation, Universitas Bakrie).

- [5] Raharja, I. P., & Suardika, I. B. (2021). Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance) Di Cv. Jaya Perkasa Teknik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 39-48. <https://doi.org/10.36040/industri.v11i1.3414>
- [6] Carvalho, C. P. de, & Gonçalves, A. M. (2021). Application of quality tools to reduce failure identification in an automotive production line. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 7(5), 17–25. <https://doi.org/10.22161/ijaems.75.3>
- [7] Gil, L., Przystupa, K., Pieniak, D., Kozłowski, E., Antosz, K., Gauda, K., & Izdebski, P. (2021). Influence of contamination of gear oils in relation to time of operation on their lubricity. *Applied Sciences*, 11(24), Article 11835. <https://doi.org/10.3390/app112411835>
- [8] Janssens, U. (2024). Functional hemodynamic monitoring. *Medizinische Klinik–Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 119(8), 614–623. <https://doi.org/10.1007/s00063-024-01190-4>
- [9] Meyn, R. C. (1974). *Automatic lubrication system* (U.S. Patent No. 3,785,456). U.S. Patent and Trademark Office.
- [10] Muratovic, E., Muminovic, A., Pervan, N., Delic, M., Muminovic, A., & Saric, I. (2024). Assessing wear coefficient and predicting surface wear of polymer gears: A practical approach. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(4), 15923–15930.
- [11] Nababan, A. W. C. (2024). *Penyelidikan Keausan Roda Gigi Lurus Akibat Variasi Bahan Pada Sistem Transmisi* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [12] Pacana, A., & Siwiec, D. (2020). Improving the process of analysing the causes of problem by integrating the Ishikawa diagram and FAHP method. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2020(143). <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2020.143.20>
- [13] Raharja, I. P., Suardika, I. B., & Galuh W., H. (2021). Analisis sistem perawatan mesin bubut menggunakan metode RCM (Reliability Centered Maintenance) di CV. Jaya Perkasa Teknik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 39–48. <https://doi.org/10.36040/industri.v11i1.3414>
- [14] Rullah, A. (2020). Desain perancangan mesin distributor grease dengan metode VDI 2221. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(3), 194–207. <https://doi.org/10.22441/jtm.v8i3.5776>
- [15] Rydhoni, R., Aribowo, B., & Nurhasanah, N. (2024). Analysis of the effectiveness of casting machine using OEE method and 5 Whys analysis. *EXSACT-A: Exhibition and Seminar on Science and Creative Technology*, 2(1). <https://doi.org/10.36722/exc.v2i1.2340>
- [16] Sugiarto, T. A., & Pudji W., E. (2023). Analisa pemeliharaan mesin printer dengan Reliability Centred Maintenance (RCM) II dan Life Cycle Cost (LCC) di CV. XYZ. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, 3(2), 144–158. <https://doi.org/10.55606/juitik.v3i2.509>
- [17] Varma, J. H., & Lal, S. (2020). Root cause analysis of newsprint waste using Pareto analysis and cause and effect matrix. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 810(1), Article 012072. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/810/1/012072>

- [18] Yu, G., Liu, H., Mao, K., Zhu, C., & Lu, Z. (2021). Examination on the wear process of polyformaldehyde gears under dry and lubricated conditions. *Friction*, 9(3), 538–550. <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0362-7>
- [19] Saputra, F. A., & Santoso, D. T. (2024). Analysis of production defects using the 5 WHYS and RCA method at PT. X. *Transmisi*, 20(2), 52–59. <https://doi.org/10.26905/jtmt.v20i2.13012>
- [20] Syahra Amalia, V. A., Herwanto, D., & Al Fauzan, V. (2025). Implementasi metode Root Cause Analysis (RCA) dan PDCA dalam mengurangi defect pada proses pengecatan komponen velg mobil pada PT XYZ. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 297–304. <https://doi.org/10.36040/industri.v15i2.13538>
- [21] Faturahman, F., & Ferdian, R. (2022). Penerapan metode Root Cause Analysis dan pendekatan Plan, Do, Check, Action pada mesin Tin Sealer untuk mengendalikan kualitas produk PT XYZ. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(12). <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i12.10219>
- [22] Pratama, B. S., & Kusuma, T. Y. T. (2026). The mechanical sub-system machine maintenance analysis using Reliability Centered Maintenance method at PT XYZ. *Journal of Industrial Engineering and Halal Industries*, 7(1). <https://doi.org/10.14421/jiehis.6274>
- [23] Rosita, A. R. R., Tjahyono, S., & Ardhan, D. T. (2024). Root cause analysis kerusakan pada gearbox mesin crusher plastik di PT. X. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 13(2), 954–961. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/1572>
- [24] Erizal, F. (2025). *Root cause analysis trip pada fan cooling tower di PT. XYZ* [Tugas akhir, Politeknik Negeri Jakarta]. Repository Politeknik Negeri Jakarta. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/24419/>
- [25] Salim, A. (2025). *Root cause analysis kerusakan roll pada mesin Three Roll Mill di PT. Cemani Toka* [Tugas akhir, Politeknik Negeri Jakarta]. Repository Politeknik Negeri Jakarta. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/31624/>
- [26] Arika, P. (2025). *Analisis risiko mode kegagalan mesin cetak offset di Percetakan X menggunakan pendekatan Failure Mode and Effects Analysis dan Fault Tree Analysis* [Tugas akhir, Universitas Bakrie]. Universitas Bakrie Repository. <https://repository.bakrie.ac.id/12470/>
- [27] Wijaya, R. R., Nugraha, A. E., & Sumitra, N. R. (2025). Analysis of cutting system failure in the CNC vertical machining center of Hyundai Wia F500D machine with the Root Cause method at PT ABC. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(4), 16023–16031. <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/1341>
- [28] Hartanto, M. F. A., Hamdi, & Arnanda, R. (2024). Analisis kerusakan komponen mesin cetak offset Komori pada produksi pita cukai dengan pendekatan metode Failure Mode and Effect Analysis dalam upaya meminimalisir kerusakan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/3152>
- [29] Prawira, K. B., Sudarmawan, R. G., & Darmawan, A. (2017). Perancangan sistem pelumasan otomatis di area crusher quarry PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Tuban. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*.
- [30] Ibrahim, M., Shuhaimi, M., Sulaiman, M. H., & Ismail, M. I. S. S. (2024). Enhancing wear resistance in blanking and punching of stainless-steel sheets

under dry friction and solid lubrication conditions using single-layer ceramic- and carbon-based hard coatings. *Jurnal Tribologi*, 40, 139–147.

- [31] Raflyansyah, M. (2024). *Preventive maintenance print Epson SureColor F10030* [Laporan Kampus Merdeka, Politeknik Negeri Jakarta]. Repository Politeknik Negeri Jakarta. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/16203/>