

ANALISIS AKAR PENYEBAB KEMACETAN ERETAN MEJA PADA MESIN GERINDA DATAR HR PSGS-4070AH MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS (RCFA)

Sapto Anugrah¹, Hapiz Firdaus¹, Indra Feriadi¹, Tuparjono¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: anugrahsapto2805@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan eretan meja pada mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH dapat menurunkan kualitas proses pemesinan, mengganggu kegiatan praktikum, dan meningkatkan risiko kerusakan komponen. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi akar penyebab kemacetan eretan meja menggunakan metode Root Cause Failure Analysis (RCFA). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, inspeksi komponen, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar penyebab kegagalan bukan terletak pada kerusakan ball screw, melainkan belum diterapkannya preventive maintenance secara konsisten sehingga sistem central lubrication tidak bekerja optimal. Tindakan korektif yang direkomendasikan meliputi perbaikan sistem pelumasan, penggantian komponen yang rusak, serta penyusunan program preventive maintenance untuk meningkatkan keandalan mesin.

Kata Kunci: Root Cause Failure Analysis (RCFA); Fishbone Diagram; 5 Why Analysis; Preventive Maintenance; Mesin Gerinda Datar.

ABSTRACT

Table slide jamming on the Reform HR PSGS-4070AH surface grinding machine can reduce machining quality, disrupt laboratory activities, and increase the risk of component failure. This study aimed to identify the root cause of table slide jamming using the Root Cause Failure Analysis (RCFA) method. Data were collected through observation, interviews, component inspection, and documentation, and subsequently analyzed using the Fishbone Diagram and 5 Why Analysis. The results revealed that the root cause was not the failure of the ball screw, but the absence of a consistent preventive maintenance program, resulting in an ineffective central lubrication system. The proposed corrective actions include restoring the lubrication system, replacing damaged components, and implementing a preventive maintenance program to improve machine reliability.

Keywords: Root Cause Failure Analysis (RCFA); Fishbone Diagram; 5 Why Analysis; Preventive Maintenance; Surface Grinding Machine.

1. PENDAHULUAN

Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) merupakan sarana pembelajaran praktik untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin perkakas. Salah satu peralatan utamanya adalah mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH yang digunakan untuk menghasilkan permukaan benda kerja dengan tingkat kerataan dan kekasaran sesuai spesifikasi melalui proses penggerindaan presisi (Maulana, 2022; Veranika Maria et al., 2022). Selain mendukung kegiatan praktikum, mesin ini juga dimanfaatkan dalam proses manufaktur di laboratorium sehingga keandalannya perlu dipertahankan.

Meningkatnya intensitas penggunaan dapat menyebabkan penurunan kinerja komponen akibat keausan maupun kurang optimalnya sistem pemeliharaan. Endri Priharanto et al. (2024) menyatakan bahwa kegagalan komponen mesin dipengaruhi oleh kondisi operasi dan efektivitas pemeliharaan. Hasil observasi menunjukkan adanya kemacetan pada eretan meja yang menyebabkan gerakan translasi tidak stabil. Pemeriksaan awal juga menemukan kerusakan pada *ball screw* serta indikasi gangguan pada sistem *central lubrication*. Kondisi tersebut tidak hanya mengganggu proses pemesinan dan kegiatan praktikum, tetapi juga berpotensi menimbulkan kerusakan berulang apabila penanganannya hanya berfokus pada penggantian komponen.

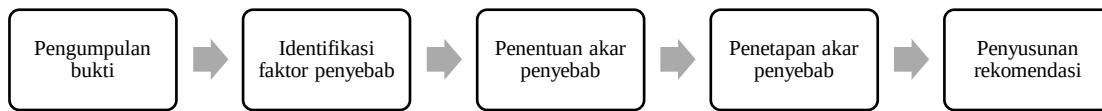
Metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan sehingga tindakan korektif dapat diarahkan pada penyebab utama, bukan hanya gejala kerusakan (Barik et al., 2023; Muhammad Rafi'i et al., 2025). RCFA dipadukan dengan *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis* untuk mengidentifikasi faktor penyebab serta menelusuri hubungan sebab-akibat hingga diperoleh akar penyebab (De Fretes, 2022; Febri Pratama & Yuliatwati).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi akar penyebab kemacetan eretan meja pada mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH menggunakan metode RCFA serta menyusun rekomendasi tindakan korektif. Kontribusi hasil penelitian diharapkan menjadi dasar penerapan pemeliharaan preventif yang lebih efektif guna meningkatkan keandalan mesin perkakas di laboratorium pendidikan vokasi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode RCFA untuk mengidentifikasi akar penyebab kemacetan eretan meja pada mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH. RCFA merupakan metode analisis kegagalan yang bertujuan menelusuri penyebab mendasar (*root cause*) sehingga tindakan korektif dapat difokuskan pada penyebab utama dan mencegah kegagalan berulang (ABS Consulting, 2015; Muhammad Rafi'i et al., 2025).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dengan tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1, meliputi pengumpulan bukti, identifikasi faktor penyebab menggunakan *Fishbone Diagram*, penentuan akar penyebab menggunakan *5 Why Analysis*, penetapan *root cause*, dan penyusunan rekomendasi tindakan korektif. Tahapan tersebut mengacu pada konsep RCFA (Doggett, 2005; ABS Consulting, 2015) dan telah banyak diterapkan pada analisis kegagalan mesin (Barik et al., 2023; De Fretes, 2022).



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

Tahap pengumpulan bukti dilakukan melalui observasi, wawancara dengan Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP), inspeksi visual, pengujian awal, dan dokumentasi untuk memperoleh data kondisi aktual mesin. Selanjutnya, faktor penyebab diidentifikasi menggunakan *Fishbone Diagram* berdasarkan aspek *man, machine, method, material*, dan *environment* (Ishikawa, 1986; De Fretes, 2022). Penentuan akar penyebab dilakukan menggunakan *5 Why Analysis* dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga diperoleh akar penyebab (Liker & Meier, 2006). Hasil analisis menjadi dasar penyusunan rekomendasi tindakan korektif yang difokuskan pada peningkatan efektivitas pemeliharaan preventif untuk meminimalkan potensi kegagalan berulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data Bukti

Tahap awal RCFA dilakukan melalui pengumpulan bukti untuk memperoleh informasi mengenai gejala kegagalan dan kondisi aktual mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan PLP, observasi langsung, pengujian awal, inspeksi komponen, dan dokumentasi. Ringkasan hasil wawancara dan pengujian awal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Wawancara dan Pengujian Awal

Metode	Hasil Temuan
Pengumpulan Data	
Wawancara dengan PLP	Berdasarkan hasil wawancara, kemacetan eretan meja diduga disebabkan oleh kerusakan pada mekanisme <i>ball screw</i> , yang ditandai dengan gerakan eretan tidak lancar saat mesin beroperasi.
Pengujian awal	Hasil pengujian menunjukkan bahwa gerakan translasi eretan berlangsung tidak stabil, mengalami hambatan pada beberapa posisi, bahkan sesekali berhenti sebelum mencapai langkah yang diinginkan. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya gangguan pada mekanisme penggerak eretan meja.

Berdasarkan Tabel 1, hasil wawancara dengan PLP dan pengujian awal menunjukkan kesesuaian indikasi kerusakan, yaitu terjadinya gangguan pada mekanisme penggerak eretan meja. Temuan tersebut kemudian menjadi dasar untuk melakukan inspeksi lebih lanjut terhadap komponen *ball screw* dan sistem *central lubrication* guna mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan secara lebih rinci.

3.2 Hasil Inspeksi Komponen

Inspeksi dilakukan dengan membongkar mekanisme eretan meja untuk mengetahui kondisi aktual komponen yang diduga mengalami kegagalan. Pemeriksaan difokuskan pada sistem *ball screw* sebagai komponen utama yang mentransmisikan gerakan translasi eretan. Ringkasan hasil inspeksi komponen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Inspeksi Komponen Eretan Meja

Komponen yang Diinspeksi	Hasil Inspeksi	Dampak terhadap Sistem
<i>Ball retainer</i> (deflektor)	Ball retainer mengalami kerusakan sehingga bola-bola sirkulasi keluar dari jalurnya.	Mekanisme sirkulasi bola terganggu sehingga pergerakan ball screw menjadi tidak normal.
<i>Ball screw</i>	Permukaan ball screw menunjukkan indikasi peningkatan gesekan akibat kurangnya pelumasan.	Gerakan translasi eretan menjadi tersendat dan berpotensi mengalami kemacetan.
Sistem <i>central lubrication</i>	Ditemukan indikasi kurangnya pelumasan yang ditunjukkan oleh permukaan komponen yang relatif kering serta adanya kotoran pada area sambungan sistem pelumasan.	Distribusi pelumas tidak optimal sehingga mempercepat keausan komponen mekanis.

Kerusakan *ball retainer* (deflektor) hasil pembongkaran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi *ball retainer* (deflektor) setelah pembongkaran

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2, kerusakan pada *ball retainer* disertai indikasi gangguan pada sistem *central lubrication* menunjukkan bahwa kemacetan eretan meja tidak hanya disebabkan oleh kegagalan komponen mekanis, tetapi juga berkaitan dengan tidak optimalnya sistem pelumasan. Temuan ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan pada tahap analisis berikutnya menggunakan *Fishbone Diagram*.

3.3 Identifikasi Faktor Penyebab

Berdasarkan hasil pengumpulan bukti dan inspeksi komponen, tahap berikutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kemacetan eretan meja. Identifikasi dilakukan untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab berdasarkan hasil observasi sebelum dianalisis lebih lanjut menggunakan *Fishbone Diagram*. Ringkasan hasil identifikasi disajikan pada Tabel 3.

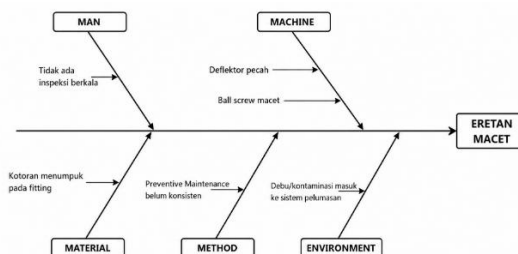
Tabel 3. Hasil Identifikasi Faktor Penyebab Kemacetan Eretan Meja

Aspek	Faktor yang Diidentifikasi	Indikasi Temuan
<i>Machine</i>	Kerusakan <i>ball retainer</i> dan gangguan pada mekanisme <i>ball screw</i>	Bola-bola sirkulasi keluar dari jalurnya sehingga pergerakan <i>ball screw</i> menjadi tidak normal.
<i>Method</i>	Sistem <i>central lubrication</i> tidak bekerja optimal	Pelumasan pada mekanisme <i>ball screw</i> tidak berlangsung secara memadai sehingga meningkatkan gesekan antar komponen.
<i>Man</i>	Belum dilaksanakannya inspeksi dan pemeliharaan berkala	Tidak ditemukan bukti adanya pemeriksaan rutin terhadap sistem pelumasan sehingga potensi gangguan tidak terdeteksi sejak dini.

Berdasarkan Tabel 4.3, faktor penyebab kemacetan eretan meja tidak hanya berasal dari kerusakan komponen mekanis, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek metode pemeliharaan dan pelaksanaan inspeksi. Hasil identifikasi tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antar faktor penyebab sehingga diperlukan analisis hubungan sebab-akibat untuk menentukan akar penyebab kegagalan. Oleh karena itu, proses analisis dilanjutkan menggunakan *Fishbone Diagram* sebagaimana disajikan pada subbab berikutnya.

3.4 Analisis Fishbone Diagram

Berdasarkan hasil pengumpulan bukti dan inspeksi komponen, analisis *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kemacetan eretan meja berdasarkan aspek *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *environment*. Pengelompokan ini memudahkan pemetaan hubungan antar penyebab sebelum dilakukan penelusuran akar penyebab menggunakan *5 Why Analysis*. Hasil analisis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Fishbone Diagram*

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemacetan eretan meja merupakan akibat interaksi beberapa faktor, meliputi kerusakan *ball screw*, lemahnya pelaksanaan pemeliharaan preventif, tidak adanya inspeksi berkala, penumpukan kotoran pada *fitting*, serta kontaminasi pada sistem pelumasan. Temuan ini sejalan dengan Barik dan Handaja (2023) yang menyatakan bahwa *Fishbone Diagram* efektif mengidentifikasi hubungan antara faktor teknis dan pemeliharaan dalam investigasi kegagalan. Selain itu, De Fretes (2022) menjelaskan bahwa pengelompokan penyebab menggunakan *Fishbone Diagram* mempermudah penelusuran akar penyebab melalui *5 Why Analysis*.

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya dilakukan pada peralatan industri, penelitian ini menunjukkan bahwa pada mesin gerinda datar di laboratorium

pendidikan vokasi, kemacetan eretan meja dipengaruhi oleh keterkaitan antara kerusakan komponen dan kurang efektifnya sistem pemeliharaan. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan 5 *Why Analysis* untuk menetapkan akar penyebab kegagalan.

3.5 Analisis 5 *Why*

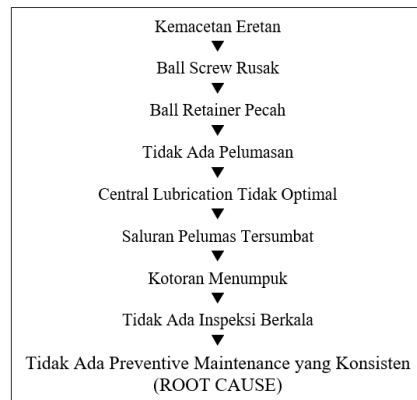
Tahap berikutnya adalah menentukan akar penyebab kegagalan menggunakan 5 *Why Analysis*, yaitu teknik yang menelusuri hubungan sebab-akibat melalui pertanyaan "mengapa" secara berulang hingga diperoleh penyebab paling mendasar (*root cause*). Hasil analisis disajikan pada Tabel 3, sedangkan hubungan sebab-akibat divisualisasikan pada Gambar 4.

Tabel 3. Hasil Analisis 5 *Why* terhadap Kemacetan Eretan Meja

Pertanyaan Mengapa?	Jawaban
Mengapa eretan meja mengalami kemacetan?	Karena mekanisme <i>ball screw</i> tidak dapat bergerak secara normal sehingga pergerakan eretan menjadi tersendat dan akhirnya macet.
Mengapa <i>ball screw</i> tidak dapat bergerak secara normal?	Karena <i>ball retainer</i> (deflektor) mengalami kerusakan sehingga bola-bola sirkulasi keluar dari jalurnya dan meningkatkan gesekan antara <i>ball screw</i> dan <i>ball nut</i> .
Mengapa <i>ball retainer</i> mengalami kerusakan?	Karena mekanisme <i>ball screw</i> tidak memperoleh pelumasan yang memadai sehingga terjadi peningkatan gesekan dan keausan komponen.
Mengapa sistem pelumasan tidak bekerja dengan baik?	Karena sistem <i>central lubrication</i> tidak mampu menyalurkan pelumas secara optimal akibat saluran pelumas mengalami penyumbatan.
Mengapa saluran pelumas mengalami penyumbatan?	Karena terjadi penumpukan kotoran pada saluran dan sambungan (<i>fitting</i>) pelumas yang tidak terdeteksi sejak dini akibat belum diterapkannya program pemeliharaan preventif secara konsisten, khususnya inspeksi dan pembersihan berkala terhadap sistem <i>central lubrication</i> (<i>Root Cause</i>).

Berdasarkan Tabel 3, kemacetan eretan meja diawali oleh terganggunya mekanisme *ball screw* akibat kerusakan *ball retainer* (deflektor). Kerusakan tersebut dipicu oleh meningkatnya gesekan karena sistem *central lubrication* tidak mampu menyalurkan pelumas secara optimal akibat penyumbatan saluran pelumas. Penelusuran lebih lanjut menunjukkan bahwa penyumbatan terjadi karena penumpukan kotoran yang tidak terdeteksi akibat belum diterapkannya pemeliharaan preventif secara konsisten.

Untuk memperjelas hubungan sebab-akibat, hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk diagram rantai akar penyebab (*Root Cause Chain*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Rantai Akar Penyebab (*Root Cause Chain*)

Gambar 4 menunjukkan bahwa kerusakan *ball screw* merupakan dampak dari kegagalan sistem pelumasan, bukan akar penyebab utama. Temuan ini konsisten dengan De Fretes (2022) yang menyatakan bahwa kombinasi *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis* mampu mengidentifikasi akar penyebab kegagalan secara sistematis. Hasil penelitian ini juga mendukung Muhammad Rafi'i et al. (2025) yang menjelaskan bahwa penerapan RCFA memungkinkan tindakan perbaikan difokuskan pada penyebab mendasar sehingga lebih efektif mencegah kegagalan berulang.

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya dilakukan pada sistem kelistrikan atau alat berat, penelitian ini menunjukkan bahwa pada mesin gerinda datar akar penyebab kegagalan berkaitan dengan belum optimalnya pemeliharaan preventif pada sistem *central lubrication*. Oleh karena itu, hasil analisis ini menjadi dasar dalam penetapan *root cause* dan penyusunan rekomendasi tindakan korektif.

3.6 Penentuan Akar Penyebab (*Root Cause*)

Berdasarkan hasil *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*, diperoleh bahwa kemacetan eretan meja pada mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH merupakan akibat dari kegagalan sistem *central lubrication* yang menyebabkan pelumasan *ball screw* tidak berlangsung optimal. Kerusakan *ball retainer* (deflektor) dan *ball screw* merupakan dampak dari kegagalan tersebut, bukan sebagai akar penyebab (*root cause*). Ringkasan hasil penetapan akar penyebab disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penetapan *Root Cause* Kemacetan Eretan Meja

Mode Kegagalan	Penyebab Langsung	Faktor Penyebab	Akar Penyebab
Eretan meja macet	Kerusakan <i>ball retainer</i> menyebabkan <i>ball screw</i> tidak bekerja normal	Sistem <i>central lubrication</i> tidak mampu mendistribusikan pelumas akibat saluran pelumas tersumbat	Belum diterapkannya pemeliharaan preventif secara konsisten, khususnya inspeksi dan pemeliharaan sistem <i>central lubrication</i>

Berdasarkan Tabel 4, akar penyebab kemacetan eretan meja adalah belum optimalnya pelaksanaan pemeliharaan preventif, sehingga penyumbatan saluran pelumas tidak terdeteksi dan mengganggu distribusi pelumas menuju *ball screw*. Kondisi ini meningkatkan gesekan, mempercepat kerusakan *ball retainer*, dan akhirnya menyebabkan kemacetan eretan meja.

Temuan ini sejalan dengan Muhammad Rafi'i et al. (2025) yang menyatakan bahwa RCFA mampu mengidentifikasi penyebab mendasar sehingga tindakan perbaikan dapat difokuskan pada sistem pemeliharaan. Hasil tersebut juga didukung oleh Barik et al. (2023) yang menunjukkan bahwa keberhasilan RCFA bergantung pada kemampuan mengidentifikasi keterkaitan antara faktor teknis dan faktor pemeliharaan.

Berbeda dengan penelitian pada alat berat maupun sistem pompa industri, penelitian ini menunjukkan bahwa pada mesin gerinda datar di laboratorium pendidikan vokasi, keandalan *central lubrication* menjadi faktor penting dalam menjaga kinerja *ball screw*. Oleh karena itu, penetapan *root cause* menjadi dasar penyusunan rekomendasi tindakan korektif.

3.7 Rekomendasi Tindakan Korektif

Tahap akhir RCFA adalah menyusun tindakan korektif berdasarkan akar penyebab yang telah ditetapkan. Rekomendasi difokuskan pada penghilangan akar penyebab (*root cause*) untuk mencegah kegagalan berulang, sesuai prinsip RCFA (ABS Consulting, 2015; Muhammad Rafi'i et al., 2025). Rekomendasi tindakan korektif disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekomendasi Tindakan Korektif Berdasarkan Hasil RCFA

Akar Penyebab	Tindakan Korektif yang Direkomendasikan	Tujuan
Belum diterapkannya pemeliharaan preventif pada sistem <i>central lubrication</i>	Menyusun jadwal pemeliharaan preventif meliputi inspeksi, pembersihan saluran pelumas, pemeriksaan distribusi pelumas, dan pelumasan ulang sesuai interval operasi.	Menjamin sistem pelumasan bekerja optimal dan mencegah penyumbatan saluran pelumas.
Tidak adanya inspeksi berkala terhadap sistem <i>central lubrication</i> .	Menyusun daftar pemeriksaan (<i>inspection checklist</i>) dan mendokumentasikan setiap kegiatan inspeksi.	Memudahkan deteksi dini gangguan pada sistem pelumasan.
Kerusakan <i>ball retainer</i> dan <i>ball screw</i>	Mengganti komponen yang rusak serta melakukan penyetelan (<i>alignment</i>) mekanisme eretan meja.	Mengembalikan fungsi sistem transmisi gerak sesuai spesifikasi mesin.

Berdasarkan Tabel 5, rekomendasi perbaikan diprioritaskan pada peningkatan kualitas pemeliharaan preventif, sedangkan penggantian *ball retainer* dan *ball screw* merupakan tindakan pemulihan fungsi. Hasil ini sejalan dengan Febri Pratama dan Yuliawati (2023) yang menyatakan bahwa RCFA menghasilkan tindakan perbaikan yang lebih efektif apabila difokuskan pada penyebab mendasar. Temuan tersebut juga didukung oleh Endri Priharanto et al. (2024) yang menegaskan bahwa keandalan mesin dipengaruhi oleh konsistensi inspeksi dan pemeliharaan preventif.

Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan meningkatkan keandalan mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH, memperpanjang umur pakai *ball screw*, mengurangi

potensi kemacetan eretan meja, serta mendukung kelancaran kegiatan praktikum dan proses manufaktur di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi akar penyebab kemacetan eretan meja pada mesin gerinda datar Reform HR PSGS-4070AH menggunakan metode RCFA. Hasil analisis melalui *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa akar penyebab bukan terletak pada kerusakan *ball screw*, melainkan pada belum diterapkannya pemeliharaan preventif secara konsisten, sehingga sistem central lubrication tidak bekerja optimal dan menyebabkan kerusakan pada mekanisme *ball screw*.

Berdasarkan hasil tersebut, tindakan korektif yang direkomendasikan meliputi penggantian komponen yang rusak, pembersihan dan pemeriksaan sistem *central lubrication*, serta penyusunan program pemeliharaan preventif yang mencakup inspeksi dan pelumasan berkala. Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan keandalan mesin, mengurangi potensi kegagalan berulang, dan mendukung efektivitas kegiatan praktikum di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan fasilitas penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, PLP Jurusan Rekayasa Mesin, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian hingga artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ABS Consulting. (2014). *Root cause analysis handbook: A guide to efficient and effective incident investigation* (3rd ed.). Rothstein Publishing.
- Barik, Z. A., & Handaja, S. (2023). Studi penyebab dan penanganan *fail detection* pada *Shinkawa vibration sensors unit circulating water pump* di PT X menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis*. *Jurnal ELTEK*, 21(2), 101–108. <https://doi.org/10.33795/eltek.v21i2.4610>
- de Fretes, R. (2022). Analisis Penyebab Kerusakan Transformator menggunakan Metode RCA (Fishbone diagram and 5-Why Analysis) di PT. PLN (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat. *ARIKA*, 16(2), 117-124. <https://doi.org/10.30598/arika.2022.16.2.117>
- Doggett, A. M. (2005). Root cause analysis: A framework for tool selection. *Quality Management Journal*, 12(4), 34–45. <https://doi.org/10.1080/10686967.2005.11919269>
- Eliyard, E., & Rahayu, C. (2021). Deskripsi keterampilan dasar laboratorium mahasiswa teknik pada praktikum kimia dasar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(1), 30–37. <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i1.143>
- Endri Priharanto, Y., Yaqin, R. I., & Sihombing, N. (2024). Analisa kegagalan motor penggerak generator set pada kapal penangkap ikan. *Momentum*, 20(1), 1–7.

- Fahrizal, M., Malik, N., Hidayati, D. N., & Kamal, D. M. (n.d.). Analisis kerusakan *pedestal cover* pada pompa sentrifugal jenis *overhung* 4 size 4×11 menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* di PT XYZ. Prosiding A Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta (2024).
- Febri Pratama, A., & Yuliawati, E. (2023). Penerapan metode *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) untuk meningkatkan efektivitas mesin. *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*. Volume 6, Nomor 2, Desember 2023, 102-109
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control* (2nd rev. ed.). Asian Productivity Organization.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook*. McGraw-Hill.
- Maulana, S. R. (2023). Analisis pengaruh *feeding* pada proses *grinding journal* terhadap nilai kualitas *camshaft* tipe 2TNV70 Pasca IQT. *KALPIKA*, 19(2), 32–46. <https://doi.org/10.61488/kalpika.v19i2.47>
- Muhammad Rafi'i, M., Yusup, M., Purbawati, P., Rosanti, I., & Putri Atmaja, D. A. S. (2025). Analisis kerusakan komponen sistem *power train* menggunakan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) pada PT Cipta Kridatama Samarinda. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(4), 162–174. <https://doi.org/10.61132/venus.v3i4.1057>
- Veranika Maria, R., Fauzie, A. M., Sukarmansyah, & Ali, M. (2022). Modifikasi alat dudukan pada mesin gerinda untuk pemotongan berbagai jenis kayu secara manual. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Volume 10, Nomor 1.