

Analisis Akar Penyebab Kerusakan Silinder Excavator SK 200-8 Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Iqbal Nabawi Firdaus*, Ir.Rahman Hakim*, dan Ita Wijayanti

*Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani Batam Kota. Kota Batam. Kepulauan Riau. 29461, Indonesia
1E-mail: iqbalnabawi310@gmail.com

Abstrak

Kerusakan pada komponen sistem hidrolik, khususnya pada silinder excavator Sk200-8, merupakan permasalahan umum yang berdampak pada penurunan produktivitas dan efisiensi kerja excavator SK200-8. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akar penyebab kerusakan silinder bucket menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, mengevaluasi dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Hasil analisis menunjukkan nilai tertinggi disebabkan oleh kebocoran pada *seal* (RPN 224), diikuti oleh terjadinya goresan pada permukaan silinder dan oli tercemar (RPN 210), serta retakan pada tabung silinder (RPN 168). Faktor-faktor penyebab utama kerusakan antara lain keausan komponen akibat umur pakai, kualitas pelumasan tidak sesuai standar, serta kerja lingkungan yang *abrasive*. Peningkatan sistem jadwal perawatan yang rutin dan lebih ketat sebagai tindakan pencegahan utama untuk menurunkan risiko kerusakan pada silinder.

Kata kunci: FMEA, Silinder Bucket, Excavator Sk200-8, Kerusakan Hidrolik, Analisis FMEA

Abstract

Damage to hydraulic system components, especially the cylinder of the Sk200-8 excavator, is a common problem that has an impact on reducing the productivity and work efficiency of the SK200-8 excavator. This study aims to analyze the root cause of bucket cylinder damage using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. This method is used to identify potential failures, evaluate their impacts, and determine repair priorities based on the Risk Priority Number (RPN) value. The results of the analysis show that the highest value is caused by leaks in the seal (RPN 224), followed by scratches on the cylinder surface and contaminated oil (RPN 210), and cracks in the cylinder tube (RPN 168). The main causes of damage include component wear due to service life, substandard lubrication quality, and abrasive working environments. Improving the routine and stricter maintenance schedule system as the main preventive measure to reduce the risk of damage to the cylinder.

Keywords : FMEA, Bucket Cylinder, Excavator SK200-8, Hydraulic Failure, FMEA Analysis

1 Pendahuluan

Silinder hidrolik memegang peran penting dalam sistem kerja excavator karena berfungsi sebagai penggerak utama pada bagian-bagian seperti *boom*, *arm*, dan *bucket*. Keandalan berat ini sangat bergantung pada performa silinder hidrolik yang bekerja secara terus-menerus di bawah tekanan dan beban tinggi [1].

Selama operasionalnya, silinder hidrolik dihadapkan pada kondisi *extreme*, termasuk tekanan internal besar, beban dinamis, getaran siklik, serta lingkungan kerja yang abrasif dan korosif. Faktor-faktor tersebut menjadikan silinder sangat rentan mengalami berbagai bentuk kerusakan, seperti kebocoran fluida, kegagalan seal, keausan batang piston, hingga retak pada struktur komponen[2][3].

Dampak dari kerusakan ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga operasional. Terjadinya *downtime* karena kegagalan silinder mengganggu produktivitas proyek, menambah biaya perbaikan, memperpanjang durasi pekerjaan [4].

Untuk mengantisipasi dan mencegah kegagalan serupa di masa mendatang, dibutuhkan analisis yang sistematis dan berbasis risiko guna mengidentifikasi penyebab utama kerusakan. Salah satu teknik analisis yang digunakan pada akar penyebab kerusakan silinder adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini mampu menilai potensi mode kegagalan berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan deteksi [5][6].



Gambar 1. Excavator SK200-8 Dan Cylinder Hydraulic

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/excavator-cylinder-22001433988.html>)

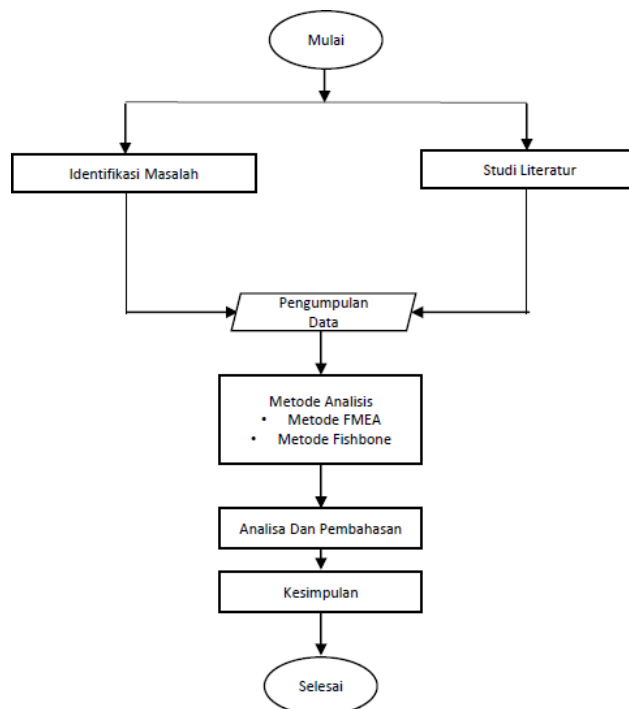
1.2 Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan akar penyebab kerusakan berdasarkan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
2. Menilai tingkat keparahan, kemungkinan kejadian, dan kemampuan deteksi terhadap setiap jenis kegagalan pada sistem silinder untuk menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar prioritas perbaikan.
3. Menganalisis akar penyebab kerusakan pada komponen silinder hidrolis menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*) yang dipadukan dengan diagram *Fishbone* berbasis pendekatan 6M dan teknik *5 Why's*.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus yang bersifat deskriptif analisis, dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab kerusakan komponen *cylinder bucket excavator SK200 8*. Melalui metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

2.2 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

Diagram ini menggambarkan tahapan sistematis yang ditempuh dalam proses penelitian untuk mengevaluasi kerusakan pada silinder hidrolis excavator SK200-8.

2.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Citra Lautan Biru yang beralamat di Jl. Kerapu, Batu Merah, Kec, Batu Ampar, Kota Batam, Kepulauan Riau 29432. Jarak lokasi penelitian ke area kampus Politeknik Negeri Batam. Jarak yang ditempuh memakan waktu kurang lebih sejauh 20 menit dengan jarak tempuh sejauh 10 km dengan melalui jalam Ahmad yani dan jalan kerapu.

2.4 Peralatan Dan Bahan

Sebelum melakukan analisis akar penyebab kerusakan pada silinder excavator dan termasuk juga didalamnya perawatan *attachment cylinder bucket* maka kita perlu mempersiapkan alat-alat dan bahan, di antaranya adalah :

1. Multitester
2. *Hydraulic Pres*
3. Kunci Shock
4. Kompresor
5. *Hook Wrench*
6. *Crane Overhead*
7. *Torque Wrench*
8. Obeng
9. Kunci L
10. *Stand Repair Cylinder*

2.5 Identifikasi Masalah

Berdasarkan data lapangan dan wawancara semi-struktur pada lima orang narasumber teknisi yang terdiri dari tiga orang teknisi lapangan, satu orang kepala teknisi dan satu orang supervisor perawatan. Para teknisi yang di wawancarai memiliki kapasitas sebagai mekanik alat berat dengan pengalaman kerja 5 sampai 10 tahun, dalam bidang perbaikan dan perawatan excavator. Sementara itu, untuk kepala teknisi dan supervisor perawatan mereka berperan sebagai narasumber otoritas teknisi dalam pengambilan keputusan, termasuk dalam menyusun jadwal perawatan, evaluasi kerusakan, serta persetujuan tindakan korektif dan penggantian komponen.. Beberapa komponen hidrolik yang mengalami kerusakan dengan estimasi jam kerja dihitung berdasarkan operasional harian. Excavator dioperasikan selama rata-rata 8 jam perhari, 6 hari per minggu, selama kurang lebih 3 tahun. Dengan estimasi total jam kerja sekitar 7.500 jam.

2.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk mendukung penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan pada silinder excavator SK200-8 metode FMEA membutuhkan data spesifik terkait mode kegagalan, penyebab kegagalan, efek dari kegagalan tersebut, serta tiga prameter utama yaitu : tingkat keparahan (S), kemungkinan kejadian (O), dan kemungkinan deteksi (D) [7].

2.7 Metode FMEA

FMEA adalah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasikan mode kegagalan potensial terhadap dampaknya, penyebab, dan tindakan pencegahannya. Tahapan FMEA dalam penelitian ini meliputi :

1. Identifikasi komponen dan fungsi
2. Identifikasi mode kegagalan
3. Penentuan efek kegagalan
4. Penilaian tingkat keparahan (S), kemungkinan kejadian (O), dan kemungkinan deteksi (D)
 - **Skala Tingkat keparahan (Severity-S)**
Tingkat keparahan dari suatu kegagalan komponen terhadap sistem secara keseluruhan dengan

nilai skala berkisar dari 1 sampai 10.

10 - Kegagalan sangat parah, yang menyebabkan alat rusak total dan bisa membahayakan keselamatan.

9 - Kerusakan besar membuat mesin tidak bisa digunakan dan memerlukan biaya perbaikan mahal.

8 - Menyebabkan terganggunya operasi alat dalam jangka waktu lama.

7 - Performa alat terganggu, meskipun dioperasikan dengan terbatas.

6 - Gangguan tingkat sedang yang mempengaruhi efisiensi kerja.

5 - Kerusakan ringan, tetapi tetap berdampak pada kelancaran pekerjaan.

4 - Dampak kerusakan begitu kecil dan mudah untuk di atasi.

3 - Kerusakan sangat kecil dan mudah di atasi.

2 - Efek kegagalan hampir tidak terlihat.

1 - Tidak ada pengaruh terhadap fungsi alat.

▪ **Skala Tingkat Kemungkinan Terjadi (*Occurrence-O*)**

Skala ini menunjukkan seberapa sering kemungkinan kerusakan akan terjadi. Dengan penilaian berkisar 1 sampai 10.

10 - kejadian sangat sering dan bisa terjadi saat alat digunakan.

9 - Terjadi dalam interval mingguan.

8 - Terjadi secara berkala hampir setiap bulan.

7 - Muncul beberapa bulan sekali.

6 - Jarang kejadian, sekitar satu atau dua kali setahun.

5 - Sangat jarang terjadi, kurang hampir sekali dalam setahun.

4 - Hampir tidak pernah terjadi.

3 - mungkin terjadi sangat rendah.

2 - Hampir mungkin tidak terjadi.

1 - Hampir mustahil untuk terjadi.

▪ **Skala Kemampuan Deteksi (*Detection-D*)**

Parameter ini menilai seberapa mudah kegagalan dapat diketahui sebelum benar-benar terjadi dan sulit terdeteksi, nilainya semakin tinggi.

10 - Tidak bisa dikenali sama sekali sebelum kerusakan tidak dapat dikenali sebelumnya benar-

benar terjadi.

9 - Hampir tidak dapat diketahui tanpa pemeriksaan yang menyeluruh.

8 - Membutuhkan alat atau metode khusus untuk mendeteksinya.

7 - Dapat dikenali oleh teknisi berpengalaman.

6 - Deteksinya cukup sulit tanpa proses pemeriksaan tertentu

5 - Dapat dideteksi melalui inspeksi berkala.

4 - Bisa ditemukan dengan perawatan rutin.

3 - Gejala awal kerusakan bisa mulai terlihat.

2 - Mudah dikenali operator biasa.

1 - Mudah diketahui sebelum menyebabkan kerusakan.

5. Perhitungan nilai RPN = S x O x D [8].

6. Menentukan prioritas penanganan berdasarkan nilai RPN

2.8 Metode Fishbone

Analisis fishbone atau disebut diagram sebab-akibat adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi akar masalah dari sebuah masalah. Dalam konteks *cylinder bucket excavator*, analisis *fishbone* dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab potensial terkait masalah kinerja silinder, seperti kerusakan, kebocoran, atau kurangnya daya.

3 Analisis Dan Pembahasan

Analisis dimulai dari identifikasi mode kegagalan menggunakan metode FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN. Mode kegagalan utama dengan RPN tertinggi kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk menemukan akar penyebab, yang divisualisasikan dengan diagram pohon (*cause tree*). Untuk memperluas identifikasi penyebab, digunakan *Fishbone* Diagram berbasis pendekatan 6M yang diperdalam melalui teknik 5 *Why's*. Urutan ini memastikan keterkaitan antar metode serta memperkuat analisis akar masalah.

3.1 Analisis Kegagalan Menggunakan Metode FMEA

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk mengetahui mode kegagalan, efek, penyebab, serta menetapkan prioritas upaya perbaikan berdasarkan hasil nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Tabel 1 Analisis FMEA kerusakan silinder excavator SK200-8

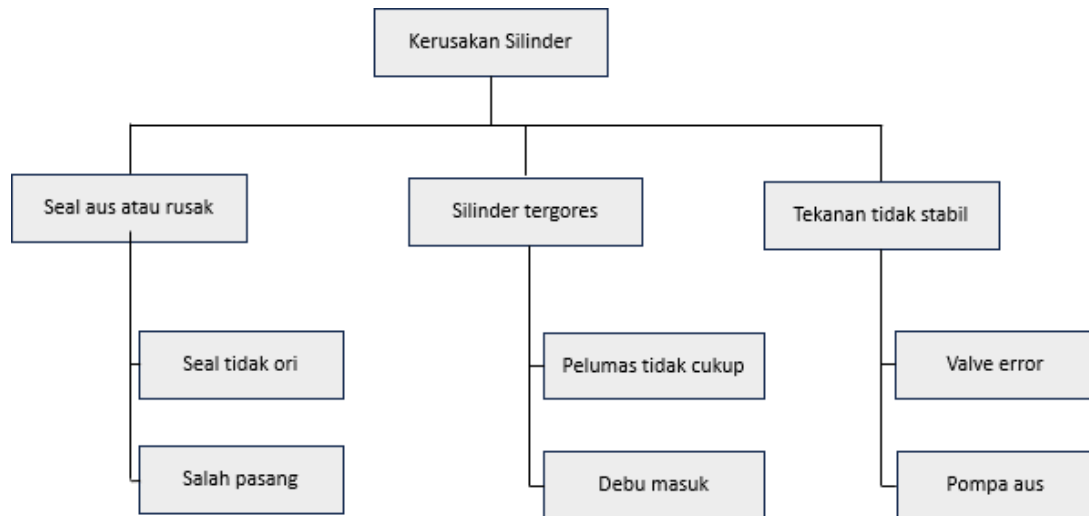
NO	Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Dampak Kegagalan	S	O	D	RPN	Tindakan perbaikan
1	Seal Hidrolik	Bocor	Aus karena umur pakai	Tekanan turun, kerja silinder lemah	8	7	4	224	Ganti seal secara berkala
2	Batang Silinder	Baret/Korosi	Gesekan, lumpur, air	Oli bocor, performa terganggu	7	6	5	210	Lapisi batang dengan chrome, lakukan perlindungan debu
3	Sistem Pelumasan	Tidak efektif	Oli kotor/pelumas tidak sesuai	Keausan lebih cepat	6	7	5	210	Ganti pelumas sesuai spesifikasi
4	Tabung Silinder	Retak	Overpressure, material lemah	Silinder gagal berfungsi	7	6	4	168	Pemeriksaan tekanan kerja & penguatan material
5	Baut Pengikat	Kendur atau patah	Getaran berlebih	Silinder longgar, risiko lepas	5	5	3	75	Gunakan kunci torsi, lakukan pengecekan torsi

Dari tabel 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi adalah kebocoran seal (224), disusul oleh batang silinder baret dan oli tercemar, masing-masing RPN (210). Hal ini menunjukkan bahwa keausan komponen internal akibat usia pakai dan perawatan yang tidak tepat menjadi penyebab dominan kerusakan. Berdasarkan hasil nilai RPN kegagalan di atas 100, maka dilakukan indentifikasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab kerusakan silinder.

Dalam penelitian ini, metode FMEA digunakan lebih dulu untuk mengidentifikasi berbagai mode kegagalan serta menentukan risiko mana yang paling tinggi. Tapi, FMEA belum cukup untuk menjelaskan secara mendalam apa penyebab utama dari kegagalan tersebut. Karena itu, dilakukan analisis lanjutan menggunakan RCA untuk menelusuri akar masalah dari mode kegagalan yang punya nilai RPN tertinggi. Setelah itu, analisis diteruskan dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk memetakan penyebab dari enam aspek utama (6M), dan dilengkapi lagi dengan teknik 5 *Why's* supaya penyebab utamanya bisa tergali lebih jelas. Dengan menggabungkan keempat metode ini, analisis yang dilakukan jadi lebih menyeluruh dan bisa menggambarkan struktur penyebab kerusakan silinder secara sistematis.

3.1.1 Analisis Akar Masalah Dengan *Root Cause Analysis* (RCA)

Grafik *Root Cause* (RCA) bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari mode kegagalan utama yang ditemukan dari hasil FMEA. Analisis ini dilakukan dengan menyusun grafik pohon sebab akibat (*Cause Tree*) yang menggambarkan hubungan sebab langsung dan tidak langsung terhadap kerusakan kompone kritis, dalam hal ini adalah seal hidrolik. Visualisasi ini mempermudah dalam memahami struktur penyebab kerusakan secara sistematis dan menentukan tindakan korektif yang tepat [9].

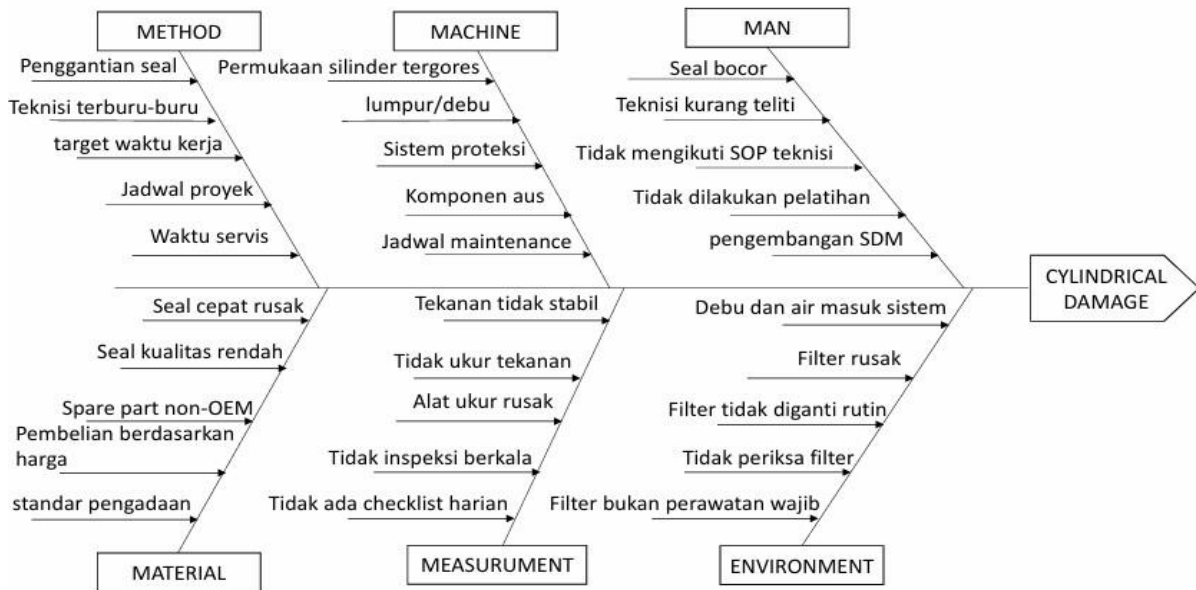


Gambar 3. Grafik RCA – *Cause Tree*.

Grafik RCA atau *Cause Tree* di atas dibuat untuk menunjukkan alur penyebab dari kerusakan utama, yaitu kebocoran pada seal. Di dalam grafik ini, setiap cabang mewakili penyebab yang saling berkaitan, mulai dari hal-hal teknis di lapangan sampai ke masalah manajemen atau prosedur. Dengan tampilan seperti ini, kita jadi lebih mudah melihat mana penyebab langsung dan mana yang jadi akar masalah. Grafik ini juga berguna untuk menghubungkan hasil FMEA sebelumnya dengan analisis lanjut yang dijelaskan lewat *Fishbone* dan 5 *Why's*.

3.1.2 Pendalaman Analisis *Fishbone* Dengan Pendekatan 6M dan 5 *Why's*

Analisis *fishbone* yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan seal diperkuat dengan pendekatan 6M (*Man, Machine, Method, Material, Measurement, Environment*) dan Teknik 5 *Why's*. pendekatan ini memungkinkan penggalian penyebab secara lebih dalam dari setiap aspek penyumbang kerusakan [10].



Gambar 4. Diagram Fishbone

Diagram *Fishbone* dengan pendekatan 6M (*Man, Machine, Method, Material, Measurement, Environment*), yang diperdalam menggunakan metode 5 *Why's*.

Pembahasan :

1. **Man** (Manusia)
 - Why 1: Seal bocor karena pemasangan tidak sesuai prosedur.
 - Why 2: Teknisi kurang teliti.
 - Why 3: Tidak mengikuti SOP teknis.
 - Why 4: Tidak dilakukan pelatihan berkala.
 - Why 4: Tidak dilakukan pelatihan berkala.

Akar masalah: Kurangnya pelatihan teknisi human error dalam pemasangan seal.
2. **Machine** (Mesin)
 - Why 1: Permukaan silinder tergores.
 - Why 2: Tidak ada pelindung dari lumpur dan debu.
 - Why 3: Sistem proteksi tidak terpasang.
 - Why 4: Komponen aus dibiarkan terlalu lama.
 - Why 5: Jadwal maintenance tidak berjalan dengan baik.

Akar masalah: Keausan komponen karena perawatan mesin yang minim.
3. **Method** (Metode)
 - Why 1: SOP tidak diikuti saat penggantian seal.
 - Why 2: Teknisi terburu-buru.
 - Why 3: Dikejar target waktu operasional alat.
 - Why 4: Jadwal proyek terlalu padat.
 - Why 5: Perencanaan proyek tidak memperhitungkan waktu servis.

Akar masalah: Metode kerja tidak sesuai prosedur operasional standar (SOP).
4. **Material** (Bahan)
 - Why 1: Seal cepat rusak.
 - Why 2: Material seal kualitas rendah.
 - Why 3: Menggunakan spare part non-OEM.
 - Why 4: Pembelian berdasarkan harga termurah.
 - Why 5: Tidak ada standar pengadaan material yang ketat.

Akar masalah: Penggunaan material tidak sesuai spesifikasi sehingga usia pakai pendek.
5. **Measurement** (Pengukuran)
 - Why 1: Tekanan sistem tidak stabil.
 - Why 2: Tidak dilakukan pengukuran tekanan.
 - Why 3: Alat ukur tekanan rusak.
 - Why 4: Tidak ada inspeksi berkala.
 - Why 5: Tidak ada sistem monitoring atau checklist harian.

Akar masalah: Tidak adanya sistem pengukuran tekanan sehingga overpressure tidak terdeteksi.

6. **Environment** (Lingkungan)

- Why 1: Banyak debu dan air masuk ke sistem hidrolis.
- Why 2: Filter aus dan rusak.
- Why 3: Filter tidak diganti secara rutin.
- Why 4: Tidak ada pemeriksaan berkala filter.
- Why 5: Tidak masuk dalam daftar perawatan wajib.

Akar masalah: Lingkungan kerja tidak dikendalikan mempercepat degradasi seal.

Dari hasil analisis diagram *fishbone*, diketahui bahwa kerusakan pada seal disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya pelatihan teknisi (*man*), komponen mesin yang aus dan tidak terlindungi dari (*machine*), prosedur kerja yang tidak sesuai SOP (*method*), penggunaan suku cadang yang tidak standar (*material*), tidak adanya pengukuran secara rutin (*measurement*), dan kondisi kerja yang berdebu dan kasar (*environment*). Masing-masing faktor tersebut kemudian ditelusuri lebih lanjut menggunakan metode 5 *Why's*. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar akar masalah berkaitan dengan kurangnya perawatan dan pemantauan di lapangan. Hal ini sesuai juga dengan hasil FMEA yang menunjukkan bahwa kegagalan paling kritis pada seal, terutama akibat keausan dan tekanan yang tidak dikendalikan dengan baik.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, kerusakan paling utama pada silinder excavator SK200-8 disebabkan oleh kebocoran seal yang punya nilai RPN paling tinggi. Masalah ini kemudian dianalisis lebih lanjut dengan metode RCA, *Fishbone* Diagram, dan 5 *Why's* untuk mencari tahu akar penyebabnya. Dari analisis tersebut diketahui bahwa faktor utamanya berasal dari teknisi yang kurang pelatihan, metode kerja yang belum sesuai SOP, serta pemakaian material yang kualitasnya tidak sesuai standar. Gabungan dari metode FMEA dan analisis lanjutan ini cukup membantu dalam mengidentifikasi dan menjelaskan penyebab kerusakan secara menyeluruh.

Daftar Pustaka

- [1] I. Iskandar, A. S. Ismy, S. Sariyusda, D. Darmein, and Z. Zaini, "Analisa Kerusakan Hidrolik Boom Cylinder Excavator Komatsu PC200-8 Dengan Menggunakan Metode FMEA," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 8–11, 2021.
- [2] Bayu, B. (2022). *Analisa Kerusakan dan Gaya pada Cylinder Bucket Excavator Komatsu PC75UU-3*. UMS.
- [3] B. Sadewa, "Analisa Kerusakan dan Kekuatan pada Cylinder Hidrolik Bucket Unit Excavator Komatsu PC 200-8." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- [4] R. Arianda, H. Darsan, A. Munawir, and J. Supardi, "Damage Analysis of Hydraulic Bucket Cylinder on Excavator Komatsu CP-200 At PT. Wiratako Mitra Mulia," *J. Inotera*, vol. 7, no. 2, pp. 133–139, 2022
- [5] Sutrisno, S., & Prasetyo, A. (2022). *Penentuan Komponen Kritis Small Excavator Menggunakan FMEA*. Jurnal Sistem dan Teknologi Industri.
- [6] T. Hariyanto and S. T. Supriyono, "Analisa Mekanisme Cylinder Bucket pada Excavator Komatsu Pc200-8." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [7] Akmal, Reza Sahidul, Sutrisno Sutrisno, and Ahmad Jibril. "Analisis Risk Priority Number (RPN) Dalam Menentukan Tingkat Kegagalan Mesin Cold Storage." *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah* 4.3 (2025): 1245-1254.
- [8] Hardianto, Rizky Dwi. "Analisis Penyebab Reject Produk Paving Block Dengan Pendekatan Metode FMEA dan FTA." *Jurnal Cakrawala Ilmiah* 2.12 (2023): 4635-4648.
- [9] Rizki, Muhammad, and Arie Saputra. "Analisa Risiko Supply Chain Management dengan Metode Grey Failure Mode and Effect Analysis dan Root Cause Analysis di PT Pertamina Fuel Terminal Meulaboh." *Jurnal Serambi Engineering* 7.1 (2022): 2783-2790.
- [10] Ramadhani, Zidane, and Yanuar Pandu Negoro. "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Kecacatan Palet Kayu:(Studi Kasus: CV Mandiri Jaya)." *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 4.3 (2025): 815-824.