

# Analisis Kegagalan Komponen Sistem Engine dan Hidrolik Excavator Penyebab Kebocoran Oli Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (RCA) di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk Perawang

Yudha Arif Billah<sup>a</sup>, Bambang Dwi Haripriadi<sup>b,\*</sup><sup>a,b</sup> Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin dan Perawatan Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28751, Indonesia

---

**INFO ARTIKEL****Riwayat Artikel:**

Diterima 24 April 2026

Diterima setelah direvisi 7 Mei 2026

Disetujui 8 Mei 2026

---

**Kata kunci:**

Kebocoran Oli

Sistem Hidrolik

Sistem Engine

*Root Cause Analysis**Preventive Maintenance*

---

**Abstract**-This study analyzes component failures that cause oil leakage in the engine and hydraulic systems of excavators using the Root Cause Analysis (RCA) method. The research was conducted at PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk, where recurring oil leakage problems were observed to reduce equipment performance and increase downtime. A qualitative case study approach was applied using field observations, maintenance records, and visual documentation of damaged components. The analysis utilized Fishbone Diagram and 5 Why methods to identify root causes of failures. The results show that oil leakage mainly occurs in components such as hydraulic hoses, seals, gaskets, and hydraulic cylinders. The contributing factors include component wear, high operating pressure, improper installation, and inadequate maintenance practices. The study reveals that the root causes are not only technical issues but also related to ineffective preventive maintenance implementation. Therefore, improvements such as routine inspections, scheduled component replacement, and stricter maintenance control are recommended. These actions are expected to reduce leakage incidents, minimize downtime, and improve the overall reliability of excavator operations.

---

**Intisari**-Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegagalan komponen yang menyebabkan kebocoran oli pada sistem engine dan hidrolik excavator menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA). Penelitian dilakukan di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk, di mana permasalahan kebocoran oli sering terjadi dan berdampak pada penurunan kinerja alat serta peningkatan *downtime*. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif berbasis studi kasus dengan data yang diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi visual, dan data riwayat perawatan. Analisis dilakukan menggunakan Fishbone Diagram dan metode 5 Why untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran oli terjadi pada komponen seperti *hydraulic hose*, *seal*, *gasket*, dan *hydraulic cylinder*. Faktor penyebab utama meliputi keausan komponen, tekanan kerja yang tinggi, kesalahan pemasangan, serta kurang optimalnya kegiatan perawatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa akar penyebab tidak hanya berasal dari kerusakan teknis, tetapi juga berkaitan dengan penerapan *preventive maintenance* yang belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan melalui inspeksi rutin, penggantian komponen secara terjadwal, serta peningkatan pengawasan perawatan untuk meningkatkan keandalan alat dan mengurangi *downtime*.

---

**1. Pendahuluan**

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu sektor industri yang sangat bergantung pada keandalan peralatan untuk mendukung proses operasional yang berlangsung secara kontinu. Dalam kegiatan operasionalnya, berbagai alat berat digunakan untuk mendukung proses pemindahan material dan pekerjaan lapangan, salah satunya adalah excavator. Excavator memiliki peranan penting karena mampu melakukan pekerjaan penggalian, pemindahan material, serta pekerjaan operasional lainnya dengan tingkat fleksibilitas dan efisiensi yang tinggi [1].

Kinerja excavator sangat dipengaruhi oleh kondisi sistem engine dan sistem hidrolik. Sistem engine berfungsi sebagai sumber tenaga utama, sedangkan sistem hidrolik berfungsi mengubah energi mekanik menjadi

energi fluida bertekanan untuk menggerakkan komponen kerja seperti *boom*, *arm*, dan *bucket* [2]. Dalam proses operasionalnya, excavator sering mengalami permasalahan berupa kebocoran oli pada sistem engine maupun sistem hidrolik. Kebocoran oli dapat menyebabkan penurunan performa alat, berkurangnya tekanan hidrolik, meningkatnya konsumsi oli, serta memperbesar risiko kerusakan pada komponen lainnya [3].

Selain berdampak pada penurunan performa alat, kebocoran oli juga menyebabkan meningkatnya *downtime* operasional dan biaya perawatan alat berat. Kebocoran oli pada excavator umumnya disebabkan oleh beberapa faktor seperti keausan komponen, kerusakan *seal* dan *gasket*, tekanan kerja sistem yang tinggi, serta kurang optimalnya pelaksanaan kegiatan *preventive maintenance* [4]. Faktor lingkungan kerja seperti temperatur tinggi, debu, dan getaran selama operasi juga dapat

---

\* Corresponding Author:

E-mail: [bambang@polbeng.ac.id](mailto:bambang@polbeng.ac.id) (Bambang Dwi Haripriadi)

mempercepat kerusakan komponen sistem hidrolik maupun sistem pelumasan *engine* [5].

Permasalahan kebocoran oli pada sistem *engine* dan hidrolik excavator tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis komponen, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor manusia, metode kerja, material, dan lingkungan operasional. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis yang mampu mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dari berbagai faktor tersebut secara sistematis hingga ditemukan akar penyebab utama permasalahan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Root Cause Analysis* (RCA). Metode RCA merupakan pendekatan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu kegagalan sehingga tindakan perbaikan yang dilakukan tidak hanya mengatasi gejala kerusakan, tetapi juga mampu mencegah terjadinya kerusakan berulang [6].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Root Cause Analysis* (RCA) efektif digunakan dalam menganalisis kegagalan peralatan industri. Penelitian Rahmad et al. [6] menunjukkan bahwa metode RCA mampu mengidentifikasi faktor utama penyebab kerusakan pada mesin *sludge centrifuge* separator. Penelitian Ar-Rizqi et al. [8] menyatakan bahwa kerusakan pada sistem hidrolik excavator dipengaruhi oleh kebocoran seal, kerusakan *fitting*, dan penurunan tekanan sistem hidrolik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kegagalan komponen pada sistem *engine* dan hidrolik excavator yang menyebabkan kebocoran oli menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk Perawang. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi *preventive maintenance* yang lebih efektif guna meningkatkan keandalan excavator serta mengurangi *downtime* operasional.

## 2. Metodologi

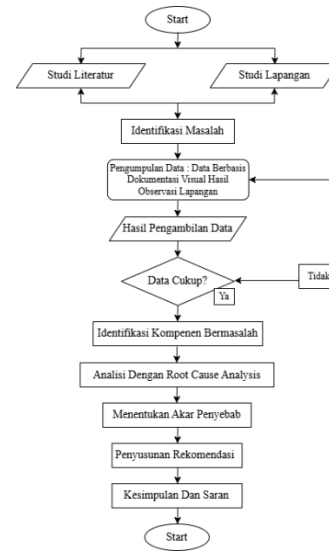
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk menganalisis kegagalan komponen yang menyebabkan kebocoran oli pada sistem *engine* dan hidrolik excavator. Penelitian dilakukan di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk dengan objek penelitian berupa unit excavator yang mengalami kebocoran oli selama proses operasional.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, dokumentasi visual terhadap komponen yang mengalami kebocoran, serta pengumpulan data riwayat perawatan alat. Observasi digunakan untuk mengidentifikasi lokasi kebocoran dan kondisi komponen, sedangkan dokumentasi visual digunakan sebagai pendukung dalam proses analisis kegagalan.

Metode analisis yang digunakan adalah *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan. Analisis dilakukan dengan menggunakan Fishbone Diagram untuk mengelompokkan faktor penyebab berdasarkan kategori manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*). Selanjutnya, metode 5 Why digunakan untuk menelusuri penyebab utama dari setiap permasalahan yang ditemukan secara lebih mendalam.

### 2.1 Diagram Alir

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang meliputi identifikasi masalah kebocoran oli, pengumpulan data, analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), hingga penarikan kesimpulan dan penyusunan rekomendasi perbaikan. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dari analisis ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi *preventive maintenance* yang lebih efektif guna mengurangi frekuensi kebocoran oli serta meningkatkan keandalan dan kinerja excavator [9].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Identifikasi Kebocoran Oli

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada unit excavator di PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk Perawang, ditemukan beberapa titik kebocoran oli pada sistem *engine* dan sistem hidrolik excavator. Kebocoran tersebut ditemukan pada komponen *hydraulic hose*, *seal* dan *gasket*, sambungan *fitting*, pompa hidrolik, serta pada area *swing bearing*.

Kebocoran oli yang terjadi menyebabkan penurunan performa alat, berkurangnya tekanan sistem hidrolik, serta meningkatkan risiko terjadinya *downtime* operasional. Selain itu, kebocoran oli juga menyebabkan kondisi area kerja menjadi kotor dan dapat mempercepat kerusakan komponen lain apabila tidak segera dilakukan perbaikan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar kebocoran terjadi pada sistem hidrolik excavator. Hal ini disebabkan karena sistem hidrolik bekerja pada tekanan tinggi dan digunakan secara terus-menerus selama operasional alat berlangsung [10].

### 3.2 Kebocoran Pada Hydraulic Hose

Berdasarkan hasil observasi lapangan, kebocoran pada *hydraulic hose* ditemukan pada beberapa bagian sistem hidrolik excavator. Kondisi kerusakan ditandai dengan adanya retakan pada permukaan *hose* serta rembesan oli pada sambungan selang hidrolik.

Kebocoran *hydraulic hose* menyebabkan tekanan fluida hidrolik menurun sehingga pergerakan *boom*, *arm*, dan *bucket* excavator menjadi kurang optimal. Selain itu, kebocoran yang terjadi secara terus-menerus dapat meningkatkan konsumsi oli hidrolik dan memperbesar risiko kerusakan komponen lain pada sistem hidrolik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebocoran *hydraulic hose* dipengaruhi oleh umur pakai komponen yang telah melebihi batas operasional, tekanan kerja sistem yang tinggi, serta kondisi lingkungan kerja yang panas dan berdebu. Selain itu, kurang optimalnya inspeksi berkala menyebabkan kerusakan *hose* tidak terdeteksi lebih awal sehingga kebocoran semakin besar [2].

Gambar 2. Kebocoran Pada *Hydraulic Hose*

### 3.3 Kebocoran Pada Seal dan Gasket

Kebocoran oli juga ditemukan pada komponen *seal* dan *gasket* yang terdapat pada sistem *engine* dan sistem hidrolik excavator. Kerusakan pada *seal* dan *gasket* menyebabkan oli keluar melalui sambungan antar komponen.

Hasil observasi menunjukkan bahwa kerusakan seal dan gasket ditandai dengan adanya rembesan oli pada area sambungan komponen. Kondisi ini menyebabkan penurunan kemampuan sealing sehingga oli lebih mudah keluar dari sistem.

Berdasarkan hasil analisis, kerusakan *seal* dan *gasket* disebabkan oleh keausan material akibat umur pakai yang panjang, temperatur kerja yang tinggi, serta tekanan fluida yang besar selama proses operasi excavator berlangsung. Selain itu, kesalahan pemasangan saat proses maintenance juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kebocoran [3].

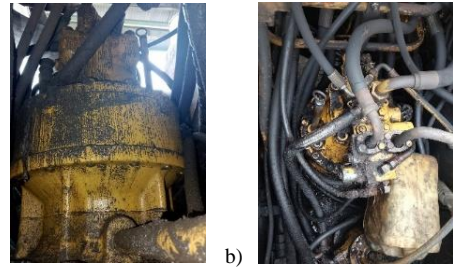
Gambar 3. Kebocoran Pada *Seal* dan *Gasket*

### 3.4 Kebocoran Pada Unit Pompa Hidrolik dan Sambungan Fitting

Kebocoran pada pompa hidrolik dan sambungan *fitting* ditemukan pada beberapa titik sambungan sistem hidrolik excavator. Kondisi kebocoran ditandai dengan adanya rembesan oli pada area sambungan pipa dan komponen pompa hidrolik.

Kebocoran ini menyebabkan tekanan sistem hidrolik menurun sehingga kinerja excavator menjadi kurang maksimal saat digunakan untuk operasi. Selain itu, kebocoran yang berlangsung terus-menerus dapat mempercepat kerusakan komponen pompa hidrolik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebocoran pada sambungan *fitting* dipengaruhi oleh getaran tinggi selama operasi, kurang optimalnya pengencangan sambungan, serta kondisi tekanan kerja sistem yang tinggi [1].

Gambar 4. Kebocoran (a) Pompa Hidrolik (b) Sambungan *Fitting*

### 3.5 Kebocoran Pada Swing Bearing

Kebocoran pada area *swing bearing* terjadi akibat kerusakan seal dan kurang optimalnya pelumasan pada komponen bearing. Kondisi ini menyebabkan *grease* dan oli keluar dari sistem sehingga mempercepat keausan komponen *swing bearing*.

Selain faktor pelumasan, kondisi lingkungan kerja yang berdebu dan tingginya getaran selama operasi excavator turut mempercepat degradasi komponen seal pada *swing bearing*.

Apabila kondisi ini tidak segera ditangani, maka dapat menyebabkan gangguan pada sistem putar excavator serta meningkatkan risiko kerusakan bearing [3].

Gambar 5. Kebocoran Pada *Swing Bearing*

### 3.6 Hasil Analisis Root Cause Analysis (RCA)

Analisis *Root Cause Analysis* (RCA) dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama terjadinya kebocoran oli pada sistem *engine* dan sistem hidrolik excavator. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* dan metode 5 Why. Berdasarkan hasil analisis *Fishbone Diagram*, diketahui bahwa kebocoran oli dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu faktor *machine*, *method*, *material*, *man*, dan *environment*.

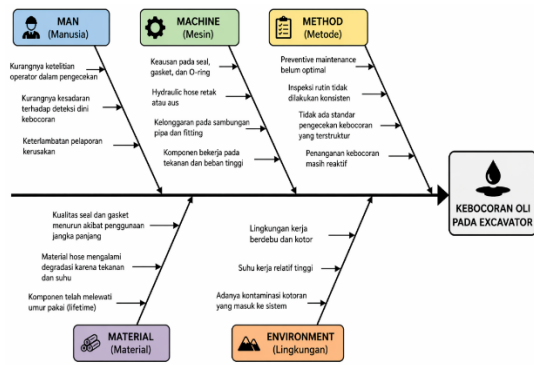
Pada aspek *machine*, kebocoran terjadi akibat keausan komponen seperti *hydraulic hose*, *seal*, *gasket*, dan *fitting* yang telah mengalami penurunan kondisi akibat umur pakai dan tekanan kerja yang tinggi.

Pada aspek *material*, kualitas komponen mengalami penurunan akibat temperatur dan tekanan sistem yang tinggi selama operasional excavator berlangsung.

Pada aspek *method*, belum optimalnya penerapan preventive maintenance dan inspeksi berkala menyebabkan kerusakan komponen tidak terdeteksi lebih awal.

Pada aspek *man*, kurangnya ketelitian dalam proses pemeriksaan dan pemasangan komponen juga mempengaruhi terjadinya kebocoran oli.

Sementara itu, pada aspek *environment*, kondisi area kerja yang panas, berdebu, dan memiliki tingkat getaran tinggi mempercepat kerusakan komponen sistem hidrolik dan *engine* excavator.



Gambar 6. Fishbone Diagram Penyebab Kebocoran Oli

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode 5 Why untuk mengetahui akar penyebab utama dari permasalahan kebocoran oli yang terjadi pada excavator.

Tabel 1. Analisis 5 Why Kebocoran Oli Excavator

Permasalahan	Why 1	Why 2	Why 3	Akar Penyebab
Kebocoran hose	Hose retak	Umur pakai tinggi	Tidak diganti berkala	Preventive maintenance belum optimal
Kebocoran seal	Seal rusak	Material menurun	Tekanan tinggi	Degradasi komponen
Kebocoran fitting	Sambungan longgar	Getaran tinggi	Inspeksi kurang	Pemeriksaan belum optimal
Kebocoran swing bearing	Pelumasan kurang	Jadwal tidak rutin	Pengawasan kurang	Sistem perawatan belum efektif

Hasil analisis 5 Why menunjukkan bahwa akar penyebab utama kebocoran oli tidak hanya berasal dari kerusakan teknis komponen, tetapi juga dipengaruhi oleh belum optimalnya sistem preventive maintenance, kurangnya inspeksi berkala, serta lemahnya pengawasan terhadap kondisi alat selama operasi berlangsung.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperlukan peningkatan sistem preventive maintenance melalui inspeksi rutin, penggantian komponen sesuai umur pakai, serta peningkatan pengawasan terhadap kondisi sistem engine dan hidrolik excavator guna meningkatkan keandalan alat dan mengurangi downtime operasional.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kebocoran oli tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh sistem perawatan yang belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan penerapan preventive maintenance melalui inspeksi rutin, penggantian komponen secara terjadwal, serta pengawasan kondisi alat guna meningkatkan keandalan excavator dan mengurangi downtime operasional.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis kebocoran oli pada sistem engine dan hidrolik excavator menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA), dapat disimpulkan:

1. Kebocoran oli pada excavator terjadi pada beberapa komponen utama, yaitu hydraulic hose, sistem engine (gasket dan seal), sistem hidrolik (pompa dan sambungan fitting), serta pada area swing bearing. Kebocoran ini menyebabkan penurunan performa alat, berkurangnya tekanan sistem, serta meningkatkan downtime operasional.

2. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama kebocoran oli dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu keausan komponen akibat umur pakai yang tinggi, tekanan kerja sistem yang besar, kondisi lingkungan kerja yang ekstrem, serta kurang optimalnya kegiatan inspeksi dan perawatan.
3. Berdasarkan pendekatan Root Cause Analysis (RCA), faktor dominan penyebab kegagalan berasal dari aspek material yang mengalami penurunan kualitas, kondisi mesin yang bekerja pada tekanan dan getaran tinggi, serta metode perawatan yang belum berjalan secara optimal.
4. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebocoran oli adalah dengan menerapkan strategi preventive maintenance secara lebih efektif, seperti melakukan inspeksi rutin, penggantian komponen secara terjadwal, serta peningkatan pengawasan terhadap kondisi alat guna meningkatkan keandalan excavator dan meminimalkan downtime operasional.

#### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, observasi lapangan, serta penyusunan penelitian ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.

#### Referensi

- [1] Esposito, Fluid Power with Applications. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education, 2014.
- [2] R. K. Mobley, An Introduction to Predictive Maintenance, 2nd ed. Burlington, MA, USA: Butterworth-Heinemann, 2002.
- [3] B. S. Dhillon, Engineering Maintenance: A Modern Approach. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2002.
- [4] W. Pramanda, S. Y. B. Zaqi, and S. D. Utama, "Inovasi media pembelajaran alat berat: Prototipe simulator excavator hidrolik air berbiaya rendah menggunakan teknologi fused deposition modeling (FDM)," Jurnal Inovator, vol. 8, no. 2, pp. 78–83, 2025.
- [5] B. Andersen and T. Fagerhaug, Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques. Milwaukee, WI, USA: ASQ Quality Press, 2006.
- [6] N. Rahmad, F. Arsi, and T. D. Oktaviya, "Failure analysis of sludge centrifuge separator machine using root cause analysis (RCA) at PT. X," Journal of Engineering Science and Technology Management, vol. 5, no. 1, pp. 69–74, 2025.
- [7] M. H. Ar-Rizqi et al., "Studi performa dan analisis kerusakan sistem hidrolik excavator mini," Turbo: Jurnal Teknik Mesin, 2025.
- [8] M. H. A. Rizqi, "Analisis kebocoran sistem hidrolik alat peraga mini excavator Zhugimada dengan menggunakan metode root cause analysis," Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2025.
- [9] R. Yanuarsah et al., "Analysis of unscheduled shutdown using root cause analysis (RCA) method," SITEKIN, vol. 20, no. 2, pp. 881–890, 2023.
- [10] K. Oktarina, T. Septiawan, and L. P. Giri, "Test the durability of the Cummins engine dengan metode beban penuh di KMP. Salvino PT Samudera Ferry," Jurnal Inovator, vol. 6, no. 2, pp. 60–64, 2023.