

Analisis Kerusakan Sistem Hidrolik Pada *Excavator* dengan Menggunakan Metode FMEA

Awal Ibnu Siroj Al Muhdor¹, Sutrisna^{2*}, Dandung Rudy Hartana³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Perencanaan,

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : nama@email.ac.id

ABSTRAK

Sistem hidrolik merupakan bagian vital pada excavator yang berperan dalam menggerakkan komponen utama seperti boom, arm, dan bucket. Kerusakan pada sistem hidrolik dapat menyebabkan penurunan efisiensi kerja serta mempercepat keausan komponen lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan yang terjadi pada sistem hidrolik excavator menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Komponen yang diteliti meliputi tangki hidrolik, filter, selang hidrolik, pompa hidrolik, *main control valve*, dan silinder hidrolik. Setiap komponen dianalisis berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan kejadian (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*), untuk kemudian dihitung nilai Risk Priority Number (RPN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dengan nilai RPN tertinggi sebelum mitigasi terdapat pada selang hidrolik (RPN = 192), diikuti oleh tangki hidrolik (RPN = 168) dan silinder hidrolik (RPN = 148). Penyebab utama kerusakan antara lain korosi, pemasangan selang yang tidak tepat, kontaminasi oli, serta keausan komponen internal akibat pelumasan yang tidak sempurna. Setelah dilakukan tindakan mitigasi seperti pemasangan sensor, penyesuaian perawatan preventif, dan perbaikan desain pemasangan, nilai RPN mengalami penurunan yang signifikan. Metode FMEA terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko kegagalan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam program pemeliharaan sistem hidrolik excavator.

Kata kunci: *Excavator*, Sistem Hidrolik, FMEA

ABSTRACT

The hydraulic system is a vital component of an excavator, responsible for moving key components such as the boom, arm, and bucket. Damage to the hydraulic system can reduce work efficiency and accelerate wear and tear on other components. This study aims to analyze damage to the excavator's hydraulic system using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method. The components studied included the hydraulic tank, filter, hydraulic hose, hydraulic pump, main control valve, and hydraulic cylinder. Each component was analyzed based on its severity, occurrence, and detection capability, and then a Risk Priority Number (RPN) was calculated. The results showed that the damage with the highest RPN value before mitigation was the hydraulic hose (RPN = 192), followed by the hydraulic tank (RPN = 168), and the hydraulic cylinder (RPN = 148). The main causes of damage included corrosion, improper hose installation, oil contamination, and internal component wear due to inadequate lubrication. After mitigation measures such as sensor installation, preventive maintenance adjustments, and improved installation design, the RPN value decreased significantly. The FMEA method has proven effective in identifying and prioritizing failure risks, so it can be used as a reference in excavator hydraulic system maintenance programs.

Keyword : *Excavator, Hidrolik System, FMEA*

PENDAHULUAN

Excavator merupakan salah satu alat berat yang banyak digunakan dalam sektor konstruksi, pertambangan, dan kehutanan untuk pekerjaan seperti penggalian, pengangkutan material, dan perataan tanah. Performa excavator sangat bergantung pada sistem hidrolik yang menjadi penggerak utama komponen-komponen penting seperti *boom*, *arm*, *bucket*, dan *undercarriage*. Sistem hidrolik bekerja dengan memanfaatkan tekanan fluida untuk menghasilkan tenaga yang besar dengan gerakan yang presisi.

Namun demikian, dalam praktiknya, sistem hidrolik tidak terlepas dari kemungkinan kerusakan yang dapat mengganggu produktivitas dan efisiensi kerja excavator. Kerusakan sistem hidrolik bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti kebocoran fluida, kegagalan pompa hidrolik, filter yang tersumbat, atau kerusakan aktuator. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan penurunan tekanan, pergerakan lambat, bahkan berhentinya

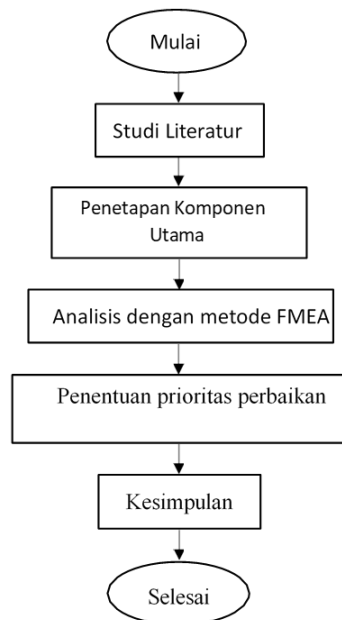
fungsi-fungsi utama dari excavator. Pentingnya pemeliharaan dan deteksi dini terhadap potensi kerusakan sistem hidrolik mendorong dilakukannya analisis terhadap penyebab dan gejala kerusakan. Dengan melakukan analisis kerusakan secara sistematis, diharapkan dapat ditemukan solusi preventif dan korektif untuk memperpanjang usia pakai komponen dan meningkatkan efisiensi operasional alat berat.

Penelitian terdahulu diantaranya yaitu Analisis Kerusakan Sistem Hidrolik Pada *Boom* Silinder Unit Eskavator Komatsu PC 200-7 di PT. Wirataco Mitra Mulia [1]. Membahas tentang perawatan dan perbaikan sistem hidrolik pada boom silinder *excavator* komatsu PC 200-7 agar usia pakai unit bisa panjang dan tetap nyaman. Metode penelitian ini dilakukan dengan langkah pengecekan yaitu mulai, pemeriksaan, pengetesan alat, hasil pemeriksaan. Boom silinder terdapat banyak kerusakan pada piston, sill dan oring. Adapun permasalahan pada penelitian ini adalah hidrolik boom silinder pada eskavator tidak dapat bekerja dengan maksimal, dikarenakan mengalami penurunan secara tiba-tiba. Saat pengetesan alat terdengar suara benturan pada bagian hidrolik boom silinder sehingga mengakibatkan boom silinder tidak dapat bekerja dengan normal.

Analisis Kerusakan Pompa Hidrolik Pada *Excavator* R 330LC-95 Studi Kasus di Rental Alat Berat Yogyakarta [2]. Tujuan penelitian ini adalah untuk: 1) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan pompa *excavator* skala sedang dengan tipe 330LC-9; dan 2) menganalisis dampak kerusakan pompa pada *excavator* skala sedang dengan tipe 330L C-9. Jenis penelitian ini adalah kualitatif dengan teknik *purposive sampling*. Populasi sampel penelitian ini adalah karyawan bengkel rental *excavator*, dengan sampel kepala mekanik, teknisi ahli, dan tiga orang operator. Peneliti melakukan observasi partisipasi aktif. Hasil penelitian ini adalah: 1) Faktor penyebab kerusakan pompa hidrolik *excavator* R 330LC-9 adalah kurangnya perhatian operator dalam operasi di lapangan, penggunaan instrumen yang tidak sesuai kapasitasnya, kurangnya servis berkala, dan perbaikan mekanis yang tidak sesuai prosedur. 2) Ketika pompa hidrolik ekskavator R 330LC-9 bermasalah, dayanya menjadi rendah, sehingga kebisingan dan fungsi operasional tidak maksimal. Oleh karena itu, kita perlu mengganti suku cadang, mengganti oli, dan melakukan perawatan rutin baik secara mekanis maupun prosedural.

METODE PENELITIAN

Mitigasi dilakukan dengan prosedur sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Mitigasi

Obyek Mitigasi

Obyek mitigasi ini terletak pada Sistem Hidrolik Excavator. Komponen yang akan dibahas adalah Pompa Hidrolik, Tangki Hidrolik, *Main Control Valve*, Filter, Silinder Hidrolik, dan Selang Hidrolik pada system *hydraulic excavator* pada *System Hydraulic Excavator* menggunakan metode FMEA. Dalam setiap kasus kegagalan pada sistem hidrolik, diperlukan analisis untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat.



Metode Penelitian

Studi literatur adalah suatu metode dalam melakukan pengumpulan informasi dan data dari sumber-sumber tertulis seperti jurnal, buku, artikel, laporan, dan lain-lain. Studi literatur digunakan untuk merumuskan masalah, mengidentifikasi teori atau konsep-konsep terkait dengan topik yang dibahas, serta untuk mengumpulkan bukti yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan. Studi literatur dilakukan untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan mitigasi ini untuk memudahkan dalam menganalisa penetapan komponen utama dan membuat FMEA *Sheets*,

Metode FMEA adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan suatu sistem, menentukan penyebab dan dampaknya, serta menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan nilai risiko (*Risk Priority Number / RPN*).

HASIL DAN ANALISIS

Dibawah ini merupakan Tabel *Failure Effect* yang dimana dapat digunakan untuk menentukan komponen utama atau proses yang mempunyai potensi kegagalan untuk selanjutnya dianalisa menggunakan Tabel FMEA *Sheet*.

Tabel 1. *Failure Effect*

No	Komponen Utama	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure effect</i>	Angka Resiko Severity
1	Tangki Hidrolik	Terjadi Kebocoran pada tangki hidrolik	Kehilangan fluida hidrolik yang dapat mengurangi tekanan dan aliran fluida dalam sistem	7
2	Filter Oli Hidrolik	Tersumbat	Tekanan naik, oli kotor tersebar, mempercepat keausan komponen	6
3	Selang Hidrolik	Mengalami kerusakan eksternal	Terjadi Kebocoran sehingga kehilangan fluida yang signifikan dari sistem	8
4	Pompa Hidrolik	Tekanan lemah	Sistem kehilangan tenaga; menyebabkan kerusakan sistem atau tidak berfungsi	8
5	<i>Main Control Valve</i>	Macet	Aktuator tidak bergerak, proses berhenti	8
6	Silinder Hidrolik	Seal bocor	Kebocoran internal/eksternal, penurunan efisiensi dan performa	7

Dari Tabel 1. dapat ditentukan komponen utama yang akan dianalisa menggunakan Tabel FMEA *Sheet* yaitu yang memiliki angka resiko *severity* dari *range* 4 sampai dengan 10. Sedangkan komponen yang memiliki angka resiko *severity* dari *range* 1 sampai dengan 3 yaitu komponen yang tidak akan dianalisa. Karena komponen tersebut masih masuk dalam kategori memiliki resiko kerusakan yang cukup rendah.

FMEA *Sheet*

FMEA *Sheet* atau lembar FMEA adalah lembar yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan pengaruhnya terhadap komponen hidrolik *Excavator*. Lembar ini berisikan informasi seperti nama komponen, kegagalan, efek kegagalan, penyebab kegagalan, deteksi kegagalan dan tindakan mitigasi yang disarankan serta memberikan peringkat untuk setiap mode kegagalan seperti tingkat keparahan, kejadian, deteksi dan juga menghitung *Risk Priority Number (RPN)* untuk setiap mode kegagalan dengan mengalikan nilai S, O dan D.



Semakin tinggi RPN, maka semakin tinggi resiko kegagalan. Jadi di bawah ini merupakan Tabel FMEA *Sheet* yang membahas kegagalan yang terjadi pada komponen yang sebelumnya sudah ditentukan di tabel 1.

System	Hydraulic	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Worksheet								Target Mitigasi			Date	25/7/2025
Type	Excavator												Page	1 of 2
No.	Element	Failure	Effect	S	Cause	O	Detection	D	RPN	S	O	D	RPN	Mitigate Action
1	Tangki hidrolik	Terjadi Kebocoran pada tangki hidrolik	Kehilangan fluida hidrolik yang dapat mengurangi tekanan dan aliran fluida dalam sistem	7	Korosi - Tetap terjadi, <i>failure</i> walaupun proses terkendali dengan baik	4	Harus mengecek tangki - <i>Visual Inspection</i>	6	168	7	3	2	42	Inspeksi Visual Secara rutin, pelapisan anti karat pada tangki, uji kebocoran sebelum pemakaian, memasang peralatan pengukuran aliran fluida dan tekanan secara permanen
2	Filter	Tersumbat oleh kotoran / serpihan	Kinerja sistem menurun	6	Kontaminan yang terperangkap - Tetap terjadi, <i>failure</i> walaupun proses terkendali dengan baik	4	Pemantauan pengukuran aliran fluida dan tekanan serta <i>visual inspection</i> - Tersedia peralatan, tidak terpasang tetap	6	144	6	2	2	24	Selalu melakukan <i>Preventive Maintenance</i> setiap <i>hours meter</i> yang sudah diatur, pembersihan/penggantian rutin <i>element filter</i> , pemeriksaan/pemeliharaan rutin rumah filter maupun sambungan, memasang peralatan pengukuran aliran fluida dan tekanan secara permanen
3	Selang Hidrolik	Mengalami kerusakan eksternal	Terjadi Kebocoran sehingga kehilangan fluida yang signifikan dari sistem	8	Dikarenakan rute selang yang tidak tepat sehingga tergores pada permukaan atau benda lain	4	Pemantauan aliran fluida dan pengukuran tekanan serta <i>visual inspection</i> - Tersedia peralatan, tidak terpasang tetap	6	192	8	2	4	64	Rutekan selang dengan benar, pasang selang dengan benar, tambahkan penunjang pelindung seperti <i>sleeve</i> , lakukan pemeriksaan dan pengujian berkala, gunakan sensor/indikator untuk memantau kondisi selang, aliran fluida, tekanan dan suhu secara <i>real time</i>

System	Hydraulic	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Worksheet								Target Mitigasi			Date	25/7/2025
Type	Excavator												Page	2 of 2
No.	Element	Failure	Effect	S	Cause	O	Detection	D	RPN	S	O	D	RPN	Mitigate Action
4	Pompa Hidrolik	Kerusakan Pada Piston Pompa	Penurunan tekanan	8	Overheating yang disebabkan karena sistem dipaksa bekerja melebihi batas kapasitas yang ditemukan,	2	Monitoring tekanan	6	96	8	2	5	90	Pemasangan sensor suhu dan tekanan,
5	Main Control Valve	Katup macet	Unit tidak dapat dioperasikan	8	Oli Terkontaminasi Kotoran	2	Gejala pergerakan lambat	7	112	8	2	4	64	Gunakan sensor/indikator untuk memantau aliran, tekanan dan suhu, Periksa sambungan
6	Silinder Hidrolik	Kebocoran <i>rod seal</i>	Performa silinder berkurang sehingga mempengaruhi kapasitas angkat dan muat dari <i>Excavator</i>	7	Kerusakan	4	Pengukuran tekanan dan <i>visual inspection</i>	6	148	7	2	4	56	Ganti seal secara rutin, Periksa kondisi batang silinder secara berkala.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kerusakan sistem hidrolik pada excavator menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Komponen-komponen sistem hidrolik yang dianalisis, yaitu tangki hidrolik, filter, selang hidrolik, pompa hidrolik, main control valve, dan silinder hidrolik, masing-masing memiliki potensi kegagalan yang berdampak pada kinerja sistem secara keseluruhan.
2. Nilai RPN tertinggi sebelum tindakan mitigasi ditemukan pada komponen selang hidrolik dengan nilai RPN sebesar 192, diikuti oleh tangki hidrolik (168) dan silinder hidrolik (148). Nilai ini menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut memerlukan perhatian dan perawatan yang lebih intensif.

Saran, dikarenakan hasil dari mitigasi resiko kerusakan pada sistem hidrolik *Excavator* menggunakan metode FMEA dilakukan berdasarkan pengumpulan informasi dari sumber-sumber tertulis. Maka ditulisnya



saran ini dengan harapan bagi para pembaca yang sedang mencari judul atau referensi tugas akhir, untuk dapat melanjutkan ke tahap observasi atau melakukan analisa langsung dilapangan.

UCAPAN TERIMAKASIH (10 PT)

Penulis mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan selama pelaksanaan penelitian ini. Saya juga mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin S1, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) (10 pt).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Olifanta, N., Pribadyo, and Darsan, H. (2022) Analisis kerusakan sistem hidrolik pada boom silinder unit ekskavator Komatsu PC 200-7 di PT. Wirataco Mitra Mulia.
- [2] Darmawi, K.F. and Darsan, H., (2022). Analisa kerusakan dan perbaikan hydraulic lift cylinder pada wheel loader Caterpillar 950. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, Vol. 8 No. 2.
- [3] Aditya, J.P., Wijayanto, D. S., and Towip. (2024). *Analisis kerusakan pompa hidrolik pada excavator R 330LC-9S (Studi kasus di rental alat berat Yogyakarta)*.
- [4] Administrator. (n.d.). *Jenis, Fungsi, dan Cara Kerja dari Alat Berat Excavator*. Available at: <https://alatberat.bdmi.co.id/jenis-fungsi-cara-kerja-alat-berat-excavator/> (Accessed: June 11, 2025).
- [5] Basic Mechanic Course. (2020). *Struktur dan cara kerja main control valve Cat 320D*. Available at: <https://www.basicmechaniccourse.com/2020/09/struktur-dan-cara-kerja-main-control.html> (Accessed: June 11, 2025).
- [6] Guangzhou Komai Filter Co., Ltd. (n.d.). *Excavator Hydraulic Oil Filter T412538021 P573481 KHJ10950 5I8670X 5I-8670 5I8670*. Available at: <https://indonesian.komaifilter.com/sale-13419380-excavator-hydraulic-oil-filter-t412538021-p573481-khj10950-5i8670x-5i-8670-5i8670.html> (Accessed: June 11, 2025).
- [7] Huzij, R., Spano, A. and Bennett, S. (2013). *MODERN DIESEL TECHNOLOGY: HEAVY EQUIPMENT SYSTEMS 2ND EDITION*. 2nd edn. New York,USA: Delmar, Cengage Learning.
- [8] Kurniawan, C. & Surojo, S.T., (2017). Analisis kerusakan O-ring seal pada hydraulic cylinder telescopic boom reach stacker Kalmar DRF 450-60 S5M. *Skripsi*, Universitas Gadjah Mada.
- [9] Komatsu Europe International N.V. (n.d.). *PC170LC-11 standard crawler excavator*. Available at: <https://www.komatsu.eu/en/excavators/wheeled-excavators/pw148-11/> (Accessed: June 11, 2025).
- [10] Komatsu Europe International N.V. (n.d.). *PW148-11 Wheeled Excavator*. Available at: <https://www.komatsu.eu/en/excavators/wheeled-excavators/pw148-11/> (Accessed: June 11, 2025).
- [11] Quality Technic. (n.d.). *Ternyata ini bagian-bagian excavator*. Available at: <https://www.qualitytechnic.com/blog/ternyata-ini-bagian-bagian-excavator> (Accessed: June 11, 2025).
- [12] Unknown, (2018). *Sirkuit hidrolik alat berat. TEKNIK ALAT BERAT*. Available at : https://smkteknikalatberat.blogspot.com/2018/04/sirkuit-hidrolik-alat-berat_13.html (Accessed: June 11, 2025).
- [13] Zarkasyi, A., Sariyusda, Jufriadi, and Hamdani. (2019). Analisa kerusakan silinder hidrolik pada excavator Hitachi EX 200 LC dengan metode fishbone di PT. Alhas Jaya Group. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, Vol. 3 No. 1.