



PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN

(2026) ISBN: 3024-9538

PENERAPAN METODE FMEA PADA PERAWATAN SISTEM HIDROLIK KAPAL ISAP PRODUKSI TIMAH

Ferdi¹, Fajar Aswin¹, Muhammad Riva'i¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Corresponding Author: ferdicot969@gmail.com

ABSTRAK

Sistem hidrolik merupakan komponen utama pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah yang berfungsi menggerakkan berbagai peralatan operasi. Kerusakan pada sistem ini dapat menghambat proses produksi, meningkatkan downtime, dan menambah biaya perawatan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis kerusakan pada sistem hidrolik KIP Timah 07, menganalisis penyebab serta dampaknya menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dan menentukan prioritas perawatan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi riwayat kerusakan selama tahun 2025. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi failure mode, menentukan nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D), kemudian menghitung nilai RPN untuk setiap mode kegagalan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 29 kejadian kerusakan dengan total downtime 320,5 jam. Komponen yang paling sering mengalami kerusakan adalah hose staffa cutter, diikuti pompa hidrolik cutter, flange hidrolik cutter, dan nipple hose. Penyebab utama kerusakan meliputi keausan komponen, tekanan kerja tinggi, kebocoran sambungan, dan kurang optimalnya inspeksi. Penerapan metode FMEA mampu mengidentifikasi prioritas risiko sehingga dapat menjadi dasar penyusunan program preventive maintenance yang lebih efektif. Implementasi rekomendasi perawatan diharapkan mampu meningkatkan keandalan sistem hidrolik, mengurangi frekuensi kerusakan, menekan downtime, serta meningkatkan efisiensi operasional Kapal Isap Produksi Timah.

Kata kunci: FMEA, sistem hidrolik, preventive maintenance, RPN, Kapal Isap Produksi Timah.

ABSTRACT

The hydraulic system is a critical component of the Tin Production Suction Dredge (KIP), responsible for powering various operational equipment. Failures in this system can disrupt production, increase downtime, and raise maintenance costs. This study aims to identify the types of failures in the hydraulic system of KIP Timah 07, analyze their causes and impacts using the Failure Mode and Effect

Analysis (FMEA) method, and establish maintenance priorities based on Risk Priority Number (RPN) values. A descriptive-quantitative research method was employed, with data collected through observation, interviews, and documentation of failure records from 2025. The analysis involved identifying failure modes, determining Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D) ratings, and calculating the RPN for each failure mode. The results indicate 29 failure incidents totaling 320.5 hours of downtime. The component most frequently experiencing failure was the Staffa cutter hose, followed by the cutter hydraulic pump, cutter hydraulic flange, and hose nipples. Primary causes of failure included component wear, high operating pressure, connection leaks, and suboptimal inspections. Applying the FMEA method enabled the identification of risk priorities, serving as a basis for developing a more effective preventive maintenance program. Implementing the maintenance recommendations is expected to enhance hydraulic system reliability, reduce failure frequency, minimize downtime, and improve the operational efficiency of the Tin Production Suction Dredge.

Keywords: FMEA, hydraulic system, preventive maintenance, RPN, Tin Production Suction Dredge.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu penghasil timah terbesar di dunia, dengan peranan penting di pasar global. Peran ini terkait dengan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi yang dilakukan oleh PT Timah Tbk, terutama di daerah Kepulauan Bangka Belitung yang dikenal sebagai pusat pertambangan timah nasional. Dalam proses produksinya, aktivitas penambangan timah lepas pantai sangat bergantung pada keberadaan Kapal Isap Produksi (KIP) sebagai alat utama untuk mengambil bahan dari dasar laut. Kinerja KIP menjadi faktor penting dalam menjaga kelangsungan produksi dan efisiensi operasional perusahaan (Irzon, R 2021; PT.Timah 2025).

Dalam operasionalnya, KIP dibantu oleh berbagai macam sistem, yaitu mekanik, elektrik, dan hidrolik yang saling terhubung. Sistem hidrolik memiliki peran yang sangat penting karena berfungsi sebagai penggerak utama berbagai peralatan vital seperti *ladder, cutter, winch, jig, rotary screen, propulsion* (Aziz, 2026). Komponen-komponen tersebut beroperasi secara terus-menerus dalam kondisi lingkungan laut yang ekstrem, seperti paparan air laut yang bersifat korosif, tekanan kerja tinggi, serta fluktuasi beban yang dinamis. Oleh karena itu, sistem hidrolik sering disebut sebagai “jantung” dari operasional KIP karena kerusakannya dapat langsung mempengaruhi proses produksi (Fadhilsyah, 2026).

Namun demikian, kondisi operasional yang berat itu membuat sistem hidrolik sangat mudah mengalami berbagai jenis kerusakan, seperti kebocoran pada hose dan seal, pencemaran fluida oleh air laut atau partikel asing, keausan sparepart, serta penurunan kinerja pompa dan aktuator. Kerusakan-kerusakan ini tidak hanya mengurangi efisiensi kerja alat, tetapi juga dapat menyebabkan waktu berhenti yang lama, meningkatkan biaya perawatan, serta mengganggu target produksi yang sudah ditentukan. Dalam jangka panjang, hal ini bisa berdampak pada kerugian finansial dan berkurangnya daya saing perusahaan (Andre, 2026; Braga, 2024).

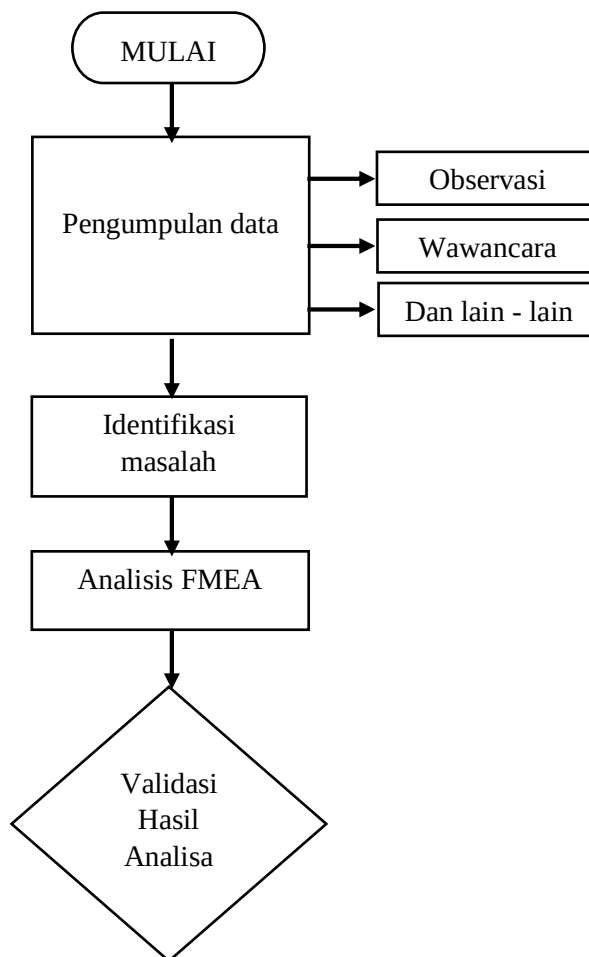
Permasalahan yang kerap muncul di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan pemeliharaan sistem hidrolik pada KIP masih bersifat reaktif, yaitu perbaikan

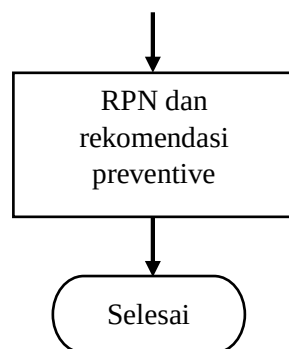
dilakukan setelah terjadi kerusakan. Pendekatan ini tidak efektif karena tidak bisa mencegah terjadinya kegagalan lebih awal. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara analisis yang sistematis dan terstruktur untuk mengenali potensi kegagalan sebelum terjadi, sekaligus menentukan tingkat risiko dari masing-masing komponen (Fadhillah, 2026; Mudhor, 2025).

Salah satu cara yang bisa digunakan adalah *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, yaitu metode analisis yang bertujuan untuk menemukan mode kegagalan, penyebabnya, serta pengaruhnya terhadap sistem secara keseluruhan. Dengan menggunakan pendekatan *FMEA*, setiap kemungkinan kerusakan dapat dinilai berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*), yang kemudian menghasilkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Nilai *RPN* ini dapat dipakai sebagai dasar dalam menentukan prioritas perbaikan dan strategi perawatan yang lebih efisien (Indrawan, 2024; Panyukov, 2024).

Dengan menggunakan metode *FMEA* pada sistem hidrolik KIP, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas tentang potensi risiko kerusakan dan langkah-langkah pencegahan yang tepat. Selain itu, hasil analisis ini diharapkan dapat membantu penerapan perawatan preventif yang lebih baik, sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem, mengurangi waktu henti, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

2. METODE





Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis, meliputi pengumpulan data, identifikasi masalah, analisis FMEA, validasi hasil analisis, hingga penyusunan rekomendasi perawatan preventif. Tahapan tersebut disusun dalam bentuk diagram alir penelitian agar proses analisis berjalan secara terstruktur dan dapat ditinjau ulang apabila hasil validasi dinyatakan tidak sesuai.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua cara, yaitu observasi lapangan dan wawancara. Observasi lapangan dilakukan secara langsung terhadap komponen-komponen sistem hidrolik KIP Timah 07 untuk mengamati kondisi fisik dan pola kerusakan yang terjadi, didukung oleh data historis jam stop akibat kerusakan sistem hidrolik sepanjang tahun 2025. Wawancara dilakukan dengan operator kapal, teknisi mesin, dan mekanik hidrolik yang menangani langsung KIP Timah 07 untuk memperoleh informasi mengenai riwayat dan pengalaman penanganan kerusakan, termasuk penyebab utama serta pola perawatan yang selama ini diterapkan.

Berdasarkan data observasi, wawancara, dan data historis jam stop tersebut, dilakukan identifikasi terhadap komponen-komponen dengan jumlah kejadian dan jam stop tertinggi pada sistem hidrolik KIP Timah 07. Setiap komponen kemudian diuraikan ke dalam mode kegagalan (failure mode), efek kegagalan terhadap operasional kapal, serta penyebab yang mendasarinya.

Setiap mode kegagalan yang telah diidentifikasi selanjutnya dinilai menggunakan tiga parameter utama FMEA, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) dengan skala 1-10 berdasarkan kombinasi data historis jam stop, hasil observasi lapangan, dan hasil wawancara. Nilai Risk Priority Number (RPN) dihitung dengan rumus $RPN = S \times O \times D$. Komponen dengan nilai RPN yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kekritisan risiko yang lebih besar dan memerlukan prioritas tindakan perawatan yang lebih mendesak.

Hasil analisis FMEA selanjutnya divalidasi bersama pembimbing lapangan dan teknisi hidrolik KIP Timah 07 untuk memastikan kesesuaian nilai S, O, dan D yang diberikan terhadap kondisi nyata di lapangan. Apabila hasil analisis dinyatakan tidak valid, proses dikembalikan ke tahap identifikasi masalah untuk dikaji ulang; sebaliknya, apabila dinyatakan valid, proses dilanjutkan ke tahap perhitungan prioritas RPN dan penyusunan rekomendasi perawatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara, dan data historis jam stop, teridentifikasi 5 komponen sistem hidrolik KIP Timah 07 dengan jumlah kejadian dan jam stop tertinggi sepanjang tahun 2025, yaitu Pompa Hidrolik Cutter, Hose

Staffa Cutter, Nipple Hose Staffa, Flange Hidrolik Cutter, Motor Hagglunds Cutter. Jenis kerusakan yang teridentifikasi pada 5 komponen tersebut secara umum tekanan pompa menurun, kebocoran hose, kebocoran sambungan, serta kebocoran flange, yang sebagian besar berdampak langsung pada terhentinya proses produksi.

Hasil penilaian Severity, Occurrence, dan Detection terhadap kedelapan komponen tersebut menghasilkan nilai RPN yang bervariasi antara 288 hingga 70, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis FMEA dan Nilai RPN Sistem Hidrolik KIP Timah 07

Peringkat	Komponen	Mode Kegagalan	S	O	D	RPN $S \times O \times D$	Kategori Risiko
1	Pompa Hidrolik Cutter	Trouble/kerusakan pada pompa hidrolik	8	6	6	288	Kritis
2	Hose Staffa Cutter	Kebocoran pada hose (selang hidrolik)	6	7	5	210	Kritis
3	Nipple Hose Staffa	Kebocoran pada sambungan nipple hose	6	4	6	144	Tinggi
4	Flange Hidrolik Cutter	Kebocoran pada instalasi flange (sambungan Pipa)	6	4	4	96	Sedang
5	Motor Hagglunds Cutter	Kebocoran seal pada motor hagglunds cutter	5	2	7	70	Sedang

Berdasarkan hasil analisis *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* pada sistem hidrolik KIP Timah 07, diperoleh lima komponen dengan tingkat risiko kegagalan tertinggi, yaitu Pompa Hidrolik Cutter ($RPN = 288$), Hose Staffa Cutter ($RPN = 210$), Nipple Hose Staffa ($RPN = 144$), Flange Hidrolik Cutter ($RPN = 96$), dan Motor Hagglunds Cutter ($RPN = 70$).

Komponen Pompa Hidrolik Cutter menjadi prioritas utama karena memiliki dampak kerusakan paling besar terhadap proses pengerukan dan menyebabkan

downtime yang tinggi. Sementara itu, *Hose Staffa Cutter* memiliki frekuensi kerusakan paling tinggi berdasarkan data historis tahun 2025 sehingga menjadi prioritas kedua dalam tindakan perawatan.

Berdasarkan hasil tersebut, tindakan perawatan yang direkomendasikan adalah *Preventive Maintenance* melalui inspeksi rutin, pemantauan tekanan sistem hidrolik, penggantian komponen berdasarkan umur pakai, serta pemeriksaan kualitas oli hidrolik secara berkala. Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan dapat menurunkan frekuensi kerusakan, mengurangi downtime, dan meningkatkan keandalan sistem hidrolik KIP Timah 07.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data kerusakan tahun 2025, sistem hidrolik KIP Timah 07 mengalami 29 kejadian kerusakan dengan total downtime 320,5 jam, yang didominasi oleh kerusakan pada komponen hose staffa cutter dan pompa hidrolik cutter. Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* berhasil mengidentifikasi tingkat risiko setiap komponen melalui nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, *Detection (D)*, dan *Risk Priority Number (RPN)*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pompa hidrolik cutter memiliki nilai *RPN* tertinggi sehingga menjadi prioritas utama dalam kegiatan perawatan. Rekomendasi *preventive maintenance* berdasarkan prioritas *RPN* diharapkan dapat mengurangi kerusakan, menekan downtime, dan meningkatkan keandalan sistem hidrolik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta pihak PT Timah Tbk yang telah memberikan kesempatan dan dukungan data dalam penyusunan penelitian ini, serta kepada seluruh teknisi dan operator KIP Timah 07 yang telah membantu proses pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre. (2026) 'Analysis of the occurrence of hydraulic oil leakage in the steering gear on the AHT Iron Tug ship', *Jurnal Karya Ilmiah Taruna Andromeda*, 10(1).
- Aziz, A.P. and F.H. (2026) 'Measuring the reliability of hydraulic production equipment for tin suction vessels using the OEE and MTBS methods', *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 7(1), pp. 146–156.
- Braga, L.P.P.A.C. (2024) 'Increased availability risk-based maintenance ROV's hydraulic system', *Journal of ETA Maritime Science*, 12(3), pp. 310–318.
- Fadhillah, F.V. (2026) 'Sistem prediktif pemeliharaan hidraulik dengan pendekatan algoritma Histogram Gradient Boosting', *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, 5(1).
- Fadhilsyah, I.E. (2026) 'Pengukuran keandalan alat keruk kapal isap produksi Timah 7 menggunakan pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE)', *Jurnal Teknologi Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 26(1).
- Indrawan, S. (2024) 'Penerapan metode FMEA untuk mengidentifikasi pemborosan: Literatur review', *Engineering and Technology International Journal*, 6(2).

- Irzon, R. (2021) 'Penambangan timah di Indonesia: Sejarah, masa kini, dan prospeksi', Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara.
- Muhdor, A.I.S. (2025) 'Analisis kerusakan sistem hidrolik pada excavator dengan menggunakan metode FMEA', Jurnal Cendikia Mekanika, 6(2).
- Panyukov, D.I. and N.K.A. (2024) 'Improvement of the risk assessment system based on the FMEA action priority method', Russian Engineering Research, 44, pp. 1030–1034.
- PT Timah Tbk. (2025) Menyempurnakan arah dan kapabilitas untuk berkembang lebih jauh: Refining progress and capabilities to rise ahead. Pangkalpinang: Annual Report 2025.