

Analisis Jenis Kerusakan Alat Berdasarkan Diagram Pareto

Jefri Aji Saputra¹, Indra Feriadi¹, Harwadi¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : jefriajisaputra26@gmail.com

Received: 23 Desember 2025; Received in revised form: 23 Desember 2025;

Accepted: 31 Desember 2025

Abstract

Offshore tin mining operations rely heavily on the performance of Production Suction Dredgers as the main production units. The reliability of mechanical production equipment plays a crucial role in maintaining operational continuity and achieving production targets. Recurrent equipment failures can lead to increased downtime, reduced operating hours, and decreased vessel productivity. This study aims to analyze the most dominant types of mechanical equipment failures on KIP Timah 07 using the Pareto Diagram as a basis for determining maintenance priorities. The research method employed is descriptive quantitative with a case study approach. The analyzed data consist of secondary data obtained from daily logsheets, technician work reports, machine operating hour records, and downtime reports during the observation period. Failure data were classified based on failure types, and their frequency, percentage, and cumulative percentage were calculated and presented using a Pareto Diagram. The results indicate that gearbox failure is the most dominant type of failure, contributing 58.88% of the total failure occurrences. In addition, failures in the soil pump bearing block and cutter hydraulic pump also contribute significantly, resulting in a cumulative contribution of 79.44%. Based on these findings, maintenance activities should be prioritized on the dominant components to reduce downtime and improve the reliability and operational productivity of KIP Timah 07.

Keywords: Pareto Diagram; Equipment Failure; Reliability; Production Suction Dredger; Maintenance

Abstrak

Kegiatan penambangan timah lepas pantai sangat bergantung pada kinerja Kapal Isap Produksi (KIP) sebagai unit produksi utama. Keandalan alat produksi mekanik menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas operasi dan pencapaian target produksi. Kerusakan alat yang terjadi secara berulang dapat menyebabkan peningkatan downtime, penurunan jam operasi, serta berkurangnya produktivitas kapal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis kerusakan alat produksi mekanik yang paling dominan pada KIP Timah 07 dengan menggunakan Diagram Pareto sebagai dasar penentuan prioritas pemeliharaan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari logsheet harian, laporan teknisi, catatan jam operasi mesin, serta laporan downtime selama periode pengamatan. Data kerusakan dikelompokkan berdasarkan jenis kerusakan, kemudian dihitung frekuensi, persentase, dan persentase kumulatifnya untuk disajikan dalam Diagram Pareto. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan gearbox merupakan jenis kerusakan paling dominan dengan kontribusi sebesar 58,88% dari total kejadian. Selain itu, kerusakan blok bearing pompa tanah dan pompa hidrolik cutter memberikan kontribusi signifikan sehingga ketiganya secara kumulatif mencapai 79,44%. Berdasarkan hasil tersebut, prioritas pemeliharaan perlu difokuskan pada komponen dominan guna menurunkan downtime dan meningkatkan keandalan serta produktivitas operasional KIP Timah 07.

Kata kunci: Diagram Pareto; Kerusakan Alat; Keandalan; Kapal Isap Produksi; Pemeliharaan

1. PENDAHULUAN

Timah merupakan komoditas strategis nasional yang sebagian besar diproduksi

melalui penambangan laut menggunakan Kapal Isap Produksi (KIP). Kinerja KIP sangat dipengaruhi oleh keandalan alat produksi

mekanik yang bekerja pada kondisi lingkungan laut yang berat. Kerusakan berulang dapat meningkatkan downtime dan menurunkan produktivitas kapal. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi keandalan alat menggunakan parameter MTBF, MTTR, dan Availability serta analisis Diagram Pareto untuk menentukan prioritas pemeliharaan yang efektif [1].

Keandalan sistem mekanik merupakan faktor penting dalam menjaga kontinuitas operasi Kapal Isap Produksi pada penambangan timah laut. Intensitas operasi yang tinggi berpotensi menyebabkan kerusakan yang berdampak pada jam jalan kapal. Kondisi ini menuntut sistem pemeliharaan berbasis data. Analisis RAM dan Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi komponen dominan penyebab gangguan serta mengevaluasi pengaruh keandalan alat terhadap produktivitas KIP Timah 07 [2]. Kapal Isap Produksi berfungsi sebagai unit utama dalam penambangan timah laut dan beroperasi secara berkelanjutan. Gangguan pada sistem mekanik dapat menurunkan efektivitas operasi dan pencapaian target produksi. Data operasional menunjukkan masih terjadinya downtime akibat frekuensi kerusakan dan lamanya perbaikan. Oleh karena itu, analisis keandalan menggunakan MTBF, MTTR, Availability, serta Diagram Pareto diperlukan untuk memfokuskan pemeliharaan pada komponen paling kritis [3].

Produktivitas Kapal Isap Produksi sangat ditentukan oleh kesiapan dan keandalan alat produksi mekanik. Kerusakan yang tidak ditangani secara sistematis dapat menurunkan jam operasi dan meningkatkan biaya perawatan. Evaluasi keandalan alat melalui pendekatan RAM diperlukan untuk menilai kinerja sistem mekanik, sedangkan Diagram Pareto digunakan untuk memprioritaskan jenis kerusakan berdasarkan frekuensi kejadian pada KIP Timah 07 [4].

Penambangan timah lepas pantai memiliki risiko tinggi terhadap kerusakan peralatan akibat kondisi operasi yang berat. Kapal Isap Produksi sebagai unit utama produksi harus memiliki keandalan alat mekanik yang baik agar target produksi tercapai. Namun, gangguan operasional masih terjadi akibat kerusakan komponen tertentu. Oleh karena itu, analisis MTBF, MTTR, Availability, dan Diagram Pareto diperlukan untuk memahami hubungan antara keandalan alat dan produktivitas kapal [5].

Efektivitas pemeliharaan peralatan produksi sangat bergantung pada

pemahaman pola kerusakan di lapangan. Pada KIP Timah 07, kerusakan sistem mekanik masih menjadi penyebab utama downtime. Tanpa analisis yang terstruktur, perbaikan sering kali tidak tepat sasaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan RAM dan Diagram Pareto untuk mengevaluasi kinerja alat produksi mekanik dan menentukan komponen yang paling berkontribusi terhadap gangguan produksi [6].

Keandalan alat produksi mekanik berpengaruh langsung terhadap efisiensi dan stabilitas operasi Kapal Isap Produksi. Nilai MTBF yang rendah dan MTTR yang tinggi menunjukkan adanya permasalahan dalam sistem pemeliharaan. Selain itu, tidak semua kerusakan memiliki dampak yang sama terhadap produktivitas. Oleh karena itu, Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan dominan, dengan tujuan menganalisis pengaruh keandalan alat terhadap produktivitas KIP Timah 07 [7]. Pencapaian target produksi dalam penambangan timah laut sangat dipengaruhi oleh kesiapan alat produksi. Gangguan mekanik yang berulang pada Kapal Isap Produksi dapat mengurangi jam operasi dan output produksi. Analisis MTBF, MTTR, dan Availability digunakan untuk menilai kinerja sistem mekanik, sedangkan Diagram Pareto membantu menentukan jenis kerusakan yang perlu diprioritaskan. Penelitian ini difokuskan pada KIP Timah 07 sebagai studi kasus [8].

Lingkungan laut yang dinamis menyebabkan peralatan mekanik Kapal Isap Produksi bekerja dalam kondisi ekstrem sehingga berpotensi mengalami kerusakan. Hal ini menuntut sistem pemeliharaan yang adaptif dan berbasis data. Pendekatan RAM digunakan untuk menilai keandalan alat produksi, sementara Diagram Pareto diterapkan untuk mengidentifikasi kerusakan dominan yang paling berpengaruh terhadap downtime dan produktivitas KIP Timah 07 [9]. Penurunan produktivitas Kapal Isap Produksi sering berkaitan dengan rendahnya keandalan alat produksi mekanik. Data operasional menunjukkan bahwa frekuensi kerusakan dan lamanya waktu perbaikan masih menjadi kendala utama. Oleh karena itu, evaluasi kinerja alat melalui parameter MTBF, MTTR, dan Availability perlu dilakukan secara kuantitatif. Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan dominan sebagai dasar penyusunan strategi pemeliharaan yang lebih efektif pada KIP Timah 07 [10].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi jenis

kerusakan alat yang paling dominan berdasarkan frekuensi kejadian menggunakan Diagram Pareto, sehingga dapat ditentukan prioritas perbaikan dan pemeliharaan yang lebih efektif.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan Diagram Pareto sebagai alat analisis utama. Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan jenis kerusakan atau permasalahan yang paling dominan berdasarkan frekuensi kejadian. Data yang digunakan diperoleh dari catatan operasional dan laporan kerusakan selama periode pengamatan tertentu. Data tersebut kemudian dikelompokkan, dihitung frekuensinya, dan disusun dari nilai tertinggi hingga terendah. Hasil pengolahan data selanjutnya disajikan dalam bentuk Diagram Pareto untuk menentukan permasalahan yang menjadi prioritas perbaikan.

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual objek penelitian berdasarkan data numerik yang diperoleh dari catatan operasional. Diagram Pareto digunakan sebagai metode analisis untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan jenis permasalahan atau kerusakan yang paling dominan berdasarkan frekuensi kejadian. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya memberikan gambaran kondisi sistem, tetapi juga membantu menentukan fokus perbaikan yang paling berpengaruh terhadap kinerja operasional.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen operasional KIP Timah 07. Sumber data mencakup logsheet harian, laporan kerja teknisi, catatan jam operasi mesin, serta laporan durasi downtime peralatan. Seluruh data tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi kinerja komponen mekanik selama proses produksi berlangsung. Untuk memastikan keandalan data, dilakukan validasi melalui pencocokan dengan catatan teknisi lapangan dan laporan supervisi pemeliharaan sehingga data yang dianalisis dapat dipercaya dan merepresentasikan kondisi operasional yang sebenarnya.

2.2 Jenis dan Sumber data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap kondisi operasional peralatan serta diskusi dengan pihak terkait. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan berupa laporan kerusakan, logsheet operasional, dan catatan downtime selama periode penelitian. Data tersebut digunakan sebagai dasar analisis Diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis kerusakan dominan.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data kerusakan dan gangguan operasional peralatan selama periode penelitian. Data diperoleh dari logsheet harian dan laporan pemeliharaan teknisi. Setiap data kerusakan dicatat dan dikelompokkan berdasarkan jenis kerusakan serta frekuensi kejadiannya. Data yang telah terkumpul selanjutnya disiapkan untuk dianalisis menggunakan Diagram Pareto guna mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling dominan.

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data kerusakan yang telah dikumpulkan dari dokumen operasional. Data kerusakan dikelompokkan berdasarkan jenis kerusakan dan dihitung frekuensi kejadiannya. Selanjutnya, setiap jenis kerusakan ditentukan nilai persentase dan persentase kumulatifnya. Data kemudian diurutkan dari frekuensi tertinggi hingga terendah dan disajikan dalam bentuk Diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling dominan.

2.5 Perhitungan Parameter

Perhitungan parameter dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data kerusakan peralatan mekanik yang diperoleh dari dokumen operasional KIP Timah 07. Data kerusakan terlebih dahulu dikelompokkan berdasarkan jenis kerusakan yang terjadi selama periode penelitian. Selanjutnya, dilakukan perhitungan frekuensi kejadian untuk masing-masing jenis kerusakan.

Setelah frekuensi setiap jenis kerusakan diketahui, dilakukan perhitungan persentase kejadian dengan membandingkan jumlah kejadian masing-masing jenis kerusakan terhadap total keseluruhan kejadian.

Persentase kumulatif kemudian dihitung untuk mengetahui kontribusi setiap jenis kerusakan secara akumulatif. Data hasil perhitungan tersebut disusun dari frekuensi tertinggi hingga terendah dan disajikan dalam bentuk Diagram Pareto.

2.6 Analisa Data

Berdasarkan hasil Diagram Pareto, dapat diketahui bahwa tidak semua jenis kerusakan memiliki kontribusi yang sama terhadap total kejadian kerusakan peralatan mekanik. Beberapa jenis kerusakan menunjukkan frekuensi kejadian yang lebih tinggi dibandingkan jenis kerusakan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian kecil jenis kerusakan memberikan dampak yang signifikan terhadap gangguan operasional KIP Timah 07. Kerusakan yang berada pada urutan teratas dalam Diagram Pareto merupakan penyebab utama terjadinya gangguan operasional dan downtime. Oleh karena itu, jenis kerusakan tersebut ditetapkan sebagai prioritas utama dalam penyusunan strategi pemeliharaan. Sementara itu, jenis kerusakan dengan frekuensi rendah memiliki kontribusi yang relatif kecil terhadap total kejadian sehingga dapat dijadikan prioritas sekunder. Hasil analisis Diagram Pareto ini memberikan gambaran yang jelas mengenai pola kerusakan peralatan mekanik serta membantu dalam pengambilan keputusan pemeliharaan yang lebih efektif dan berbasis data. Dengan memfokuskan perbaikan pada jenis kerusakan dominan, diharapkan tingkat keandalan peralatan dapat meningkat dan downtime operasional dapat diminimalkan. Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling

dominan dan memberikan kontribusi terbesar terhadap total kejadian kerusakan. Jenis kerusakan yang berada pada rentang persentase kumulatif hingga sekitar 80% dianggap sebagai kerusakan prioritas yang perlu mendapatkan perhatian utama dalam kegiatan pemeliharaan.

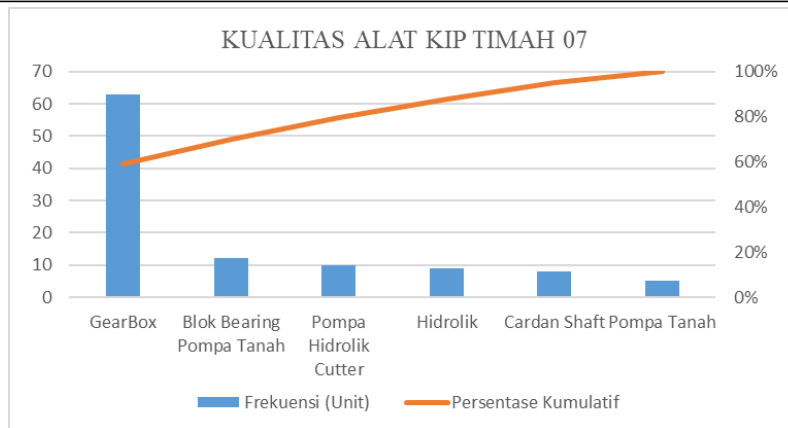
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram pareto merupakan representasi visual yang terdiri dari diagram batang dan diagram garis. Diagram batang menampilkan klasifikasi serta nilai data, sementara diagram garis menunjukkan total data kumulatif. Data diklasifikasikan dan diurutkan dari kiri ke kanan berdasarkan peringkat dari tertinggi hingga terendah. Peringkat tertinggi menunjukkan masalah yang harus segera diprioritaskan untuk diselesaikan sedangkan peringkat terendah menunjukkan masalah yang tidak memerlukan penyelesaian segera. Dalam konteks sistem mekanik pada kapal isap produksi KIP timah 07, diagram ini sangat berguna untuk memprioritaskan penanganan alat yang paling sering rusak. Strategi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi perawatan dan menekan waktu henti operasi secara signifikan

Selain memberikan arah yang lebih jelas dalam pengambilan keputusan pemeliharaan, grafik pareto juga menyajikan informasi visual yang memudahkan evaluasi performa alat secara berkala. Pendekatan ini sangat berguna dalam mengembangkan strategi pemeliharaan yang berbasis data, terukur, dan lebih tepat sasaran.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi dan Persentase Jenis Kerusakan Alat KIP Timah 07

NO	Jenis Kerusakan	Frekuensi (Unit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>GearBox</i>	63	58,88%	58,88%
2	<i>Blok Bearing Pompa Tanah</i>	12	11,21%	70,09%
3	<i>Pompa Hidrolik Cutter</i>	10	9,35%	79,44%
4	<i>Hidrolik</i>	9	8,41%	87,85%
5	<i>Cardan Shaft</i>	8	7,48%	95,33%
6	<i>Pompa Tanah</i>	5	4,67%	100,00%
	TOTAL	107	100,00%	



Gambar 1. Diaram Pareto KIP Timah 07

Data diatas menampilkan visualisasi kerusakan alat KIP Timah 07 dalam bentuk diagram Pareto. Grafik ini menyajikan distribusi frekuensi kerusakan tiap komponen serta akumulasi kontribusinya terhadap total kerusakan sepanjang periode operasional. Dari diagram terlihat bahwa komponen gearbox mengalami jumlah kerusakan terbanyak, yaitu 63 kejadian atau sekitar 58,88% dari keseluruhan kasus. Fakta ini menegaskan bahwa gearbox merupakan titik kritis yang harus menjadi fokus utama dalam pemeliharaan.

Kerusakan berikutnya berasal dari blok bearing pompa tanah dan pompa hidrolik cutter, dengan persentase masing-masing 11,21% dan 9,35%. Ketiga komponen ini menyumbang sekitar 79,44% dari total kejadian kerusakan, sesuai prinsip Pareto yang menyatakan bahwa sebagian besar dampak berasal dari sebagian kecil penyebab. Sementara itu, komponen seperti hidrolik, cardan shaft, dan pompa tanah hanya menyumbang kerusakan di bawah 10%. Walaupun persentasenya kecil, tetap diperlukan pengawasan dan perbaikan berkala untuk mencegah potensi gangguan operasional. Dengan hasil ini, prioritas pemeliharaan dapat diarahkan pada jenis kerusakan yang dominan, sehingga efektivitas perawatan meningkat dan keandalan sistem kerja kapal dapat terus terjaga, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Diagram Pareto pada KIP Timah 07, diketahui bahwa kerusakan gearbox merupakan jenis kerusakan yang paling dominan, dengan kontribusi sebesar 58,88% dari total kejadian kerusakan. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari setengah gangguan operasional yang

terjadi berasal dari satu komponen utama. Selain itu, kerusakan pada blok bearing pompa tanah dan pompa hidrolik cutter juga memberikan kontribusi yang cukup signifikan. Ketiga jenis kerusakan tersebut secara kumulatif mencapai sekitar 79,44% dari total kejadian, yang sejalan dengan prinsip Pareto bahwa sebagian besar permasalahan disebabkan oleh beberapa faktor utama. Sementara itu, jenis kerusakan lainnya seperti hidrolik, cardan shaft, dan pompa tanah memiliki kontribusi yang relatif lebih kecil terhadap total kerusakan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa upaya pemeliharaan dan perbaikan sebaiknya diprioritaskan pada gearbox dan komponen sistem hidrolik, karena penanganan yang tepat pada komponen tersebut berpotensi besar dalam menurunkan downtime serta meningkatkan keandalan dan produktivitas operasional KIP Timah 07.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT Timah Tbk beserta tim operasional KIP Timah 07 atas dukungan data dan fasilitas selama proses penelitian. Penghargaan juga diberikan kepada pihak pembimbing dan seluruh pihak terkait yang telah memberikan arahan serta kontribusi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Purba, N. F. P. Leksonowati, N. Pamungkas, N. Yuniarsih, N. H. Batubara and D. Prasetyo, "Studi Pengaruh Nilai Availability Mesin Stamping Terhadap Jumlah Hasil Produksi," *Jurnal Integrasi*, vol. 16, no. 2, p. 8–103, 2024.

- [2] M. H. Habibi and A. Jibril, "Analisis Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) Mesin Cold Storage," *Jurnal Cendekia Ilmiah*, vol. 4, no. 4, p. 1410–1421, 2025.
- [3] D. Kumar, S. Gupta and P. K. Yadav, "Reliability, Availability and Maintainability (RAM) Analysis of a Dragline," *Journal of Mines, Metals and Fuels*, vol. 68, no. 2, p. 68–77, 2020.
- [4] G. K. S. Bancin, H. Yudo and Kiryanto, "Analisis Keandalan Sistem Pelumasan Mesin Induk Kapal Menggunakan Metode Rantai Markov dan FMEA Berbasis Fuzzy," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 13, no. 1, p. 1–13, 2025.
- [5] R. A. M. Puteri, "Analisis Pengaruh Nilai Availability dan Waktu Downtime Terhadap Produktivitas Mesin," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Vols. -, no. 1-4, pp. -, 2014.
- [6] A. Wahid and R. Agung, "Perhitungan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Journal Knowledge Industrial Engineering*, vol. 3, no. 40–49, p. 3, 2018.
- [7] A. C. Oktaviana and T. A. Auliandri, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Diagram Pareto dan Fishbone," *INOBISS: Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia*, vol. 6, no. 4, p. 559–572, 2023.
- [8] M. Y. Hidayatullah and M. Safi'i, "Preventive and Corrective Maintenance Management of Industrial Machine," *JURUTERA – Jurnal Umum Teknik Terapan*, vol. 12, no. 1, p. 29–37, 2025.
- [9] H. Hariyono, "Analisis Kegagalan Struktur Ladder pada Kapal Isap Produksi," *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, vol. 16, no. 2, p. 59–68, 2023.
- [10] Y. Widhaputra, A. T. Arief and W. Herlina, "Evaluasi Kinerja Jig pada Kapal Isap Produksi Timah," *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, vol. 5, no. -, p. 2, 2020.