



PENENTUAN PRIORITAS PEMELIHARAAN KOMPONEN
SISTEM Pengeruk KAPAL ISAP PRODUKSI TIMAH 07
MENGUNAKAN ANALISIS PARETO

Jendri Winata¹, Indra Feriadi¹, Tuparjono¹
¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: jendriwinata@gmail.com

ABSTRAK

Sistem pengeruk merupakan subsistem utama pada Kapal Isap Produksi (KIP) yang sangat memengaruhi kontinuitas operasi penambangan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen prioritas pemeliharaan berdasarkan data historis kerusakan serta menentukan prioritas komponen menggunakan analisis Pareto sebagai dasar penyusunan strategi pemeliharaan. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data historis kerusakan sistem pengeruk KIP 07 selama tahun 2025 yang meliputi frekuensi kerusakan dan downtime. Data dianalisis menggunakan metode Pareto berdasarkan kontribusi downtime setiap komponen, kemudian divalidasi melalui konfirmasi praktisi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 104 kejadian kerusakan dengan total downtime sebesar 700,5 jam. Enam komponen prioritas, yaitu block bearing pompa tanah, as joint pompa tanah, block bearing cutter, pipa isap, pipa press, dan ladder, memberikan kontribusi kumulatif sebesar 80,87% terhadap total downtime. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penentuan prioritas inspeksi dan penyusunan strategi pemeliharaan yang lebih efektif.

Kata Kunci: analisis Pareto; downtime; komponen prioritas; pemeliharaan; sistem pengeruk

ABSTRACT

The dredging system is a major subsystem of the Production Suction Dredger (KIP) that significantly affects mining operational continuity. This study aims to identify maintenance priority components based on historical failure data and determine component priorities using Pareto analysis as a basis for developing maintenance strategies. A quantitative descriptive method was employed using historical failure data of the KIP 07 dredging system during 2025, including failure frequency and downtime records. The data were analyzed using Pareto analysis based on each component's downtime contribution and subsequently validated through practitioner confirmation. The results revealed 104 failure incidents with a total downtime of 700.5 hours. Six priority components—pump bearing block, pump joint shaft, cutter bearing block, suction pipe, discharge pipe, and ladder—accounted for 80.87% of the total downtime. These findings provide a practical

basis for prioritizing inspections and developing more effective maintenance strategies.

Keywords: downtime; dredging system; maintenance; Pareto analysis; priority components

1. PENDAHULUAN

Keandalan peralatan merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan operasi pada industri pertambangan, termasuk pada kegiatan penambangan timah menggunakan Kapal Isap Produksi (KIP). Sistem pengeruk sebagai subsistem utama pada KIP berfungsi mengalirkan material hasil pengerukan dari dasar laut menuju proses selanjutnya. Gangguan pada salah satu komponen sistem pengeruk dapat menyebabkan terhentinya proses produksi, menurunkan produktivitas, meningkatkan biaya pemeliharaan, serta mengurangi *availability* peralatan. Oleh karena itu, penerapan strategi pemeliharaan yang tepat menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas operasi dan meningkatkan keandalan sistem (Mobley, 2008; Gulati, 2020; ISO, 2018).

Praktik pemeliharaan yang masih bersifat *corrective maintenance* menyebabkan tindakan perbaikan baru dilakukan setelah terjadi kerusakan sehingga mengakibatkan *downtime* yang tinggi dan penggunaan sumber daya pemeliharaan yang kurang efisien. Dalam kondisi tersebut, perusahaan perlu menetapkan prioritas pemeliharaan agar sumber daya dapat dialokasikan secara optimal (Ahmad & Kamaruddin, 2012; Gulati, 2020; Egbe et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengidentifikasi komponen-komponen yang memberikan kontribusi terbesar terhadap *downtime* agar sumber daya pemeliharaan dapat dialokasikan secara lebih efektif (Egbe et al., 2024; Darestani et al., 2022).

Berdasarkan data historis kerusakan sistem pengeruk Kapal Isap Produksi (KIP) 07 selama tahun 2025, tercatat 104 kejadian kerusakan dengan total *downtime* mencapai 700,5 jam. Kerusakan tersebut tersebar pada berbagai komponen dengan tingkat frekuensi dan dampak *downtime* yang berbeda-beda. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak semua komponen memiliki tingkat pengaruh yang sama terhadap terganggunya operasi kapal. Apabila seluruh komponen diperlakukan sebagai prioritas yang sama, maka pelaksanaan program pemeliharaan berpotensi menjadi kurang efektif dan tidak optimal dalam menekan *downtime*.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menentukan prioritas pemeliharaan adalah analisis Pareto. Metode ini mengurutkan komponen berdasarkan besarnya kontribusi terhadap suatu permasalahan sehingga dapat diidentifikasi sejumlah kecil komponen yang memberikan dampak paling dominan. Dalam bidang pemeliharaan, analisis Pareto banyak dimanfaatkan sebagai tahap awal dalam identifikasi komponen prioritas sebelum dilakukan penyusunan strategi pemeliharaan seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) maupun *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) (Godfrey & Juran, 1999; Egbe et al., 2024; Geisbush & Ariaratnam, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi komponen prioritas pemeliharaan pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi (KIP) 07 berdasarkan data historis kerusakan dan *downtime*, serta (2) menentukan prioritas komponen menggunakan analisis Pareto sebagai dasar

penyusunan strategi pemeliharaan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai komponen-komponen yang memerlukan perhatian utama dalam program pemeliharaan sehingga upaya pengendalian *downtime* dapat dilakukan secara lebih terarah.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan pendekatan yang sederhana, sistematis, dan berbasis data historis untuk menentukan prioritas pemeliharaan pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi. Berbeda dengan penelitian yang mengintegrasikan metode analisis yang lebih kompleks, penelitian ini menunjukkan bahwa analisis Pareto dapat dimanfaatkan sebagai alat pendukung keputusan untuk mengidentifikasi komponen prioritas pemeliharaan secara cepat dan objektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan program inspeksi, perencanaan *preventive maintenance*, pengelolaan persediaan suku cadang, serta pengembangan penelitian lanjutan menggunakan metode seperti RCM, FMEA, atau *Condition-Based Maintenance* (CBM).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi komponen prioritas pemeliharaan pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 berdasarkan data historis kerusakan. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan karakteristik kerusakan komponen sekaligus menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan kontribusi *downtime*. Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian pemeliharaan karena memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan data historis kerusakan sehingga prioritas pemeliharaan dapat ditentukan secara objektif (Gulati, 2020; Mobley, 2008).

Tahapan penelitian disusun mengikuti diagram sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1) Pengumpulan Data Kerusakan

Tahap pertama dilakukan dengan mengumpulkan data historis kerusakan sistem pengeruk KIP 07 selama periode Januari–Desember 2025. Data diperoleh dari laporan pemeliharaan dan laporan gangguan operasi yang mencakup jenis komponen, frekuensi kerusakan, dan total *downtime* setiap komponen.

2) Pengolahan Data

Data historis selanjutnya direkapitulasi berdasarkan masing-masing komponen untuk memperoleh total frekuensi kerusakan dan total *downtime*. Hasil rekapitulasi digunakan sebagai dasar dalam perhitungan persentase kontribusi *downtime* setiap komponen terhadap total *downtime* sistem.

3) Analisis Pareto

Hasil perhitungan kemudian diurutkan berdasarkan nilai *downtime* terbesar hingga terkecil dan disajikan dalam bentuk tabel serta diagram Pareto. Analisis Pareto digunakan untuk mengidentifikasi komponen yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total *downtime* berdasarkan prinsip bahwa sebagian besar dampak sistem umumnya dihasilkan oleh sebagian kecil penyebab yang dominan (Godfrey & Juran, 1999; Egbe et al., 2024).

4) Identifikasi komponen prioritas pemeliharaan

Komponen yang secara kumulatif memberikan kontribusi sekitar 80% terhadap total *downtime* ditetapkan sebagai komponen prioritas pemeliharaan. Penentuan tersebut dilakukan berdasarkan prinsip Pareto sehingga komponen dengan kontribusi *downtime* terbesar menjadi prioritas utama dalam penyusunan program pemeliharaan.

5) Penyusunan Kesimpulan

Tahap akhir penelitian adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis Pareto dan validasi praktisi. Kesimpulan difokuskan pada identifikasi komponen prioritas yang menjadi dasar dalam penyusunan strategi pemeliharaan pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Historis Kerusakan

Sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi komponen yang memiliki tingkat kekritisitas tinggi, dilakukan analisis terhadap data historis kerusakan pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi (KIP) 07 selama periode Januari hingga Desember 2025. Data yang dianalisis meliputi frekuensi kerusakan dan total waktu berhenti operasi (*downtime*) setiap komponen. Kedua parameter tersebut digunakan untuk menggambarkan karakteristik kegagalan komponen, dimana frekuensi kerusakan menunjukkan tingkat kejadian kegagalan, sedangkan *downtime* mencerminkan besarnya dampak kerusakan terhadap terganggunya operasi produksi. Rekapitulasi data historis kerusakan komponen sistem pengeruk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Historis Kerusakan Komponen Sistem Pengeruk KIP 7 Tahun 2025

No.	Komponen Sistem Pengeruk	Frekuensi Kerusakan (Kejadian)	Total Downtime (Jam)
1	<i>Block bering</i> pompa tanah	13	195
2	<i>As joint</i> pompa tanah	29	125
3	<i>Block bearing cutter</i>	6	105,5
4	Pipa isap	16	73,5
5	Pipa <i>press</i>	14	37,5
6	<i>Ladder</i>	3	30
7	Pipa spiral	4	23
8	Buang lempung di mahkota cutter	1	20
9	<i>As panjang</i> pompa tanah	2	16,5
10	Mulut isap	5	15,5
11	<i>Dexcel</i> pompa tanah	2	13
12	Perbaikan pompa tanah	1	13
13	Perbaikan <i>spie</i> dan mur	1	10,5
14	Kuku <i>cutter</i>	2	9,5
15	Air pompa tanah kecil	2	7,5
16	Pipa fleksibel	1	3
17	<i>Impeller</i>	1	2
18	<i>Elbow</i> L 1000	1	0,5
Total		104	700,5

Berdasarkan Tabel 1, selama tahun 2025 tercatat 104 kejadian kerusakan dengan total *downtime* sebesar 700,5 jam. Nilai rata-rata *downtime* setiap kejadian kerusakan adalah $700,5 / 104 = 6,74$ jam/kejadian. Rata-rata *downtime* per kejadian

sebesar 6,74 jam menunjukkan bahwa setiap kegagalan komponen memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kontinuitas operasi sistem pengeruk.

Secara frekuensi, komponen *as joint* pompa tanah mengalami kerusakan paling banyak, yaitu sebanyak 29 kejadian, sedangkan berdasarkan besarnya *downtime*, *block bearing* pompa tanah memberikan kontribusi terbesar, yaitu 195 jam atau sekitar 27,84% dari total waktu berhenti operasi. Perbedaan antara frekuensi kerusakan dan besarnya *downtime* menunjukkan bahwa komponen yang paling sering mengalami kerusakan belum tentu memberikan dampak terbesar terhadap kehilangan waktu operasi. Oleh karena itu, analisis *downtime* menjadi salah satu dasar yang penting dalam menentukan prioritas pemeliharaan (Mobley, 2008; Gulati, 2020). Salah satu metode yang umum digunakan untuk tujuan tersebut adalah analisis Pareto, yang mampu mengidentifikasi komponen-komponen dominan sebagai dasar penentuan prioritas tindakan pemeliharaan (Juran & Godfrey, 1999; Putri et al., 2024).

3.2 Analisis Pareto

Analisis Pareto digunakan untuk menentukan prioritas komponen yang memberikan kontribusi terbesar terhadap *downtime*. Pendekatan ini telah banyak diterapkan dalam penelitian pemeliharaan karena mampu membantu pengambilan keputusan secara sistematis dalam menentukan fokus perbaikan berdasarkan dampak kegagalan terhadap operasi sistem (Egbe et al., 2024; Putri et al., 2025).

Untuk menentukan komponen yang menjadi prioritas dalam program pemeliharaan, dilakukan analisis Pareto berdasarkan total *downtime* setiap komponen. Hasil perhitungan persentase kontribusi dan persentase kumulatif *downtime* disajikan pada Tabel 2.

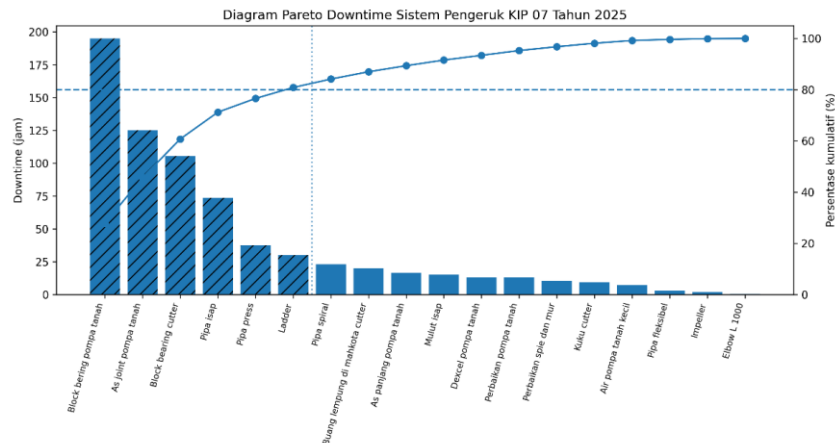
Tabel 2. Analisis Pareto *Downtime* Komponen Sistem Pengeruk

Peringkat	Komponen	Downtime (jam)	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Block bearing pompa tanah	195	27,84	27,84
2	As joint pompa tanah	125	17,84	45,68
3	Block bearing cutter	105,5	15,06	60,74
4	Pipa isap	73,5	10,49	71,23
5	Pipa press	37,5	5,35	76,59
6	Ladder	30	4,28	80,87
7	Pipa spiral	23	3,28	84,15
8	Buang lempung di mahkota cutter	20	2,85	87,01
...	Komponen lainnya	111	15,85	100

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa *block bearing* pompa tanah memberikan kontribusi *downtime* terbesar sebesar 27,84%, diikuti oleh *as joint* pompa tanah sebesar 17,84% dan *block bearing cutter* sebesar 15,06%.

Berdasarkan hasil analisis Pareto, tiga komponen pertama telah menyumbang sekitar 60,74% dari total *downtime*, sedangkan enam komponen pertama telah mencapai 80,87%. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan dapat dilakukan secara bertahap dengan memprioritaskan tiga komponen utama pada tahap awal, kemudian diperluas hingga enam komponen utama apabila sumber daya pemeliharaan memungkinkan.

Untuk mempermudah visualisasi kontribusi masing-masing komponen terhadap total *downtime*, hasil analisis Pareto kemudian disajikan dalam bentuk diagram Pareto seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto *Downtime* Sistem Pengeruk KIP 07

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kurva persentase kumulatif meningkat secara tajam pada enam komponen pertama dan mulai melandai setelah melewati batas 80%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar *downtime* berasal dari sejumlah kecil komponen yang memberikan kontribusi dominan terhadap gangguan operasi. Menurut prinsip Pareto, sebagian besar dampak biasanya dihasilkan oleh sebagian kecil penyebab sehingga sumber daya pemeliharaan sebaiknya diprioritaskan pada komponen-komponen tersebut (Godfrey & Juran, 1999). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Egbe et al. (2024) yang menunjukkan bahwa analisis Pareto efektif digunakan untuk mengidentifikasi prioritas pemeliharaan berdasarkan kontribusi *downtime*. Selain itu, Putri et al. (2025) menunjukkan bahwa hasil identifikasi komponen prioritas dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi *Reliability-Centered Maintenance* (RCM), sedangkan Gulati (2020) menegaskan bahwa pengalokasian sumber daya pemeliharaan pada komponen prioritas mampu meningkatkan efektivitas program pemeliharaan. Selain itu, Darestani et al. (2022) menegaskan bahwa keberhasilan strategi pemeliharaan sangat dipengaruhi oleh ketepatan dalam menentukan prioritas komponen sebelum memilih kebijakan pemeliharaan yang akan diterapkan.

Identifikasi komponen prioritas menggunakan analisis Pareto merupakan langkah awal yang penting sebelum diterapkan metode pemeliharaan berbasis keandalan yang lebih komprehensif. Menurut Geisbush dan Ariaratnam (2023), implementasi *Reliability-Centered Maintenance* diawali dengan proses identifikasi komponen yang paling berpengaruh terhadap keandalan sistem sehingga sumber daya pemeliharaan dapat difokuskan pada komponen yang memberikan risiko kegagalan terbesar. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan program RCM pada sistem pengeruk Kapal Isap Produksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data historis kerusakan sistem pengeruk Kapal Isap Produksi (KIP) 07 tahun 2025, diperoleh 104 kejadian kerusakan dengan total

downtime sebesar 700,5 jam. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa enam komponen, yaitu *block bearing* pompa tanah, *as joint* pompa tanah, *block bearing cutter*, pipa isap, pipa *press*, dan *ladder*, memberikan kontribusi kumulatif sebesar 80,87% terhadap total *downtime*, sehingga ditetapkan sebagai komponen prioritas pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis Pareto efektif digunakan untuk menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan kontribusi *downtime*. Temuan ini dapat menjadi dasar dalam penyusunan program inspeksi, *preventive maintenance*, dan pengelolaan suku cadang, serta dikembangkan lebih lanjut melalui pendekatan *Reliability-Centered Maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), atau *Condition-Based Maintenance* (CBM) untuk meningkatkan keandalan sistem (Geisbush & Ariaratnam, 2023).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT Timah Tbk atas kesempatan, akses data, serta informasi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). *An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application*. *Computers & Industrial Engineering*, 63(1), 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.02.002>
- Avakh Darestani, S., Palizban, T., & Imannezhad, R. (2022). Maintenance strategy selection: a combined goal programming approach and BWM-TOPSIS for paper production industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(1), 14-36. <https://doi.org/10.1108/JQME-03-2019-0022>
- Egbe, G., Arinze, N. S., & Obi, E. R. (2024). Maintenance Resources Optimization Using Pareto Analysis. *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering*, Volume 13, Issue 1, 2024, ISSN 2156-1680, <https://doi.org/10.4018/IJMMME.353392>.
- Geisbush, J., & Ariaratnam, S. T. (2023). Reliability centered maintenance (RCM): Literature review of current industry state of practice. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(2), 313–337. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2021-0018>
- Godfrey, A. B., & Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Gulati, R. (2020). *Maintenance and reliability best practices* (3rd ed.). Industrial Press.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 17359:2018 Condition monitoring and diagnostics of machines—General guidelines*. ISO.
- Mobley, R. K. (2008). *Maintenance fundamentals* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Putri, Z. S. R. A., Negoro, Y. P., & Hidayat. (2025). Penerapan Metode Reliability-Centered Maintenance (RCM) dalam Perencanaan Perawatan Mesin Bubut Konvensional. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 5(4), 377–384.