

**PENGARUH KEANDALAN ALAT PRODUKSI MEKANIK
TERHADAP PRODUKTIVITAS KAPAL ISAP PRODUKSI
TIMAH 07**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Jefri Aji Saputra

NIM

1042215

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KEANDALAN ALAT PRODUKSI MEKANIK TERHADAP PRODUKTIVITAS KAPAL ISAP PRODUKSI TIMAH 07

Oleh:

Jefri Aji Saputra

NIM

1042215

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Indra Feriadi, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



Harwadi, S.S.T., M.Ed.

Penguji 1



Erwanto, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Juanda, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Jefri Aji Saputra NIM: 1042215
Dengan Judul : Pengaruh Keandalan Alat Produksi Mekanik Terhadap
Produktivitas Kapal Isap Produksi Timah 07

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 26 April 2025



Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Jefri Aji Saputra

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh keandalan alat produksi mekanik terhadap produktivitas Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07. Alat produksi mekanik yang dimaksud meliputi komponen seperti gearbox, pompa tanah, cardan shaft, dan bearing, yang merupakan bagian penting dalam mendukung kelancaran proses pengerukan dan pengangkutan material timah dari dasar laut. Gangguan atau kerusakan pada alat-alat tersebut dapat menyebabkan downtime dan menghambat target produksi. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis data operasional selama tahun 2023 hingga 2024. Parameter yang digunakan untuk mengukur keandalan meliputi Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), dan Availability. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan MTBF dan penurunan MTTR secara signifikan meningkatkan nilai availability, yang berdampak langsung terhadap produktivitas kapal. Gearbox tercatat sebagai komponen yang paling sering mengalami kerusakan, menyumbang 58,88% dari total downtime. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keandalan alat produksi mekanik memiliki pengaruh yang kuat terhadap produktivitas KIP Timah 07, dan diperlukan strategi pemeliharaan yang lebih efektif untuk meningkatkan performa operasional kapal.

Kata kunci: alat produksi mekanik, keandalan, MTBF, MTTR, availability, produktivitas kapal.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of mechanical production equipment reliability on the productivity of Tin Suction Dredger (KIP) Timah 07. The mechanical production equipment includes key components such as the gearbox, slurry pump, cardan shaft, and bearings, which are essential in supporting the dredging and transport of tin ore from the seabed. Failures or malfunctions in these components can lead to downtime and hinder production targets. The research employed a quantitative approach by analyzing operational data from 2023 to 2024. Reliability was measured using three parameters: Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), and Availability. The results showed that increasing MTBF and reducing MTTR significantly improve availability, which directly affects the vessel's productivity. The gearbox was recorded as the most frequently damaged component, accounting for 58.88% of the total downtime. It is concluded that the reliability of mechanical production equipment strongly influences the productivity of KIP Timah 07, and a more effective maintenance strategy is required to optimize the vessel's operational performance.

Keywords: mechanical production equipment, reliability, MTBF, MTTR, availability, dredger productivity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nyalah penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan tepat waktu yang berjudul “Pengaruh Keandalan Alat Mekanik Terhadap Produktivitas Kapal Isap Timah 07”.

Tujuan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang penulis tempuh.

Penulis juga menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini, baik berupa dorongan moral maupun materi. Karena tanpa bantuan dan dukungan tersebut, sulit rasa-nya bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Disamping itu, izinkan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sangat special penulis hantarkan dengan sangat rendah hati dan rasa hormat kepada Ayah Yuniar dan Ibu Yulianti yang selalu memberikan dukungan dan support kepada penulis baik doa restu, petunjuk maupun materi.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Boy Rollastin, S.S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Indra Feriadi, S.S.T., M.T. selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan solusi dari masalah yang dihadapi selama proses penyusunan laporan ini.
6. Bapak Harwadi, S.S.T., M.Ed. selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan dalam penulisan laporan ini.

7. Seluruh dosen dan staff di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Teman-teman seperjuangan terutama kelas TMM A yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini.
9. Dengan penuh rasa syukur, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seseorang yang begitu berarti dalam perjalanan penulisan Laporan Proyek Akhir ini, Ria Annisa. Terima kasih atas doa, dukungan dan semangat yang menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Semoga kebaikanmu selalu menjadi berkah dalam setiap langkah hidupmu.

Dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak sekali kekurangan serta kesalahan, keterbatasan, kemampuan, dan juga pemahaman yang kurang maka penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya.

Penulis sangat antusias dan terima baik atas kritik dan saran apabila terdapat kesalahan penulisan pada Laporan Proyek Akhir. Hal ini demi perbaikan yang bersifat membangun serta memberikan pemahaman lebih yang penulis belum begitu mengerti dan paham. Demikian laporan yang penulis buat, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga dengan adanya Proyek Akhir yang penulis buat dapat menambah wawasan untuk kita semua dan teruntuk para pembaca.

Sungailiat, 26 Juni 2025

Penulis



Jefri Aji Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kapal Isap Produksi (KIP) Timah	6
2.2 Sistem Mekanik Pada KIP Timah 07.....	7
2.3 Keandalan Alat Produksi Mekanik	10
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Keandalan Sistem Mekanik KIP 07	13
2.5 Parameter <i>MTBF</i> , <i>MTTR</i> Dan <i>Availability</i>	14
2.6 Metode Kuantitatif	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Pengumpulan Data	18
3.3 Pengelolahan Data Penelitian	19
3.4 Perhitungan Parameter Keandalan.....	19
3.5 Analisis dan Interpretasi.....	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHAS	21
4.1 Penyajian Data Operasional Kapal	21
4.2 Evaluasi Kinerja Operasional Melalui MTBF dan MTTR KIP Timah 07 24	
4.3 Perhitungan dan Interpretasi <i>Availability</i> KIP Timah 07 (2023-2024)	27
4.4 Analisis Jenis Kerusakan Alat Berdasarkan Diagram Pareto	30
4.5 Analisis dan Interpretasi.....	32
4.6 Pengaruh Keandalan Terhadap Produktivitas	33
BAB V PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1 Klasifikasi Nilai MTBF dan Interpretasi Keandalan Alat.....	11
2. 2 Klasifikasi Nilai MTTR dan Interpretasi Keandalan Alat.....	12
2. 3 Klasifikasi Nilai <i>Availability</i> dan Interpretasi Keandalan Alat	12
4. 1 Rekapitulasi Jam Jalan dan Jam Stop KIP Timah 07 Tahun 2023	21
4. 2 Rekapitulasi Jam Jalan dan Jam Stop KIP Timah 07 Tahun 2024.....	23
4. 3 Rekapitulasi Nilai MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2023	24
4. 4 Rekapitulasi Nilai MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2024	26
4. 5 Rekapitulasi Nilai <i>Availability</i> Bulanan KIP Timah 07 2023	27
4. 6 Rekapitulasi Nilai <i>Availability</i> Bulanan KIP Timah 07 Tahun 2024	29
4. 7 Distribusi Frekuensi dan Persentase Jenis Kerusakan Alat KIP Timah 07...	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Ladder</i>	6
2.2 Kapal Isap Produksi Timah 07	7
2.3 Pompa Hisap	8
2.4 Pompa Tanah.....	8
2.5 <i>GearBox</i>	9
2.6 Skep <i>Ladder</i>	9
2.7 <i>Cutter Head</i>	10
2.8 Struktur Sistem Mekanik.....	10
3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	17
4. 1 Grafik Jam jalan dan Jam Stop 2023.....	22
4. 2 Grafik Jam Jalan Dan Jam Stop 2024.....	23
4. 3 Grafik MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2023.....	25
4. 4 Grafik MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2024.....	26
4. 5 Grafik Kinerja <i>Availability</i> KIP Timah 07 2023	28
4. 6 Grafik Kinerja <i>Availability</i> KIP Timah 07 Tahun 2024.....	29
4. 7 Diaram Pareto KIP Timah 07	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Riwayat Hidup.....	40
Lampiran 2 Rekapitulasi Data Kapal KIP Timah 07 Tahun 2023.....	41
Lampiran 3 Rekapitulasi Data Kapal KIP Timah 07 Tahun 2024.....	41
Lampiran 4 Wawancara Pekerja Gudang 1 Perawatan Sungailiat	42
Lampiran 5 <i>Safety Talk</i>	43
Lampiran 6 Wawancara Pekerja Di Kapal KIP Timah 07	44
Lampiran 7 Observasi Kapal KIP Timah 7	45
Lampiran 8 Laporan Harian KIP Timah 07	46
Lampiran 9 Poster	47
Lampiran 10 Cek Turnitin	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia, terutama wilayah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, dianggap sebagai salah satu penghasil timah terbesar di dunia. Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 memainkan peran penting dalam proses penambangan timah lepas pantai. Untuk mengekstraksi bijih timah dari dasar laut, kapal isap produksi (KIP) timah 07 memiliki berbagai alat produksi mekanik. Kinerja dan keandalan alat-alat produksi mekanik ini sangat penting untuk meningkatkan produktivitas kapal secara keseluruhan. Timah merupakan Sumber Daya Alam (SDA) yang ketersediannya begitu melimpah di Indonesia. Data yang ada kandungan timah di Indonesia menempati urutan kedua setelah China. Potensi timah di Indonesia sekitar 99% berada di Kepulauan Bangka Belitung, dan sisanya tersebar di wilayah Riau, Kepulauan Riau dan Kalimantan Barat[1].

PT Timah sebagai salah satu perusahaan milik negara yang didirikan pada tahun 1976. PT Timah saat ini telah berkembang menjadi perusahaan terbuka menjadi PT Timah, Tbk Saham Perseroan telah dicatatkan di Bursa Efek Indonesia (dahulu Bursa Efek Jakarta) pada tanggal 19 Oktober 1995 dengan kode perdagangan TINS. Untuk area tambangnya sendiri, PT Timah, Tbk telah memegang area izin pertambangan sebesar 331,580 ha di daratan dan 184,400 ha di laut. Meskipun demikian dalam kurun dua dasawarsa ini, masalah pertimahan yang meliputi hamper seluruh aspek, penambangan, tata kelola, ekonomi, terlebih- lebih lingkungan. Konflik pertambangan pun selalu mencuat. Bisa dimaklumi, sebab tambang (timah) bagi Bangka Belitung sebagai tulang punggung atau sandaran ekonomi yang belum bisa tergantikan. Timah berkontribusi 80 persen lebih dari total ekspor Babel. Bahkan ekspor timah Indonesia berasal dari Babel[2].

Timah dibutuhkan oleh masyarakat luas karena memiliki nilai guna yang tinggi, terutama pada bidang elektronika. Timah digunakan sebagai material penyambung logam pada proses solder khususnya di industri elektronik. Timah juga banyak

digunakan sebagai campuran logam karena sifatnya yang lunak dan ringan. Tingginya ketergantungan masyarakat serta semakin menipisnya cadangan logam di daratan mengharuskan perusahaan penambang untuk memperluas area penambangannya hingga ke laut dengan cara proses pengerukan. Namun, kerusakan alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 sering kali menyebabkan penurunan hasil produksi pada kapal. Keandalan alat produksi mekanik dalam sistem kapal isap produksi (KIP) Timah 07 menjadi komponen penting dalam menjalankan kelangsungan operasi penambangan timah lepas pantai. Gangguan tersebut menyebabkan peningkatan downtime dan penurunan produktivitas kapal. Berdasarkan data teknis, selama dua tahun terakhir terjadi peningkatan frekuensi kerusakan pada beberapa komponen utama, yang mengindikasikan bahwa sistem pemeliharaan yang diterapkan belum berjalan optimal. Hal ini berdampak pada terganggunya jam operasi kapal serta meningkatnya beban kerja teknisi. Kondisi ini bisa saja dialami pada KIP Timah 07, di mana gangguan alat produksi mekanik menjadi penyebab utama downtime. Berdasarkan laporan teknis, terdapat peningkatan frekuensi kerusakan selama dua tahun terakhir[3].

Ini menunjukkan bahwa belum terdapat pendekatan pemeliharaan yang efektif atau strategi manajemen keandalan yang tepat dan sesuai untuk mendukung performa alat secara konsisten. Tujuan utama dari perawatan mesin kapal adalah untuk memperpanjang usia kegunaan mesin. Mesin yang terawat dengan baik tidak hanya beroperasi lebih lama tetapi juga menjaga performa yang konsisten. Hal ini penting karena mesin kapal yang handal dapat mengurangi frekuensi perbaikan besar yang memakan biaya tinggi dan waktu yang lama. Dengan memperpanjang masa pakai mesin, pemilik kapal dapat menghemat biaya jangka panjang dan memaksimalkan investasi mereka pada mesin tersebut. Kerusakan alat produksi mekanik tidak hanya berpengaruh pada sistem teknis, tetapi juga berdampak pada kelompok pekerja di atas kapal. Operator dan teknisi harus menghadapi beban kerja tambahan, waktu kerja yang tidak produktif, serta tekanan psikologis akibat target produksi yang terhambat. Dalam konteks sosial, kondisi ini bisa mengancam kesejahteraan kerja serta dapat menurunkan moral kerja teknisi kapal secara keseluruhan. Dalam peningkatan produktivitas kapal isap produksi timah menjadi penting karena timah merupakan

salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Jika masalah teknis seperti kerusakan pada alat produksi mekanik terus menjadi hambatan utama, maka posisi daya saing Indonesia dalam pasar global bisa terdampak. Oleh sebab itu, pendekatan keandalan pada sistem mekanik harus mendapat perhatian sebagai bagian dari pengembangan sistem produksi yang tidak sistematis menjadi penyebab utama penurunan performa alat produksi kapal, karena alat produksi mekanik beroperasi dalam tekanan dan beban fluktuatif yang tinggi di lingkungan laut yang begitu ekstrem[4].

Sementara itu, studi oleh Basuki dan Putra (2022) menyoroti bahwa mayoritas industri maritim Indonesia masih menerapkan pola perawatan reaktif atau *breakdown maintenance*. Akibatnya, proses perawatan dilakukan setelah kerusakan terjadi, bukan untuk mencegah kerusakan. Padahal pendekatan total *Productive Maintenance* (TPM) telah terbukti dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 20%. Kondisi tersebut mencerminkan adanya celah atau *research gap* yang cukup besar dalam literatur ilmiah. Belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji hubungan antara keandalan alat produksi mekanik dan produktivitas kapal isap produksi timah, khususnya KIP Timah 07. Padahal komponen ini merupakan bagian integral dari sistem mekanik utama yang menunjang keseluruhan proses produksi[5].

Selain itu, menurut penelitian dari Abrori et al. (2021) mengungkapkan bahwa keandalan alat produksi mekanik dalam sistem kapal bisa ditingkatkan melalui pendekatan teknologi monitoring berbasis sensor dan data logger, namun masih minim diterapkan dalam konteks kapal produksi timah di Indonesia. Dengan kata lain, terdapat kesenjangan teknologi dan implementasi sistem perawatan modern di kapal-kapal produksi milik BUMN pertambangan. Secara umum, keandalan komponen mekanik menjadi salah satu indikator utama dalam menjaga efisiensi sistem produksi kapal. Namun, tanpa pengukuran yang sistematis dan pendekatan berbasis data, sulit untuk mengambil keputusan teknis yang efektif. Oleh karena itu, metode kuantitatif diperlukan untuk mengevaluasi hubungan antara tingkat keandalan alat produksi mekanik dan pencapaian output produksi kapal secara aktual[6].

Untuk mengetahui secara statistik pengaruh keandalan alat produksi mekanik terhadap produktivitas kapal KIP Timah 07. Penelitian ini dapat mengukur keandalan seperti frekuensi kerusakan, lama *downtime*, dan waktu kapal beroperasi terhadap

output produksi timah yang dicapai. Dengan demikian, pemeliharaan atau perawatan adalah serangkaian aktivitas yang dirancang untuk menjaga dan mengembalikan kualitas mesin agar dapat berfungsi dengan baik. *Preventive Maintenance* (PM) adalah pendekatan yang sangat penting dalam manajemen pemeliharaan peralatan produksi untuk mencapai tindakan perawatan yang optimal agar mesin berjalan dengan baik dan sesuai dengan standar performansinya. Untuk menjaga agar sistem proses produksi tetap berjalan, perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan pada peralatan dan mesin-mesin produksi. Menunjukkan bahwa strategi penjadwalan perawatan baru memberikan hasil positif secara ekonomis. Pemeliharaan *Preventif* bertujuan untuk mengidentifikasi tanda-tanda potensi kegagalan mesin sebelum kerusakan yang sebenarnya terjadi. Pemeliharaan ini membantu mengantisipasi masalah untuk mencegah waktu henti dan perbaikan yang mahal[7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sebuah kebijakan perawatan mesin yang tepat, efektif, serta ekonomis, berdasarkan pada pengalaman frekuensi terjadinya breakdown mesin, untuk meminimalkan biaya perawatan. (*Risk-Based Maintenance*) bisa digunakan sebagai pendekatan berbasis risiko untuk mengelola aset fisik, dengan fokus utama pada pengurangan kegagalan yang berisiko tinggi, bukan hanya berdasarkan umur atau jadwal[8].

Penelitian ini dilakukan oleh penulis berdasarkan beberapa permasalahan yang telah diidentifikasi dengan tujuan untuk mengetahui sistem pemeliharaan alat produksi mekanik di kapal KIP Timah 07. Manfaat akhirnya adalah untuk meningkatkan produktivitas Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 secara signifikan, penghematan biaya operasional, serta peningkatan keselamatan dan kesejahteraan kerja para teknisi kapal yang menjadi ujung tombak operasi penambangan timah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disajikan, ditemukan beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yang kemudian dirumuskan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat keandalan alat produksi mekanik secara keseluruhan pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 berdasarkan parameter MTBF, MTTR, dan *Availability* ?

2. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada alat produksi mekanik di KIP Timah 07 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian digunakan untuk menjawab pertanyaan yang terdapat dalam rumusan masalah untuk mencapai keberhasilan penelitian, di mana tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis tingkat keandalan alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 berdasarkan parameter MTBF (*Mean Time Between Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), dan *Availability*.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *downtime* pada sistem alat produksi mekanik di KIP Timah 07.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis keandalan alat produksi mekanik Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07, tanpa memperhatikan alat atau komponen hidrolik lainnya seperti alat keruk atau komponen non-hidrolik lainnya.
2. Faktor cuaca tidak dianalisis secara kuantitatif, meskipun dalam praktiknya faktor tersebut dapat memengaruhi jam operasional kapal. Cuaca hanya dipertimbangkan sebagai faktor eksternal dan dianggap konstan selama analisis keandalan alat produksi.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari laporan operasional KIP Timah 07 pada periode 2023 dan 2024.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Isap Produksi (KIP) Timah

Pertambangan di laut memerlukan sarana seperti kapal. Kapal yang digunakan untuk menambang timah dinamakan Kapal Isap Produksi (KIP) yaitu suatu alat gali atau pemindahan tanah yang dipergunakan untuk menggali lapisan tanah bawah laut, peralatan mekanis dan pengolahan materialnya bertumpu pada sebuah ponton. Lapisan tanah bawah laut yang mengandung pasir timah dipotong dengan menggunakan *cutter*/pemotong. KIP merupakan kapal dengan tipe *cutter suction dredger*, yang proses penggaliannya menggunakan *cutter* untuk memberai tanah dan menggunakan pompa lumpur untuk menghisap tanah yang terberai melalui pipa yang berada di bawah *cutter* untuk kemudian dialirkan menuju instalasi pencucian sementara yang ada di KIP. *Ladder* dapat beroperasi pada sudut maksimum 60 derajat seperti pada. *Ladder* adalah kerangka baja panjang yang berfungsi sebagai tiang dan tempat penempatan *cutter*, pipa isap, pompa lumpur dan pipa tekan. Pada saat *ladder* digunakan, *ladder* diturunkan pada kedalaman tertentu bertujuan pengoperasian *cutter* dalam penggalian tanah dan pengisapan tanah oleh pipa isap. Setiap KIP mempunyai panjang *ladder* yang berbeda-beda, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.1)[9].



Gambar 2. 1 *Ladder*

(Sumber: Anonim. (2012). Kapal Isap Produksi 15. PT TIMAH Tbk. Dokumen internal Unit Laut Bangka)

Kapal Isap Produksi (KIP) Timah merupakan unit untuk menambang bijih timah lepas pantai (*offshore*) yang menggunakan peralatan gali dan isap (*cutter suction dredger*), dilengkapi dengan instalasi pencucian. Kapal Isap Produksi digunakan untuk menggali material bijih dan mengupas lapisan tanah.

Di atas kapal, material tersebut akan diproses melalui sistem pemisahan gravitasi untuk memisahkan kandungan timah dari lumpur, pasir, dan batuan pengotor. Proses pemisahan dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan konsentrat timah yang siap dikumpulkan, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.2) [10].



Gambar 2. 2 Kapal Isap Produksi Timah 07
(Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025))

2.2 Sistem Mekanik Pada KIP Timah 07

Kapal Isap Produksi Timah 07 merupakan salah satu unit operasional penting milik PT Timah Tbk. yang beroperasi di wilayah tambang laut Bangka Belitung. Kapal ini dirancang untuk melakukan proses penambangan timah secara berkesinambungan melalui sistem hisap dan pemrosesan di atas kapal. Untuk menjalankan fungsinya, KIP Timah 07 dilengkapi dengan berbagai sistem mekanik yang terintegrasi, mulai dari pompa hisap, pompa tanah, hingga sistem transmisi.

1. Pompa Hisap

Pipa hisap adalah pipa yg berbentuk mulut bebek yang berfungsi untuk menghisap tanah yang telah di hancurkan oleh *cutter* akan tetapi yang memberikan daya hisap adalah pompa tanah karena pipa hisap dapat membantu pompa tanah agar dapat diteruskan ke saringan putar, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.3)[11].



Gambar 2. 3 Pompa Hisap

(Sumber: Anonim. (2012). Kapal Isap Produksi 15. PT TIMAH Tbk.
Dokumen internal Unit Laut Bangka)

2. Pompa Tanah

Pompa tanah berfungsi menghisap material hasil gali dari *cutter* yang selanjutnya ditransportasi ke saring putar melalui pipa hisap, pipa tekan menuju ke saring putar. Pompa tanah di letakkan pada *ladder* dengan jarak sekitar 9 - 12 m dari *cutter*, untuk memindahkan campuran tanah dan air yang sudah digali dengan *cutter*, melalui pipa isap dan pipa tekan dialirkan ke saringan putar. Kinerja *cutter* dan pompa tanah harus benar-benar dikuasai oleh operator dalam operasional penggalian di KIP, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.4)[11].



Gambar 2. 4 Pompa Tanah

(Sumber: Anonim. (2012). Kapal Isap Produksi 15. PT TIMAH Tbk.
Dokumen internal Unit Laut Bangka)

3. GearBox

Gearbox berfungsi sebagai penghubung antara motor penggerak dan pompa isap. Alat ini berperan dalam menyesuaikan kecepatan putaran dan torsi dari motor agar sesuai dengan kebutuhan operasional pompa. *Gearbox* juga berfungsi untuk mereduksi kecepatan putaran motor menjadi lebih stabil, sehingga kinerja pompa

lebih efisien dan aman dari beban kejut (*shock load*), sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.5)[12].



Gambar 2. 5 *GearBox*

(Sumber: Kumera - *custom-built heavy-duty gearbox*)

4. *Skep Ladder*

Skep Ladder berfungsi sebagai penyangga utama peralatan kerja bawah laut, seperti pompa hisap dan *cutter head*. Komponen ini memungkinkan alat-alat tersebut diarahkan ke kedalaman dan posisi yang tepat selama proses penambangan timah dari dasar laut. *Skep ladder* dapat bergerak naik dan turun secara vertikal serta berayun horizontal dalam batas tertentu, *skep ladder* juga menjadi jalur transmisi gaya dan putaran dari *gearbox* menuju *cutter head* melalui poros penggerak, sehingga dapat memutar alat pemotong saat menggali lapisan tanah yang mengandung timah, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.6)[13].



Gambar 2. 6 *Skep Ladder*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025))

5. *Cutter Head*

Cutter adalah alat gali atau alat potong dan alat yang mampu memberai, mengiris (menggali) lapisan tanah. Dibuat dari bahan besi baja yang keras sehingga tidak mudah haus karena gesekan dengan tanah, kuku *cutter* terdiri dari 6 buah pisau

dan tiap pisau terdiri dari 8 kuku yang bertugas memotong lapisan tanah, *cutter* ditempatkan pada ujung *ladder*, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.7) [11].

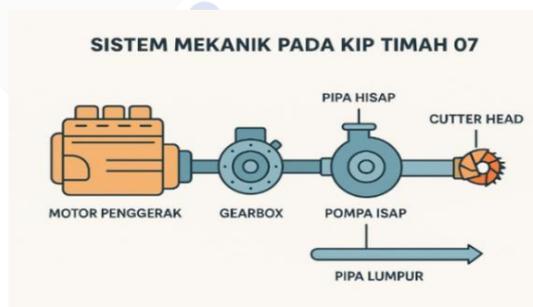


Gambar 2. 7 *Cutter Head*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025))

6. Struktur Sistem Mekanik

Sistem mekanik pada KIP Timah 07 terdiri dari motor penggerak, *gearbox*, pompa isap, *cutter head*, dan sistem perpipaan. Tenaga dari motor disalurkan melalui *gearbox* ke pompa dan *cutter head* untuk memudahkan proses penggalian dan penyedotan material timah dari dasar laut, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 2.8)[14].



Gambar 2. 8 Struktur Sistem Mekanik

(Sumber: Ilustrasi dibuat sendiri berdasarkan bantuan visual dari OpenAI, (2025))

2.3 Keandalan Alat Produksi Mekanik

Keandalan (*reliability*) dapat didefinisikan sebagai probabilitas sistem akan memiliki kinerja sesuai fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu (Ebeling, 1997). Keandalan juga diartikan sebagai peluang sebuah sistem (komponen) akan berfungsi sampai dengan periode waktu. Untuk melihat hubungan ini, secara matematik ditetapkan variabel acak kontinu T adalah waktu hingga suatu komponen atau sistem mengalami kerusakan. Dalam kegiatan operasional Kapal Isap Produksi

(KIP) Timah 07, keandalan peralatan seperti pompa hisap, pompa tanah, *gearbox*, *cutter head*, dan sistem transmisi lainnya sangat berperan penting dalam menjaga kontinuitas produksi. Gangguan pada salah satu komponen mekanik dapat menyebabkan terganggunya proses pengerukan dan berujung pada penurunan produktivitas. Faktor-faktor seperti beban kerja berlebih, kondisi lingkungan laut yang ekstrem, serta kurangnya perawatan berkala dapat menurunkan tingkat keandalan alat. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemeliharaan yang baik, baik secara *preventif* (*preventive maintenance*) maupun korektif (*corrective maintenance*), untuk meminimalkan risiko kegagalan alat[15].

Untuk mengukur keandalan alat produksi mekanik, beberapa parameter yang umum digunakan antara lain:

1. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah parameter yang menghitung rata-rata interval waktu kerusakan komponen atau mesin selesai diperbaiki sampai komponen mesin mengalami kerusakan kembali. Nilai MTBF yang tinggi menunjukkan bahwa alat memiliki ketahanan yang baik sebelum mengalami kerusakan. MTBF dihitung dengan membagi total waktu operasi alat dengan jumlah kegagalan yang terjadi dalam periode tertentu.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Nilai MTBF dan Interpretasi Keandalan Alat

Nilai MTBF	Interpretasi Keandalan
> 1000 jam	Sangat andal (jarang rusak)
500 – 1000 jam	Andal (masih stabil)
300 – 500 jam	Cukup andal (perlu perhatian)
< 300 jam	Kurang andal (sering rusak)
< 100 jam	Sangat tidak andal (kritis)

2. *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah parameter yang menghitung rata-rata waktu mekanik mulai melakukan perbaikan sampai mekanik selesai melakukan perbaikan. Semakin kecil nilai MTTR, semakin cepat alat dapat diperbaiki sehingga mengurangi waktu berhenti produksi. MTTR dihitung dengan membagi total waktu perbaikan dengan jumlah kejadian perbaikan.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Nilai MTTR dan Interpretasi Keandalan Alat

Nilai MTTR	Interpretasi Durasi Perbaikan
< 4 jam	Sangat cepat (efisien)
4 – 8 jam	Cepat
8 – 16 jam	Sedang
16 – 24 jam	Lambat
> 24 jam	Sangat lambat (butuh eskalasi)

3. *Downtime* (DT) adalah total waktu alat tidak beroperasi karena mengalami kerusakan atau dalam proses perbaikan. *Downtime* berhubungan langsung dengan kehilangan produksi dan biaya tambahan, sehingga perlu dikendalikan seminimal mungkin.
4. *Availability* atau ketersediaan adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar suatu peralatan atau sistem berada dalam kondisi siap pakai pada saat dibutuhkan. Dalam konteks industri atau operasi kapal seperti Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07, *availability* mengukur seberapa sering peralatan seperti *gearbox*, pompa, motor, dan sistem mekanik lainnya beroperasi secara fungsional dibandingkan dengan waktu total yang tersedia.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Nilai *Availability* dan Interpretasi Keandalan Alat

Nilai <i>Availability</i>	Interpretasi
$\geq 95\%$	Sangat baik (alat sangat andal)
90% – 94%	Cukup baik
80% – 89%	Perlu perhatian (cukup kritis)
< 80%	Buruk, risiko operasional tinggi

Dengan memahami parameter tersebut, analisis keandalan dapat dilakukan secara lebih terstruktur untuk menentukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan dalam meningkatkan kinerja alat produksi[16].

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Keandalan Sistem Mekanik KIP 07

Keandalan sistem mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, operasional, dan manajerial yang saling berkaitan. Berdasarkan latar belakang permasalahan yang diuraikan dalam Bab I dan temuan hasil analisis pada Bab V, terdapat beberapa komponen dan kondisi yang menjadi penyebab utama menurunnya keandalan sistem mekanik, yang berujung pada terganggunya produktivitas kapal[17].

Secara umum, faktor-faktor yang memengaruhi keandalan sistem alat produksi mekanik pada kapal isap produksi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Frekuensi Kerusakan Komponen Kritis

Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa lebih dari 58% kerusakan terjadi pada *gearbox*, blok *bearing* pompa tanah, pompa hidrolis, dan *cardan shaft*. Komponen-komponen ini merupakan bagian inti dari sistem penggerak kapal. Tingginya frekuensi kerusakan mencerminkan tingkat keausan atau lemahnya strategi pemeliharaan pada titik-titik tertentu.

2. Kualitas dan Ketepatan Pemeliharaan

Salah satu penyebab utama penurunan keandalan adalah masih dominannya pemeliharaan reaktif (*breakdown maintenance*). Padahal pendekatan *preventif* dan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi potensi kerusakan.

3. Waktu Perbaikan (MTTR) yang Tidak Konsisten

Berdasarkan data dua tahun terakhir, waktu perbaikan alat (MTTR) masih menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Pada bulan-bulan tertentu, MTTR yang tinggi menyebabkan penurunan nilai *availability* dan produktivitas bulanan kapal.

4. Kemampuan Teknisi dan Operator

Keandalan sangat bergantung pada keterampilan teknisi dalam mendeteksi dini gejala kerusakan serta kemampuan operator menjalankan alat sesuai prosedur. Human error masih menjadi faktor tersembunyi yang sering memicu gangguan operasional.

2.5 Parameter *MTBF*, *MTTR* Dan *Availability*

MTBF atau *Mean Time Between Failure* merupakan ukuran statistik yang digunakan untuk menyatakan rata-rata waktu beroperasinya suatu alat atau sistem sebelum mengalami kegagalan. Nilai ini mencerminkan seberapa andal suatu peralatan dalam menjalankan fungsinya secara berkelanjutan tanpa gangguan.

Dalam konteks peralatan produksi mekanik pada KIP Timah, MTBF menjadi parameter penting dalam menilai daya tahan dan stabilitas operasional alat, seperti pompa isap atau sistem penggerak alat mekanik lainnya. (MTBF) digunakan untuk melacak keandalan, *Mean Time Between Failure* (MTBF) hanya mencerminkan pemadaman yang tidak terduga dan tidak memperhitungkan kemungkinan waktu henti selama pemeliharaan terencana. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, *Mean Time Between Failure* (MTBF) digunakan untuk melacak kegagalan dalam sistem yang dapat diperbaiki.

$$MTBF = \frac{\text{Total Waktu Operasi}}{\text{Jumlah Kerusakan}}$$

Nilai MTBF yang tinggi menunjukkan bahwa alat jarang mengalami kerusakan dan memiliki keandalan yang baik. Karena *Mean Time Between Failure* (MTBF) digunakan untuk melacak keandalan, *Mean Time Between Failure* (MTBF) hanya mencerminkan pemadaman yang tidak terduga dan tidak memperhitungkan kemungkinan waktu henti selama pemeliharaan terencana. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, *Mean Time Between Failure* (MTBF) digunakan untuk melacak kegagalan dalam sistem yang dapat diperbaiki[18].

Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu yang diperlukan untuk memulihkan suatu sistem dari sebuah kegagalan. Dalam hal ini juga termasuk waktu yang dibutuhkan dalam mendiagnosa masalah, waktu yang dibutuhkan teknisi dan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki sistem. Semakin lama *Mean Time To Repair* (MTTR) atau semakin tinggi nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) maka semakin buruk. Sederhananya, jika dibutuhkan waktu lebih lama untuk memulihkan sebuah sistem dari kegagalan atau kerusakan maka sistem ini memiliki ketersediaan (*availability*) yang lebih rendah. *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah parameter yang berguna dan digunakan diawal perencanaan dan perancangan tahap dari suatu sistem.

$$MTTR = \frac{\text{Total Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah kerusakan}}$$

Mean Time To Repair (MTTR) juga dapat memberikan informasi untuk penentuan perangkat teknologi mana yang harus diberikan cadangan dan mana yang tidak. Nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) yang sangat tinggi dapat digunakan sebagai acuan bahwa perangkat teknologi tersebut sebaiknya diberikan cadangan. Pemberian cadangan ini bertujuan agar operasional perusahaan dapat segera berjalan normal ketika terjadi kerusakan. *Mean Time To Repair* (MTTR) merupakan parameter kemampuan (skill) dari mekanik *maintenance* dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan [18].

Ada dua faktor utama yang terlibat dalam perhitungan ketersediaan : *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR). *Mean Time Between Failure* (MTBF) diperoleh dari membagi antara total waktu masa optimal dengan jumlah kerusakan yang terjadi. *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah waktu rata-rata untuk memperbaiki dan mengembalikan perangkat untuk kembali ke keadaan normal.

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Semakin tinggi nilai *availability*, semakin kecil kemungkinan sistem mengalami kegagalan saat dibutuhkan. Oleh karena itu, perusahaan perlu meningkatkan nilai MTBF melalui perawatan berkala dan mengurangi MTTR dengan mempercepat proses perbaikan [18].

2.6 Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang menitik beratkan pada data numerik dan analisis statistik untuk menguji hubungan antar variabel. Penelitian kuantitatif menjadi landasan kokoh bagi pemahaman mendalam terhadap fenomena yang dapat diukur secara angka. Dalam buku ini, kita akan menjelajahi metode-metode kuantitatif yang dapat diaplikasikan untuk memahami dan menganalisis data dengan pendekatan ilmiah. Penelitian kuantitatif memberikan kekuatan untuk menerjemahkan kompleksitas dunia nyata ke dalam angka-angka yang dapat diolah, membuka pintu

luas bagi pengembangan pengetahuan dan pemecahan masalah. Dengan menggunakan pendekatan ini, peneliti dapat mengeksplorasi hubungan antarvariabel, mengidentifikasi pola-pola, dan membuat generalisasi yang kuat untuk mendukung temuan mereka[19].

Mendalami perbedaan metode kualitatif dan kuantitatif salah satunya dengan memahami studi pengetahuan (*knowledge*) yang disebut sebagai epistemologi. Mengacu pada falsafah epistemologi asumsi dari pendekatan kualitatif dan kuantitatif dalam ranah penelitian memiliki perbedaan yang radikal. Ada beberapa karakteristik dasar sebagai pembeda yaitu: Kerangka konseptual, faktor penjelas, konsep rasionalitas dan keberadaan teori. Rancang bangun kerangka konseptual penelitian kualitatif terbentuk di lapangan, artinya konseptual terbentuk setelah melakukan studi lapangan awal. Sedangkan penelitian kuantitatif dirancang di atas meja kerja ketika menyusun proposal penelitian. Faktor penjelas penelitian kualitatif juga ditentukan di lapangan yang disebut sebagai tema-tema penelitian. Sedangkan, faktor penjelas dalam penelitian kuantitatif yang disebut variabel atau parameter ditentukan terlebih dahulu bersamaan dengan hipotesis yang akan diuji.[20].

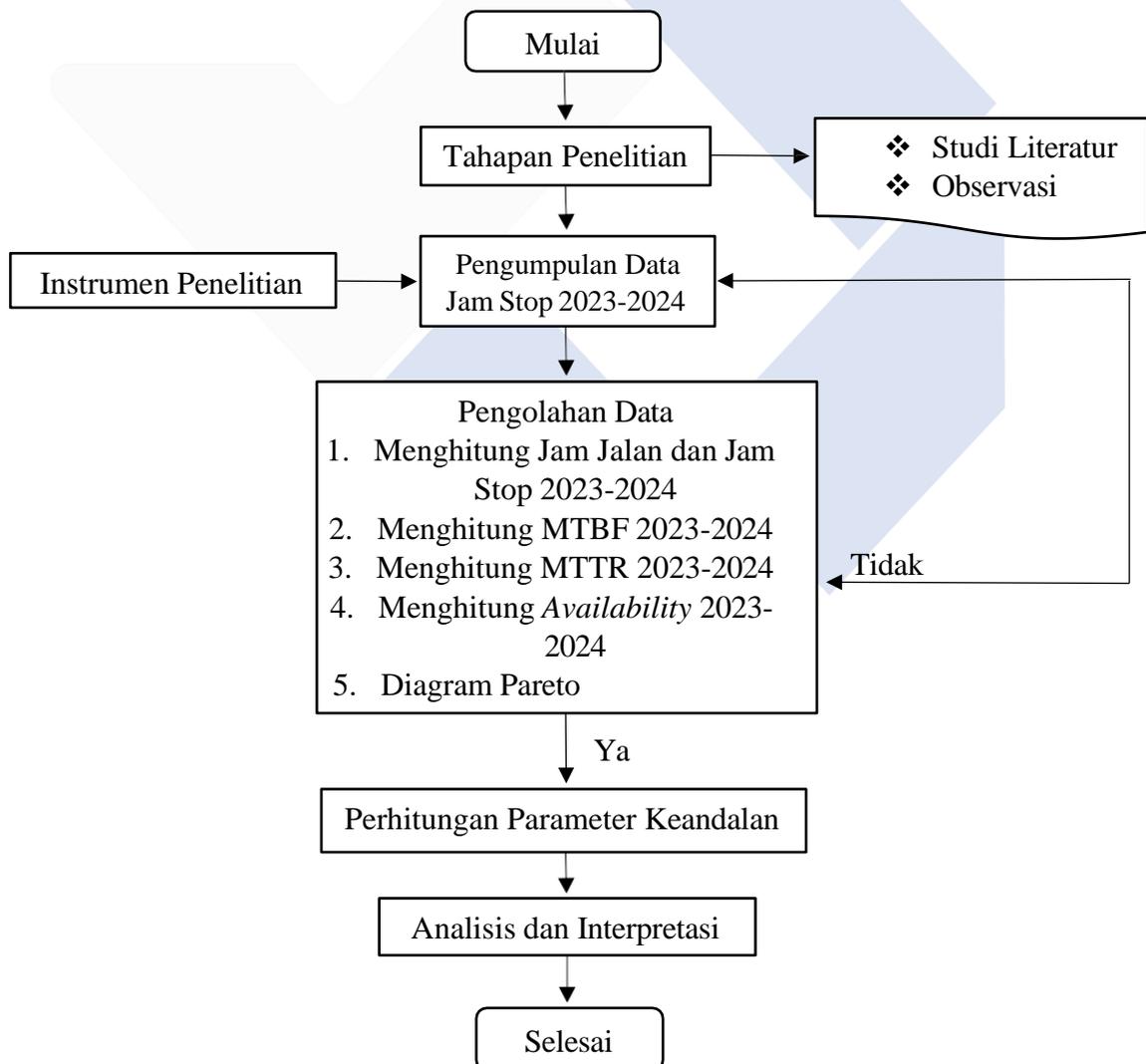
Dalam penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang dianalisis bersifat numerik, seperti jam operasi alat produksi, jumlah kerusakan, lama waktu perbaikan. Penelitian ini mengukur pengaruh variabel keandalan alat produksi mekanik terhadap produktivitas kapal, dengan menggunakan parameter teknis seperti *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), dan *Availability*. Ketiga parameter tersebut dihitung dari data operasional selama tahun 2023 hingga 2024 dan dianalisis untuk mengetahui hubungannya terhadap jam jalan dan capaian produksi.

Pendekatan kuantitatif dinilai paling sesuai untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini karena dapat memberikan hasil yang akurat, terukur, dan objektif. Dengan demikian, analisis yang dilakukan diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi kinerja alat produksi dan mendukung perbaikan sistem pemeliharaan di masa yang akan datang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan merancang kegiatan dalam bentuk diagram alir, bertujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol serta sebagai pedoman pelaksanaan proyek akhir agar target yang diharapkan dapat tercapai. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis tingkat keandalan alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 melalui pendekatan numerik dan data operasional. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh informasi secara objektif mengenai kinerja sistem produksi mekanik berdasarkan parameter *MTBF* (*Main Time Between Failure*), *MTTR* (*Main Time To Repair*) dan *Availability*. Metode deskriptif kuantitatif digunakan karena penelitian ini tidak melakukan eksperimen langsung terhadap objek, melainkan menganalisis data yang telah tersedia dari catatan operasional kapal dalam kurun waktu tahun 2023 dan 2024. Penelitian ini juga bersifat aplikatif, karena hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat memberikan masukan untuk perbaikan sistem pemeliharaan dan peningkatan efisiensi alat produksi di masa mendatang.

Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus (*case study*), karena fokus pengamatan dan analisis hanya dilakukan pada satu objek tertentu, yaitu sistem alat produksi mekanik pada satu unit KIP Timah 07 yang menjadi sumber data.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi kuantitatif terkait kinerja alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 selama periode 2023 dan 2024. Data yang dikumpulkan bersumber dari catatan operasional harian kapal, seperti *logsheet* dan laporan kerja teknis yang mencatat aktivitas alat serta kejadian-kejadian *downtime*. Informasi yang dihimpun meliputi data waktu beroperasi (*operating time*), waktu kerusakan atau tidak beroperasi (*down time*).

Metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data adalah dokumentasi, yaitu dengan menelusuri dokumen-dokumen yang relevan di unit operasional. Dalam penelitian ini tidak melakukan pengamatan langsung di lapangan, melainkan mengandalkan data yang telah tersedia dan terdokumentasi secara rutin oleh pihak operator kapal.

Dengan demikian, data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi kinerja alat produksi mekanik selama periode

pengamatan, dan menjadi dasar dalam proses pengolahan serta analisis data pada tahap selanjutnya.

3.3 Pengelolaan Data Penelitian

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah untuk memperoleh nilai kuantitatif dari parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran keandalan alat produksi mekanik, yaitu MTBF, MTTR, dan *availability*. Proses pengolahan data diawali dengan mengklasifikasikan dan merapikan data waktu operasi, data *downtime*, serta data-data lainnya yang tercatat selama periode 2023 dan 2024. Data tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan menggunakan rumus dari parameter MTBF (*Main Time Between Failure*), MTTR (*Main Time To Repair*) dan *Availability*.

Perhitungan *availability* dilakukan dengan membandingkan waktu operasi aktual dengan total waktu yang direncanakan (*planned production time*). Sementara itu, hasil dari pengolahan data ini dapat menjadi dasar dalam analisis dan interpretasi lebih lanjut, guna mengidentifikasi area perbaikan serta mengevaluasi tingkat keandalan alat produksi mekanik di lingkungan operasional KIP Timah.

3.4 Perhitungan Parameter Keandalan

Untuk mengetahui tingkat keandalan alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi Timah 07, dilakukan perhitungan terhadap tiga parameter utama, yaitu MTBF (*Mean Time Between Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), dan *Availability*. Ketiga parameter ini digunakan untuk menilai kinerja operasional alat berdasarkan data historis jam operasi, waktu kerusakan, dan durasi perbaikan.

Parameter MTBF digunakan untuk menghitung rata-rata waktu operasi alat sebelum terjadi kerusakan, sehingga dapat menggambarkan frekuensi kegagalan suatu komponen. MTTR digunakan untuk menghitung rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses perbaikan setelah alat mengalami kerusakan. Sementara itu, *Availability* menunjukkan tingkat ketersediaan alat untuk beroperasi, yang diperoleh dari kombinasi nilai MTBF dan MTTR. Perhitungan parameter keandalan dilakukan berdasarkan data operasional selama tahun 2023 hingga 2024 yang mencakup jam jalan, jumlah *downtime*, serta frekuensi kerusakan komponen alat produksi mekanik. Hasil dari perhitungan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh keandalan terhadap

produktivitas kapal secara kuantitatif dan menjadi dasar dalam proses analisis pada bab berikutnya.

3.5 Analisis dan Interpretasi

Setelah data diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil yang diperoleh. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan alat produksi mekanik pada Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07, berdasarkan parameter *MTBF (Main Time Between Failure)*, *MTTR (Main Time To Repair)* dan *Availability*. Masing-masing parameter dihitung menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada dasar teori, dan hasilnya dibandingkan dengan standar efektivitas operasional yang ideal.

Tahap interpretasi bertujuan untuk memahami makna dari nilai-nilai yang diperoleh, serta mengaitkannya dengan kondisi aktual di lapangan. Nilai *availability* yang rendah, dapat mengindikasikan tingginya waktu henti (*downtime*). Dari sini, dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebabnya, seperti kerusakan komponen mekanik, keterlambatan perawatan, atau gangguan teknis lainnya.

Selain itu, hasil analisis digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem produksi. Interpretasi hasil ini juga menjadi dasar untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian secara menyeluruh.

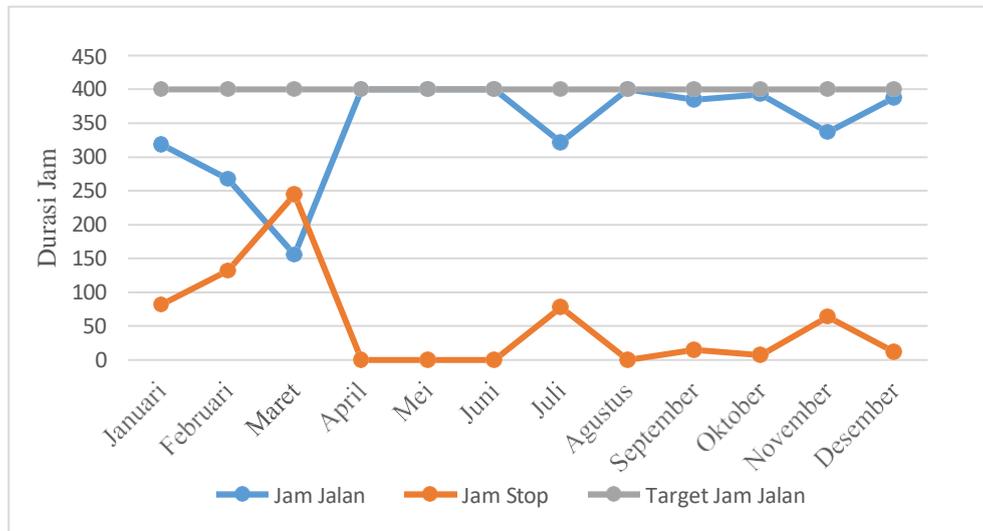
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data Operasional Kapal

Tahap pertama dalam proses penelitian adalah pengumpulan data jam jalan dan jam berhenti (*downtime*) dari data operasional KIP Timah 07 selama tahun 2023 dan 2024. Data ini mencakup seluruh bulan aktif operasi dan menjadi dasar dalam menghitung nilai MTBF (*Main Time Between Failure*), MTTR (*Main Time To Repair*), dan *Availability*. Rekapitulasi Jam Jalan dan Jam Stop KIP Timah 07 (2023–2024) :

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Jam Jalan dan Jam Stop KIP Timah 07 Tahun 2023

Tahun	Bulan	Jam Jalan	Jam Stop	Target Jam Jalan
2023	Januari	318,50	81,50	400,00
2023	Februari	267,50	132,50	400,00
2023	Maret	155,50	244,50	400,00
2023	April	400,00	0,00	400,00
2023	Mei	400,00	0,00	400,00
2023	Juni	400,00	0,00	400,00
2023	Juli	322,00	78,00	400,00
2023	Agustus	400,00	0,00	400,00
2023	September	385,00	15,00	400,00
2023	Oktober	392,50	7,50	400,00
2023	November	336,50	63,50	400,00
2023	Desember	388,00	12,00	400,00



Gambar 4. 1 Grafik Jam jalan dan Jam Stop 2023

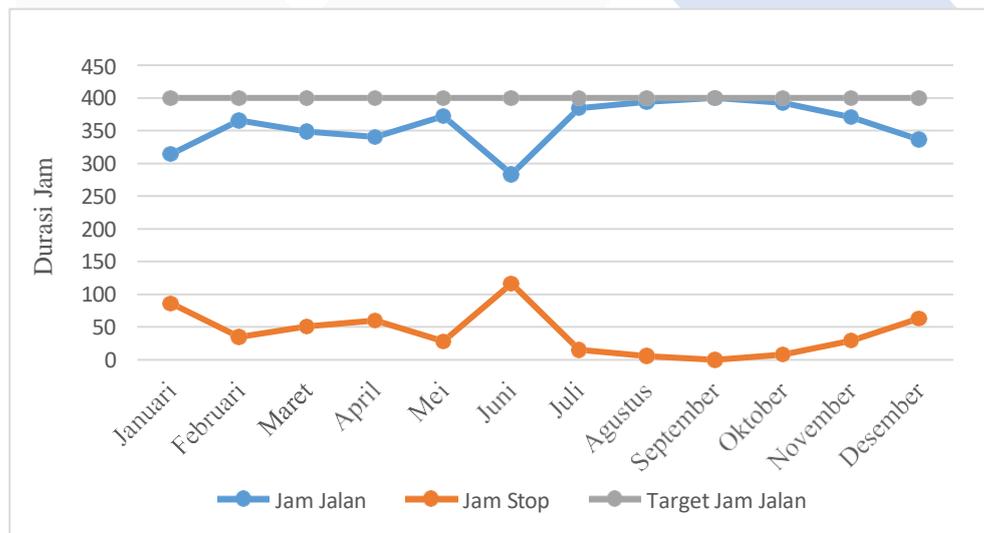
Sepanjang tahun 2023, performa operasional kapal ditemukan adanya variasi yang cukup signifikan pada durasi jam jalan dan jam stop setiap bulannya. Pada bulan Januari-Maret, terjadi tren penurunan jam jalan, dari 318,50 jam pada Januari menjadi 155,50 jam pada Maret. Penurunan jam jalan bisa meningkatkan jam stop, yang mencapai puncaknya dibulan Maret sebesar 244,50 jam. Kondisi ini terjadi pada awal tahun, terdapat frekuensi gangguan atau kerusakan yang tinggi sehingga berkurangnya waktu operasi kapal.

Namun, pada bulan Juli terjadi kembali penurunan jam jalan menjadi 322 jam, disertai dengan meningkatnya jam stop 78 jam. Meskipun pada bulan Agustus jam jalan kembali maksimal, periode September hingga November menunjukkan adanya gangguan. Sementara itu, pada bulan Desember, jam jalan berada di angka 388 jam dengan jam stop 12 jam, yang menunjukkan kondisi operasional cukup stabil meskipun belum sepenuhnya optimal.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa kinerja operasional cenderung meningkat pada pertengahan tahun, namun masih terdapat fluktuasi pada beberapa bulan berikutnya. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lanjutan terhadap faktor *downtime*, khususnya pada bulan-bulan dengan jam stop tinggi, agar target jam jalan 400 jam per bulan dapat dicapai secara konsisten sepanjang tahun, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.1).

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Jam Jalan dan Jam Stop KIP Timah 07 Tahun 2024

Tahun	Bulan	Jam Jalan	Jam Stop	Target Jam Jalan
2024	Januari	314,00	86,00	400,00
2024	Februari	365,50	34,50	400,00
2024	Maret	348,50	51,50	400,00
2024	April	340,00	60,00	400,00
2024	Mei	372,00	28,00	400,00
2024	Juni	283,50	116,50	400,00
2024	Juli	384,50	15,50	400,00
2024	Agustus	394,00	6,00	400,00
2024	September	400,00	0,00	400,00
2024	Oktober	392,00	8,00	400,00
2024	November	370,50	29,50	400,00
2024	Desember	336,50	63,50	400,00



Gambar 4. 2 Grafik Jam Jalan Dan Jam Stop 2024

Berdasarkan data operasional tahun 2024, kinerja kapal mengalami dinamika yang mencerminkan tingkat kestabilan alat mekanik. Pada bulan Januari, jam jalan tercatat sebesar 314 jam, disertai dengan jam stop yang cukup tinggi yakni 86 jam. Meskipun terdapat peningkatan bertahap pada Februari hingga April, jam jalan belum mencapai target maksimal 400 jam per bulan, dan jam stop masih relatif tinggi. Perbaikan kinerja mulai terlihat pada bulan Mei, ditandai dengan peningkatan jam jalan menjadi 372 jam dan penurunan jam stop menjadi 28 jam.

Namun, bulan Juni mengalami kemunduran operasional cukup signifikan. Jam jalan turun menjadi 283,50 jam, sementara jam stop melonjak drastis menjadi 116,50 jam. Kondisi ini kemungkinan besar disebabkan oleh kerusakan berat atau proses perbaikan yang memerlukan waktu panjang. Stabilitas operasional tercapai pada periode Juli hingga Oktober, di mana jam jalan konsisten berada di atas 384 jam dan jam stop tetap rendah. Bulan Agustus menjadi bulan dengan kinerja terbaik, dengan jam jalan mencapai 400 jam dan jam stop hanya 6 jam. Hal ini mencerminkan tingkat keandalan peralatan yang tinggi dan sistem perawatan yang berjalan efektif. Namun demikian, penurunan kembali terjadi pada bulan Desember. Jam jalan turun menjadi 336,50 jam, sedangkan jam stop meningkat menjadi 63,50 jam. Penurunan ini bisa disebabkan oleh akumulasi keausan komponen menjelang akhir tahun.

Secara keseluruhan, operasional kapal pada tahun 2024 cenderung stabil di pertengahan tahun namun masih menghadapi tantangan teknis di awal dan akhir tahun. Oleh karena itu, evaluasi menyeluruh terhadap penyebab downtime perlu dilakukan untuk mendukung peningkatan efisiensi dan pencapaian target jam jalan secara berkelanjutan, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.2).

4.2 Evaluasi Kinerja Operasional MTBF dan MTTR KIP Timah 07

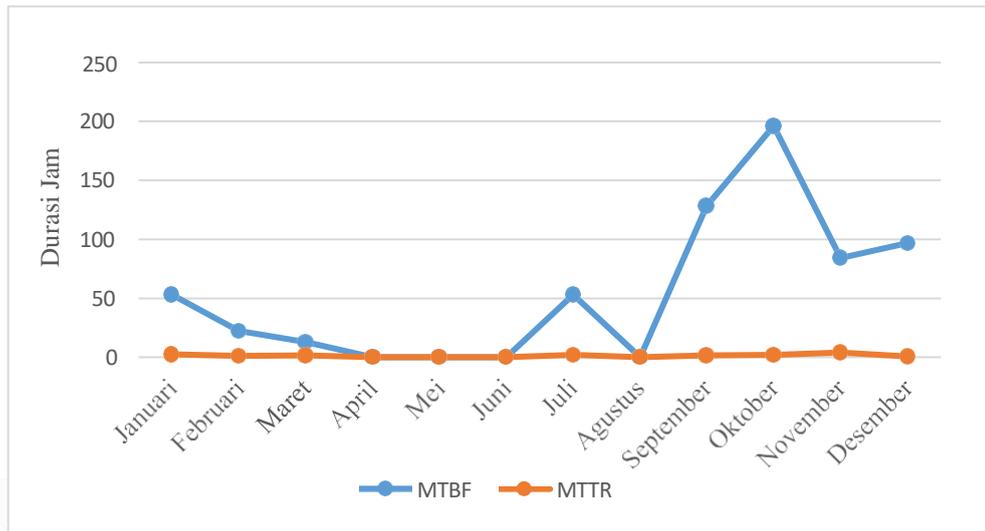
Data kerusakan dan waktu perbaikan kemudian digunakan untuk menghitung MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan MTTR (*Mean Time To Repair*) sesuai rumus[21].

1. $MTBF = \text{Total Jam Jalan} / \text{Jumlah Kerusakan}$
2. $MTTR = \text{Total Waktu Perbaikan} / \text{Jumlah Kerusakan}$

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Nilai MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2023

Tahun	Bulan	MTBF	MTTR
2023	Januari	53,08	2,26
2023	Februari	22,29	0,92
2023	Maret	12,96	1,70
2023	April	0,00	0,00
2023	Mei	0,00	0,00
2023	Juni	0,00	0,00
2023	Juli	53,08	2,17
2023	Agustus	0,00	0,00
2023	September	128,33	1,67

2023	Oktober	196,25	1,88
2023	November	84,13	3,97
2023	Desember	97,00	0,75



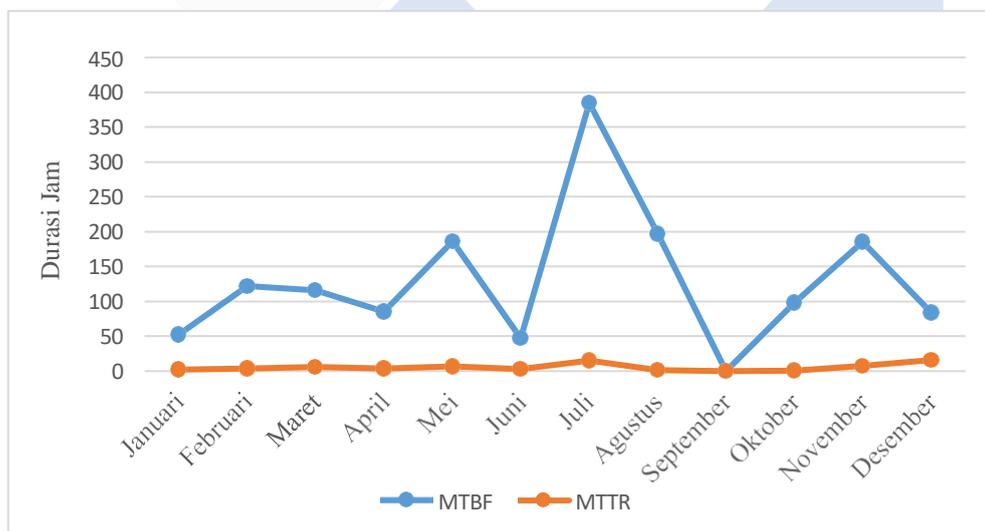
Gambar 4. 3 Grafik MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2023

Pada tahun 2023, nilai MTBF cenderung rendah, mencerminkan frekuensi kerusakan yang tinggi dan waktu operasi yang terbatas. Hal ini tampak jelas pada bulan Maret, di mana MTBF hanya 12,96 jam dan jam stop mencapai 244,5 jam. Kondisi tersebut berdampak langsung pada menurunnya jam jalan alat. Sebaliknya, pada periode April, Mei, Juni hingga Agustus MTBF dan MTTR bernilai nol karena tidak ada gangguan. Selama periode ini, jam jalan mencapai target maksimum, menandakan bahwa sistem berjalan dengan stabil.

Mulai bulan Juli hingga Desember, MTBF menunjukkan perbaikan dengan peningkatan bertahap. Bulan September dan Oktober menjadi periode terbaik, dengan MTBF masing-masing 128,33 jam dan 196,25 jam. MTTR di bulan-bulan tersebut juga relatif rendah, menandakan proses perbaikan berjalan efisien. Secara keseluruhan, nilai MTBF total tahun 2023 mencapai 647,13 jam dan MTTR sebesar 15,31 jam. Ini menunjukkan bahwa walaupun gangguan terjadi di awal tahun, kondisi operasional membaik pada semester kedua. Optimalisasi perawatan *preventif* tetap diperlukan untuk menjaga kestabilan di awal tahun operasional berikutnya, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.3).

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Nilai MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2024

Tahun	Bulan	MTBF	MTTR
2024	Januari	52,33	2,39
2024	Februari	121,83	3,83
2024	Maret	116,17	5,72
2024	April	85,00	3,75
2024	Mei	186,00	7,00
2024	Juni	47,25	3,24
2024	Juli	384,50	15,50
2024	Agustus	197,00	1,50
2024	September	0,00	0,00
2024	Oktober	98,00	0,50
2024	November	185,25	7,38
2024	Desember	84,13	15,88



Gambar 4. 4 Grafik MTBF dan MTTR Bulanan KIP Timah 07 2024

Pada tahun 2024, nilai MTBF masih relatif rendah, seperti pada Januari yang hanya mencapai 52,33 jam. Nilai ini sejalan dengan tingginya jam stop sebesar 86 jam dan jam jalan yang masih di bawah target. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi kerusakan masih tinggi sehingga mengurangi stabilitas operasi alat. Memasuki

Februari hingga April, nilai MTBF menunjukkan tren meningkat, terutama pada Februari 121,83 jam dan Maret 116,17 jam, yang mengindikasikan bahwa alat mulai lebih andal dalam beroperasi. Namun, nilai MTTR tetap berada di kisaran 3–5 jam, menandakan waktu perbaikan masih tergolong sedang.

Peningkatan signifikan terlihat pada bulan Mei dan Juli, di mana MTBF mencapai 186 jam dan 384,50 jam. Nilai tersebut sebanding dengan rendahnya jam stop dan meningkatnya jam jalan. Namun demikian, MTTR pada Juli naik menjadi 15,50 jam, yang menunjukkan meskipun kerusakan jarang terjadi, durasi perbaikan cukup panjang. Bulan September mencatat MTBF nol karena tidak ada data kerusakan, sejalan dengan tidak adanya jam stop, sehingga tidak menghasilkan nilai MTTR. Sementara itu, pada bulan Desember, MTBF turun menjadi 84,13 jam dan MTTR meningkat menjadi 15,88 jam, mencerminkan gangguan kembali muncul dan waktu perbaikan menjadi lebih lama.

Secara keseluruhan, nilai MTBF tahun 2024 mencerminkan peningkatan keandalan alat dibandingkan tahun sebelumnya, namun MTTR yang cukup tinggi di beberapa bulan menunjukkan perlunya evaluasi terhadap durasi perbaikan agar tidak mengganggu kontinuitas jam jalan kapal, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.4).

4.3 Perhitungan dan Interpretasi *Availability* KIP Timah 07 (2023-2024)

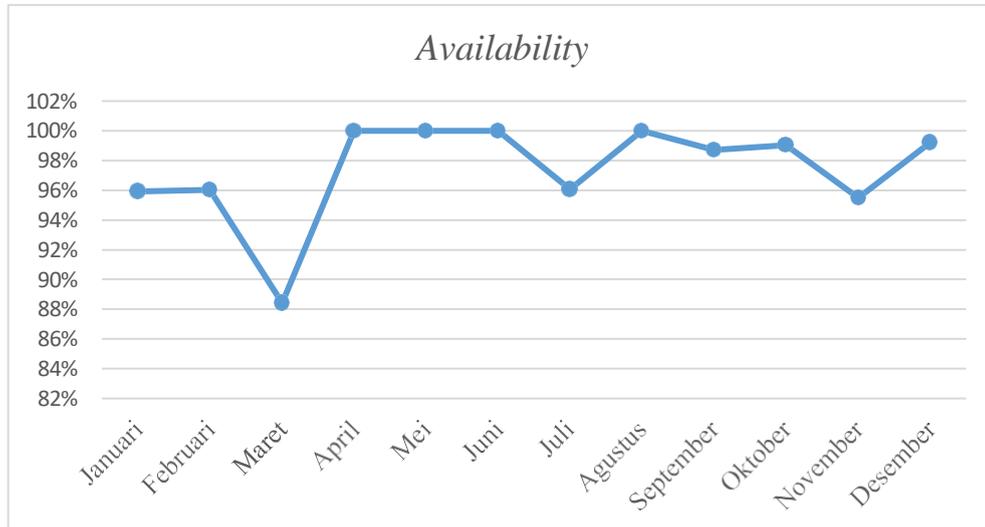
Availability dihitung berdasarkan hubungan antara MTBF dan MTTR menggunakan formula :

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Nilai *Availability* Bulanan KIP Timah 07 2023

Tahun	Bulan	Availability
2023	Januari	95,91%
2023	Februari	96,04%
2023	Maret	88,42%
2023	April	100,00%
2023	Mei	100,00%
2023	Juni	100,00%
2023	Juli	96,08%
2023	Agustus	100,00%
2023	September	98,72%
2023	Oktober	99,05%

2023	November	95,49%
2023	Desember	99,23%



Gambar 4. 5 Grafik Kinerja *Availability* KIP Timah 07 2023

Nilai ketersediaan (*availability*) tahun 2023 mengalami variasi yang berat kaitannya dengan fluktuasi jam jalan, jam stop, serta nilai MTBF dan MTTR. Pada bulan Januari dan Februari, *availability* masing-masing sebesar 95,91% dan 96,04%.

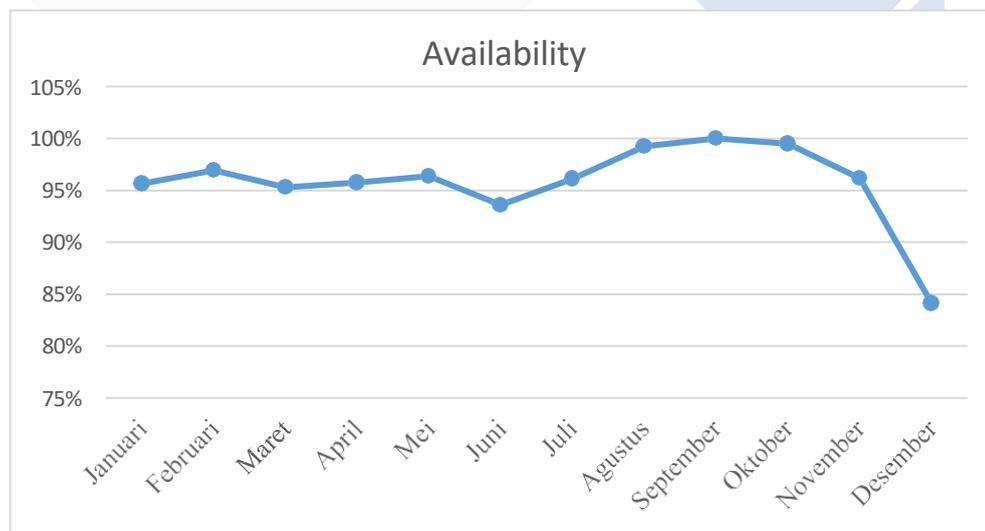
Meski jam jalan cukup tinggi, nilai MTBF masih rendah dan jam stop cukup besar, menunjukkan frekuensi kerusakan yang memengaruhi stabilitas operasi. Pada bulan Maret, *availability* menurun drastis menjadi 88,42%, sejalan dengan tingginya jam stop (244,5 jam) dan rendahnya MTBF 12,96 jam. Hal ini mencerminkan menurunnya keandalan sistem dan meningkatnya waktu henti akibat gangguan yang sering terjadi.

Tingkat *availability* mencapai 100% selama April hingga Juni, bertepatan dengan tidak adanya jam stop, nilai MTBF nol karena tanpa kerusakan, serta MTTR yang juga nol. Kondisi ini menunjukkan performa optimal di mana sistem berjalan tanpa gangguan. Mulai Juli hingga Desember, *availability* tetap tinggi, berkisar antara 96,08% hingga 99,49%, dengan sedikit penurunan di September 98,72%. Periode ini menunjukkan bahwa meskipun masih terjadi kerusakan, nilai MTBF meningkat dan MTTR berada pada level yang terkendali, sehingga waktu perbaikan tidak terlalu mengganggu ketersediaan alat. Secara keseluruhan, tingkat *availability* tahun 2023 berada di atas 95% hampir sepanjang tahun. Capaian ini mencerminkan bahwa sistem operasional cenderung handal, terutama pada pertengahan tahun, namun tetap

memerlukan perbaikan pada awal tahun agar kinerja dapat lebih konsisten, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.5).

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Nilai *Availability* Bulanan KIP Timah 07 Tahun 2024

Tahun	Bulan	Availability
2024	Januari	95,63%
2024	Februari	96,95%
2024	Maret	95,31%
2024	April	95,77%
2024	Mei	96,37%
2024	Juni	93,59%
2024	Juli	96,13%
2024	Agustus	99,24%
2024	September	100,00%
2024	Oktober	99,49%
2024	November	96,17%
2024	Desember	84,13%



Gambar 4. 6 Grafik Kinerja *Availability* KIP Timah 07 Tahun 2024

Availability pada tahun 2024 menunjukkan tren yang erat kaitannya dengan durasi operasi dan waktu henti alat. Bulan Januari hingga Mei, nilai *availability* relatif stabil di atas 95%, yang mencerminkan meskipun terdapat jam stop, seperti pada Januari 86 jam, nilai MTBF masih terjaga dan MTTR belum terlalu mengganggu operasional. Penurunan terjadi pada bulan Juni, di mana *availability* turun ke titik terendah sepanjang semester pertama yaitu 93,59%.

Penurunan ini sejalan dengan rendahnya MTBF 47,25 jam dan meningkatnya jam stop 116,5 jam, yang menunjukkan frekuensi kerusakan meningkat dan waktu perbaikan masih kurang efisien.

Kondisi mulai membaik pada bulan Juli hingga Oktober. Puncaknya pada bulan September, *availability* mencapai 100% karena tidak adanya jam stop, serta MTBF dan MTTR tidak tercatat akibat nihilnya gangguan. Sementara Agustus dan Oktober tetap menunjukkan nilai tinggi di atas 99%, menandakan sistem berjalan dengan sangat stabil. Namun, pada akhir tahun, tepatnya bulan Desember, *availability* menurun drastis menjadi 84,13%. Hal ini dipicu oleh tingginya jam stop 63,5 jam dan meningkatnya MTTR hingga 15,88 jam. Penurunan ini menunjukkan kinerja alat di penghujung tahun. Secara keseluruhan, *availability* tahun 2024 tergolong tinggi di sebagian besar bulan, namun terdapat beberapa periode kritis yang memerlukan perhatian, khususnya terkait efektivitas perbaikan dan pemeliharaan agar kontinuitas operasi tetap terjaga, sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 4.6)

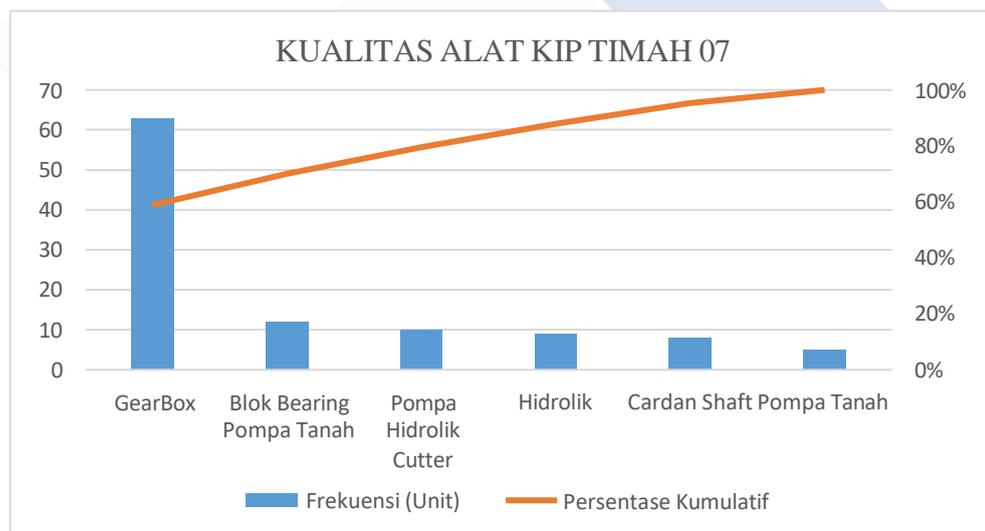
4.4 Analisis Jenis Kerusakan Alat Berdasarkan Diagram Pareto

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[22].

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 4. 7 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 4. 7 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 4.7).

4.5 Analisis dan Interpretasi

Tabel 4.8 Hubungan Parameter Operasional Terhadap Produktivitas KIP Timah 07

Parameter	Pengaruh terhadap Produktivitas KIP
Jam Jalan ↑	Tonase produksi ↑
Jam Stop ↑	MTBF ↓, <i>Availability</i> ↓
MTTR ↑	<i>Availability</i> ↓, <i>Downtime</i> ↑
MTBF ↑	Jam Jalan ↑, <i>Availability</i> ↑

Tabel 4.8 di atas menunjukkan keterkaitan antara tiga parameter utama yang memengaruhi produktivitas unit KIP, yaitu Jam Jalan, MTTR (*Mean Time to Repair*), dan MTBF (*Mean Time Between Failure*). Berdasarkan data, diketahui bahwa peningkatan Jam Jalan akan mendapatkan dampak positif terhadap jumlah produksi, karena alat beroperasi lebih lama. Namun, ketika Jam Stop meningkat, maka bisa saja terjadi penurunan MTBF dan tingkat ketersediaan alat (*availability*), yang berakibat pada menurunnya efisiensi produksi.

Selanjutnya, nilai MTTR yang tinggi menunjukkan bahwa waktu perbaikan alat lebih lama, sehingga menyebabkan *availability* menurun dan durasi downtime meningkat. Sebaliknya, jika nilai MTBF meningkat, maka alat jarang mengalami kerusakan, sehingga Jam Jalan bertambah dan *availability* tetap terjaga.

Dari analisis ini dapat disimpulkan bahwa ketiga parameter tersebut saling berhubungan erat dan memegang peranan penting dalam menentukan efektivitas kerja alat produksi mekanik. Oleh karena itu, pengelolaan jam jalan, MTTR, dan MTBF

secara optimal dapat mendukung peningkatan efisiensi dan hasil produksi di kapal KIP Timah 07.

4.6 Pengaruh Keandalan Terhadap Produktivitas

Keandalan sistem mekanik pada KIP Timah 07 memberikan pengaruh langsung terhadap efektivitas operasional kapal, yang pada akhirnya menentukan tingkat produktivitas. Dalam penelitian ini, keandalan diukur melalui tiga parameter utama: MTBF (*Mean Time Between Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), dan *Availability*. Ketiganya saling berkaitan dalam menggambarkan sejauh mana alat produksi mampu bekerja secara optimal dengan gangguan minimal.

Data tahun 2023 menunjukkan bahwa rendahnya nilai MTBF, terutama pada bulan Maret 12,96 jam, berdampak pada penurunan *availability* hingga 88,42%. Kondisi ini menyebabkan waktu kerja efektif (jam jalan) menurun signifikan. Walaupun MTTR pada tahun tersebut cenderung rendah, hal ini tidak cukup untuk menstabilkan jam jalan karena kerusakan terjadi terlalu sering. Hal ini menandakan bahwa waktu antar kerusakan yang pendek lebih berdampak buruk terhadap produktivitas daripada lamanya waktu perbaikan.

Sebaliknya, pada tahun 2024 terjadi peningkatan nilai MTBF, seperti yang terlihat pada bulan Mei dengan nilai tertinggi mencapai 186 jam. Di sisi lain, meskipun MTTR di bulan tersebut mencapai 7 jam, dampaknya tidak terlalu merugikan karena kerusakan terjadi lebih jarang. Jam jalan meningkat, dan *availability* tetap tinggi, rata-rata di atas 95%. Hal ini menunjukkan bahwa keandalan sistem mekanik yang tinggi memungkinkan kapal bekerja dalam durasi optimal, sehingga mendukung pencapaian produksi.

Analisis menggunakan diagram pareto mengidentifikasi bahwa sekitar 58,88% kerusakan bersumber dari *gearbox*. Ini menjadikan komponen tersebut sebagai faktor dominan yang memengaruhi kinerja sistem. Dengan demikian, strategi pemeliharaan yang berfokus pada komponen paling rentan seperti *gearbox* dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keandalan dan efisiensi kerja kapal dan bisa menghambat produktivitas setiap bulan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa peningkatan MTBF dan *Availability* sangat berkorelasi positif dengan naiknya jam jalan. Sementara

itu, pengendalian terhadap nilai MTTR tetap diperlukan, terutama untuk mencegah kerugian akibat waktu perbaikan yang lama jika kerusakan terjadi. Oleh karena itu, perencanaan pemeliharaan berbasis data historis dan pemantauan rutin menjadi langkah penting dalam menjaga produktivitas kapal secara berkelanjutan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data selama tahun 2023–2024, diketahui bahwa tingkat keandalan alat produksi mekanik KIP Timah 07 sangat memengaruhi kinerja operasional kapal. Nilai MTBF cenderung meningkat pada tahun 2024 dibandingkan 2023, menandakan frekuensi kerusakan menurun. Sebaliknya, nilai MTTR menunjukkan variasi yang masih perlu dievaluasi karena pada beberapa bulan, waktu perbaikan masih cukup tinggi. *Availability* rata-rata berada di atas 95%, menunjukkan bahwa secara umum kapal dalam kondisi siap operasi. Namun, masih ditemukan penurunan pada bulan-bulan tertentu yang berdampak pada menurunnya jam jalan dan hasil produksi bulanan kapal.

Dari hasil pengolahan dan interpretasi data, ditemukan bahwa penurunan nilai MTBF dan peningkatan nilai MTTR berkontribusi terhadap penurunan *availability* alat secara keseluruhan. Dampaknya, jam jalan berkurang dan menurunkan hasil produksi bulanan kapal. Kondisi ini memperkuat bahwa terdapat pengaruh nyata antara tingkat keandalan alat produksi mekanik terhadap produktivitas kapal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat keandalan alat produksi mekanik KIP Timah 07 bervariasi sepanjang tahun, ditunjukkan oleh perbedaan nilai MTBF dan MTTR antar bulan. Secara umum, sistem tergolong cukup andal, tetapi masih ditemukan kerusakan signifikan yang memengaruhi jam operasi kapal.
2. Keandalan alat produksi mekanik terbukti berpengaruh secara langsung terhadap penurunan maupun peningkatan produktivitas kapal. Ketika produksi bulanan menurun berarti kerusakan meningkat dan waktu perbaikan lambat, maka produktivitas dapat menurun secara signifikan dan hasil produksi timah ikut terpengaruh secara negatif.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan keandalan alat produksi mekanik serta mengoptimalkan produktivitas operasional Kapal Isap Produksi Timah 07, maka beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Disarankan agar sistem alat produksi mekanik mendapat perhatian khusus melalui program perawatan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*), karena komponen ini tercatat paling sering mengalami gangguan.
2. Perlu dilakukan peningkatan kualitas program pemeliharaan *preventif* dan *prediktif*, dengan dukungan teknologi sensor untuk mendeteksi gejala kerusakan secara lebih dini.
3. Penting bagi operator dan teknisi untuk mengikuti pelatihan secara berkala agar kemampuan dalam menangani perbaikan cepat meningkat, yang berimplikasi pada penurunan MTTR.
4. Monitoring secara rutin terhadap nilai MTBF dan MTTR perlu dijadikan bagian dari kegiatan evaluasi bulanan, serta dijadikan dasar dalam merancang kebutuhan suku cadang dan anggaran pemeliharaan.
5. Sebaiknya mulai diintegrasikan sistem pencatatan kerusakan berbasis digital atau data , agar proses analisis keandalan alat dapat dilakukan lebih efisien dan akurat.

Dengan perbaikan berkelanjutan melalui strategi pemeliharaan yang tepat dan responsif, diharapkan performa operasional alat produksi di KIP Timah 07 semakin andal, produktivitas meningkat, dan potensi kerugian akibat *downtime* dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syarifuddin, E. Arianti, R. D. Yulfani, F. M. Noor, A. L. A. Risdianto, dan M. Mustain, “Pengaruh Konfigurasi Sudut Sebar Dan Panjang Tali Terhadap Kinerja Sistem Tambat Kapal Isap Produksi Timah,” *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 15, no. 2, hal. 61–74, 2022, doi: 10.29122/jurnalwave.v15i2.5090.
- [2] Yulianti, B. Bani, dan Albana, “Analisa Pertambangan Timah Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,” *J. Ekon.*, vol. 22, no. 1, hal. 54–62, 2020.
- [3] I. Hardiatama, N. A. E. P. Yudah, R. Sidartawan, H. A. Basuki, dan F. X. Kristianta, “Analisis Perawatan Cutter Section Dredger Dengan Metode FMEA dan OEE,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, hal. 62, 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i1.5454.
- [4] D. Manesi, B. Bistolen, E. B. Lopo, dan G. P. M. Pinto, *Perawatan Mesin Kapal*, no. May. 2024.
- [5] S. Manufaktur, A. J. Mesin, F. Teknik, dan J. Mesin, “Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Material, Sistem manufaktur dan Energi Analisis Total Preventive Maintenance dalam Meminimasi Downtime Tools Kritis dan Meningkatkan Reliability pada Mesin Finish Mill (Studi Kasus: PT. SBM) Hammada Abbas”.
- [6] M. Z. L. Abrori, S. D. P. Sidhi, dan D. Prasetyo, “Modern Monitoring Instrument to Support Fishing Vessel Operation and Maintenance: A Review,” *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 11, no. 6, hal. 2305–2314, 2021, doi: 10.18517/ijaseit.11.6.15066.
- [7] M. Yahya Hidaytullah dan M. Safi’i, “Preventive and Corrective Maintenance Management of Sheng Jin RTM1300 Double PUR Coating Machine at PT Kayu Lapis Indonesia,” *JURUTERA - J. Umum Tek. Terap.*, vol. 12, no. 01, hal. 29–37, 2025, doi: 10.55377/jurutera.v12i01.11632.
- [8] M. M. S. Susilo dan H. Suliantoro, “Analisis Kebijakan Corrective dan Preventive Maintenance Pada Mesin Rapiier, Shutle, Water Jet Pada Proses Weaving di PT. Tiga Manunggal Synthetic Industries,” *Ind. Eng. Online ...*, vol. 6, no. 1, 2017, [Daring]. Tersediapada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/15>

- [9] H. Yono dan A. A. Mubarak, “Analisis Kekuatan Pengaruh Model Bracing Terhadap Pondasi Katrol Ladder Pada Kapal Isap Produksi (Kip),” *Constr. Mater. J.*, vol. 4, no. 3, hal. 173–182, 2023, doi: 10.32722/cmj.v4i3.5084.
- [10] S. A. Rande, P. Studi, dan T. Pertambangan, “TERCAPAINYA RECOVERY BIJIH TIMAH PADA JIG,” vol. 6, no. 1, hal. 59–68, 2021.
- [11] B. Hudoyo, “Bab III Landasan Teori (SPT),” *Univ. Islam Indones.*, vol. 1, hal. 1–15, 2017.
- [12] F. Zharfan, “REKONDISI GEARBOX FJ 300 DI PT TIMAH Tbk AIR KANTUNG SUNGAILIAT BANGKA BELITUNG,” 2023.
- [13] H. Hariyono, G. Sitepu, dan M. Z. M. Alie, “Strength Analysis Due to the Elongation’s Ladder of Cutter Suction Dredger Ship,” *EPI Int. J. Eng.*, vol. 5, no. 1, hal. 1–9, 2022, doi: 10.25042/epi-ije.022022.01.
- [14] H. Hariyono, “Analisis Kegagalan Struktur Ladder Pada Kapal Isap Produksi,” *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 16, no. 2, hal. 59–68, 2023, doi: 10.29122/jurnalwave.v16i2.5545.
- [15] M. Sulaiman, “Analisis Keandalan Alat Berat Terhadap Tingkat Produktivitas Studi Kasus Pcs,” *J. Teknol. Terap. G-Tech*, vol. 1, no. 1, hal. 33–38, 2020, doi: 10.33379/gtech.v1i1.266.
- [16] W. Novarika, M. Arfah, dan Ridho Agustian, “Analisis Preventive Maintenance pada Mesin Heater Kernel Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) di PT. Supra Matra Abadi,” *J. Unitek*, vol. 16, no. 2, hal. 259–267, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i2.544.
- [17] G. K. Bancin S., H. Yudo, dan Kiryanto, “Analisis Keandalan Sistem Pelumasan Mesin Induk Kapal Menggunakan Metode Rantai Markov dan FMEA Berbasis Fuzzy,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 13, no. 1, hal. 1–13, 2025, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [18] Y. H. Haerudin, W. D. Wibowo, P. Studi, T. Industri, S. Tinggi, dan T. Wastukencana, “Journal of Management and Industrial Engineering (JMIE) Sekolah Tinggi Teknologi Nusantara Lampung Analisis Preventive Maintenance Mesin Compressor dengan Mean Time Between Failure dan Mean Time to Repair

di PT Suzuki Indomobil Motor Journal of Managem,” vol. 3, no. 2, 2024.

- [19] N. E. Helwig, S. Hong, dan E. T. Hsiao-wecksler, *Metode Penelitian Kualitatif dan metode penelitian kuantitatif*, no. January. 2021.
- [20] M. Firmansyah, M. Masrun, dan I. D. K. Yudha S, “Esensi Perbedaan Metode Kualitatif Dan Kuantitatif,” *Elastisitas - J. Ekon. Pembang.*, vol. 3, no. 2, hal. 156–159, 2021, doi: 10.29303/e-jep.v3i2.46.
- [21] N. Iskandar, S. Sulardjaka, dan Y. P. Soebroto, “Analisis Reliability Availability dan Maintainability pada Gantry Jib Crane di Pelabuhan,” *J. Ilm. MOMENTUM*, vol. 17, no. 2, hal. 93, 2021, doi: 10.36499/jim.v17i2.5455.
- [22] E. Marsellina, M. Anggraeni, R. Azahra, W. Mardagus, dan R. Dianitami, “Diagram Pareto dan Diagram Fishbone: Analisis Penyebab Produk Cacat di Gelato Jadoel Bogor,” *ULIL ALBAB J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 4, no. 6, hal. 1510–1516, 2025, doi: 10.56799/jim.v4i6.9153.

Lampiran 1 Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Jefri Aji Saputra
Tempat, tanggal lahir : Komplek Bangka Kundur Barat, 26 Februari 2003
Alamat : DSN. Tempilang 1 RT 004/
RW 000 Kec. Tempilang, Kel.
Tempilang



Jenis Kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Telp : -
Hp : 081379207595
Email : jefriajisaputraaa26@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 12 Kundur Barat	Tahun 2009-2014
SMP Negeri 2 Kundur Utara	Tahun 2015-2018
SMK negeri 1 Tempilang	Tahun 2019-2022

Sungailiat, 02 Juli 2025

Jefri Aji Saputra

Lampiran 2 Rekapitulasi Data Kapal KIP Timah 07 Tahun 2023

TAHUN	Bulan	Jam Jalan	Jam Stop	JJ %	JS %	Jml Kerusakan	Jml Wkt Prbkn	MTBF	MTTR	AVAILABILITY
2023	Januari	318,50	81,50	1,26	4,91	6,00	13,58	53,08	2,26	96%
2023	Februari	267,50	132,50	1,50	3,02	12,00	11,04	22,29	0,92	96%
2023	Maret	155,50	244,50	2,57	1,64	12,00	20,38	12,96	1,70	88%
2023	April	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
2023	May	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
2023	June	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
2023	July	322,00	78,00	1,24	5,13	6,00	13,00	53,08	2,17	96%
2023	August	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00%
2023	September	385,00	15,00	1,04	26,67	3,00	5,00	128,33	1,67	99%
2023	October	392,50	7,50	1,02	53,33	2,00	3,75	196,25	1,88	99%
2023	November	336,50	63,50	1,19	6,30	4,00	15,88	84,13	3,97	95%
2023	December	388,00	12,00	1,03	33,33	4,00	3,00	97,00	0,75	99%

Lampiran 3 Rekapitulasi Data Kapal KIP Timah 07 Tahun 2024

Tahun	Bulan	Jam Jalan	Jam Stop	%JJ	%JS	Jml Kerusakan	Jml Wkt Prbkn	MTBF	MTTR	AVAILABILITY
2024	Januari	314,00	86,00	1,27	4,65	6,00	14,33	52,33	2,39	96%
2024	Februari	365,50	34,50	1,09	11,59	3,00	11,50	121,83	3,83	97%
2024	Maret	348,50	51,50	1,15	7,77	3,00	17,17	116,17	5,72	95%
2024	April	340,00	60,00	1,18	6,67	4,00	15,00	85,00	3,75	96%
2024	Mei	372,00	28,00	1,08	14,29	2,00	14,00	186,00	7,00	96%
2024	Juni	283,50	116,50	1,41	3,43	6,00	19,42	47,25	3,24	94%
2024	Juli	384,50	15,50	1,04	25,81	1,00	15,50	384,50	15,50	96%
2024	Agustus	394,00	6,00	1,02	66,67	2,00	3,00	197,00	1,50	99%
2024	September	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
2024	Oktober	392,00	8,00	1,02	50,00	4,00	2,00	98,00	0,50	99%
2024	November	370,50	29,50	1,08	13,56	2,00	14,75	185,25	7,38	96%
2024	Desember	336,50	63,50	1,19	6,30	4,00	15,88	84,13	15,88	84%

Lampiran 4 Wawancara Pekerja Gudang 1 Perawatan Sungailiat



Lampiran 5 Safety Talk



Lampiran 6 Wawancara Pekerja Di Kapal KIP Timah 07



Lampiran 7 Observasi Kapal KIP Timah 7



Lampiran 8 Laporan Harian KIP Timah 07

Lampiran Harian KIP Timah 07
 Tanggal: 1. 07.2019
 Lokasi: KIP Timah 07

Waktu	Tempat	Kegiatan	Waktu	Tempat	Kegiatan
06.00			06.00		
06.30			06.30		
07.00			07.00		
07.30			07.30		
08.00			08.00		
08.30			08.30		
09.00			09.00		
09.30			09.30		
10.00			10.00		
10.30			10.30		
11.00			11.00		
11.30			11.30		
12.00			12.00		
12.30			12.30		
13.00			13.00		
13.30			13.30		
14.00			14.00		
14.30			14.30		
15.00			15.00		
15.30			15.30		
16.00			16.00		
16.30			16.30		
17.00			17.00		
17.30			17.30		
18.00			18.00		
18.30			18.30		
19.00			19.00		
19.30			19.30		
20.00			20.00		
20.30			20.30		
21.00			21.00		
21.30			21.30		
22.00			22.00		
22.30			22.30		
23.00			23.00		
23.30			23.30		
24.00			24.00		
24.30			24.30		
25.00			25.00		
25.30			25.30		
26.00			26.00		
26.30			26.30		
27.00			27.00		
27.30			27.30		
28.00			28.00		
28.30			28.30		
29.00			29.00		
29.30			29.30		
30.00			30.00		
30.30			30.30		
31.00			31.00		
31.30			31.30		
32.00			32.00		
32.30			32.30		
33.00			33.00		
33.30			33.30		
34.00			34.00		
34.30			34.30		
35.00			35.00		
35.30			35.30		
36.00			36.00		
36.30			36.30		
37.00			37.00		
37.30			37.30		
38.00			38.00		
38.30			38.30		
39.00			39.00		
39.30			39.30		
40.00			40.00		
40.30			40.30		
41.00			41.00		
41.30			41.30		
42.00			42.00		
42.30			42.30		
43.00			43.00		
43.30			43.30		
44.00			44.00		
44.30			44.30		
45.00			45.00		
45.30			45.30		
46.00			46.00		
46.30			46.30		
47.00			47.00		
47.30			47.30		
48.00			48.00		
48.30			48.30		
49.00			49.00		
49.30			49.30		
50.00			50.00		
50.30			50.30		
51.00			51.00		
51.30			51.30		
52.00			52.00		
52.30			52.30		
53.00			53.00		
53.30			53.30		
54.00			54.00		
54.30			54.30		
55.00			55.00		
55.30			55.30		
56.00			56.00		
56.30			56.30		
57.00			57.00		
57.30			57.30		
58.00			58.00		
58.30			58.30		
59.00			59.00		
59.30			59.30		
60.00			60.00		
60.30			60.30		
61.00			61.00		
61.30			61.30		
62.00			62.00		
62.30			62.30		
63.00			63.00		
63.30			63.30		
64.00			64.00		
64.30			64.30		
65.00			65.00		
65.30			65.30		
66.00			66.00		
66.30			66.30		
67.00			67.00		
67.30			67.30		
68.00			68.00		
68.30			68.30		
69.00			69.00		
69.30			69.30		
70.00			70.00		
70.30			70.30		
71.00			71.00		
71.30			71.30		
72.00			72.00		
72.30			72.30		
73.00			73.00		
73.30			73.30		
74.00			74.00		
74.30			74.30		
75.00			75.00		
75.30			75.30		
76.00			76.00		
76.30			76.30		
77.00			77.00		
77.30			77.30		
78.00			78.00		
78.30			78.30		
79.00			79.00		
79.30			79.30		
80.00			80.00		
80.30			80.30		
81.00			81.00		
81.30			81.30		
82.00			82.00		
82.30			82.30		
83.00			83.00		
83.30			83.30		
84.00			84.00		
84.30			84.30		
85.00			85.00		
85.30			85.30		
86.00			86.00		
86.30			86.30		
87.00			87.00		
87.30			87.30		
88.00			88.00		
88.30			88.30		
89.00			89.00		
89.30			89.30		
90.00			90.00		
90.30			90.30		
91.00			91.00		
91.30			91.30		
92.00			92.00		
92.30			92.30		
93.00			93.00		
93.30			93.30		
94.00			94.00		
94.30			94.30		
95.00			95.00		
95.30			95.30		
96.00			96.00		
96.30			96.30		
97.00			97.00		
97.30			97.30		
98.00			98.00		
98.30			98.30		
99.00			99.00		
99.30			99.30		
100.00			100.00		
100.30			100.30		

SHP: 49 SNEE: 11
 1 = 50 2 = 51 CF

* Pastikan semua pekerjaan selesai
 * Pastikan semua pekerjaan selesai
 * Pastikan semua pekerjaan selesai

Lampiran Harian KIP Timah 07
 Tanggal: 2. 07.2019
 Lokasi: KIP Timah 07

Waktu	Tempat	Kegiatan	Waktu	Tempat	Kegiatan
06.00			06.00		
06.30			06.30		
07.00			07.00		
07.30			07.30		
08.00			08.00		
08.30			08.30		
09.00			09.00		
09.30			09.30		
10.00			10.00		
10.30			10.30		
11.00			11.00		
11.30			11.30		
12.00			12.00		
12.30			12.30		
13.00			13.00		
13.30			13.30		
14.00			14.00		
14.30			14.30		
15.00			15.00		
15.30			15.30		
16.00			16.00		
16.30			16.30		
17.00			17.00		
17.30			17.30		
18.00			18.00		
18.30			18.30		
19.00			19.00		
19.30			19.30		
20.00			20.00		
20.30			20.30		
21.00			21.00		
21.30			21.30		
22.00			22.00		
22.30			22.30		
23.00			23.00		
23.30			23.30		
24.00			24.00		
24.30			24.30		
25.00			25.00		
25.30			25.30		
26.00			26.00		
26.30			26.30		
27.00			27.00		
27.30			27.30		
28.00			28.00		
28.30			28.30		
29.00			29.00		
29.30			29.30		
30.00			30.00		
30.30			30.30		
31.00			31.00		
31.30			31.30		
32.00			32.00		
32.30			32.30		

PROYEK AKHIR TAHUN 2025*



**PENGARUH KEANDALAN ALAT
PRODUKSI MEKANIK TERHADAP
PRODUKTIVITAS KAPAL ISAP
PRODUKSI TIMAH 07**

JEFRI AJI SAPUTRA NIM 1042215

**PEMBIMBING 1 :
Indra Feriadi, S.S.T., M.T.**

**PEMBIMBING 2 :
Harwadi, S.S.T., M.Ed.**

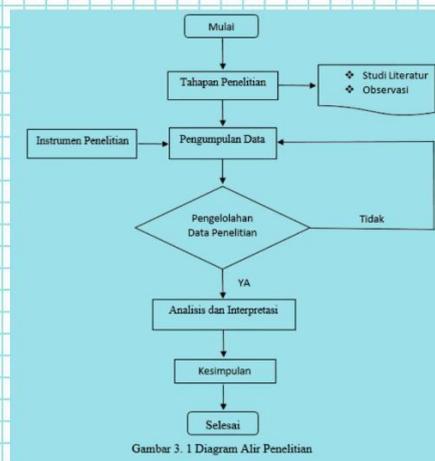


LATAR BELAKANG

Indonesia, terutama wilayah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, dianggap sebagai salah satu penghasil timah terbesar di dunia. Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 yang memainkan peran penting dalam proses penambangan timah lepas pantai. Untuk mengekstraksi bijih timah dari dasar laut, kapal isap produksi (KIP) timah 07 memiliki berbagai alat produksi mekanik seperti GearBox. Kinerja dan keandalan alat-alat produksi mekanik ini sangat penting untuk meningkatkan produktivitas kapal secara keseluruhan. Timah adalah sumber daya alam (SDA) yang sangat mudah diperoleh di Indonesia. Data yang menunjukkan kandungan timah di Indonesia berada di peringkat kedua, hanya di belakang China. Sekitar 99% potensi timah di Indonesia ditemukan di Kepulauan Bangka Belitung.

HASIL

Berdasarkan kajian dan analisis terhadap data operasional alat produksi mekanik di Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 07 selama periode tahun 2023 hingga 2024, dapat ditarik simpulan bahwa keandalan komponen utama, khususnya pada sistem gearbox, memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap efektivitas kerja kapal. Tiga indikator penting yang digunakan untuk mengukur kinerja tersebut adalah MTBF (Mean Time Between Failure), MTTR (Mean Time To Repair), dan Availability.



Lampiran 10 Cek Turnitin

TA Jefri Aji Saputraaa.docx

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet Source	2%
2	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	2%
3	jurnal.pnj.ac.id Internet Source	2%
4	www.scribd.com Internet Source	1%
5	www.motadata.com Internet Source	1%
6	jitt.polman-babel.ac.id Internet Source	<1%
7	id.123dok.com Internet Source	<1%
8	ijaseit.insightsociety.org Internet Source	<1%
9	journal.unhas.ac.id Internet Source	<1%
10	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
11	ejurnal.sttdumai.ac.id Internet Source	<1%
12	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1%