



## Implementasi *Forecasting Maintenance* dalam Pengelolaan Perawatan *Dump Truck* pada Operasi Pertambangan

Mad Yusup<sup>1\*</sup>, Diyaa Aaisyah Salmaa Putri Atmaja<sup>2</sup>, Purbawati<sup>3</sup>, Ida Rosanti<sup>4</sup>,  
Tommy Mohammad Chadiq<sup>5</sup>, Mailina Ihya Nashafiyah<sup>6</sup>

<sup>1-5</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur

<sup>6</sup> Manajemen, Fakultas Ekonomi & Bisnis, Universitas Ahmad Dahlan

\*Penulis Korespondensi: [madyusup0906@gmail.com](mailto:madyusup0906@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract.** Mining operations rely heavily on the performance and reliability of heavy equipment used in the production process. One of the most important hauling units in open-pit mining is the dump truck, which functions to transport overburden and coal from the mining front to disposal areas. Due to high operational intensity, dump trucks require effective maintenance management to ensure equipment reliability and reduce unexpected downtime. However, maintenance activities are often carried out based only on routine service schedules without analytical planning based on historical data. This study aims to analyze the implementation of forecasting methods in maintenance management to improve the effectiveness of dump truck maintenance planning in mining operations. The research was conducted during field work practice at PT Putra Perkasa Abadi Jobsite BIB, Tanah Bumbu, South Kalimantan. The data used were historical maintenance records of dump truck units obtained from the maintenance department. The research method used a quantitative approach with time series forecasting analysis to identify maintenance patterns and estimate future maintenance needs. The results show that forecasting-based maintenance planning can help companies predict maintenance requirements more accurately and prepare maintenance resources more efficiently. Furthermore, the implementation of forecasting methods can reduce unexpected equipment failures and support operational efficiency in mining activities.

**Keywords:** Dump Truck; Maintenance Forecasting; Mining Equipment Maintenance; Predictive Maintenance; Time Series Analysis.

**Abstrak.** Kegiatan operasional pertambangan sangat bergantung pada kinerja alat berat yang digunakan dalam proses produksi. Salah satu alat utama dalam kegiatan penambangan terbuka adalah dump truck yang berfungsi untuk mengangkut material overburden dan batubara dari front penambangan menuju area disposal. Tingginya intensitas penggunaan dump truck menuntut adanya sistem pengelolaan perawatan yang efektif agar keandalan alat tetap terjaga dan risiko kerusakan dapat diminimalkan. Namun dalam praktiknya, kegiatan maintenance sering kali masih dilakukan berdasarkan jadwal rutin tanpa didukung analisis perencanaan berbasis data historis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi metode forecasting dalam pengelolaan perawatan dump truck guna meningkatkan efektivitas perencanaan maintenance pada operasi pertambangan. Penelitian dilakukan selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT Putra Perkasa Abadi Jobsite BIB Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Data yang digunakan merupakan data historis perawatan unit dump truck yang diperoleh dari departemen maintenance perusahaan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis peramalan menggunakan metode time series. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan forecasting maintenance mampu membantu perusahaan dalam memperkirakan kebutuhan perawatan secara lebih akurat, mempersiapkan sumber daya maintenance, serta mengurangi potensi kerusakan mendadak pada unit dump truck.

**Kata kunci:** Analisis Time Series; Pemeliharaan Prediktif, Peramalan Perawatan; Perawatan Alat Berat; Truk Sampah.

### 1. LATAR BELAKANG

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap penggunaan alat berat dalam proses operasionalnya. Dalam sistem penambangan terbuka (open pit mining), kegiatan produksi melibatkan berbagai jenis alat berat seperti *excavator*, *bulldozer*, dan *dump truck* yang bekerja secara terintegrasi untuk melakukan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*), pemuatan

material, serta pengangkutan material tambang. Kinerja alat berat tersebut sangat menentukan tingkat produktivitas dan efisiensi operasional perusahaan pertambangan.

Salah satu alat utama yang memiliki peran penting dalam kegiatan operasional tambang adalah *dump truck*. *Dump truck* digunakan untuk mengangkut material overburden maupun batubara dari front penambangan menuju area *disposal* atau *stockpile*. Tingginya intensitas penggunaan *dump truck* dalam kegiatan operasional menyebabkan alat tersebut bekerja dalam kondisi beban kerja yang berat dan berpotensi mengalami keausan maupun kerusakan komponen secara lebih cepat. Apabila terjadi kerusakan pada unit *dump truck* maka proses pengangkutan material akan terganggu dan dapat menyebabkan penurunan produktivitas serta peningkatan biaya operasional perusahaan.

Untuk menjaga keandalan alat berat, perusahaan pertambangan umumnya menerapkan sistem manajemen perawatan (*maintenance management*) yang bertujuan untuk menjaga kondisi peralatan agar tetap beroperasi secara optimal. Sistem perawatan yang baik dapat membantu perusahaan dalam mengurangi risiko kerusakan alat, meningkatkan umur pakai peralatan, serta meminimalkan downtime operasional. Dalam praktiknya, kegiatan perawatan alat berat biasanya dilakukan melalui pendekatan *preventive maintenance*, yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu atau jam operasi alat.

Namun demikian, dalam banyak kasus kegiatan *maintenance* masih dilakukan berdasarkan jadwal rutin tanpa mempertimbangkan pola historis kerusakan maupun kebutuhan perawatan yang sebenarnya terjadi pada unit alat berat. Hal ini dapat menyebabkan kegiatan perawatan menjadi kurang optimal karena tidak didukung oleh analisis data operasional yang memadai. Akibatnya perusahaan berpotensi mengalami kerusakan alat secara mendadak (*unexpected breakdown*) yang dapat mengganggu proses produksi dan meningkatkan biaya perawatan.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan metode analisis data, pendekatan perawatan peralatan mulai berkembang menuju konsep *predictive maintenance* yang memanfaatkan data historis maupun data operasional untuk memprediksi kemungkinan kerusakan alat di masa depan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mendukung pendekatan tersebut adalah *forecasting* atau metode peramalan. *Forecasting* merupakan teknik analisis yang digunakan untuk memperkirakan kondisi atau kejadian di masa depan berdasarkan pola data historis yang tersedia.

Dalam konteks manajemen perawatan alat berat, metode *forecasting* dapat digunakan untuk menganalisis pola kebutuhan *maintenance* serta memprediksi waktu yang tepat untuk melakukan perawatan pada unit peralatan. Dengan memanfaatkan data historis perawatan, perusahaan dapat melakukan perencanaan *maintenance* yang lebih efektif sehingga kegiatan

perawatan dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan terencana. Selain itu, penerapan *forecasting maintenance* juga dapat membantu perusahaan dalam mempersiapkan sumber daya perawatan seperti suku cadang, tenaga teknis, serta jadwal perawatan dengan lebih efisien.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis *forecasting* adalah metode *time series*, yaitu metode peramalan yang memanfaatkan data historis berdasarkan urutan waktu untuk mengidentifikasi pola dan tren yang terjadi. Melalui analisis *time series*, perusahaan dapat mengidentifikasi kecenderungan kebutuhan maintenance pada unit alat berat serta memprediksi kebutuhan perawatan pada periode mendatang. Dengan demikian, metode ini dapat menjadi salah satu alat bantu yang efektif dalam meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam manajemen perawatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis implementasi metode *forecasting* dalam pengelolaan perawatan *dump truck* pada operasi pertambangan. Penelitian dilakukan di PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite BIB Tanah Bumbu Kalimantan Selatan dengan menggunakan data historis perawatan unit *dump truck*. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai bagaimana penerapan metode *forecasting* dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efektivitas sistem perencanaan maintenance serta mendukung peningkatan efisiensi operasional pada kegiatan pertambangan.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Manajemen Perawatan (Maintenance Management)**

Manajemen perawatan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga dan mempertahankan kondisi peralatan agar dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Dalam industri pertambangan, manajemen perawatan memiliki peran yang sangat penting karena alat berat digunakan secara terus-menerus dalam kondisi kerja yang berat dan lingkungan operasional yang ekstrem. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan sistem perawatan yang efektif untuk menjaga keandalan alat serta meminimalkan risiko kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi. Menurut Mobley (2019), manajemen perawatan bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh peralatan dapat beroperasi secara efisien, aman, dan ekonomis sepanjang umur operasionalnya. Kegiatan manajemen perawatan tidak hanya mencakup perbaikan alat yang mengalami kerusakan, tetapi juga meliputi kegiatan perencanaan, pengendalian, serta evaluasi terhadap aktivitas perawatan yang dilakukan. Dalam praktiknya, manajemen perawatan memiliki beberapa tujuan utama, antara lain meningkatkan keandalan peralatan, memperpanjang umur pakai mesin, mengurangi downtime operasional, serta menekan biaya perawatan secara keseluruhan.

## Jenis-Jenis Perawatan

Dalam sistem manajemen perawatan terdapat beberapa jenis perawatan yang umum diterapkan dalam industri, yaitu *corrective maintenance*, *preventive maintenance*, dan *predictive maintenance*.

- a) *Corrective maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada peralatan. Perawatan jenis ini biasanya bersifat reaktif karena dilakukan setelah alat mengalami kegagalan fungsi. Meskipun *corrective maintenance* tidak dapat dihindari sepenuhnya, namun ketergantungan yang tinggi terhadap metode ini dapat menyebabkan peningkatan downtime serta biaya operasional yang lebih besar.
- b) *Preventive maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu tertentu atau berdasarkan jam operasi alat. Tujuan utama dari *preventive maintenance* adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan alat sebelum kerusakan tersebut terjadi. Metode ini banyak digunakan dalam industri karena relatif mudah diterapkan dan mampu mengurangi risiko kerusakan mendadak pada peralatan.
- c) *Predictive maintenance* merupakan pendekatan perawatan yang menggunakan data operasional maupun kondisi peralatan untuk memprediksi kemungkinan kerusakan yang akan terjadi di masa mendatang. Dengan memanfaatkan analisis data, perusahaan dapat menentukan waktu perawatan yang lebih tepat sehingga kegiatan *maintenance* dapat dilakukan secara lebih efisien.

## Forecasting dalam Manajemen Operasi

*Forecasting* merupakan metode analisis yang digunakan untuk memperkirakan kondisi atau kejadian di masa depan berdasarkan data historis yang tersedia. Dalam manajemen operasi, *forecasting* memiliki peran penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan yang berkaitan dengan perencanaan produksi, pengendalian persediaan, serta perencanaan sumber daya perusahaan. Menurut Heizer, Render, dan Munson (2020), *forecasting* merupakan proses sistematis yang digunakan untuk memprediksi permintaan atau kebutuhan di masa depan dengan menggunakan berbagai metode analisis data. Keakuratan hasil *forecasting* sangat dipengaruhi oleh kualitas data historis yang digunakan serta metode peramalan yang diterapkan. Dalam konteks manajemen perawatan, *forecasting* dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan *maintenance* pada peralatan sehingga perusahaan dapat merencanakan kegiatan perawatan secara lebih efektif. Dengan adanya sistem peramalan yang baik, perusahaan dapat mempersiapkan sumber daya yang diperlukan seperti suku cadang, tenaga kerja *maintenance*, serta jadwal perawatan dengan lebih optimal.

### **Metode *Time Series Forecasting***

Metode *time series* merupakan salah satu metode *forecasting* yang menggunakan data historis berdasarkan urutan waktu untuk memprediksi nilai pada periode berikutnya. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai bidang karena mampu mengidentifikasi pola data masa lalu seperti tren, siklus, serta fluktuasi musiman. Menurut Montgomery (2019), analisis *time series* merupakan teknik statistik yang digunakan untuk mempelajari pola data yang dikumpulkan secara berkala dalam suatu periode waktu tertentu. Dengan menganalisis pola tersebut, peneliti dapat membuat model peramalan yang digunakan untuk memperkirakan kondisi pada periode mendatang. Dalam manajemen perawatan alat berat, metode *time series* dapat digunakan untuk menganalisis frekuensi kerusakan alat, interval perawatan, serta kebutuhan *maintenance* pada periode tertentu. Dengan memanfaatkan metode ini, perusahaan dapat mengidentifikasi pola kebutuhan perawatan sehingga kegiatan *maintenance* dapat direncanakan secara lebih sistematis. Penerapan *forecasting* berbasis *time series* dalam manajemen perawatan juga dapat membantu perusahaan dalam mengurangi risiko kerusakan mendadak serta meningkatkan keandalan operasional peralatan. Dengan demikian, penggunaan metode *forecasting* menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam mendukung sistem manajemen perawatan pada industri pertambangan.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di PT Putra Perkasa Abadi Jobsite BIB Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Perusahaan ini merupakan salah satu kontraktor pertambangan yang bergerak di bidang jasa penambangan batubara. Pengumpulan data penelitian dilakukan pada departemen *maintenance* yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan perawatan alat berat yang digunakan dalam kegiatan operasional tambang.

### **Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari departemen *maintenance* perusahaan. Data tersebut berupa data historis perawatan unit dump truck yang meliputi:

- a) Data frekuensi kegiatan *maintenance*
- b) Data jenis perawatan yang dilakukan
- c) Data interval jam operasi alat
- d) Data waktu pelaksanaan perawatan

Data historis tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis pola perawatan serta proses peramalan kebutuhan *maintenance* pada periode berikutnya.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

- a) Observasi Lapangan, observasi dilakukan secara langsung di area kerja perusahaan untuk memahami proses operasional alat berat serta kegiatan perawatan yang dilakukan pada unit dump truck.
- b) Studi Dokumentasi, studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data historis perawatan alat dari departemen *maintenance* perusahaan yang berkaitan dengan kegiatan *maintenance* dump truck.
- c) Wawancara, wawancara dilakukan dengan teknisi atau staf *maintenance* untuk memperoleh informasi tambahan mengenai sistem pengelolaan perawatan alat berat yang diterapkan oleh perusahaan.

### **Metode Analisis Data**

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode forecasting dengan pendekatan time series. Metode ini digunakan untuk menganalisis pola data historis perawatan serta memperkirakan kebutuhan *maintenance* pada periode mendatang. Tahapan analisis data dalam penelitian ini meliputi:

- a) Pengolahan Data Historis, data historis perawatan dump truck dikumpulkan dan disusun berdasarkan urutan waktu untuk memudahkan proses analisis.
- b) Identifikasi Pola Data, data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola perawatan yang terjadi, seperti tren peningkatan frekuensi *maintenance* seiring bertambahnya jam operasi alat.
- c) Proses Peramalan (*Forecasting*) Setelah pola data diketahui, dilakukan proses peramalan menggunakan metode time series untuk memperkirakan kebutuhan perawatan pada periode mendatang.
- d) Interpretasi Hasil, hasil peramalan kemudian dianalisis untuk memberikan rekomendasi dalam perencanaan *maintenance* yang lebih efektif bagi perusahaan.

Melalui tahapan analisis tersebut diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai bagaimana penerapan metode forecasting dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan perawatan dump truck pada operasi pertambangan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data historis perawatan unit *dump truck* pada PT Putra Perkasa Abadi Jobsite BIB yang ditunjukkan pada Gambar 1 *Monthly Forecast September 2025*, terdapat beberapa unit *dump truck* model HD785-7 yang menjadi objek pemantauan kegiatan maintenance. Unit yang tercatat antara lain HD7805, HD7823, HD7826, HD7827, HD7835, dan HD7842. Data tersebut menunjukkan jadwal kegiatan perawatan yang dilakukan sepanjang periode operasional bulan September dengan interval waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan maintenance unit. Berdasarkan tabel tersebut, estimasi total *downtime* unit berkisar antara 47 hingga 52 jam, dengan nilai *Physical Availability* (PA) yang berada pada kisaran 92,8% hingga 93,5%, mendekati target perusahaan sebesar 92,2%. Jenis perawatan yang dilakukan meliputi PMS 250 jam, PMS 500 jam, PMS 750 jam, hingga PMS 2000 jam, yang menunjukkan bahwa sistem perawatan yang diterapkan perusahaan bersifat *preventive maintenance* berbasis interval jam operasi alat. Selain kegiatan perawatan berkala, beberapa unit juga menunjukkan adanya temuan kerusakan komponen seperti crack pada vessel, kebocoran seal, serta keausan pada sistem steering dan suspension. Data historis ini menjadi dasar penting dalam melakukan analisis forecasting untuk memprediksi kebutuhan perawatan pada periode operasional berikutnya.

UNIT NO	MODEL	Show																													EST. TOTAL DOWNTIME (hrs)	% PA		REMARKS	REPAIR OPTION REQUIRED / BACKLOG				
		08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Forecast	Target													
1	HD7805				6																												48	93.3%	92.2%	PMS 500 HRS, PMS 750 HRS			
2	HD7823						5																											52	92.8%	92.2%	PMS 750 HRS, PMS 2000 HRS	PIVOT VESSEL WORNOUT (RPL_13-08-2025) KAMERA MUNDUR MALFUNCTION (ACT_VENDOR) WORKLAMP STEERING OFF STENGGAH (ST_INSPEKTOR)	
3	HD7826																																	48	93.3%	92.2%	PMS 500 HRS, PMS 750 HRS,	ADJUSTER TENSION PULLEY MISSING (RPL_17-08-2025) SEAL DOOR LH LEAK (RPL_17-08-2025) BOX MUFFLER CRACK OPERATOR SEAT MENGHEMPAS_BAGIAN SPRING BRACKET OPT SEAT (ST_ROTABLE)	
4	HD7827																																		50	93.3%	92.2%	PMS 750 HRS, PMS 1000 HRS	PELUWASAN TORQUEROOD KERING (ACT_VENDOR) A-FRAME LH BEKING (MONITORING) BUSHING A-FRAME WORNOUT (RPL_16-08-2025) CYLINDER STEERING LH WEAPING (MONITORING) CROSSMEMBER RH CRACK (ACT_FABRIKASI)
5	HD7835																																		47	93.5%	92.2%	PMS 250 HRS, PMS 500 HRS	DUDUKAN FRONT BOX VESSEL LH CRACK CHASIS POS 1 LH CRACK (BELAKANG COVER FUEL FILTER) BUSHING A FRAME WORN OUT (RPL_17-6-2025) BOX MUFFLER VESSEL CRACK SIDE WALL VESSEL LH CRACK
6	HD7842																																		50	93.3%	92.2%	PMS 750 HRS, PMS 1000 HRS	CHASIS POS 12 CRACK (TEMUAN SERVICE) GASKET COUPLING DIATAS TANGKI HYD LEAK (TEMUAN SERVICE) CROSSMEMBER VESSEL L CRACK (TEMUAN SERVICE) DIFFERENTIAL CRACK (MONITORING) ADJUST PIVOT VESSEL ( ST_INSPEKTOR ) SIDE WALL INSIDE LH BROKEN WELDING

Gambar 1. *Monthly Forecast September 2025*

#### Analisis Pola *Downtime* Unit *Dump Truck*

Berdasarkan data historis perawatan unit *dump truck* pada periode September 2025, terlihat bahwa setiap unit memiliki pola *downtime* yang relatif serupa dengan variasi yang tidak terlalu signifikan. Total *downtime* yang tercatat berkisar antara 47 hingga 52 jam per unit dalam satu

periode operasional. Perbedaan durasi *downtime* tersebut dipengaruhi oleh jenis kegiatan perawatan yang dilakukan serta kondisi komponen unit pada saat inspeksi. Unit yang menjalani perawatan dengan interval lebih besar seperti PMS 1000 jam hingga PMS 2000 jam cenderung membutuhkan waktu perawatan yang lebih lama dibandingkan dengan perawatan rutin seperti PMS 250 jam atau PMS 500 jam.

Selain kegiatan perawatan berkala, *downtime* juga dipengaruhi oleh temuan kerusakan pada beberapa komponen utama, seperti kebocoran pada sistem hidrolis, keretakan pada struktur *vessel*, serta keausan pada sistem *steering* dan *suspensi*. Kondisi tersebut menyebabkan tambahan waktu perbaikan yang berdampak pada peningkatan total *downtime* unit.

### **Analisis Physical Availability (PA) terhadap Target Perusahaan**

*Physical Availability* (PA) merupakan salah satu indikator penting dalam mengukur tingkat kesiapan alat berat untuk beroperasi pada kegiatan pertambangan. Nilai PA menunjukkan persentase waktu dimana unit alat berat dalam kondisi siap digunakan dibandingkan dengan total waktu yang tersedia. Berdasarkan data historis perawatan unit *dump truck* pada periode September 2025, nilai *Physical Availability* yang diperoleh berada pada kisaran 92,8% hingga 93,5% untuk setiap unit yang diamati.

Jika dibandingkan dengan target perusahaan sebesar 92,2%, maka dapat diketahui bahwa sebagian besar unit *dump truck* masih mampu mencapai bahkan sedikit melampaui target yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan perawatan yang diterapkan oleh departemen *maintenance* telah berjalan cukup efektif dalam menjaga kesiapan operasional unit. Kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan secara berkala berdasarkan interval jam operasi terbukti mampu meminimalkan terjadinya kerusakan yang bersifat mendadak.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa faktor yang berpotensi mempengaruhi penurunan nilai PA, seperti kerusakan komponen struktural, kebocoran pada sistem hidrolis, serta keausan komponen mekanis akibat intensitas penggunaan alat yang tinggi. Oleh karena itu, penerapan metode *forecasting maintenance* menjadi penting untuk membantu perusahaan dalam merencanakan kegiatan perawatan secara lebih optimal di masa mendatang.

### **Analisis Forecasting Maintenance Dump Truck**

*Forecasting maintenance* merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi kebutuhan perawatan alat berat berdasarkan data historis operasional dan perawatan unit. Dalam penelitian ini, *forecasting* dilakukan dengan menganalisis data historis kegiatan *maintenance dump truck* yang meliputi interval jam operasi, frekuensi perawatan, serta durasi *downtime* yang terjadi pada setiap unit. Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam

memperkirakan jadwal perawatan yang akan datang sehingga kegiatan maintenance dapat direncanakan secara lebih sistematis.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan perawatan pada unit *dump truck* mengikuti pola interval jam operasi yang relatif konsisten, seperti perawatan berkala pada interval 250 jam, 500 jam, 750 jam, hingga 2000 jam operasi. Dengan memanfaatkan data historis tersebut, perusahaan dapat melakukan perencanaan *maintenance* secara lebih terstruktur melalui penyusunan jadwal forecasting perawatan untuk setiap unit. Hal ini memungkinkan tim maintenance untuk mempersiapkan kebutuhan suku cadang, tenaga kerja, serta waktu perawatan secara lebih optimal.

Penerapan *forecasting maintenance* juga memberikan manfaat dalam mengurangi potensi terjadinya kerusakan mendadak yang dapat mengganggu kegiatan operasional pertambangan. Dengan adanya prediksi jadwal perawatan yang lebih akurat, perusahaan dapat menjaga tingkat *Physical Availability* (PA) unit *dump truck* tetap berada pada tingkat optimal serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *forecasting maintenance* pada unit *dump truck*, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sistem perawatan yang baik sangat berpengaruh terhadap kesiapan operasional alat berat pada kegiatan pertambangan. Data historis menunjukkan bahwa perawatan unit dilakukan secara berkala berdasarkan interval jam operasi seperti PMS 250 jam, 500 jam, hingga 2000 jam. Hasil analisis menunjukkan bahwa total *downtime* unit berada pada kisaran 47 hingga 52 jam, dengan nilai *Physical Availability* (PA) antara 92,8% hingga 93,5%. Nilai tersebut telah memenuhi bahkan melampaui target perusahaan sebesar 92,2%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem *preventive maintenance* yang diterapkan telah berjalan cukup efektif dalam menjaga ketersediaan unit.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, perusahaan disarankan untuk meningkatkan pengelolaan data historis perawatan secara lebih sistematis guna mendukung analisis *forecasting maintenance* yang lebih akurat. Selain itu, pemanfaatan teknologi monitoring kondisi alat secara *real-time* juga dapat membantu mendeteksi potensi kerusakan lebih awal sehingga kegiatan perawatan dapat dilakukan secara lebih optimal dan efisien.

## DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2020). Maintenance management in industrial systems: A review. *Computers & Industrial Engineering*, *149*, 106798.
- Alsyouf, I. (2020). Maintenance management and productivity improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *26*(3), 497–512.
- Banjevic, D., & Jardine, A. K. S. (2020). Reliability and maintenance analysis of industrial equipment. *Reliability Engineering & System Safety*, *195*, 106707.
- Bevilacqua, M., & Braglia, M. (2020). Maintenance strategy selection using analytic hierarchy process. *Reliability Engineering & System Safety*, *205*, 107246.
- Campbell, J. D., & Reyes-Picknell, J. (2020). *Uptime: Strategies for excellence in maintenance management* (4th ed.). CRC Press.
- Chen, L., Zhang, Y., & Wang, H. (2022). Machine learning-based fault detection in industrial equipment. *Mechanical Systems and Signal Processing*, *162*, 107956.
- Dhillon, B. S. (2021). *Engineering maintenance: A modern approach*. CRC Press.
- Garg, A., & Deshmukh, S. (2020). Maintenance management literature review and future directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *26*(2), 235–252.
- Gulati, R. (2020). *Maintenance and reliability best practices*. Industrial Press.
- Jardine, A. K. S., & Tsang, A. H. C. (2021). Maintenance replacement and reliability analysis. *International Journal of Production Research*, *59*(14), 4290–4305.
- Kiran, D. R. (2021). *Maintenance engineering and management*. Butterworth-Heinemann.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2020). Cyber-physical systems for predictive maintenance. *Manufacturing Letters*, *23*, 18–23.
- Li, Y., Wang, H., & Sun, M. (2021). Prognostics and health management using AI. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *97*, 104084.
- Mobley, R. K. (2020). *Maintenance fundamentals* (4th ed.). Elsevier.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2021). Maintenance performance measurement frameworks. *International Journal of Production Economics*, *233*, 107989.
- Nakajima, S. (2020). *Introduction to total productive maintenance*. Productivity Press.
- Palmer, R. (2020). *Maintenance planning and scheduling handbook*. McGraw-Hill.
- Paimin, P., Baskoro, G., & Sahputra, I. (2025). Predictive maintenance of Komatsu dump truck HD785-7. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*.
- Rahimdel, M., et al. (2024). Reliability analysis of mining trucks using Bayesian networks. *Mining Technology*, *133*(1), 1–10.

- Rojas, L., Peña, A., & Garcia, J. (2025). AI-driven predictive maintenance in mining. *Applied Sciences*, *15*(10), 5465.
- Sharma, R., Kumar, D., & Kumar, P. (2020). Reliability evaluation using maintenance data. *Reliability Engineering & System Safety*, *200*, 106987.
- Smith, A., & Hawkins, B. (2020). *Lean maintenance*. Elsevier.
- Su, X., Song, H., & Yang, X. (2023). Data-driven predictive maintenance. *IEEE Access*, *11*, 45621–45634.
- Surojo, S., et al. (2024). Maintenance optimization in excavator operations. *Jurnal Asimetrik*, *6*(2), 87–96.
- Taheri, E., Kolmanovsky, I., & Gusikhin, O. (2020). Prognostics methods for maintenance systems. *Mechanical Systems and Signal Processing*, *140*, 106670.
- Tsang, A. H. C. (2020). Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *26*(1), 3–14.