



UNIVERSITAS KUTAI KARTANEGARA
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik



STRATEGI EFEKTIF DALAM PERAWATAN ALAT BERAT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

**Jailani Akbar¹, Jesica Indria Sari², Dini Amelia Putri³, dan Anugrah Putra
Lentera⁴**

^{*1234} Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Kutai Kartanegara
Email: jailaniakbarrajan03@gmail.com

Abstrak

Perawatan alat berat memiliki peran yang sangat vital dalam memastikan kelangsungan operasional pada sektor industri, seperti konstruksi, pertambangan, dan agrikultur. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis dan mengeksplorasi strategi-strategi perawatan alat berat yang dapat meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi biaya pemeliharaan. Penelitian ini mengintegrasikan dua pendekatan utama, yaitu preventive maintenance (pemeliharaan preventif) dan predictive maintenance (pemeliharaan prediktif), dengan penerapan teknologi modern seperti Internet of Things (IoT) dan Computerized Maintenance Management Systems (CMMS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi kedua pendekatan ini dapat mengurangi downtime hingga 30% dan memperpanjang umur peralatan. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan utama dalam implementasi strategi perawatan, seperti biaya awal yang tinggi dan kebutuhan pelatihan sumber daya manusia. Temuan ini memberikan panduan praktis bagi perusahaan dalam mengoptimalkan perawatan alat berat untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional.

Kata Kunci: Perawatan alat berat, efisiensi operasional, preventive maintenance, predictive maintenance, teknologi IoT, CMMS.

I PENDAHULUAN

Alat berat memegang peran yang sangat penting dalam mendukung operasional berbagai sektor industri, termasuk konstruksi, pertambangan, pertanian, dan manufaktur. Fungsi alat berat yang efisien sangat menentukan kelancaran dan keberhasilan proyek-proyek besar yang memerlukan tenaga kerja, waktu, dan sumber daya yang signifikan. Tanpa perawatan yang baik, alat berat dapat mengalami kerusakan yang dapat menghambat kelancaran operasional, yang berujung pada peningkatan biaya dan penurunan produktivitas (Jones & Lee, 2017). Oleh karena itu, perawatan alat berat yang efektif sangat diperlukan untuk meminimalkan kerusakan, mengurangi downtime, serta memperpanjang usia operasional peralatan.

Namun, banyak perusahaan masih menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan perawatan alat berat, yang sering kali menggunakan pendekatan reaktif. Dalam pendekatan ini, pemeliharaan hanya dilakukan setelah kerusakan terjadi, yang menyebabkan biaya perbaikan yang tinggi dan gangguan pada jadwal operasional. Salah satu faktor yang menyebabkan hal ini adalah kurangnya integrasi teknologi dan rendahnya kompetensi teknis sumber daya manusia dalam mengelola perawatan alat berat (Smith dan Brown, 2018). Kemajuan teknologi dalam beberapa tahun terakhir menawarkan solusi untuk mengatasi tantangan ini. Salah satu inovasi yang banyak diterapkan adalah konsep preventive maintenance dan predictive maintenance. Preventive maintenance berfokus pada pemeliharaan rutin berdasarkan waktu atau siklus penggunaan alat berat, sedangkan predictive maintenance menggunakan teknologi canggih seperti sensor Internet of Things (IoT) dan perangkat lunak Computerized Maintenance Management System (CMMS) untuk memprediksi potensi kerusakan sebelum terjadi, memungkinkan perawatan lebih awal (Wang et al., 2020). Penerapan kedua pendekatan ini dapat mengurangi downtime hingga 30% dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan (Smith dan Brown, 2018).

Meskipun teknologi ini menjanjikan manfaat besar, penerapannya tidak tanpa tantangan. Biaya awal yang tinggi, resistensi terhadap perubahan dalam budaya organisasi, dan kebutuhan pelatihan bagi tenaga kerja sering kali menjadi hambatan utama (Taylor et al., 2019).

Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mengembangkan strategi implementasi yang tepat guna memaksimalkan manfaat dari teknologi ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis strategi perawatan alat berat yang efektif dengan mengintegrasikan pendekatan preventive dan predictive maintenance. Melalui studi kasus pada beberapa perusahaan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya pemeliharaan di sektor industri.

II METODE PENELITIAN

II.1 Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder melalui studi literatur yang relevan, mencakup jurnal ilmiah, laporan industri, serta buku panduan teknis. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai teori-teori dan metodologi terkini dalam perawatan alat berat, khususnya yang berkaitan dengan pendekatan preventive maintenance dan predictive maintenance. Selain itu, literatur ini juga mengulas tentang penerapan teknologi terbaru, seperti Internet of Things (IoT) dan Computerized Maintenance Management Systems (CMMS), yang dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya pemeliharaan alat berat.

Referensi yang digunakan dalam studi literatur ini akan mencakup berbagai sumber yang mengkaji teknologi terbaru dalam manajemen pemeliharaan, serta studi-studi yang mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam implementasi teknologi tersebut pada perawatan alat berat. Beberapa sumber yang dijadikan acuan antara lain penelitian oleh Smith & Brown (2018) yang mengkaji pengaruh IoT dalam meningkatkan efisiensi pemeliharaan alat berat dan penelitian oleh Wang et al. (2020) yang menilai efektivitas CMMS dalam pengelolaan jadwal pemeliharaan.

II.2 Bahan dan Alat:

Dalam penelitian ini, berbagai bahan dan alat digunakan untuk mendukung pengumpulan dan analisis data yang berkaitan dengan perawatan alat berat. Alat-alat ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung penerapan teknologi IoT dan CMMS, serta peralatan diagnostik untuk memantau kondisi alat berat secara real-time.

Perangkat Lunak Manajemen Pemeliharaan (CMMS):

Sistem CMMS digunakan untuk mencatat, melacak, dan menganalisis kegiatan pemeliharaan alat berat. CMMS memungkinkan perencanaan pemeliharaan dan penggantian komponen secara berbasis data historis dan prediktif, yang membantu meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi downtime.

Sensor Monitoring (IoT):

Sensor Suhu dan Getaran: Digunakan untuk memonitor suhu dan getaran pada alat berat guna mendeteksi potensi kerusakan mekanis atau termal pada komponen-komponen kritis.

Sensor Tekanan: Memantau tekanan dalam sistem hidrolik atau sistem lainnya untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada sistem tersebut.

Sensor Kedalaman: Diperlukan untuk mengukur kedalaman penggalian atau parameter lainnya yang relevan dalam aplikasi alat berat, seperti pengukuran kedalaman pada mesin pemindah tanah.

Peralatan Diagnostik dan Pengujian:

Peralatan Pengukur Getaran: Alat ini digunakan untuk mendeteksi potensi masalah mekanis melalui analisis getaran, yang seringkali menunjukkan kegagalan pada komponen berputar.

Peralatan Pengukur Suhu: Kamera termal atau alat pengukur suhu digunakan untuk mendeteksi masalah seperti over-heating pada komponen kritis.

Alat Analisis Data:

Perangkat Lunak Analitik: Perangkat lunak ini digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang dikumpulkan dari sensor dan sistem CMMS. Data ini digunakan untuk menemukan pola dan tren yang relevan dalam perawatan alat berat.

Analisis Statistik: Digunakan untuk mengevaluasi pengaruh strategi perawatan terhadap efisiensi operasional, khususnya dalam hal penghitungan downtime dan biaya perawatan.

Peralatan Pemeliharaan dan Penggantian Komponen:

Alat pemeliharaan manual, seperti kunci pas, obeng, dan peralatan lainnya, digunakan untuk penggantian dan perbaikan komponen alat berat yang rusak.

II.3 Data yang di butuhkan

Penelitian ini memerlukan sejumlah data untuk menganalisis dan mengevaluasi pengaruh strategi perawatan terhadap efisiensi operasional alat berat. Data tersebut mencakup berbagai aspek operasional dan pemeliharaan alat berat, yang diorganisir dalam kategori-kategori berikut:

Data Operasional Alat Berat:

Data ini menggambarkan penggunaan alat berat di lapangan serta pengaruhnya terhadap performa dan kebutuhan perawatan alat. Jenis data yang dibutuhkan meliputi:

Waktu Operasional: Durasi penggunaan alat berat dalam periode tertentu, termasuk jam kerja harian dan jumlah total jam operasional per bulan.

Contoh: Alat berat beroperasi selama 8 jam sehari, 5 hari dalam seminggu, dengan total 160 jam operasional per bulan.

Beban Kerja: Beban yang harus ditanggung oleh alat berat, seperti kapasitas angkut atau kedalaman penggalian. *Contoh:* Dump truck mengangkut material seberat 20 ton per perjalanan.

Kondisi Alat: Data mengenai performa alat, seperti konsumsi bahan bakar, efisiensi mesin, getaran, suhu, dan tekanan dalam sistem, yang penting untuk mendeteksi masalah dan menganalisis efisiensi operasional. *Contoh:* Mengukur konsumsi bahan bakar per jam untuk mengevaluasi efisiensi bahan bakar alat berat.

Catatan Penggunaan: Data tentang pola penggunaan alat oleh operator, yang dapat memengaruhi kinerja alat. *Contoh:* Penggunaan alat berat melebihi kapasitas yang disarankan dalam beberapa minggu berturut-turut.

Data Perawatan Alat Berat: Data ini berkaitan dengan aktivitas pemeliharaan yang dilakukan pada alat berat untuk menjaga kinerja dan memperpanjang umur alat. Jenis data yang diperlukan meliputi:

Riwayat Perawatan: Catatan pemeliharaan yang mencakup perawatan rutin, penggantian suku cadang, dan perbaikan besar. *Contoh:* Penggantian oli setiap 500 jam operasional.

Jenis Perawatan: Kategori perawatan yang diterapkan, seperti perawatan preventif (rutin), korektif (setelah kerusakan), dan prediktif (berdasarkan data sensor).

Contoh: Perawatan preventif dengan mengganti filter oli setiap 6 bulan, dan perawatan prediktif menggunakan sensor getaran untuk mendeteksi kerusakan komponen mesin.

Frekuensi Perawatan: Data mengenai seberapa sering perawatan dilakukan berdasarkan waktu atau jumlah jam operasional. *Contoh:* Setiap 500 jam operasi, alat berat harus diperiksa dan dipelihara.

Durasi Downtime: Waktu alat berat tidak beroperasi karena perawatan atau perbaikan.

Contoh: Alat berat mengalami downtime selama 8 jam untuk perawatan rutin.

Data Kerusakan dan Kegagalan Alat Berat: Data ini penting untuk analisis mengenai penyebab kerusakan dan kegagalan alat berat. Jenis data yang dibutuhkan meliputi:

Jenis Kerusakan: Tipe kerusakan yang terjadi, seperti kerusakan mesin, sistem hidrolik, atau bagian mekanis lainnya. *Contoh:* Kerusakan pada pompa hidrolik.

Penyebab Kerusakan: Identifikasi penyebab kerusakan, apakah disebabkan oleh keausan, kesalahan operator, atau faktor eksternal. *Contoh:* Kerusakan pada mesin disebabkan oleh pelumas yang kurang berkualitas.

Waktu dan Frekuensi Kerusakan: Data tentang waktu dan frekuensi terjadinya kerusakan pada alat berat tertentu. *Contoh:* Kerusakan pada sistem hidrolik terjadi rata-rata 3 kali setahun.

Data Biaya Pemeliharaan dan Operasional: Data ini berfokus pada biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan pemeliharaan dan operasional alat berat. Jenis data yang dibutuhkan meliputi: Biaya Perawatan: Biaya yang mencakup suku cadang, tenaga kerja, dan bahan lainnya.

Contoh: Biaya tahunan untuk penggantian oli dan filter sebesar \$5.000.

Biaya Downtime: Biaya yang timbul akibat ketidakmampuan alat beroperasi.

Contoh: Downtime alat berat selama 5 hari menghasilkan biaya \$10.000 per hari.

Biaya Penggantian Suku Cadang: Data mengenai biaya penggantian komponen atau suku cadang alat berat. *Contoh:* Biaya penggantian pompa hidrolik sebesar \$2.000.

Data Produktivitas dan Efisiensi Operasional: Data ini digunakan untuk mengukur kinerja alat berat dan efisiensi operasionalnya. Jenis data yang dibutuhkan meliputi:

Produktivitas Alat Berat: Mengukur output yang dihasilkan oleh alat berat, seperti volume material yang dipindahkan atau kedalaman penggalian.

Contoh: Excavator menghasilkan 200 m³ material per hari.

Efisiensi Operasional: Mengukur efisiensi alat berat dalam penggunaan bahan bakar dan sumber daya lainnya.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Hasil Pengumpulan Data

a) Data Operasional Alat Berat

Berdasarkan data yang diperoleh dari sistem pelacakan armada dan catatan operator, ditemukan bahwa rata-rata alat berat beroperasi sekitar 160 jam per bulan. Variasi penggunaan ini sangat bergantung pada sektor industri tempat alat berat beroperasi. Pada lokasi konstruksi dan pertambangan, alat berat digunakan lebih intensif dengan rata-rata 10 jam operasional per hari, sementara pada sektor pabrik dan fasilitas perawatan, penggunaan alat lebih rendah, yakni sekitar 6 hingga 8 jam per hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa sektor konstruksi dan

pertambangan lebih bergantung pada peralatan berat dengan tingkat penggunaan yang lebih tinggi, yang menuntut perawatan lebih sering dan lebih mendalam.

Keterbatasan waktu operasional yang berbeda antar sektor juga menunjukkan bahwa perawatan yang dilakukan mungkin tidak seragam, yang dapat memengaruhi masa pakai alat berat tersebut. Alat yang beroperasi lebih lama tentu lebih rentan terhadap keausan komponen, sehingga sangat penting untuk menyesuaikan jadwal perawatan berdasarkan tingkat intensitas penggunaan alat. Pemantauan yang lebih teliti terhadap jam operasional ini dapat membantu merancang strategi perawatan yang lebih efektif sesuai dengan kebutuhan masing-masing sektor.

b) Riwayat Perawatan dan Jenis Perawatan

Berdasarkan data dari sistem CMMS dan catatan manual, alat berat menjalani perawatan rutin sesuai dengan jadwal yang ditentukan oleh pabrikan. Perawatan preventif dilakukan setiap 500 jam operasional, termasuk penggantian oli, filter, dan pemeriksaan sistem hidrolik. Namun, dalam beberapa kasus, alat berat yang digunakan secara intensif mengalami keterlambatan dalam menjalani perawatan preventif, terutama pada proyek-proyek besar yang memiliki jadwal ketat. Hal ini berimbas pada peningkatan frekuensi kerusakan dan biaya perbaikan yang lebih tinggi.

Dalam beberapa kasus, meskipun perawatan preventif telah dijadwalkan, operator atau pihak pengelola alat sering kali memilih untuk menunda perawatan dengan alasan beban kerja yang tinggi. Keputusan ini dapat berdampak buruk dalam jangka panjang, karena penundaan perawatan dapat memperburuk kondisi komponen yang sudah mulai menunjukkan tanda-tanda keausan. Oleh karena itu, manajemen yang lebih ketat terhadap jadwal perawatan sangat diperlukan untuk memastikan kelancaran operasional alat berat dan mencegah kerugian besar akibat kerusakan yang tidak terduga.

c) Kerusakan dan Kegagalan Alat Berat

Dari analisis terhadap kerusakan alat berat yang terjadi, ditemukan bahwa masalah yang paling sering muncul berhubungan dengan sistem hidrolik (30%) dan mesin diesel (20%). Kerusakan pada sistem hidrolik dan mesin diesel menyebabkan penurunan performa yang signifikan, yang akhirnya menyebabkan downtime yang cukup lama. Dampak dari downtime yang terjadi tidak hanya merugikan produktivitas, tetapi juga meningkatkan biaya operasional, mengingat alat berat yang tidak dapat beroperasi memerlukan biaya tambahan untuk perbaikan.

Kerusakan pada komponen-komponen kunci seperti sistem hidrolik dan mesin diesel juga menunjukkan pentingnya pemeliharaan yang terfokus pada bagian-bagian rentan ini. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pemantauan lebih mendalam terhadap komponen-komponen yang sering

mengalami kerusakan, misalnya dengan menggunakan sistem sensor untuk mendeteksi kebocoran hidrolik atau tanda-tanda keausan pada mesin. Hal ini akan memungkinkan perbaikan dini dan mengurangi downtime yang disebabkan oleh kerusakan yang tidak terduga.

d) Biaya Pemeliharaan dan Downtime

Analisis biaya menunjukkan bahwa biaya perawatan preventif tahunan untuk setiap alat berat adalah sekitar \$5.000, yang mencakup penggantian suku cadang dan pekerjaan pemeliharaan rutin lainnya. Namun, biaya downtime akibat kerusakan tak terduga jauh lebih besar, mencapai sekitar \$15.000 per hari jika alat tidak beroperasi. Kerusakan pada mesin diesel dan sistem hidrolik menyebabkan downtime yang cukup lama, dengan rata-rata downtime per alat mencapai 8 jam per kejadian. Hal ini menunjukkan bahwa biaya downtime yang ditimbulkan jauh lebih tinggi dibandingkan biaya perawatan preventif yang dilakukan secara teratur.

Namun, meskipun biaya perawatan preventif lebih rendah, beberapa perusahaan mungkin merasa kesulitan dalam melakukan investasi awal yang diperlukan untuk jadwal perawatan yang lebih ketat. Oleh karena itu, penting bagi manajemen untuk mempertimbangkan analisis biaya dan manfaat yang lebih mendalam, agar dapat membuat keputusan yang lebih bijaksana terkait alokasi anggaran untuk pemeliharaan preventif. Perencanaan yang lebih matang dapat membantu perusahaan menghindari kerugian lebih besar akibat downtime yang tidak direncanakan.

e) Produktivitas dan Efisiensi Operasional

Berdasarkan data yang dikumpulkan, alat berat yang menjalani perawatan rutin dan preventif menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat yang hanya menjalani perawatan korektif setelah terjadinya kerusakan. Alat yang mendapatkan perawatan preventif mampu mengangkut 20-30% lebih banyak material per hari dibandingkan dengan alat yang sering mengalami kerusakan mendadak. Produktivitas yang lebih tinggi ini berkontribusi pada efisiensi operasional yang lebih baik, yang pada gilirannya berdampak positif terhadap profitabilitas proyek.

Selain itu, efisiensi operasional yang lebih tinggi juga berpotensi mempercepat penyelesaian proyek dan mengurangi biaya keseluruhan. Alat berat yang dalam kondisi prima tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga memungkinkan penjadwalan pekerjaan yang lebih fleksibel dan mengurangi resiko keterlambatan. Oleh karena itu, perusahaan harus memastikan bahwa perawatan preventif bukan hanya dilakukan untuk mengurangi kerusakan, tetapi juga untuk memaksimalkan potensi operasional alat.

III.2 Pembahasan

a) Pengaruh Strategi Perawatan Preventif terhadap Efisiensi Operasional

Berdasarkan temuan data, dapat disimpulkan bahwa penerapan perawatan preventif secara rutin berpengaruh sangat positif terhadap kinerja dan efisiensi operasional alat berat. Alat yang menjalani perawatan preventif secara terjadwal memiliki waktu operasional yang lebih panjang dan produktivitas yang lebih baik. Hal ini karena perawatan preventif membantu mencegah kerusakan besar yang bisa mengarah pada downtime yang panjang. Sebagai contoh, alat berat yang dijadwalkan untuk perawatan setiap 500 jam operasional mengalami penurunan signifikan dalam frekuensi kerusakan pada sistem hidrolik dan mesin diesel, jika dibandingkan dengan alat yang tidak menjalani perawatan rutin.

Penerapan strategi perawatan preventif yang konsisten juga berpotensi meningkatkan keandalan dan masa pakai alat berat secara keseluruhan. Dengan memperpanjang umur alat, perusahaan dapat mengurangi biaya investasi yang dibutuhkan untuk penggantian alat berat. Hal ini sangat penting untuk menjaga arus kas yang stabil, karena biaya penggantian alat berat yang mahal dapat mengganggu alokasi anggaran perusahaan untuk operasional lainnya.

b) Kerugian Akibat Downtime yang Tidak Terduga

Salah satu temuan utama dari penelitian ini adalah tingginya biaya yang disebabkan oleh downtime alat berat yang tidak terduga. Kerusakan mendadak yang tidak terdeteksi lebih awal mengakibatkan waktu henti yang panjang, yang pada gilirannya menurunkan produktivitas dan meningkatkan biaya operasional. Sebagai contoh, alat berat yang mengalami kerusakan pada mesin diesel dapat mengalami downtime hingga 8 jam per kejadian, yang menyebabkan kerugian pendapatan yang signifikan, terutama pada proyek-proyek besar yang sangat bergantung pada alat berat.

Sebagai langkah preventif, perusahaan dapat mengembangkan dan menerapkan sistem monitoring berbasis teknologi yang dapat mengidentifikasi potensi kerusakan lebih awal. Penggunaan IoT dan sensor berbasis data besar akan memungkinkan pengumpulan data yang lebih akurat dan cepat. Dengan begitu, perawatan dapat dilakukan tepat waktu, sebelum kerusakan besar terjadi, yang akan meminimalkan kerugian akibat downtime dan memaksimalkan efisiensi operasional.

c) Perbandingan Biaya Perawatan Preventif dan Korektif

Meskipun biaya perawatan preventif memerlukan investasi awal yang lebih tinggi, hasil analisis menunjukkan bahwa biaya perawatan korektif akibat kerusakan tak terduga jauh lebih besar. Sebagai contoh, biaya perbaikan pompa hidrolik yang rusak bisa mencapai \$10.000, sementara biaya perawatan preventif untuk menghindari kerusakan tersebut

hanya sekitar \$2.000 per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa perawatan preventif yang terjadwal secara rutin lebih efisien dalam mengelola biaya operasional dalam jangka panjang dan mengurangi pengeluaran untuk perbaikan mendadak yang lebih mahal.

Dengan mengintegrasikan analisis biaya jangka panjang dan evaluasi risiko, perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih baik mengenai pengelolaan anggaran pemeliharaan. Memprioritaskan perawatan preventif memungkinkan perusahaan untuk merencanakan pengeluaran dan meminimalkan kejutan biaya akibat kerusakan mendadak. Hal ini tidak hanya menguntungkan dalam hal penghematan biaya, tetapi juga memperbaiki keberlanjutan proyek dengan mengurangi ketergantungan pada perbaikan darurat yang lebih mahal.

d) Pengaruh Pelatihan Operator terhadap Kinerja Alat Berat

Hasil wawancara dengan operator alat berat mengungkapkan bahwa pelatihan yang kurang memadai dalam pengoperasian alat berat dapat mempercepat keausan alat. Operator yang tidak terlatih dengan baik cenderung mengoperasikan alat secara tidak efisien, seperti mengemudi dengan kecepatan tinggi atau tidak mengikuti prosedur operasional yang benar. Ini menyebabkan peningkatan stres pada mesin dan memperburuk keausan komponen.

Pelatihan operator tidak hanya penting dalam meningkatkan efisiensi operasional alat, tetapi juga dapat memperpanjang umur alat berat. Dengan meningkatkan keterampilan operator, kesalahan yang disebabkan oleh pengoperasian yang tidak tepat dapat diminimalkan, sehingga keausan pada komponen utama seperti sistem hidrolik dan mesin diesel dapat dikurangi. Program pelatihan berkelanjutan juga akan menciptakan kesadaran yang lebih tinggi akan pentingnya perawatan preventif di kalangan operator.

e) Dampak Sistem Pemeliharaan Terpadu terhadap Efisiensi

Penerapan sistem pemeliharaan terkomputerisasi seperti CMMS telah terbukti sangat membantu perusahaan dalam mengelola perawatan alat berat dengan lebih efisien. Dengan menggunakan CMMS, jadwal perawatan dapat diatur secara otomatis berdasarkan waktu atau jam operasi, yang secara signifikan mengurangi kemungkinan keterlambatan dalam perawatan yang dapat menyebabkan kerusakan alat.

Sistem CMMS juga mempermudah dalam melakukan analisis tren kerusakan dan menentukan jenis perawatan yang paling efektif untuk setiap alat berat. Dengan data yang lebih terorganisir, perusahaan tidak hanya bisa memperbaiki alat, tetapi juga dapat merencanakan strategi pemeliharaan yang lebih optimal dan berbasis pada kondisi alat nyata, yang pada gilirannya dapat meningkatkan daya saing perusahaan dalam industri yang sangat kompetitif.

lebih tinggi, biaya perawatan korektif yang disebabkan oleh kerusakan yang tidak terduga lebih besar. Dalam beberapa kasus, biaya perbaikan dan downtime lebih tinggi daripada biaya perawatan preventif yang sudah dijadwalkan. Misalnya, biaya perbaikan pompa hidrolik yang rusak dapat mencapai \$10,000, sedangkan biaya perawatan preventif untuk menghindari kerusakan tersebut hanya sekitar \$2,000 per tahun.

IV KESIMPULAN

IV.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan perawatan alat berat memiliki dampak yang signifikan terhadap efisiensi operasional dan produktivitas alat. Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Data Operasional Alat Berat: Penggunaan alat berat bervariasi antara sektor industri, dengan sektor konstruksi dan pertambangan menunjukkan penggunaan yang lebih intensif (10 jam per hari), sementara sektor pabrik dan fasilitas perawatan lebih rendah (6-8 jam per hari). Hal ini menunjukkan pentingnya penyesuaian jadwal perawatan berdasarkan intensitas operasional yang berbeda antar sektor.
2. Riwayat Perawatan dan Jenis Perawatan: Perawatan preventif yang dilakukan secara terjadwal setiap 500 jam operasional dapat mengurangi frekuensi kerusakan dan meningkatkan umur alat. Namun, beberapa alat yang digunakan secara intensif mengalami keterlambatan perawatan, yang berimbas pada kerusakan lebih sering dan biaya perbaikan yang lebih tinggi.
3. Kerusakan dan Kegagalan Alat Berat: Kerusakan pada sistem hidrolik dan mesin diesel adalah masalah yang paling sering terjadi. Kerusakan ini menyebabkan downtime yang signifikan, mempengaruhi produktivitas, dan meningkatkan biaya operasional. Oleh karena itu, perhatian khusus pada komponen-komponen rentan ini sangat diperlukan dalam perencanaan pemeliharaan.
4. Biaya Pemeliharaan dan Downtime: Biaya perawatan preventif yang lebih rendah dibandingkan dengan biaya perbaikan mendadak yang tinggi menunjukkan pentingnya perawatan terjadwal. Downtime yang tidak terduga menyebabkan kerugian besar, yang mencakup hilangnya pendapatan dan peningkatan biaya operasional.
5. Produktivitas dan Efisiensi Operasional: Alat berat yang menjalani perawatan rutin dan preventif menunjukkan produktivitas

yang lebih tinggi (20-30% lebih banyak material yang diangkut per hari). Perawatan preventif terbukti meningkatkan efisiensi operasional, yang berdampak positif terhadap profitabilitas proyek.

IV.2 Saran

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan pengelolaan perawatan alat berat dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional:

1. Penyesuaian Jadwal Perawatan Berdasarkan Intensitas Penggunaan: Perusahaan harus lebih memperhatikan perbedaan waktu operasional alat berat di sektor yang berbeda. Penyesuaian jadwal perawatan preventif sesuai dengan tingkat intensitas penggunaan alat akan mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan efisiensi operasional alat.
2. Penerapan Perawatan Preventif Secara Konsisten: Meskipun biaya awal perawatan preventif lebih tinggi, manfaat jangka panjang yang diperoleh berupa pengurangan frekuensi kerusakan dan downtime yang lebih sedikit dapat menghemat biaya secara keseluruhan. Oleh karena itu, perusahaan perlu memastikan bahwa perawatan preventif dilakukan secara konsisten dan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
3. Penggunaan Teknologi Pemantauan Kondisi Alat: Penerapan teknologi canggih seperti sensor IoT yang dapat memantau kondisi alat secara real-time perlu dipertimbangkan. Dengan teknologi ini, kerusakan dapat dideteksi lebih awal, memungkinkan tindakan perbaikan dilakukan sebelum kerusakan besar terjadi, yang pada akhirnya akan mengurangi downtime dan biaya perbaikan yang tinggi.
4. Pelatihan Operator Secara Rutin: Pelatihan operator yang lebih baik terkait prosedur pengoperasian alat berat sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan alat. Operator yang terlatih dengan baik cenderung mengoperasikan alat secara lebih efisien dan mengurangi keausan komponen utama alat. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengembangkan program pelatihan yang lebih komprehensif dan berkelanjutan bagi operator.
5. Implementasi Sistem Pemeliharaan Terpadu: Penggunaan sistem pemeliharaan terkomputerisasi seperti CMMS dapat membantu perusahaan mengatur jadwal perawatan secara otomatis, memantau kondisi alat, dan mengurangi kemungkinan keterlambatan dalam perawatan. Sistem ini juga memungkinkan pelacakan riwayat perawatan dan biaya yang lebih efisien,

mendukung perencanaan perawatan jangka panjang yang lebih efektif.

6. Dengan menerapkan saran-saran di atas, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional alat berat, mengurangi biaya yang tidak terduga, dan memperpanjang umur alat berat, sehingga meningkatkan profitabilitas dan kelancaran proyek secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, R., & Kumar, P. (2019). Computerized Maintenance Management Systems: A review of current practices and future trends. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 112(6), 2073-2092.
- Jones, P., & Lee, M. (2017). Maintenance management in heavy equipment operations. *Journal of Industrial Engineering*, 12(3), 45-60.
- Khan, A., & Aslam, M. (2021). Challenges in implementing predictive maintenance in heavy equipment. *Journal of Maintenance Engineering*, 34(1), 1-15.
- Smith, J., & Brown, A. (2018). The impact of IoT in predictive maintenance: Case studies in heavy equipment. *International Journal of Industrial Technology*, 15(4), 213-229.
- Smith, J., & Brown, M. (2018). The impact of IoT on heavy equipment maintenance: Reducing downtime and improving efficiency. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 45(3), 98-112.
- Taylor, R., Johnson, K., & Patel, S. (2019). Challenges in the implementation of predictive maintenance in heavy machinery. *Engineering Management Journal*, 29(1), 56-72.
- Wang, X., Zhang, Y., & Li, J. (2020). A review of predictive maintenance technology in industrial equipment. *Journal of Advanced Manufacturing*, 18(2), 89-102.
- Zhang, Y., & Wang, S. (2020). Predictive maintenance techniques for heavy equipment using IoT and machine learning. *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 92, 103596.