

**SISTEMATIC LITERATURE REVIEW : PERENCANAAN PREVENTIFE MAINTENEANCE
UNIT ALAT BERAT DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENEANCE****Muhammad Luthfi Suryaman ^{1*}, Dianta Mustofa Kamal ²**^{1,2}Program Studi Teknik Mesin , Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri JakartaE-mail : Muhammad.luthfi.suryaman.tm23@stu.pnj.ac.id^{1*}**ABSTRACT**

Designing maintenance for heavy equipment is important to keep industrial operations running smoothly, especially in the construction, mining, or material transportation sectors. Common problems that arise include sudden equipment breakdowns, unplanned downtime, and inflated costs due to disorganized maintenance. Therefore, clear and regular preventive maintenance is a key requirement. The goal is to make equipment more reliable and operational costs more efficient. This study discusses the analysis through a systematic literature review of the application of preventive maintenance with a reliability-centered maintenance approach on heavy equipment. The method used is a systematic literature review, whereby researchers collect, select, and analyze literature from various related academic sources to identify patterns, strategies, and results of the application of reliability-centered maintenance on various types of heavy equipment. The results show that reliability-centered maintenance-based preventive maintenance can reduce damage cases, extend the life of important components, and reduce equipment downtime. In addition, this approach also helps determine maintenance priorities, set service schedules, and make labor and cost usage more efficient. In essence, preventive maintenance using the reliability-centered maintenance method is effective and suitable for improving heavy equipment performance. This method can also serve as a basis for developing more sustainable and measurable maintenance strategies in the future.

Keywords : *preventive maintenance planning, heavy equipment units, reliability centered maintenance, operational efficiency, system reliability*

ABSTRAK

Merancang pemeliharaan untuk alat berat itu penting supaya operasional industri tetap lancar, apalagi di bidang konstruksi, tambang, atau transportasi material. Masalah yang sering muncul biasanya alat tiba-tiba rusak, downtime tanpa rencana, dan biaya yang membengkak karena perawatan kurang terorganisir. Karena itu, *preventive maintenance* yang jelas dan teratur jadi kebutuhan utama. Tujuannya supaya alat lebih andal dan ongkos

Article History

Received: Oktober 2025

Reviewed: Oktober 2025

Published: Oktober 2025

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



operasional lebih efisien. Kajian ini membahas analisis lewat studi literatur sistematis soal penerapan *preventive maintenance* dengan pendekatan *reliability centered maintenance* pada alat berat. Metode yang dipakai adalah *systematic literature review*, jadi peneliti mengumpulkan, memilih, dan membedah literatur dari berbagai sumber akademis yang berhubungan, untuk melihat pola, strategi, dan hasil penerapan *reliability centered maintenance* pada macam-macam alat berat. Dari hasil yang didapat, *preventive maintenance* berbasis *reliability centered maintenance* bisa menurunkan kasus kerusakan, memperpanjang usia komponen penting, dan mengurangi waktu alat tidak beroperasi. Selain itu, pendekatan ini juga membantu menentukan prioritas perawatan, mengatur jadwal servis, serta membuat penggunaan tenaga kerja dan biaya jadi lebih efisien. Intinya, *preventive maintenance* dengan metode *reliability centered maintenance* efektif dan cocok dipakai untuk meningkatkan performa alat berat. Cara ini juga bisa jadi dasar untuk mengembangkan strategi perawatan yang lebih berkelanjutan dan terukur ke depannya

Kata Kunci : perencanaan *preventive maintenance*, unit alat berat, *reliability centered maintenance*, efisiensi operasional, keandalan sistem

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri masa kini, terutama di bidang pertambangan, konstruksi, dan energi, semakin mempertegas pentingnya keandalan dalam operasional unit alat berat yang menjadi pendukung utama kegiatan produksi. Tidak berhasil atau kerusakan pada alat berat tidak hanya menyebabkan waktu henti yang signifikan, tetapi juga menimbulkan kerugian finansial, menurunnya produktivitas, hingga meningkatkan risiko keselamatan kerja. Oleh sebab itu, perencanaan pemeliharaan yang baik diakui sebagai hal yang sangat penting untuk memastikan ketersediaan, keandalan, dan masa pakai alat (Gomes et al., 2023).

Pemeliharaan kini tidak lagi dianggap sebagai tindakan yang diambil setelah terjadi kerusakan, melainkan sebagai pendekatan yang proaktif untuk mencegah munculnya kerusakan. Pemeliharaan *preventive* adalah cara yang meliputi pemeriksaan rutin, penggantian bagian, pembersihan, serta penyesuaian teknis yang dilakukan sebelum terjadi kegagalan. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi frekuensi kerusakan, memperpanjang umur alat, dan meningkatkan efisiensi biaya operasional (Liu et al., 2024). Namun, pelaksanaan pemeliharaan *preventive* konvensional sering kali menghadapi tantangan seperti interval perawatan yang kurang optimal, data kegagalan yang terbatas, serta keputusan teknis yang lebih banyak berlandaskan pengalaman ketimbang analisis ilmiah. (Gomes et al., 2023)

Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk metode yang lebih sistematis dan berbasis data dalam merumuskan kebijakan pemeliharaan yang efektif. Salah satu metode yang banyak dipakai dalam merancang strategi pemeliharaan adalah *Reliability Centered Maintenance*. RCM pertama kali diperkenalkan dalam sektor penerbangan pada tahun 1960-an (Brauer & Brauer,



1987) dan kemudian banyak diterapkan di berbagai industri untuk memastikan bahwa fungsi peralatan berjalan sesuai dengan standar keandalan dengan biaya yang minimal (da Silva et al., 2023). RCM menekankan pada identifikasi fungsi peralatan, kemungkinan kegagalan, dampak dari kegagalan, serta pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat untuk mencegah atau mengurangi dampaknya (Kaliszewski et al., 2025).

Dengan pendekatan yang analitis, RCM memungkinkan perencanaan pemeliharaan yang lebih terarah, efisien, dan sesuai dengan kondisi operasional peralatan. Dalam dunia alat berat, penggunaan RCM sangat relevan. Kompleksitas struktur mekanis, jumlah komponen yang bergerak, serta beban operasional yang tinggi menjadikan alat berat sangat rentan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, strategi pemeliharaan yang didasarkan pada RCM dapat digunakan untuk mengidentifikasi komponen penting, mengoptimalkan jadwal perawatan, dan mengurangi biaya yang muncul karena kerusakan yang tidak terduga. Pendekatan ini juga sejalan dengan perkembangan *Maintenance 4.0* yang mengintegrasikan teknologi sensor, *big data*, dan analisis prediktif untuk mendukung keputusan yang didasarkan pada bukti ilmiah (Kaliszewski et al., 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan RCM terhadap sistem mekanis dan peralatan industri dapat meningkatkan keandalan sistem lebih dari 20%, mengurangi *downtime* yang tidak direncanakan, dan merendahkan biaya operasional dalam waktu yang panjang (Liu et al., 2024) (Gomes et al., 2023). Selain itu, penggabungan RCM dengan pendekatan pemeliharaan yang berbasis risiko semakin memperkuat posisi metode ini dalam menghadapi tantangan industri yang semakin kompleks, terutama yang berkaitan dengan keselamatan dan dampak lingkungan (da Silva et al., 2023).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menyoroti tinjauan literatur sistematis mengenai perencanaan pemeliharaan preventif untuk unit alat berat dengan menggunakan metode RCM. Pendekatan tinjauan literatur sistematis dipilih untuk memberikan gambaran menyeluruh atas penelitian yang sudah ada, menilai efektivitas penerapan RCM, serta mencari celah-celah penelitian yang masih belum dijelajahi. Dengan demikian, kajian ini diharapkan dapat menjadi fondasi ilmiah bagi pengembangan strategi pemeliharaan yang lebih baik, efisien, dan responsif terhadap perubahan kebutuhan di industri alat berat.

2. METODE PENELITIAN

Isi Penelitian ini memanfaatkan metode Tinjauan Literatur Sistematis (TLS) untuk mengeksplorasi dan merangkum sejumlah kajian sebelumnya yang berkaitan dengan perencanaan pemeliharaan preventif pada alat berat dengan pendekatan Pemeliharaan Berbasis Keandalan (PBK). Pemilihan metode ini karena dapat memberikan pandangan menyeluruh tentang perkembangan kajian, variasi pendekatan, serta celah penelitian yang masih bisa diinvestigasi lebih lanjut (Khessy Nor Hamdaniaty, 2024; Arya Wiratama et al., 2022; Nurroif & Retnowati, 2022).

Langkah-langkah penelitian dilakukan secara sistematis. Pertama, identifikasi masalah dan penyusunan pertanyaan penelitian yang berfokus pada bagaimana penerapan PBK dapat meningkatkan efektivitas pemeliharaan preventif pada alat berat. Pertanyaan penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kritis, metode analisis yang diterapkan (FMEA,



Analisis Logika, Penggantian Usia, Biaya Siklus Hidup), dan hasil implementasi terkait efisiensi downtime, keandalan komponen, dan biaya perawatan (Arya Wiratama et al., 2022; Muhamat Rizal Abidin et al., 2018).

Kedua, pencarian literatur dilakukan dengan mengumpulkan artikel dari jurnal nasional dan internasional, prosiding, serta tesis atau skripsi yang berhubungan dengan pemeliharaan preventif dan PBK. Kata kunci yang digunakan mencakup: Pemeliharaan Preventif, Pemeliharaan Berbasis Keandalan, Alat Berat, *Downtime*, Analisis Mode Kegagalan dan Efek (FMEA), serta Biaya Siklus Hidup (LCC) (Khessy Nor Hamdaniaty, 2024 n.d.; 33212201007_Ram A'ang Numanul Ula Buku TA (1), n.d.).

Ketiga, seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi berupa artikel yang membahas perencanaan pemeliharaan preventif dengan pendekatan PBK pada unit alat berat atau mesin pendukung industri. Artikel yang dianggap tidak relevan atau tidak menjelaskan metodologi PBK dengan jelas akan disingkirkan. (Hidayatindustri,+Journal+manager,+119-130, n.d.; Adhan Putro Aditia Buku TA.)

Keempat, ekstraksi data dilaksanakan dengan menganalisis konten artikel yang telah terpilih. Data yang diambil meliputi: objek penelitian (*dump truck*, *ekskavator*, *crane*, *wheel loader*, *genset*), metode analisis (FMEA, MTBF, MTTR, distribusi kerusakan), hasil utama berupa interval pemeliharaan optimal, serta implikasi biaya dan keandalan (Arya Wiratama et al., 2022).

Kelima, sintesis data dihasilkan secara naratif dengan membandingkan temuan dari berbagai penelitian. Sebagai contoh, penelitian pada *dump truck* menemukan interval pemeliharaan untuk komponen kopling sebesar 1047 jam, sementara studi lain tentang ekskavator menunjukkan peningkatan keandalan sebesar 13,2% setelah pemeliharaan preventif (Prasetya & Ridlwan, 2024). Dengan membandingkan hasil-hasil tersebut, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih dalam mengenai pola penerapan PBK di berbagai jenis alat berat.

Metode TLS ini diharapkan bisa memberikan kontribusi berupa ringkasan pengetahuan yang menyeluruh mengenai strategi perencanaan pemeliharaan preventif berbasis PBK, serta mengidentifikasi peluang untuk penelitian selanjutnya demi meningkatkan keandalan operasional dan efisiensi biaya perawatan alat berat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan Tinjauan Pustaka Sistematis (SLR) terhadap artikel yang berkaitan dengan topik perencanaan pemeliharaan preventif dengan menggunakan *metode Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan variannya. Penelitian-penelitian ini mencakup berbagai jenis alat berat dan mesin seperti truk *dump*, derek, ekskavator, penggali roda, derek mobil, generator set, serta mesin yang digunakan di area penghancuran material.

Temuan studi menunjukkan bahwa penerapan RCM dapat mengenali komponen yang krusial, menetapkan jadwal pemeliharaan yang paling efisien, dan memberikan saran pemeliharaan yang lebih baik dibandingkan dengan pemeliharaan korektif. Secara keseluruhan, semua penelitian mengungkapkan bahwa sistem pemeliharaan yang masih mengutamakan pemeliharaan korektif menyebabkan waktu henti yang tinggi, biaya perbaikan yang meningkat,



serta mengurangi efisiensi operasi.

Tabel 1.
TEMUAN MASALAH DARI PENELITIAN UNIT ALAT BERAT DENGAN RCM

Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Temuan Masalah
Nikola Arya Wiratama, Asep Apriana, Minto Rahayu	Perencanaan Preventive Maintenance Unit Dump Truk dengan Metode RCM di PT. X	2022	Dump truk sering mengalami kegagalan pada kopling, rem, dan sistem bahan bakar karena hanya dilakukan corrective maintenance, bukan preventive maintenance.
Aufansyah Nurroif, Dini Retnowati	Perencanaan Preventive Maintenance Mesin Crane dengan Pendekatan Metode RCM	2022	Tingginya downtime mesin crane (311 jam/tahun) karena perawatan masih berupa corrective maintenance sehingga menimbulkan kerugian besar.
Nadilah, Sonki Prasetya, Hasvienda M. Ridlwan	Penurunan Breakdown Engine Low Power pada Excavator HX210S dengan Metode RCM	2024	Excavator HX210S mengalami breakdown sebanyak 23 kali dengan downtime 580 menit dalam 3 bulan, reliability hanya 53,2% tanpa preventive maintenance.
Ram A'ang Nu'manul Ula	Pengaruh Pemeliharaan Alat Berat dan Dampaknya terhadap Downtime dan Efisiensi Kerja pada Alat	2024	Banyak prosedur pemeliharaan yang tidak sesuai standar OMM, menyebabkan downtime tinggi dan umur pakai alat menurun.
Muhamat Rizal Abidin, Said Salim Dahda, Deny Andesta	Perencanaan Penjadwalan Perawatan Mesin Wheel Loader dengan Pendekatan RCM di PT. Swadaya Graha	2021	Downtime wheel loader tinggi karena tidak adanya penjadwalan perawatan; ditemukan 4 komponen kritis (Pump Hydraulic, Block Engine, Radiator, Boost Pump).
Adhan Putro Aditia	Analisis Perawatan Mesin pada Komponen Mobile Crane Kobelco RK 450 dengan Metode RCM II dan Age Replacement (Studi Kasus PT. Cilegon Karya Nusa)	2024	Mobile Crane sering downtime (17.411 menit/4 tahun) akibat penggunaan corrective maintenance; Hydraulic System memiliki RPN tertinggi (135).
Janu Wiyarsono	Peningkatan Perawatan Komponen Undercarriage pada Unit Excavator PC200 (Studi Kasus di PT. United Tractors Tbk.)	2015	Komponen undercarriage cepat aus karena perawatan kurang optimal, sehingga biaya perawatan meningkat dan downtime sering terjadi.
Muhammad Imam Taufik	Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode RCM II dan	2024	Genset sebagai sumber daya listrik utama sering bermasalah;



Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Temuan Masalah
	Age Replacement pada Mesin Genset (PT. Cilegon Karya Nusa)		Fuel Filter teridentifikasi sebagai komponen paling kritis dengan RPN 356.
Khessy Nor Hamdaniaty	Analisis Perawatan Mesin dan Peralatan di Area Crusher dengan Metode RCM dan LCC di PT. XYZ	2024	Downtime mesin di area crusher sangat tinggi (53%); Motor Penggerak pada Vibrating Grizzly jadi komponen kritis dengan biaya perawatan sangat besar.

Berdasarkan analisis dari sembilan studi mengenai perawatan mesin dan alat berat dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dapat disimpulkan bahwa sebagian besar masalah utama yang dihadapi perusahaan adalah tingginya waktu henti akibat lebih banyaknya *corrective maintenance* dibandingkan dengan *preventive maintenance*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wiratama dan rekan-rekan (2022), ditemukan bahwa *dump truck* di PT. X sering mengalami kerusakan pada tiga komponen utama, yaitu kopling, rem, dan sistem bahan bakar. Ini disebabkan oleh perusahaan yang hanya melakukan perbaikan setelah kerusakan terjadi, tanpa adanya rencana perawatan yang teratur.

Masalah serupa juga ditemukan dalam penelitian Nurroif dan Retnowati (2022) mengenai mesin crane di perusahaan baja *billet*. Waktu henti *crane* yang tinggi, mencapai 311 jam dalam setahun, mengakibatkan kerugian besar dan mengganggu kelancaran proses produksi. Ini menyoroti perlunya transisi dari *corrective maintenance* ke *preventive maintenance*.

Penelitian yang dilakukan oleh Nadilah dkk. (2024) menekankan tentang *excavator* HX210S yang mengalami kerusakan sebanyak 23 kali dalam jangka waktu tiga bulan dengan waktu henti mencapai 580 menit. Tanpa adanya *preventive maintenance*, tingkat keandalannya hanya 53,2%, yang menunjukkan gangguan serius pada produktivitas tambang. Penerapan *preventive maintenance* dapat meningkatkan tingkat keandalan secara signifikan.

Selaras dengan itu, Ram A'ang Nu'manul Ula (2024) menekankan bahwa prosedur pemeliharaan alat berat yang tidak sesuai dengan standar OMM menyebabkan tingginya *downtime* dan mengurangi umur pakai alat. Ini menunjukkan bahwa meskipun *preventive maintenance* dilaksanakan, jika tidak sesuai standar, hasilnya tetap tidak memuaskan.

Penelitian Abidin dkk. (2021) pada *wheel loader* di PT. Swadaya Graha juga mengungkapkan masalah *downtime* yang tinggi karena kurangnya penjadwalan perawatan. Melalui analisis RCM, mereka menemukan empat komponen kritis yang perlu diutamakan perawatannya, yaitu *pump hydraulic*, *block engine*, radiator, dan *boost pump*.

Di sisi lain, Aditia (2024) mempelajari *mobile crane* Kobelco RK450 dan menemukan bahwa dalam empat tahun, terjadi *downtime* sebanyak 17.411 menit. Sistem perawatan yang mengandalkan *corrective maintenance* menyebabkan perusahaan harus mengeluarkan biaya yang besar. Komponen *hydraulic system* menjadi yang paling kritis dengan RPN tertinggi, sehingga memerlukan strategi *preventive* dan *predictive maintenance*.

Dalam penelitian yang lebih lampau, Wiyarsono (2015) menyoroti *excavator* PC200 di PT. United Tractors, di mana komponen *undercarriage* cepat aus karena perawatan yang kurang optimal. Masalah ini menjadikan biaya perawatan tinggi dan waktu henti unit sering, dengan dampak turunnya produktivitas proyek.

Kemudian, Taufik (2024) menemukan masalah serius pada mesin genset PT. Cilegon Karya Nusa. Sebagai sumber listrik utama, setiap gangguan pada genset berpengaruh luas terhadap operasional. Komponen *fuel filter* menjadi yang paling rentan dengan RPN 356, sehingga diperlukan strategi perawatan berdasarkan RCM II dan *Age Replacement*.



Akhirnya, penelitian Hamdaniaty (2024) menyoroti area crusher di PT. XYZ, di mana downtime mesin mencapai 53%. Komponen motor penggerak pada vibrating grizzly adalah penyebab utama dengan biaya perawatan yang sangat tinggi. Melalui RCM dan biaya siklus hidup (LCC), penelitian ini menunjukkan bahwa preventive maintenance mampu mengurangi biaya hingga 53,97%.

Dari semua penelitian, dapat disimpulkan bahwa masalah utama terletak pada kurang optimalnya pelaksanaan preventive maintenance, minimnya penjadwalan perawatan, serta belum sempurnanya penerapan standar perawatan (baik OMM maupun RCM II). Hal ini berdampak langsung pada tingginya downtime, meningkatnya biaya perawatan, penurunan umur pakai komponen, dan menurunnya produktivitas perusahaan.

Tabel 2.
HASIL PENELITIAN DARI PENELITIAN UNIT ALAT BERAT DENGAN RCM

Peneliti	Judul	Tahun	Hasil/Temuan Penelitian
Wiratama dkk.	Perencanaan Preventive Maintenance Dump Truck dengan RCM	2022	Interval PM: kopling 1047 jam, rem 1711 jam, bahan bakar 1879 jam
Nurroif & Retnowati	Perencanaan Preventive Maintenance Crane dengan RCM	2022	4 komponen kritis, interval PM: brake 13,6 jam, motor 44,5 jam; hemat biaya 88%
Nadilah dkk.	Penurunan Breakdown Excavator HX210S dengan RCM	2024	Interval PM filter bahan bakar: 384 jam (reliability >90%)
Ram A'ang N. Ula	Pengaruh Pemeliharaan Alat Berat terhadap Downtime	2024	PM paling efisien (88%) dibanding TPM & RCM (86%)
Abidin dkk.	Penjadwalan Perawatan Wheel Loader dengan RCM	2021	Komponen kritis: hydraulic pump, radiator, engine block; interval PM 16-58 hari
Aditia	Analisis Perawatan Mobile Crane dengan RCM II & Age Replacement	2024	Hydraulic system paling kritis, interval perawatan tiap 7-56 hari, hemat Rp 112 juta
Taufik	Perawatan Genset dengan RCM II & Age Replacement	2024	Fuel filter paling kritis, interval PM tiap 9-61 hari, hemat Rp 2,8 juta (4 tahun)
Hamdaniaty	Analisis Perawatan Mesin Crusher dengan RCM & LCC	2024	Komponen kritis motor penggerak vibrating grizzly, biaya perawatan turun 53,97%
Wiyarsono	Peningkatan Perawatan Undercarriage Excavator PC200	2015	PM rutin memperpanjang umur komponen dan mengurangi downtime

Hasil dari kajian sistematis terhadap beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat memberikan dampak yang berarti bagi peningkatan kinerja alat berat dan mesin industri.

Studi yang dilakukan oleh Wiratama dkk. (2022) pada kendaraan *dump truck* di PT. X menemukan bahwa pendekatan perawatan yang sebelumnya hanya mengandalkan *corrective maintenance* menyebabkan kerusakan yang berulang pada komponen kopling, rem, dan sistem bahan bakar. Dengan menerapkan RCM, interval untuk preventive maintenance dapat ditentukan dengan lebih akurat, yakni 1047 jam untuk kopling, 1711 jam untuk rem, dan 1879 jam untuk sistem bahan bakar. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan *preventive maintenance* yang berlandaskan keandalan mampu mengurangi kemungkinan downtime dan meningkatkan produktivitas kendaraan.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Nurroif dan Retnowati (2022) terhadap mesin *crane* dalam industri baja *billet* mencatat tingkat *downtime* yang tinggi, yaitu 311 jam per tahun. Dengan metode RCM, empat komponen penting berhasil diidentifikasi, antara lain motor 3 *phase* dan rem, dengan interval perawatan yang spesifik, yakni 44,5 jam untuk motor dan 13,6 jam untuk rem. Selain meningkatkan keandalan, pendekatan ini juga memberikan keuntungan ekonomi dengan penghematan biaya perawatan hingga 88%, menyoroti pentingnya pengelolaan pemeliharaan yang berorientasi pada reliabilitas.

Temuan serupa ditemukan dalam kajian oleh Nadilah dkk. (2024) mengenai *excavator* HX210S. Kerusakan yang berulang akibat *low power engine* menyebabkan *downtime* yang signifikan. Dengan menerapkan RCM, interval perawatan untuk *fuel filter* ditetapkan pada setiap 384 jam, sehingga tingkat keandalan sistem tetap terjaga di atas 90%. Ini menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan preventif tidak hanya menurunkan *downtime*, tetapi juga mempertahankan performa mesin pada tingkat produksi yang stabil.

Dari sudut pandang penerapan di lapangan, Ram A'ang (2024) menunjukkan bahwa *preventive maintenance* (PM) pada alat berat Hino 500 Series terbukti lebih efisien dibandingkan dengan TPM dan RCM, dengan efisiensi *downtime* mencapai 88%. Namun, kajian ini juga menyoroti adanya kelemahan dalam perusahaan, yaitu belum sepenuhnya mengimplementasikan *standart Operation and Maintenance Manual* (OMM), yang berdampak pada tingginya variasi prosedur pemeliharaan.

Penelitian oleh Abidin dkk. (2021) terhadap *wheel loader* mengidentifikasi komponen krusial seperti *hydraulic pump*, radiator, dan *engine block* melalui FMEA dan *Logic Tree Analysis*. Dengan pendekatan RCM, jadwal perawatan yang optimal ditentukan menggunakan perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD). Interval perawatan yang ditentukan berkisar antara 16 hingga 58 hari, yang secara praktis membantu perusahaan dalam mengurangi waktu henti operasional mesin.

Di sisi lain, dua penelitian yang dilakukan di PT. Cilegon Karya Nusa oleh Aditia (2024) dan Taufik (2024) melakukan perluasan penggunaan RCM dengan memadukan metode *Age Replacement*. Dalam studi terhadap *mobil crane* Kobelco RK450, komponen *hydraulic system* diidentifikasi sebagai komponen krusial dengan interval perawatan antara 7 hingga 56 hari, yang menghasilkan penghematan biaya lebih dari Rp 112 juta dalam empat tahun. Sedangkan untuk mesin genset, komponen *fuel filter* terbukti paling penting dengan interval penggantian setiap 61 hari. Penggunaan metode kombinasi RCM II dan *Age Replacement* berhasil mengurangi biaya perawatan sebesar Rp 2,8 juta selama empat tahun.

Selain itu, Hamdaniaty (2024) menerapkan gabungan RCM dan Biaya Siklus Hidup (LCC) di area penggilingan dalam pertambangan. Analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa waktu henti awal sebesar 53% dapat diminimalkan melalui pendekatan perawatan preventif pada motor penggerak *vibrating grizzly*. Dari segi finansial, biaya perawatan berhasil dikurangi hingga 53,97%, yang menghasilkan penghematan miliaran rupiah selama masa gunakan komponen.

Terakhir, studi yang dilakukan oleh Wiyarsono (2015) di PT. United Tractors menekankan

pentingnya perawatan preventif pada bagian *undercarriage* dari *excavator* PC200. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi perawatan rutin yang disiplin dapat memperpanjang umur komponen dan sekaligus menurunkan risiko *downtime* yang dapat mengganggu kelancaran operasi pertambangan

Dengan demikian, penelitian-penelitian tersebut menegaskan bahwa perencanaan *preventive maintenance* dengan metode *Reliability Centered Maintenance* adalah pendekatan yang relevan, aplikatif, dan terbukti memberikan manfaat teknis maupun ekonomis dalam pengelolaan unit alat berat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian literatur sistematis mengenai penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) dalam merencanakan pemeliharaan preventif untuk alat berat, dapat ditarik kesimpulan bahwa metode perawatan yang berorientasi pada keandalan memberikan dampak positif yang signifikan baik secara teknis maupun ekonomi. RCM terbukti efektif dalam mengenali komponen penting, menentukan waktu perawatan yang paling tepat, serta mengurangi waktu henti dan biaya perbaikan. Temuan dari tinjauan juga memperlihatkan bahwa pelaksanaan pemeliharaan preventif yang terencana tidak hanya memperpanjang masa pakai komponen, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan kerja. Oleh karena itu, RCM menjadi pendekatan yang relevan dan praktis untuk mendukung keberlangsungan manajemen alat berat di berbagai bidang industri.

Saran

Disarankan agar penelitian di masa depan memperluas studi ini dengan memasukkan lebih banyak studi kasus dari berbagai jenis peralatan berat dan kondisi operasional, sehingga memungkinkan pandangan yang lebih holistik terhadap efektivitas RCM. Selain itu, mengintegrasikan RCM dengan teknologi pemeliharaan prediktif yang memanfaatkan sensor, big data, dan kecerdasan buatan dapat menjadi arah pengembangan yang menjanjikan untuk meningkatkan akurasi pemeliharaan terjadwal. Menekankan konsistensi dalam penerapan standar Manual Operasi dan Pemeliharaan (OMM) serta memberikan pelatihan berkelanjutan bagi teknisi sangat penting bagi praktisi di bidang ini. Sehingga rencana pemeliharaan preventif berdasarkan RCM dapat beroperasi dengan optimal dan memberikan dampak yang terlihat pada keandalan operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. R., Dahda, S. S., & Andesta, D. (2022). Perencanaan penjadwalan perawatan mesin wheel loader dengan pendekatan reliability centered maintenance di PT. Swadaya Graha. JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri), 4(2), 119–130.
- Da Silva, R. F., Melani, A. H. A., Michalski, M. A. C., & de Souza, G. F. M. (2023). Reliability and risk centered maintenance: A novel method for supporting maintenance management. Applied Sciences, 13(19), 10605.
<https://doi.org/10.3390/app131910605>
- Gomes, C., Soares, J., Lucio, J., Ribeiro, L., Gallegos, R. A. P., & Gonçalves, R. (2023). Implementation of preventive maintenance routines and the "zero breakdowns by base condition" methodology in



- an organization. *MOJ Applied Bionics and Biomechanics*, 7(1), 189–196.
<https://doi.org/10.15406/mojabb.2023.07.00194>
- Kaliszewski, N., Marian, R., & Chahl, J. (2025). A reliability centred maintenance-oriented framework for modelling, evaluating, and optimising complex repairable flow networks. *Complex & Intelligent Systems*, 11, 223.
<https://doi.org/10.1007/s40747-025-01787-y>
- Liu, Y., Tang, Y., Wang, P., Song, X., & Wen, M. (2024). Reliability-centered preventive maintenance optimization for a single-component mechanical equipment. *Symmetry*, 16(1), 16.
<https://doi.org/10.3390/sym16010016>
- Love, R. E. (1991). Reliability-centered maintenance. *Naval War College / IEEE Transactions on Reliability*.
<https://doi.org/10.1109/TR.1987.5222285>
- Nadilah, N., Prasetya, S., & Ridlwan, H. M. (2024). Penurunan breakdown engine low power pada excavator HX210S dengan menggunakan metode RCM di PT. Uniquip. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 2053–2061.
<http://prosiding.pnj.ac.id>
- Nurroif, A., & Retnowati, D. (2022). Perencanaan preventive maintenance mesin crane dengan pendekatan metode reliability centered maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, 1(2), 111–119.
<http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/jurti>
- Ula, R. A. N. (2024). Pengaruh pemeliharaan alat berat dan dampaknya terhadap downtime dan efisiensi kerja pada alat (Tugas Akhir D3). *Politeknik Negeri Madura*.
- Wiratama, N. A., Apriana, A., & Rahayu, M. (2022). Perencanaan preventive maintenance unit dump truk dengan metode reliability centered maintenance (RCM) di PT. X. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 66–72.
<http://prosiding.pnj.ac.id>