



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 12234-12241

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Perencanaan Perawatan Preventive dan Corrective Maintenance Sistem Pelumasan Excavator Caterpillar 305.5E2 Beserta Estimasi Biaya Periode 2024–2026

Dimas Septiawan*, Agus Suwarno, Annisa Syahlantina

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi

dimseptiawan@gmail.com, agussuwarno@pelitabangsa.ac.id, annisasyahlantina@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Excavator Caterpillar 305.5E2 merupakan alat berat yang memiliki peran penting dalam kegiatan konstruksi dan pertambangan. Keandalan alat sangat dipengaruhi oleh kondisi sistem pelumasan engine yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antar komponen, mencegah keausan, serta menjaga temperatur kerja mesin tetap stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kerusakan komponen pada sistem pelumasan, menyusun perencanaan preventive maintenance (PM) dan corrective maintenance (CM) periode 2024–2026, serta menghitung estimasi biaya perawatan menggunakan pendekatan nilai waktu uang. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan deskriptif melalui observasi lapangan, dokumentasi riwayat kerusakan, studi literatur, serta analisis troubleshooting pada komponen sistem pelumasan yang meliputi oil filter, oil pump, hose, oil pan, dan gasket head cylinder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dominan pada sistem pelumasan disebabkan oleh keterlambatan penggantian oli, penyumbatan oil filter, serta kebocoran pada beberapa komponen pendukung. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, disusun program perawatan yang terdiri atas inspeksi harian, perawatan bulanan (P1), tiga bulanan (P3), enam bulanan (P6), dan dua belas bulanan (P12), yang dilengkapi dengan check sheet sebagai instrumen pengendalian kegiatan perawatan. Estimasi biaya perawatan untuk periode 2024–2026 dihitung menggunakan suku bunga acuan Bank Indonesia sebesar 5,75% per tahun dan menghasilkan total biaya sebesar Rp71.126.018. Penerapan program perawatan yang terencana diharapkan mampu mengurangi downtime, meningkatkan keandalan sistem pelumasan, memperpanjang umur pakai komponen, serta mendukung efisiensi operasional Excavator Caterpillar 305.5E2 secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Excavator Caterpillar 305.5E2, Sistem Pelumasan, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Estimasi Biaya.*

1. Pendahuluan

Excavator Caterpillar 305.5E2 adalah alat berat yang banyak digunakan dalam industri konstruksi, pertanian, kehutanan, dan pertambangan. Sesuai dengan namanya, alat ini memiliki fungsi utama untuk penggalian. Selain itu, excavator juga digunakan untuk memuat muatan ke dump truck (*loading*), mengangkat material (*lifting*), dan meratakan (*grading*). Tingginya intensitas penggunaan serta kondisi overloading yang umum terjadi di lapangan membuat alat ini memerlukan perawatan yang baik agar kinerjanya tetap optimal.

Sistem pelumasan engine merupakan komponen kritis yang secara langsung memengaruhi performa operasional excavator. [1] menyebutkan bahwa sistem hidrolik dan pelumasan menjadi penentu utama performa Excavator Caterpillar 305.5E2. Pelumasan berfungsi mengurangi gesekan antar komponen bergerak, membantu pendinginan, serta mencegah keausan yang dapat menyebabkan kegagalan engine. [2] menunjukkan bahwa keandalan sistem mekanis hidrolik pada excavator sangat dipengaruhi oleh kondisi pelumasan dan performa pompa.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas strategi perawatan alat berat. [3] mengkaji efisiensi aktivitas perawatan pada excavator di quarry. [4] menerapkan metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) pada excavator kecil untuk mengoptimalkan jadwal perawatan. [5] menganalisis *preventive maintenance excavator* Liebherr menggunakan metode Six Sigma. Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum menghasilkan perencanaan perawatan yang terintegrasi dengan estimasi biaya jangka menengah yang bersifat operasional dan

dapat langsung digunakan oleh teknisi lapangan. [6] juga menegaskan bahwa kegagalan komponen pada alat berat pertambangan umumnya berawal dari buruknya manajemen pelumasan dan keterlambatan perawatan berkala.

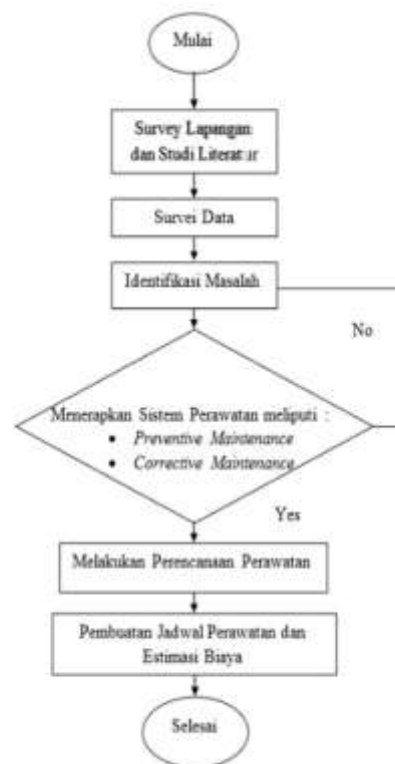
Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi identifikasi kerusakan komponen sistem pelumasan, penyusunan jadwal preventive maintenance dan corrective maintenance berbasis check sheet operasional per periode (harian, P1, P3, P6, P12), serta proyeksi estimasi biaya tiga periode (2024-2026) menggunakan konsep nilai waktu uang pada objek spesifik *Excavator Caterpillar 305.5E2*. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi penyebab kerusakan pada komponen sistem pelumasan; (2) menyusun jadwal perawatan dan *check sheet* pemeliharaan periode 2024-2026; serta (3) menghitung estimasi biaya perawatan menggunakan pendekatan nilai waktu uang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan studi kasus pada unit *Excavator Caterpillar 305.5E2* yang beroperasi pada kegiatan konstruksi di wilayah Jawa Timur. Observasi lapangan dilaksanakan pada periode Januari-Mei 2024. [7] menyebutkan bahwa pendekatan deskriptif berbasis studi kasus efektif untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap pola kegagalan aktual pada sistem perawatan mesin industri.

2.1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dilaksanakan secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan survey lapangan dan studi literatur, dilanjutkan survei data, identifikasi masalah, penerapan sistem perawatan (*preventive maintenance* dan *corrective maintenance*), melakukan perencanaan perawatan, pembuatan jadwal perawatan dan estimasi biaya, hingga diperoleh hasil akhir.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi unit, identifikasi kerusakan komponen, dan pencatatan gejala gangguan selama pengoperasian. Data sekunder diperoleh dari dokumen perawatan, spesifikasi

teknis unit, manual perawatan Caterpillar, serta jurnal ilmiah yang berkaitan dengan sistem pelumasan dan manajemen perawatan alat berat. Teknik pengumpulan data meliputi: (a) observasi lapangan kondisi aktual sistem pelumasan; (b) dokumentasi riwayat kerusakan dan penggantian komponen; serta (c) studi literatur terhadap referensi perawatan alat berat.

2.3. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui lima tahapan: (1) identifikasi komponen yang mengalami kerusakan; (2) analisis penyebab kerusakan menggunakan pendekatan troubleshooting; (3) penentuan jenis tindakan perawatan (PM atau CM); (4) penyusunan jadwal perawatan berdasarkan umur pakai komponen dan rekomendasi manual Caterpillar; serta (5) estimasi biaya menggunakan rumus nilai waktu uang [8], [9]:

$$F = P (1 + i) ^ n$$

di mana F adalah nilai biaya pada tahun proyeksi, P adalah biaya aktual tahun berjalan, i adalah suku bunga acuan Bank Indonesia (5,75% per tahun pada 2024), dan n adalah periode tahun proyeksi.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Spesifikasi Engine Excavator Caterpillar 305.5E2

Excavator Caterpillar 305.5E2 menggunakan engine model C2.4 DI dengan sistem pelumasan full pressure lubrication system di mana oli didistribusikan ke seluruh komponen engine menggunakan pompa oli bertekanan. Aliran pelumasan dimulai dari *oil pan* → *suction belt* → *oil pump* → *oil filter* → komponen *engine* (poros engkol, batang torak, torak, dinding silinder, kepala silinder, *cam shaft*). [8] menyatakan bahwa sistem pelumasan bertekanan penuh merupakan standar pada engine diesel modern karena mampu menjaga distribusi pelumas secara merata ke seluruh titik gesekan. Spesifikasi lengkap ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Engine Excavator Caterpillar 305.5E2

No	Nama	Keterangan
1	Model Engine	C2.4 DI Caterpillar
2	Jumlah Silinder	4
3	Cylinder Bore	87 mm
4	Piston Stroke	102,4 mm
5	Kapasitas Oil Engine	9,5 Liter
6	Tangki Bahan Bakar	78 Liter

3.2. Identifikasi Komponen Sistem Pelumasan dan Permasalahannya

Pada saat unit *Excavator Caterpillar* 305.5E2 dioperasikan, terdapat kerusakan pada beberapa komponen engine. Kerusakan pada sistem pelumasan engine akan berpengaruh terhadap kinerja dan tidak maksimalnya performa unit. Tabel 2 merangkum komponen pada sistem pelumasan dan permasalahan yang terjadi.

Tabel 2. Komponen pada Sistem Pelumasan Engine Excavator Caterpillar 305.5E2

No	Komponen	Permasalahan
1	Engine	Cepat panas
2	Oil filter	Saringan minyak pelumas yang tersumbat; Saringan minyak mengalami kebocoran
3	Oil pump	Pompa oli tersumbat dan tidak bisa menghisap oli dari tangki oli; Pompa oli tidak berfungsi sama sekali
4	Hose	Tersumbat; Rusak dan terjadi kebocoran
5	Oil pan	Terjadi kerusakan pada gasket dan kebocoran oli
6	Gasket head cylinder	Kerusakan pada gasket head cylinder dan terjadi kebocoran

3.3. Analisis Troubleshooting Sistem Pelumasan Engine

Agar sistem pelumasan pada engine Excavator dapat kembali berfungsi optimal, perlu dilakukan analisis penyebab kerusakan dan penentuan cara mengatasinya. [9] dan [10] menyatakan bahwa kegagalan komponen sistem pelumasan umumnya bersifat kumulatif dan dapat diprediksi melalui analisis riwayat kerusakan. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis troubleshooting secara lengkap.

Tabel 3. Troubleshooting Permasalahan pada Sistem Pelumasan Engine Excavator Caterpillar 305.5E2

No	Komponen	Permasalahan	Penyebab	Solusi
1	Engine	Cepat panas	Kekurangan minyak pelumas; Kekentalan oil engine berkurang dan kotor	Tambahkan minyak pelumas; Ganti oil engine baru setiap 9 minggu
2	Oil filter	Oil filter tersumbat	Oil engine terlalu kotor; Saringan rusak karena kotoran	Penggantian oil engine teratur setiap 9 minggu; Ganti oil filter setiap 22 minggu
3	Oil pump	Pompa tidak bisa menghisap oli	Oil engine terlalu kotor; Oil pump rusak	Bersihkan oil pump; Ganti oil pump baru setiap 52 minggu
4	Hose	Hose rusak dan bocor	Kotoran menempel pada luar hose; Hose sudah lama tidak diganti	Bersihkan bagian luar hose; Ganti hose baru setiap 58 minggu
5	Oil pan	Terjadi kebocoran	Kurangnya kencang saat menutup; Gasket oil pan sudah rusak	Kencangkan baut; Ganti gasket dan oil pan baru setiap 104 minggu
6	Gasket head cylinder	Kebocoran oli pelumas	Pengencangan baut berlebih; Permukaan head cylinder tidak rata	Kencangkan baut sesuai standar; Ratakan permukaan; Ganti gasket setiap 144 minggu

[11] mengkonfirmasi bahwa oil filter dan sistem sirkuit oli merupakan komponen dengan risiko kegagalan tertinggi pada alat berat pertambangan, konsisten dengan temuan di atas. [12] juga menegaskan bahwa risiko kegagalan excavator pada tambang erat kaitannya dengan sistem perawatan dan perbaikan yang tidak terstruktur.

3.4. Umur Komponen Sistem Pelumasan

Umur pakai komponen sistem pelumasan ditentukan berdasarkan rekomendasi manual perawatan *Caterpillar* dan kondisi pengoperasian aktual unit. [13] menegaskan bahwa penentuan interval perawatan yang tepat berdasarkan analisis keandalan merupakan faktor kunci dalam mengurangi downtime dan menekan biaya operasional jangka panjang.

Tabel 4. Umur Komponen Sistem Pelumasan Engine Excavator Caterpillar 305.5E2

No	Komponen	Umur Pakai
1	Oil engine	9 minggu (1.512 jam)
2	Oil filter	22 minggu (3.696 jam)
3	Oil pump	52 minggu (8.736 jam)
4	Hose	58 minggu (9.744 jam)
5	Oil pan	104 minggu (17.472 jam)
6	Gasket head cylinder	144 minggu (24.192 jam)

3.5. Kegiatan dan Jadwal Preventive Maintenance

Berdasarkan analisis umur pakai komponen, preventive maintenance pada engine *Excavator Caterpillar* 305.5E2 mencakup lima periode perawatan. Kegiatan PM yang dilakukan meliputi: pemeriksaan level oli, penggantian oil engine, penggantian oil filter tersumbat, penggantian *oil pump* rusak, penggantian hose bocor, dan penggantian *gasket head cylinder* rusak. Tabel 5 menunjukkan ringkasan kegiatan dan jumlah pekerja per periode.

Tabel 5. Ringkasan Kegiatan Preventive Maintenance per Periode

No	Periode	Kegiatan Utama	Durasi	Pekerja
1	Inspeksi Harian	Pengecekan level oil engine, air pendingin, oil pump	60 menit	1 Teknisi
2	P1 - Bulanan	Pengecekan kebocoran oil engine, level oli, hose, air coolant, oil filter, oil pump	120 menit	2 Teknisi
3	P3 - 3 Bulanan	Pengecekan kebocoran, level oli, hose; Penggantian oil engine; Pengecekan oil filter, oil pump, oil pan	180 menit	2 Teknisi
4	P6 - 6 Bulanan	Pengecekan kebocoran, level oli, suara asing, hose, baut cover; Penggantian oil filter, oil engine, o-ring; Pengecekan oil pan	310 menit	3 Teknisi
5	P12 - 12 Bulanan	Pengecekan kebocoran, level oli, suara asing, hose, baut cover, oil pan; Penggantian oil filter, oil engine, oil pump, o-ring	430 menit	3 Teknisi

[5] membuktikan bahwa penerapan *preventive maintenance* yang terstruktur pada *excavator* berhasil meningkatkan tingkat kesiapan alat. [4] juga menyatakan bahwa optimasi jadwal PM menggunakan pendekatan RCM mampu menekan frekuensi kerusakan tidak terduga.

3.6. Check Sheet Perawatan

Check sheet perawatan disusun sebagai instrumen standar operasional teknisi lapangan untuk memastikan konsistensi dan dokumentasi setiap kegiatan pemeliharaan. [12] menyebutkan bahwa pencatatan kondisi komponen secara teratur merupakan fondasi dari sistem perawatan preventif yang efektif. Tabel 6 menunjukkan check sheet inspeksi harian dan Tabel 7 menunjukkan check sheet perawatan P1 (bulanan).

Tabel 6. Check Sheet Perawatan Harian

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Standar	OK	Not OK	Keterangan
1	Pengecekan level oil engine	Liter	Minimal 2 strip	☐	☐	
2	Pengecekan level air pendingin pada engine	—	Tidak boleh strip Low	☐	☐	
3	Pengecekan oil pump	—	Baik dan tidak bocor	☐	☐	

Tabel 7. Check Sheet Perawatan P1 (Bulanan)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Standar	OK	Not OK	Keterangan
1	Pengecekan kebocoran oil engine	—	Bersih dan tidak bocor	☐	☐	
2	Pengecekan level oli	Liter	Minimal 2 strip	☐	☐	
3	Pengecekan hose	—	Tidak terjadi kebocoran	☐	☐	
4	Pengecekan air coolant	—	Tidak boleh strip Low	☐	☐	
5	Pengecekan oil filter	—	Baik dan tidak rembes/bocor	☐	☐	
6	Pengecekan oil pump	—	Baik dan tidak bocor	☐	☐	

Tabel 8 menunjukkan check sheet perawatan P6 (6 bulanan) yang mencakup penggantian oil engine, oil filter, dan o-ring sebagai kegiatan perawatan berkala paling lengkap sebelum P12.

Tabel 8. Check Sheet Perawatan P6 (6 Bulanan)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Standar	OK	Not OK	Keterangan
1	Pengecekan kebocoran oil engine	—	Bersih dan tidak bocor	☐	☐	
2	Pengecekan level oli	—	Minimal 2 strip	☐	☐	
3	Pengecekan suara asing pada mesin	—	Tidak ada suara asing	☐	☐	
4	Pengecekan hose	—	Baik dan tidak bocor	☐	☐	
5	Pengecekan baut cover engine	—	Lengkap dan kencang	☐	☐	
6	Pengecekan oil pan	—	Baik dan tidak rembes/bocor	☐	☐	
7	<i>Ganti: Oil engine</i>	Liter	9,5 Liter	☐	☐	
	<i>Oil filter</i>	—	1 pcs	☐	☐	
	<i>O-ring</i>	—	1 pcs	☐	☐	

3.7. Estimasi Biaya Perawatan Periode 2024-2026

Estimasi biaya perawatan dihitung berdasarkan tiga komponen utama: biaya komponen/material, biaya tenaga kerja teknisi, dan biaya material pendukung. Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan UMK 2024 sebesar Rp 2.533.341/bulan dengan jam kerja efektif 8 jam/hari, 5 hari/minggu, 4 minggu/bulan, sehingga diperoleh upah teknisi sebesar Rp 15.833/jam. Daftar harga komponen ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Daftar Harga Komponen (Sumber: Alibaba.com, 2024)

No	Nama Komponen	Satuan	Harga (Rp)
1	<i>Oil filter</i>	1 pcs	200.000
2	<i>Oil pump</i>	1 set	650.000
3	<i>Oil engine</i>	27 Liter	1.080.000
4	<i>Hose</i>	1 set	2.010.000
5	Baut	1 Pack	45.000
6	<i>Gasket head cylinder</i>	1 Set	185.000
7	Majun	15 Kg	90.000
8	Masker	1 pcs	15.000
9	Sarung Tangan	1 Lusin	30.000
10	<i>Gasket oil pan</i>	1 pcs	90.000
11	Lem Dextone	1 Kaleng	60.000
12	<i>Cairan WD-40</i>	1 Kaleng	25.500

Rekap biaya per periode PM ditunjukkan pada Tabel 10. Total biaya per tahun dihitung berdasarkan frekuensi pelaksanaan masing-masing periode dalam satu tahun.

Tabel 10. Rekap Biaya Komponen dan Tenaga Kerja Preventive Maintenance per Periode

Periode	Kegiatan	Biaya Komponen (Rp)	Biaya TK (Rp)	Total/Kegiatan (Rp)	Frek./Tahun
Harian	Inspeksi harian	17.000	15.833	32.833	±351
P1 Bulanan	Perawatan bulanan	64.000	63.332	127.332	8 kali
P3 – 3 Bulanan	Penggantian oil engine	444.000	94.998	538.998	2 kali

P6 – 6 Bulanan	Ganti oil engine + filter + WD-40	712.000	237.495	949.495	1 kali
P12 – 12 Bulanan	Ganti semua komponen	1.377.000	403.741	1.780.741	1 kali

Estimasi biaya total tiga periode dihitung menggunakan proyeksi nilai waktu uang $F = P(1+i)^n$ dengan suku bunga Bank Indonesia 5,75% per tahun. Biaya aktual 2024 sebesar Rp 16.351.741, tahun 2025 sebesar Rp 16.171.523, dan tahun 2026 sebesar Rp 16.187.106. Hal ini konsisten dengan metodologi estimasi biaya perawatan yang dikemukakan [14] dan [15].

Tabel 11. Estimasi Biaya Total Perawatan Engine Excavator Caterpillar 305.5E2 Periode 2024–2026

No	Tahun	Biaya Perawatan (Rp)	Suku Bunga BI	Perkiraan Biaya $F=P(1+i)^n$ (Rp)
1	2024	16.351.741	5,75%, n=1	17.291.996
2	2025	16.171.523	5,75%, n=2	24.185.011
3	2026	16.187.106	5,75%, n=3	29.649.011
Total Estimasi Biaya 2024-2026				Rp 71.126.018

Total estimasi biaya perawatan selama tiga periode sebesar Rp 71.126.018. Angka ini mencerminkan biaya planned maintenance yang jauh lebih rendah dibandingkan potensi kerugian akibat *unplanned downtime*. [15] membuktikan bahwa integrasi perencanaan perawatan berbasis risiko mampu menekan biaya total pemeliharaan secara signifikan. [3] juga menunjukkan bahwa kegiatan perawatan terencana pada excavator mampu memperpanjang umur pakai komponen wear secara signifikan dibandingkan perawatan reaktif.

3.8 Pembahasan Implementasi Preventive Maintenance

Penerapan preventive maintenance pada sistem pelumasan Excavator Caterpillar 305.5E2 memberikan manfaat yang signifikan terhadap peningkatan keandalan alat dan efisiensi operasional perusahaan. Berdasarkan hasil identifikasi kerusakan yang telah dilakukan, sebagian besar gangguan pada sistem pelumasan disebabkan oleh keterlambatan penggantian oli, penyumbatan oil filter, serta kebocoran pada komponen pendukung seperti hose, oil pan, dan gasket head cylinder. Kerusakan tersebut pada umumnya berkembang secara bertahap dan dapat dicegah melalui pelaksanaan inspeksi serta perawatan berkala sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

Penyusunan jadwal preventive maintenance berdasarkan umur pakai komponen memungkinkan kegiatan pemeliharaan dilakukan sebelum komponen mengalami kegagalan fungsi. Dengan demikian, potensi terjadinya kerusakan mendadak dapat diminimalkan sehingga kontinuitas operasional alat dapat tetap terjaga. Pemeriksaan harian terhadap level oli, kondisi oil pump, dan sistem pendingin juga berperan penting dalam mendeteksi gejala awal kerusakan sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat sebelum berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.

Selain meningkatkan keandalan alat, penerapan preventive maintenance juga memberikan dampak positif terhadap pengendalian biaya perawatan. Biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan perawatan terencana cenderung lebih rendah dibandingkan biaya yang timbul akibat kerusakan mendadak atau unplanned maintenance. Kerusakan besar pada engine akibat kegagalan sistem pelumasan dapat menyebabkan biaya perbaikan yang jauh lebih tinggi, termasuk biaya penggantian komponen utama, biaya tenaga kerja tambahan, serta kerugian akibat berhentinya aktivitas operasional. Oleh karena itu, investasi pada kegiatan preventive maintenance merupakan langkah yang lebih ekonomis dalam jangka panjang.

Check sheet perawatan yang disusun dalam penelitian ini juga memberikan manfaat sebagai alat kontrol dan dokumentasi pelaksanaan pemeliharaan. Melalui pencatatan kondisi komponen secara berkala, teknisi dapat memantau perubahan kondisi alat dari waktu ke waktu serta melakukan evaluasi terhadap efektivitas program perawatan yang diterapkan. Dokumentasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam penyusunan jadwal perawatan berikutnya maupun dalam perencanaan pengadaan suku cadang.

Berdasarkan hasil estimasi biaya perawatan periode 2024–2026 sebesar Rp71.126.018, penerapan preventive maintenance dinilai mampu memberikan keseimbangan antara biaya pemeliharaan dan tingkat keandalan alat.

Program perawatan yang terstruktur tidak hanya membantu memperpanjang umur pakai komponen sistem pelumasan, tetapi juga mendukung peningkatan produktivitas alat melalui pengurangan downtime dan peningkatan kesiapan operasional. Dengan demikian, preventive maintenance dapat dijadikan sebagai strategi utama dalam pengelolaan perawatan Excavator Caterpillar 305.5E2 untuk mencapai efisiensi biaya dan keberlangsungan operasi yang lebih baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1). Kerusakan utama pada sistem pelumasan *Excavator Caterpillar* 305.5E2 terletak pada komponen *oil pump* dan *oil filter*. Troubleshooting *oil pump* disebabkan oleh tersumbatnya kotoran yang mengakibatkan tidak bisa menghisap oli dari *oil pan*. Kerusakan lain meliputi penyumbatan dan kebocoran *oil filter*, kebocoran *hose*, *oil pan*, dan *gasket head cylinder*; keseluruhan disebabkan oleh keterlambatan pelaksanaan perawatan berkala. 2). Jadwal perawatan disusun dalam lima periode (harian, P1, P3, P6, P12) dilengkapi check sheet operasional yang dapat digunakan sebagai instrumen standar teknisi lapangan untuk memastikan konsistensi dan dokumentasi kegiatan pemeliharaan. Perencanaan perawatan menggunakan metode preventive maintenance dengan memperhatikan jam kerja engine sebagai tolak ukur perawatan. 3). Total estimasi biaya perawatan dan perbaikan mesin *Excavator Caterpillar* 305.5E2 pada periode 2024–2026 menggunakan metode *preventive maintenance* (PM) dan *corrective maintenance* (CM) sebesar Rp 71.126.018, dihitung menggunakan proyeksi nilai waktu uang dengan suku bunga Bank Indonesia 5,75% per tahun. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) atau *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) agar strategi perawatan dapat lebih terukur berdasarkan data kegagalan yang lebih komprehensif.

Referensi

- [1] A. Muis *et al.*, "Hydraulic System Performance on the Caterpillar 305.5E2 Excavator Unit," *Int. J. Curr. Sci. Res. Rev.*, vol. 08, no. 11, Nov. 2025, doi: 10.47191/ijcsrr/V8-i11-43.
- [2] W. Liu, Q. Zeng, L. Wan, J. Liu, and H. Dai, "Reliability Importance Measures considering Performance and Costs of Mechanical Hydraulic System for Hydraulic Excavators," *J. Sensors*, vol. 2022, pp. 1–13, Jan. 2022, doi: 10.1155/2022/5748288.
- [3] V. A. Florea and M. Toderas, "Efficiency of Maintenance Activities in Aggregate Quarries: A Case Study of Wear Parts on Loaders and Excavators," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 17, p. 7649, Aug. 2024, doi: 10.3390/app14177649.
- [4] I. L. Kusminah, A. N. Rachmat, and D. A. Nurjanah, "Optimizing Small Excavator Maintenance Activity Planning Using the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Method II," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 9, no. 1, Mar. 2024, doi: 10.12962/j25481479.v9i1.19844.
- [5] I. A. A. Putri, F. D. Sitania, and Y. Sukmono, "Preventive Maintenance Analysis to Improve the Readiness of Heavy Equipment Hydraulic Excavator Liebherr R9250 & R9350 with Six Sigma Method at PT. XYZ," *IJIEM - Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 5, no. 3, p. 701, Mar. 2025, doi: 10.22441/ijiem.v5i3.22917.
- [6] P. Odeyar, D. B. Apel, R. Hall, B. Zon, and K. Skrzypkowski, "A Review of Reliability and Fault Analysis Methods for Heavy Equipment and Their Components Used in Mining," *Energies*, vol. 15, no. 17, p. 6263, Aug. 2022, doi: 10.3390/en15176263.
- [7] M. Moleda, B. Malysiak-Mrozek, W. Ding, V. Sunderam, and D. Mrozek, "From Corrective to Predictive Maintenance—A Review of Maintenance Approaches for the Power Industry," *Sensors*, vol. 23, no. 13, p. 5970, Jun. 2023, doi: 10.3390/s23135970.
- [8] I. P. Mulyatno, O. Mursid, H. Yudo, and S. Nurhumairoh, "Maintenance Analysis Based on Reliability of Main Engine Lubrication System with Markov Method," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 7, no. 4, Dec. 2022, doi: 10.12962/j25481479.v7i4.14406.
- [9] T. Handoyo, D. W. Handani, A. Sudaryanto, and D. F. Prasetyo, "Prioritization of Research Vessel Lubricating Oil System Equipment for Maintenance Purpose Using Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) Method. Study Case: RV. Baruna Jaya," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 20, no. 2, pp. 187–200, May 2023, doi: 10.14710/kapal.v20i2.52700.
- [10] A. Umron, W. Hardi, and R. Hartono, "Performance Analysis of Lubrication System on SWD 6TM410 Diesel Engine," *Nusant. Sci. Technol. Proc.*, pp. 1–11, Apr. 2025, doi: 10.11594/nstp.2025.4801.
- [11] Amanuel Daya and Joel Leonard, "Maintenance plan improvement using failure mode effect and criticality analysis: A case study on mining equipment," *Eng. Sci. Technol. J.*, vol. 6, no. 3, pp. 86–103, Apr. 2025, doi: 10.51594/estj.v6i3.1879.
- [12] A. E. Salimov, D. A. Shibanov, and S. L. Ivanov, "Failure risks of mine excavator associated with its maintenance and repair," *Min. Ind. J. (Gornay Promishlennost)*, no. 2/2024, pp. 97–102, May 2024, doi: 10.30686/1609-9192-2024-2-97-102.
- [13] F. Rahman, F. Herlina, I. Trianiza, and S. Arief, "Integrasi Analisis Reliability Dan Availability Dalam Penentuan Interval Perawatan Optimal Excavator," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 14, no. 1, pp. 167–180, Apr. 2026, doi: 10.32487/jtt.v14i1.3017.
- [14] D. S. Thomas and B. Weiss, "Maintenance Costs and Advanced Maintenance Techniques: Survey and Analysis," *Int. J. Progn. Heal. Manag.*, vol. 12, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.36001/ijphm.2021.v12i1.2883.
- [15] I. Amallynda, E. Saifudin, and M. Lukman, "Integration of risk based maintenance (RBM) and cost of unreliability (COUR) methods in machine maintenance planning: A case study," 2024, p. 050006. doi: 10.1063/5.0194624.