

Analisis Penyebab Engine Jammed pada Excavator Komatsu PC1250 Berdasarkan Data VHMS dan Evaluasi Teknis Sistem Pendingin

Rayhan Arveno¹, Ahmad Maksum^{1*}, Tia Rahmiati¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author E-mail address: ahmad.maksum@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Engine jammed merupakan salah satu bentuk kegagalan kritis pada alat berat yang dapat menyebabkan downtime tinggi dan kerugian operasional yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya engine jammed pada unit Excavator Komatsu PC1250 berdasarkan data Vehicle Health Monitoring System (VHMS) dan evaluasi teknis sistem pendingin. Penelitian dilakukan menggunakan data trend VHMS, histori breakdown, histori penambahan coolant, oil analysis, serta hasil inspeksi visual komponen cooling system. Analisis dilakukan melalui pendekatan trend analysis dan evaluasi teknis, dilanjutkan dengan Root Cause Analysis (RCA) menggunakan metode 5 Why untuk menelusuri akar penyebab utama, guna mengidentifikasi hubungan antara peningkatan temperatur engine, penurunan fan pressure, coolant loss, dan kondisi aktual komponen pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa engine jammed diawali oleh kondisi overheating yang terjadi secara berulang dan progresif sejak Juli 2025. Indikasi utama ditunjukkan oleh peningkatan temperatur coolant, engine oil, dan hydraulic oil, penurunan pressure fan system, serta peningkatan volume penambahan coolant secara signifikan. Evaluasi teknis menunjukkan adanya penurunan performa cooling system akibat coolant loss progresif, penurunan efektivitas perpindahan panas pada cooling package, serta degradasi pada fan cooling system. Kombinasi faktor tersebut menyebabkan engine overheating berulang hingga berujung pada engine jammed.

Kata-kata kunci: Engine jammed, overheating, cooling system, VHMS, PC1250

Abstract

Engine jammed is a critical failure in heavy equipment that can cause significant downtime and operational losses. This study aims to analyze the causes of engine jammed in a Komatsu PC1250 Excavator based on Vehicle Health Monitoring System (VHMS) data and technical evaluation of the cooling system. The study used VHMS trend data, breakdown history, coolant addition history, oil analysis, and visual inspection results of cooling system components. The analysis was conducted using trend analysis and technical evaluation, followed by Root Cause Analysis (RCA) using the 5 Why method to trace the underlying root causes, in order to identify the relationship between increasing engine temperature, decreasing fan pressure, coolant loss, and the actual condition of cooling components. The results show that engine jammed was preceded by repeated and progressive overheating since July 2025. Major indications included increasing coolant, engine oil, and hydraulic oil temperatures, decreasing fan system pressure, and a significant increase in coolant addition volume. Technical evaluation indicates that cooling system performance degradation was caused by progressive coolant loss, reduced heat transfer effectiveness in the cooling package, and degradation in the fan cooling system. These combined factors led to repeated engine overheating and eventually resulted in engine jammed.

Keywords: Engine jammed, overheating, cooling system, VHMS, PC1250

1. PENDAHULUAN

Excavator merupakan alat berat yang banyak digunakan pada industri pertambangan dan konstruksi karena memiliki kemampuan kerja tinggi dalam proses penggalian, pemuatan, dan pemindahan material. Pada unit excavator kelas besar seperti Komatsu PC1250, keandalan *engine* menjadi faktor utama yang menentukan performa operasional unit [1], [2]. *Engine* bekerja pada beban tinggi secara kontinu sehingga memerlukan sistem pendingin yang mampu menjaga *temperatur* kerja tetap berada dalam batas normal agar performa dan umur pakai komponen tetap optimal.

Cooling system memiliki peran penting dalam mengontrol *temperatur engine* dengan cara menyerap dan melepaskan panas hasil pembakaran [1], [3]. Komponen utama seperti *radiator*, *fan cooling system*, *water pump*, *aftercooler*, dan *coolant* bekerja secara terintegrasi untuk menjaga kestabilan *temperatur* kerja *engine*. Penurunan performa pada salah satu komponen *cooling system* dapat menyebabkan pelepasan panas tidak optimal, sehingga memicu peningkatan *temperatur engine* secara bertahap hingga terjadi *overheating*. Jika kondisi *overheating* berlangsung secara berulang tanpa penanganan yang tepat, risiko terjadinya kerusakan mayor seperti *engine jammed* akan meningkat [4], [5].

Engine jammed merupakan salah satu bentuk kegagalan kritis pada alat berat yang dapat menyebabkan *downtime* tinggi, peningkatan biaya *maintenance*, dan kerugian operasional yang signifikan. Pada unit Excavator Komatsu PC1250, terjadi kegagalan *engine jammed* pada Januari 2026 yang didahului oleh kondisi *engine overheating* berulang selama beberapa bulan sebelumnya. Data *monitoring* menunjukkan adanya peningkatan *temperatur coolant*, *engine oil*, dan *hydraulic oil* secara bertahap sejak Juli 2025. Selain itu, terjadi penurunan *pressure fan system* yang diikuti peningkatan frekuensi penambahan *coolant* secara signifikan menjelang terjadinya kegagalan.

Perkembangan teknologi *monitoring* berbasis kondisi seperti *Vehicle Health Monitoring System* (VHMS) memungkinkan identifikasi dini terhadap abnormalitas parameter operasional unit [6], [7]. Melalui analisis data *monitoring*, histori *maintenance*, dan evaluasi teknis komponen, potensi kerusakan dapat diidentifikasi sebelum berkembang menjadi *failure* yang lebih serius. Oleh karena itu, analisis terhadap data VHMS menjadi penting untuk memahami hubungan antara tren kenaikan *temperatur*, penurunan performa *cooling system*, dan risiko *engine failure*.

Penelitian terdahulu mengenai kegagalan *cooling system* pada alat berat umumnya masih terbatas pada evaluasi komponen secara individual, seperti analisis kegagalan fan motor pada Bulldozer Komatsu D155-6 [8] maupun kajian diagnosis *overheating* pada mesin pembakaran internal secara umum [5]. Studi serupa juga dilakukan pada unit excavator lain, seperti analisis kegagalan *cooling system* pada Excavator Takeuchi TB150C yang menyebabkan *overheating* pada *engine* [9], serta upaya mitigasi *overheat* pada mesin traktor multiguna berbasis evaluasi teknis komponen pendingin [10]. Penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan data condition monitoring (VHMS) secara sistematis dengan histori *maintenance* dan inspeksi teknis, serta belum memfokuskan analisis hingga pada kegagalan *engine jammed* secara spesifik. Hal ini menjadi celah penelitian yang akan diisi melalui pendekatan Root Cause Analysis berbasis data multi-source pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya *engine jammed* pada Excavator Komatsu PC1250 berdasarkan data *Vehicle Health Monitoring System* (VHMS) dan evaluasi teknis sistem pendingin. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran teknis mengenai faktor penyebab utama kegagalan serta menjadi dasar dalam meningkatkan efektivitas *monitoring* kondisi unit dan strategi *maintenance* untuk mencegah terjadinya kegagalan serupa di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah unit excavator Komatsu PC1250 yang mengalami kegagalan *engine jammed* pada Januari 2026, dioperasikan oleh PT XYZ pada area pertambangan di Kalimantan Selatan. Penelitian difokuskan pada evaluasi teknis komponen *cooling system*, meliputi *radiator*, *fan cooling system*, *aftercooler*, dan *water pump*.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil inspeksi visual langsung terhadap kondisi fisik komponen *cooling system*, hasil pengukuran teknis *fan speed* dan *drain volume*

check sesuai prosedur pabrikan [1], serta hasil wawancara dengan teknisi lapangan terkait riwayat gangguan unit. Data sekunder berupa data historis *Vehicle Health Monitoring System* (VHMS), data *Program Analisa Pelumas* (PAP), histori penambahan *coolant*, histori *maintenance* dan *breakdown* unit, serta data *lifetime component* dari sistem *Condition Based Maintenance* (CBM) perusahaan.

2.3 Variabel dan Parameter Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua kelompok variabel. Variabel bebas meliputi kondisi teknis komponen *cooling system*, yaitu radiator (core dan cap radiator), fan pump, *fin radiator* dan *aftercooler*, serta *water pump*. Variabel terikat meliputi parameter operasional yang merepresentasikan performa *cooling system*, yaitu *coolant temperature*, *engine oil temperature*, *hydraulic oil temperature*, *fan pump pressure*, *volume internal leak fan pump*, serta volume dan frekuensi penambahan *coolant*.

Pengujian dan evaluasi teknis dilakukan dengan mengacu pada parameter standar pabrikan sebagai batas pembandingan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Parameter	Batas/Standar Pabrikan	Kondisi Pengukuran
<i>Coolant Temperature</i>	Maks 95 ° C	Ambang <i>Critical</i> pada sistem VHMS
<i>Engine Oil Temperature</i>	Maks 115 ° C	Ambang <i>Critical</i> pada sistem VHMS
<i>Hydraulic Oil Temperature</i>	Tidak ada ambang <i>Critical/Caution</i> spesifik pada sistem VHMS	Dipantau melalui tren historis (kisaran 84–96°C)
Fan pump	Maks 4,5 Liter	Kondisi <i>engine high idle</i> , <i>fan mode</i> 100%

Tabel 1 Parameter

2.4 Tahapan Penelitian

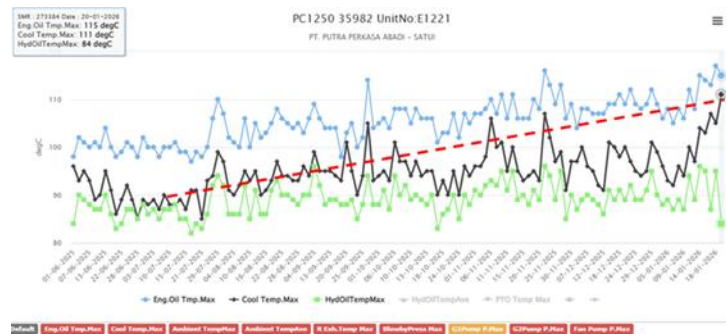
Penelitian dilaksanakan melalui tahapan sistematis sebagai berikut.

- Identifikasi masalah, yaitu menemukan indikasi abnormalitas parameter operasional unit PC1250 berdasarkan pemantauan data VHMS.
- Pengumpulan data tren *temperatur*, *fan pressure*, hasil PAP, dan Histori penambahan *coolant* pada periode Juli 2025–Januari 2026.
- Evaluasi teknis komponen *cooling system* melalui inspeksi visual dan pengukuran aktual, dibandingkan terhadap standar pabrikan.
- Analisis data dilakukan melalui dua tahap: (1) trend analysis terhadap data VHMS untuk mengidentifikasi pola kenaikan temperatur dan penurunan fan pressure dibandingkan terhadap parameter acuan pabrikan (Tabel 2); serta (2) Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan 5 Why untuk menelusuri akar penyebab dari setiap indikasi abnormal yang teridentifikasi, hingga diperoleh root cause utama penurunan performa *cooling system*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Monitoring Data VHMS

Analisis awal dilakukan menggunakan data *Vehicle Health Monitoring System* (VHMS) untuk mengevaluasi perubahan parameter operasional unit sebelum terjadinya *engine jammed*. Parameter utama yang dianalisis meliputi *coolant temperature*, *engine oil temperature*, *hydraulic oil temperature*, dan *pressure fan system*.

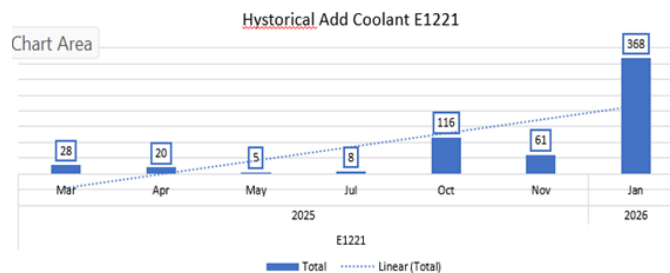


Gambar 1 Grafik Peningkatan Working Temperature

Berdasarkan Gambar 1, data *monitoring* menunjukkan adanya peningkatan *temperatur coolant, engine oil*, dan *hydraulic oil* secara bertahap sejak Juli 2025. Pada periode yang sama, *pressure fan system* menunjukkan tren penurunan yang mengindikasikan adanya *abnormalitas* pada sistem pendingin. Data VHMS mencatat *Cool Temp. Max* meningkat mendekati ambang *Critical* sebesar 95°C dan *Eng. Oil Temp. Max* mendekati ambang *Critical* sebesar 115°C menjelang Januari 2026. Sementara itu, *Hydraulic Oil Temperature* menunjukkan tren kenaikan dari kisaran $84\text{--}90^{\circ}\text{C}$ pada pertengahan 2025, meskipun parameter ini tidak memiliki ambang batas *Critical* tersendiri pada sistem VHMS. Pada periode yang sama, *Fan Pump P.Max* menurun dari $255,95\text{ kg/cm}^2$ pada Mei 2025 menjadi berkisar 170 kg/cm^2 pada Januari 2026, berada di bawah ambang batas *Critical* sebesar 240 kg/cm^2 .

3.2 Histori Penambahan Coolant

histori penambahan *coolant* menunjukkan adanya peningkatan frekuensi dan volume penambahan *coolant* menjelang terjadinya engine jammed.



Gambar 2 Histori Penambahan Coolant Unit

Berdasarkan Gambar 2, volume penambahan *coolant* meningkat dari rata-rata $5\text{--}28$ liter per kejadian pada awal 2025 menjadi $36\text{--}106$ liter per kejadian pada periode Oktober 2025 hingga Januari 2026, termasuk tiga kali status *breakdown* unit yang terkait langsung dengan kondisi *coolant*. Kondisi ini menunjukkan adanya *coolant loss* yang terjadi secara progresif pada *cooling system*.

3.3 Evaluasi Cooling system

Evaluasi teknis dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi aktual komponen *cooling system* yang berpotensi menyebabkan penurunan performa pendinginan.

Komponen	Temuan
<i>Radiator Core & Cap Radiator</i>	<i>Overdue lifetime</i> (114%–228%); kebocoran pada <i>neck radiator</i>
<i>Fin Radiator & Aftercooler</i>	Tertutup kontaminasi debu dan lumpur (<i>dirty/clogged</i>)
<i>Fan Pump</i>	<i>Internal leak</i> (<i>drain volume</i> > 6 liter, standar maks. 4,4–4,5 liter)

Tabel 2 Hasil Temuan

Berdasarkan Tabel 2, ditemukan beberapa *abnormalitas* pada *cooling system*. Pada komponen *radiator*, teridentifikasi dua masalah berbeda: (1) *Radiator Core* dan *Cap Radiator* telah melewati batas *lifetime* standar pabrikan (*overdue* 114%–228%) namun belum dilakukan penggantian, menjadi sumber utama kebocoran dan kehilangan *coolant* secara progresif; serta (2) permukaan *fin radiator* dan *aftercooler* tertutup kontaminasi debu dan lumpur, yang menurunkan efektivitas perpindahan panas pada *cooling package*. Pada *fan cooling system*, ditemukan *internal leak* pada fan pump yang menyebabkan penurunan *pressure* dan *airflow* pendingin. Kombinasi ketiga kondisi tersebut—kehilangan *coolant* progresif, penurunan efektivitas perpindahan panas, dan penurunan performa *fan pump*—menyebabkan *cooling system* tidak mampu bekerja secara optimal, sehingga *engine* mengalami *overheating* berulang hingga akhirnya terjadi *engine jammed*. Selain ketiga temuan tersebut, inspeksi visual turut mengindikasikan adanya korosi dan potensi kebocoran pada *pompa air*; namun temuan ini masih bersifat awal dan memerlukan validasi lebih lanjut melalui inspeksi *pembongkaran*, sehingga tidak dijadikan dasar dalam analisis *Root Cause Analysis* pada sub-bab berikut.

3.4 Analisis Akar Penyebab

Untuk menelusuri akar penyebab dari tiga faktor teknis yang teridentifikasi pada sub-bab sebelumnya, dilakukan analisis menggunakan metode 5 *Why* terhadap masing-masing fungsi inti *cooling system*: sirkulasi/volume *coolant*, perpindahan panas pada *cooling package*, dan aliran udara pendingin. Hasil penelusuran akar penyebab dirangkum pada Tabel 3.

Faktor	Akar Masalah
Sirkulasi/Volume Pendingin	<i>Radiator Core</i> dan <i>Cap Radiator</i> telah melewati batas <i>lifetime</i> standar pabrikan (114–228%) namun belum diganti, menyebabkan degradasi <i>sealing</i> dan kebocoran pada <i>neck radiator</i>
Perpindahan Panas	Strategi <i>preventive maintenance</i> (<i>washing</i>) belum disesuaikan dengan tingkat kontaminasi aktual area operasi, menyebabkan akumulasi debu/lumpur berulang pada <i>fin radiator</i> dan <i>aftercooler</i>
Aliran Udara Pendingin	Kebocoran <i>internal</i> pada <i>Fan pump</i> akibat kontaminasi <i>oil hidrolik</i> yang menyebabkan <i>gap</i> pada <i>gear pump</i> , meskipun komponen masih berada pada kondisi <i>lifetime</i> Normal (69% penggunaan)

Tabel 3 RCA

Ketiga akar masalah tersebut menunjukkan pola yang konsisten: seluruh indikasi awal telah terdeteksi oleh sistem VHMS sejak Juli 2025, namun tindak lanjut perbaikan tidak dieksekusi secara tuntas hingga unit mengalami *engine jammed* pada Januari 2026. Temuan ini menunjukkan bahwa akar masalah utama kegagalan *engine* PC1250 bukan terletak pada kegagalan sistem *monitoring* dalam mendeteksi *abnormalitas*, melainkan pada tidak optimalnya eksekusi tindak lanjut terhadap deviasi yang telah terdeteksi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Hasil analisis data *monitoring*, histori pemeliharaan, dan evaluasi teknis pada Bab 3, dapat disimpulkan bahwa *engine jammed* pada unit PC1250 disebabkan oleh penurunan performa *cooling system* secara progresif sejak Juli 2025 akibat tiga faktor yang berkontribusi secara paralel: (1) kebocoran dan kehilangan *coolant* akibat *Radiator Core* dan *Cap Radiator* yang telah melewati *lifetime* standar pabrikan (114%–228%); (2) penurunan efektivitas perpindahan panas akibat *fin radiator* dan *aftercooler* yang tertutup kontaminasi debu dan lumpur; serta (3) penurunan tekanan dan aliran udara pendingin akibat kebocoran *internal* pada *Fan pump*.

Kontribusi utama penelitian ini menunjukkan bahwa akar masalah utama kegagalan *engine* PC1250 bukan terletak pada kegagalan sistem *monitoring* dalam mendeteksi *abnormalitas*, melainkan pada tidak optimalnya eksekusi tindak lanjut terhadap deviasi yang telah terdeteksi: seluruh indikasi awal ketiga faktor tersebut telah

terdeteksi oleh sistem VHMS sejak Juli 2025, namun tindak lanjut perbaikan tidak dieksekusi secara tuntas hingga unit mengalami *engine jammed* pada Januari 2026.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa tindakan disarankan untuk mencegah terulangnya kegagalan serupa. **Pertama**, penggantian *Radiator Core* dan *Cap Radiator* perlu dipercepat melalui mekanisme eskalasi terhadap komponen yang telah *overdue lifetime*. **Kedua**, interval dan metode *washing radiator* perlu disesuaikan dengan tingkat kontaminasi aktual area operasi, mengingat *washing* periodik yang telah dilakukan belum efektif mencegah akumulasi kontaminan secara berulang. **Ketiga**, pengecekan dan pengendalian kontaminasi pada sistem *oil hidraulik* perlu dilakukan secara berkala, mengingat kontaminasi tersebut teridentifikasi sebagai penyebab *internal leak* prematur pada *fan pump*. Keempat, *teardown inspection* pada *water pump* disarankan untuk memastikan akar penyebab kebocoran secara teknis, mengingat komponen ini masih berada pada kondisi *lifetime* Normal.

REFERENSI

- [1] Komatsu, "Shop Manual PC 1250-8." [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/500453860/PC1250-8-Shop-Manual>
- [2] M. Sholeh, Y. Umniyati, D. Hendriana, and H. Nasution, "Design and Implementation of an IoT-Based Heavy Equipment Engine Overheating Prevention System Using LoRa Communication for Remote Monitoring and Cooling Control," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, hlm. 75–88. vol. 12, no. 01, 2026.
- [3] M. A. Wicaksana, N. N. Farida, Santoso, dan M. A. Rizza, "Perancangan Alat *Safety Device* untuk Mencegah Kerusakan Komponen Akibat *Engine Overheat*," *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 4, hlm. 74–87, 2025.
- [4] P. Agustiar Ma, W. Pracoyo, and F. Azharul, "Analysis of the Impact of Failure of the Caterpillar 3500 Series Generator Cooling System," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2020, [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [5] J. Pilicita, J. Domínguez, C. Torresano, and B. Salazar, "Diagnosis and Prevention of Overheating in Internal Combustion Engines," *SCT Proc. Interdiscip. Insights and Innovations*, vol. 3, p. 429, 2025, doi: 10.56294/piii2025429.
- [6] M. H. Nur, D. Hendriana, and G. Baskoro, "Real-Time Temperature Monitoring VHMS Dashboard Development to Reduce Component Unscheduled Breakdown," *BIP's J. BISNIS Perspekt.*, vol. 17, no. 1, pp. 93–107, 2025, doi: 10.37477/bip.v17i1.697.
- [7] F. Rizal Hidayat, I. Made Yulistya Negara, and A. Setiono, "Rancang Bangun Engine Health Control System dan Real-Time Monitoring Berbasis IoT untuk Heavy Equipment di PT Dok Pantai Lamongan," *J. Compr. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 490–500, 2025, doi: 10.59188/jcs.v4i2.3024.
- [8] F. Maghfurah, T. Junaedi, and A. Hidayat, "Failure Analysis of Fan Motor in Komatsu Bulldozer D155-6 Unit," pp. 1–5, 2025.
- [9] I. F. Anwar, "Analisa Kegagalan Fungsi Cooling System Pada Unit Excavator Takeuchi Tb150c Dan Penyebab Overheating Pada Engine," vol. 2, pp. 306–312, 2024.
- [10] K. Fathoni, "Analisis Mitigasi Pencegahan Overheat Pada Mesin Traktor Multiguna Ptm 45," *Telekomun. Lab. Sist. Elektro, Jur. Tek.*, vol. 45, p. 1, 2025.