

MAINTENANCE RELIABILITY STRATEGY TO MINIMIZE UNSCHEDULED ENGINE BREAKDOWNS CAUSED BY FUEL SYSTEM FAILURES ON HD785-7 DUMP TRUCKS

By
Puji Raharjo
12407066

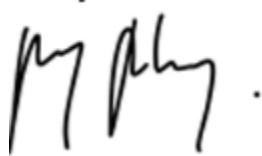
BACHELOR'S DEGREE
in
INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY ENGINEERING & INFORMATION TECHNOLOGY



SWISS GERMAN UNIVERSITY
The Prominence Tower
Jalan Jalur Sutera Barat No. 15, Alam Sutera
Tangerang, Banten 15143 – Indonesia
Revision after the Thesis Defence on 28 January 2026

LEMBAR PENGESAHAN PENULIS

Saya menyatakan bahwa tesis ini sepenuhnya merupakan hasil kerja independen saya sendiri. Sejauh pengetahuan saya, tesis ini tidak memuat materi yang sebelumnya telah diajukan, diterbitkan, atau ditulis oleh orang lain, kecuali secara eksplisit dirujuk dan diberikan kredit. Selain itu, tidak ada bagian dari tesis ini yang digunakan untuk memenuhi persyaratan akademik di institusi pendidikan lain.



Puji Raharjo

Student

Date 11 Februari 2026

Approved By



Ir. Triarti Saraswati, M.Eng.

Thesis Advisor

Date 11 Februari 2026



Ivan Kurniawan, S.T. B.Eng., MT., MBA

Thesis Co-Advisor

Date 11 Februari 2026

Dr. Maulahikmah Galinium, S.Kom, M.Sc

Dean of Faculty of Engineering & Information
Technology

Date 11 Februari 2026

Puji Raharjo

STRATEGI KEANDALAN PEMELIHARAAN UNTUK MEMINIMALKAN KERUSAKAN TIDAK TERJADWAL AKIBAT KEGAGALAN DALAM SISTEM BAHAN BAKAR DUMP TRUCK HD785-7

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab terjadinya unscheduled breakdown akibat kegagalan sistem bahan bakar, mengevaluasi praktik perawatan dan operasional yang memengaruhi kegagalan tersebut, serta merumuskan strategi perbaikan berbasis keandalan pada unit dump truck Komatsu HD785-7. Penelitian ini menggunakan metode DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) pendekatan deskriptif–analitis melalui pengolahan data kuantitatif berupa histori frekuensi breakdown dan data kualitatif yang diperoleh dari observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem bahan bakar merupakan kontributor terbesar unscheduled breakdown pada komponen engine, dengan kondisi out of fuel sebagai penyebab dominan. Analisis akar penyebab menggunakan metode 5 Why mengungkap bahwa kejadian out of fuel tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan sistem teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor manusia akibat tidak tersedianya sistem peringatan dini yang jelas dan instruktif. Evaluasi kondisi aktual fuel tank dengan mempertimbangkan variasi grade jalan menunjukkan adanya selisih antara level bahan bakar yang terbaca sensor dengan volume bahan bakar efektif yang dapat terhisap, terutama pada kondisi grade tinggi. Berdasarkan analisis teknis, ditetapkan batas minimum level bahan bakar sebesar 204 liter dengan mempertimbangkan kondisi worst-case grade 12% dan penerapan safety margin. Selanjutnya dirancang dan diimplementasikan sistem Early Warning Fuel Level (E-WAFLE) yang terbukti mampu menurunkan frekuensi unscheduled breakdown akibat out of fuel sebesar 91,1% dalam kurun waktu 3 bulan (Oktober – Desember 2025).

Kata kunci: *reliability maintenance, fuel system, out of fuel, unscheduled breakdown, early warning system, HD785-7.*

MAINTENANCE RELIABILITY STRATEGY TO MINIMIZE UNSCHEDULED ENGINE BREAKDOWNS CAUSED BY FUEL SYSTEM FAILURES ON HD785-7 DUMP TRUCKS

ABSTRACT

This study aims to identify the dominant factors causing unscheduled breakdowns due to fuel system failures, evaluate maintenance and operational practices influencing these failures, and formulate reliability-based improvement strategies for Komatsu HD785-7 dump truck units. The research applies DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) a descriptive–analytical approach using quantitative data from breakdown frequency history and qualitative data obtained through field observations. The results indicate that the fuel system is the largest contributor to unscheduled engine breakdowns, with out-of-fuel conditions as the primary cause. Root cause analysis using the 5 Why method reveals that out-of-fuel incidents are not solely caused by technical limitations, but are also significantly influenced by human factors due to the absence of a clear and instructive early warning system. Evaluation of the actual fuel tank condition, considering road grade variations, shows a discrepancy between sensor-indicated fuel levels and the effective fuel volume that can be drawn by the system, particularly under high-grade conditions. Based on the technical analysis, a new minimum operational fuel level of 204 liters was established by considering the worst-case 12% road grade and an applied safety margin. The implementation of an Early Warning Fuel Level (E-WAFLE) system proved effective in reducing unscheduled breakdowns caused by out-of-fuel conditions 91.1% within a period of 3 months (October – December 2025).

Keywords: maintenance reliability, fuel system, out of fuel, unscheduled breakdown, early warning system, HD785-7.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian Tugas Sarjana yang berjudul “Maintenance Reliability Strategy to Minimize Unscheduled Engine Breakdowns Caused by Fuel System Failures on HD785-7 Dump Trucks”. Proposal Tugas Sarjana ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pendidikan sarjana program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi, Swiss German University.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian Tugas Sarjana ini dapat selesai berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Sutatik dan Bapak Manto Supadmo selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan materi selama penulis berkuliah di Swiss German University.
2. Ni Wayan Meitriana selaku istri dari penulis yang telah senantiasa memberikan dukungan, doa, dan materi selama penulis berkuliah di Swiss German University.
3. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Swiss German University.

Penulis menyadari bahwa Proposal Tugas Sarjana ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu penulis mohon maaf apabila masih terdapat kesalahan di dalam penelitian Proposal Tugas Sarjana ini. Penulis juga menerima kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan Proposal Tugas Sarjana ini. Besar harapan penulis agar Proposal Tugas Sarjana ini dapat memberikan manfaat bagi orang lain.

Jakarta, 21 September 2025

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	3
ABSTRACT.....	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL.....	8
DAFTAR GAMBAR.....	9
BAB 1 – PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Tujuan Penelitian.....	11
1.4 Pertanyaan Penelitian	11
1.5 Batasan Penelitian	12
1.6 Struktur Penulisan	12
BAB 2 – TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Alat Berat Dalam Industri Pertambangan	13
2.2 Availability dan Reliability	13
2.3 Sistem Bahan Bakar (Fuel System) Pada HD785-7.....	13
2.4 Penyebab Kegagalan Fuel System	15
2.5 Strategi Pemeliharaan Alat Berat	15
2.7 Konsep Six Sigma dalam Peningkatan Keandalan Maintenance.....	16
2.8 Human Factor dalam Reliability dan Maintenance System	17
2.9 Penelitian Terdahulu	18
BAB 3 – METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Desain Penelitian.....	19
3.2 Metode Pengumpulan Data	20
3.2.1 Data Primer.....	20
3.2.2 Data Sekunder:	20
3.3 Teknik Analisis Data.....	20
3.3.1 Analisis Deskriptif.....	21
3.3.2 Analisis Diagnostik.....	21

3.3.3 Analisis Prediktif	21
3.3.4 Analisis Preskriptif	21
3.4 Kerangka Penelitian	22
3.5 Hasil yang Diharapkan	22
BAB 4 – HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Gambaran Umum Data Penelitian.....	23
4.2 Analisis Trend Frekuensi Breakdown Unscheduled HD785-7	23
4.3 Analisis Akar Penyebab Masalah.....	27
4.4 Analisa Faktor Teknikal	30
4.4.1 Analisa Kondisi Fuel Tank	30
4.4.2 Penentuan Batasan Minimum Level Fuel.....	40
4.5 Perencanaan Early Warning Fuel Level (E-WAFLE).....	41
4.6 Implementasi E-WAFLE.....	44
4.7 Analisa Faktor Non Teknikal	46
4.7.1 Identifikasi Faktor Manusia	46
4.7.2 Pengendalian Faktor Manusia	47
4.8 Evaluasi E-WAFLE.....	54
BAB 5 – KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
5.3 Penelitian Masa Depan.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
Lampiran 1. Operator Behavior Survey	60
Lampiran 2. Konversi Grade vs Sudut	61
Lampiran 3. Komparasi Peneletian sebelum nya	62
Lampiran 4. Verifikasi Penelitian	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Persebaran Unit PHE 2.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Why Method: Unit Kehabisan Fuel Saat Beroperasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Survei: Random Survey Operator Dump Trucks	28
Tabel 4.4 Kajian Kondisi Aktual Volume Fuel Tank.....	34
Tabel 4.5 Resume Data Grade Jalan All Pit.....	36
Tabel 4.6 Hubungan Grade Jalan (%) dengan Sudut Kemiringan Jalan (°).....	36
Tabel 4.7 Kebutuhan Fuel Berdasarkan Grade Jalan	38
Tabel 4.8 Batasan Level Fuel Tank.....	40
Tabel 4.9 Batasan Status Fuel Tank	41
Tabel 4.10 SOP Pengendalian Level Fuel.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Growing Expectations of Maintenance by Moubry, 1997.....	13
Gambar 2.2	Fuel System Line HD785-7 by Hand Book Komatsu	14
Gambar 2.3	KPP Maintenance Concept.....	16
Gambar 3.1	Desain Penelitian (DMADV)	19
Gambar 4.1	Populasi Unit PHE 2.....	23
Gambar 4.2	Trend Frekuensi Breakdown HD785-7	24
Gambar 4.3	Pareto Problem Breakdown Unscheduled HD785-7	25
Gambar 4.4	Pareto Problem Sub-Component Engine HD785-7	25
Gambar 4.5	Pareto Problem Fuel System HD785-7.....	26
Gambar 4.6	Faktor Utama Penyebab Out of Fuel	29
Gambar 4.7	Fuel Level Gauge Pada Monitor Panel.....	30
Gambar 4.8	Data Teoritis Kapasitas Fuel Tank (Shop Manual HD785-7)	31
Gambar 4.9	Spesifikasi Fuel Tank (Part Book HD785-7).....	31
Gambar 4.10	Kondisi Aktual Fuel Tank HD785-7	32
Gambar 4.11	Spesifikasi Fuel Tank	32
Gambar 4.12	Outer Part Fuel Tank	33
Gambar 4.13	Inner Part Fuel Tank.....	33
Gambar 4.14	Simulasi Kondisi Level Fuel Pada Tank	34
Gambar 4.15	Data Grade Jalan Pit Tempudo 2	35
Gambar 4.16	Data Grade Jalan Pit Tempudo 3	35
Gambar 4.17	Data Grade Jalan Pit Tempudo 4 dan 4 Swap	35
Gambar 4.18	Simulasi Kondisi Pembacaan Level Fuel Pada Tank Saat Grade 12%	39
Gambar 4.19	Komponen Elektrik Prototipe E- WAFLE	42
Gambar 4.20	Skematik Diagram Prototipe E-WAFLE	42
Gambar 4.21	Flow Chart Prototipe E-WAFLE.....	43
Gambar 4.22	Desain Prototipe E-WAFLE.....	44
Gambar 4.23	Pemasangan Prototipe E-WAFLE	45
Gambar 4.24	Tampilan E-WAFLE saat Caution & Critical	45
Gambar 4.25	Checklist P2H (Before)	48
Gambar 4.26	Checklist P2H (After).....	48
Gambar 4.27	Form INK Sebelum Improvement – Hal 1	49
Gambar 4.28	Form INK Sebelum Improvement – Hal 2	50
Gambar 4.29	Form INK Setelah Improvement – Hal 1	51
Gambar 4.30	Form INK Setelah Improvement – Hal 2	52
Gambar 4.31	Aktivitas Penguatan Positif Behavior	53
Gambar 4.32	Penurunan Problem Out of Fuel	54
Gambar 4.33	Penurunan Problem Out of Fuel Average per Bulan	54
Gambar 5.1	Future Research: Adaptive Automated Refueling Planning System	57