

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Off-highway Truck*

Menurut (PT United Tractor, 2022) *off-highway truck*, atau yang juga disebut *dump truck* non-jalan raya, digunakan untuk mengangkut material lepas seperti pasir, kerikil, tanah, dan hasil tambang. Kendaraan ini memiliki peran penting dalam industri pertambangan dan konstruksi berkat kemampuannya untuk memindahkan material dalam jumlah besar dengan efisiensi tinggi.

Di PT BUMA site Lati untuk mengangkut material *OB (Over Burden)* dan *coal* (batu bara) dari *front loading* (tempat pemuatan material) sampai *disposal* (pembuangan akhir *over burden*) atau *stockpile* (tempat penyimpanan sementara *coal*) menggunakan alat angkut *Caterpillar off-highway truck 777D, 785C* dan *789C*, untuk pengangkutan *coal* khusus menggunakan *OHT CAT 777D* dengan *vessel jumbo* agar memuat material lebih banyak.



Gambar 2. 1 Off-Highway Truck CAT 785C
(Haerul Fauzan, 2024. Dokumentasi pribadi)

Caterpillar mengartikan *OHT CAT 785C* adalah sebagai berikut: *OHT* : *Off-Highway Truck*

CAT : *Caterpillar*

7 : Tipe atau jenis unit

85 : Besar unit

C : Seri unit

2.2 Maintenance

Menurut Kurniawan (2013), *maintenance* merupakan aktivitas dalam sistem produksi yang berfungsi untuk memelihara, memperbaiki, mengganti, membersihkan, menyetel, dan memeriksa objek. Oleh karena itu, perawatan sangat penting dilakukan untuk menjaga kestabilan mesin dalam mendukung produksi perusahaan. Pemeliharaan sendiri adalah kombinasi dari berbagai kegiatan yang bertujuan untuk menjaga komponen atau memperbaikinya agar dapat berfungsi kembali seperti semula.

Menurut Kurniawan (2013), istilah perawatan mencakup beberapa kegiatan berikut:

1. *Inspection* (inspeksi) adalah kegiatan pengecekan fasilitas produksi untuk mengetahui kondisi atau keberadaannya.
2. *Repair* (perbaikan) adalah aktivitas yang dilakukan pada mesin produksi untuk mengembalikan fungsinya ketika mengalami gangguan kecil, sehingga mesin dapat beroperasi kembali.
3. *Overhaul* (perbaikan menyeluruh) adalah perbaikan berskala besar yang dapat mengganggu aktivitas produksi dan memerlukan biaya besar.
4. *Replacement* (penggantian) adalah proses perawatan dengan mengganti komponen mesin yang mengalami kerusakan.

Maintenance atau perawatan terbagi atas tiga jenis yaitu :

- 1) *Breakdown maintenance* (perawatan saat terjadi kerusakan)
- 2) *Preventive maintenance* (perawatan pencegahan)
- 3) *Corrective maintenance* (perawatan korektif)

2.2.1 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah jenis perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung. Contohnya meliputi penjadwalan untuk pemeriksaan (*inspection*), pembersihan (*cleaning*), atau penggantian suku cadang secara rutin dan berkala.

Preventive maintenance terdiri dari dua jenis menurut (Ansori, 2013):

1. *Periodic Maintenance* (Perawatan Berkala)

Periodic maintenance adalah perawatan yang dilakukan secara terjadwal, meliputi kegiatan seperti pembersihan mesin, inspeksi, pelumasan, dan penggantian suku cadang secara rutin. Tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan mendadak yang dapat mengganggu proses produksi. Perawatan ini biasanya dilakukan dalam interval harian, mingguan, bulanan, atau tahunan.

2. *Predictive Maintenance* (Perawatan Prediktif)

Predictive maintenance adalah jenis perawatan yang bertujuan mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi kerusakan total. Perawatan ini dilakukan dengan memprediksi kemungkinan kerusakan pada komponen mesin tertentu melalui analisis *trend* perilaku mesin atau peralatan kerja. Berbeda dengan *periodic maintenance* yang berbasis waktu (*time-based*), *predictive maintenance* lebih fokus pada kondisi aktual mesin (*condition-based*).

2.3 *Periodic Service*

Periodic service (servis periodik) adalah upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan pada suatu alat yang dilakukan secara berkala atau berkelanjutan, dengan *interval* pelaksanaan yang telah ditentukan berdasarkan jarak tempuh (kilometer) atau jam operasi (*hour meter/HM*) (Setiawan, 2023).

Secara umum, *periodic service* dibagi menjadi dua jenis, yaitu berdasarkan kilometer (*KM*) dan hour meter (*HM*). Di PT BUMA, *periodic service* yang berbasis kilometer (*KM*) menggunakan tipe layanan *PS 1*, *PS 2*, *PS 3*, dan *PS 4*.

Periodic service dilakukan ketika unit telah mencapai batas kilometer yang ditentukan. Sedangkan *periodic service* yang berdasarkan *hour meter (HM)* dilakukan setiap kelipatan 250 *HM* hingga 4000 *HM* untuk setiap tipe *PS* (Setiawan, 2023). Pada servis periodik biasanya menggunakan *form PSMS* bisa dilihat pada gambar 2.2, yang berisikan part apa saja yang akan diservis dan servis berapa yang akan dilakukan.



Gambar 2.2 Form Periodic Service Maintenance Schedule
(Haerul Fauzan, 2024. Dokumentasi pribadi)

2.4 Flushing tools

Flushing tools juga merujuk pada mesin yang digunakan untuk membersihkan kotoran dari sistem pelumasan oli. Mesin *flushing oil* dirancang untuk menghilangkan *impuritas* tanpa harus menyaring oli secara manual (Pujono & Nur Fauzi, 2020).

Secara *historical*, menurut Bapak Gunardi selaku PIC (*foreman*) tim servis *bigshop*, alat ini dirancang untuk menampung oli *hydraulic* saat pergantian *hose hydraulic* dalam skala besar yang dapat menghabiskan lebih dari 300 liter oli *hydraulic*. Secara aktual, oli yang keluar dari tangki pasti mengalami kontaminasi dari luar. Oleh karena itu, oli yang ditampung akan dibersihkan menggunakan *flushing tools* sebelum akhirnya dimasukkan kembali ke dalam tangki bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Flushing Tools
(Haerul Fauzan, 2024. Dokumentasi pribadi)

Spesifikasi alat :

1. Ukuran : -Panjang : 1 meter + 30 cm penampung oli luar
 -Lebar : 1 meter
 -Tinggi : 60 centimeter
 -Volume : 0,6 meter kubik = 600 liter
2. Pompa : *Graco husky 1050* bertenaga angin
3. Filter : *CAT 1R-0773 Hydraulic Oil Filter*
4. Hose : -Diameter : $\frac{3}{4}$ inch (19mm)
 -Panjang : 5 meter
 -10,5 MPa (1525PSI)
5. Keran : Diameter $\frac{3}{4}$ inch

2.5 Oli Hydraulic

Menurut (PT Karya Setia Jaya, 2023) oli *hydraulic* adalah cairan yang berfungsi dalam sistem *hydraulic* untuk mentransfer tekanan dari satu titik ke titik lainnya, memungkinkan mesin dan peralatan berat beroperasi dengan efisiensi tinggi. Dalam hal ini, oli *hydraulic* memiliki peran krusial dalam berbagai aplikasi industri, termasuk pada alat berat seperti *exkavator*, *forklift*, dan *dump truck*.

Di PT BUMA oli *hydraulic* yang digunakan pada *off-highway truck* adalah *Spirax S4 CX 10w* yang di produksi oleh PT Shell bisa dilihat pada gambar 2.4, Oli *hydraulic* pada *off-highway truck* digunakan untuk mengerakan *cylinder hoist/cylinder dump* yang bertujuan untuk mengangkat *vessel* pada *dump truck*, Oli *Spirax S4 CX 10w* juga digunakan untuk oli *power steering*.



Gambar 2. 4 Oli Spirax S4 CX 10w
(Haerul Fauzan, 2025.Dokumentasi pribadi)

2.6 Metode Schedule Oil Sampling (SOS)

Menurut artikel dari (<https://penambang.com/scheduled-oil-sampling>, (2019) dan (<https://dwigatotsiswanto.wordpress.com/2014/11/06/yuk-mengenal-sos-schedule-oil-sampling/>, 2014) *Scheduled Oil Sampling (SOS)* adalah metode pengambilan sampel oli secara berkala yang digunakan untuk menganalisis kondisi oli dan komponen mesin tempat oli tersebut beroperasi. Metode ini bertujuan untuk mendeteksi potensi kerusakan lebih awal dan memperbaiki rencana perawatan mesin dengan lebih efektif. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai SOS :

1. Definisi dan Tujuan

- 1) Definisi : SOS adalah proses pengambilan sampel oli secara rutin untuk dianalisis di laboratorium, membantu dalam memantau kesehatan mesin dan kualitas oli.
- 2) Tujuan : Tujuan utama dari SOS adalah untuk mengidentifikasi kondisi

oli serta mendeteksi keausan atau kerusakan pada komponen mesin. Dengan melakukan analisis ini, perusahaan dapat merencanakan pemeliharaan preventif yang lebih baik dan menghindari kerusakan yang lebih besar di masa depan.

2. Manfaat

- 1) Deteksi Dini : SOS membantu dalam mendeteksi masalah sebelum menjadi serius, sehingga perawatan dapat dilakukan lebih awal.
- 2) Penghematan Biaya : Dengan menghindari kerusakan besar, biaya operasional dan *downtime* dapat diminimalkan.
- 3) Perencanaan Pemeliharaan : Hasil analisis dapat digunakan untuk menjadwalkan penggantian oli dan perawatan lainnya secara terencana.

3. Prosedur Pengambilan Sampel

- 1) Pengambilan Sampel : Dilakukan pada suhu operasi normal mesin menggunakan alat sampling yang bersih dan baru.
- 2) Hindari Kontaminasi : Sampel tidak boleh diambil dari saluran buang atau filter oli untuk menghindari kontaminasi.
- 3) *Labeling*: Setiap sampel harus dilabeli dengan informasi yang akurat untuk memastikan keakuratan analisis.



Gambar 2. 5 Contoh Sampel Oli Engine
(Haerul Fauzan, 2025.Dokumentasi pribadi)

2.7 ISO Code 4406 Oli Hydraulic

Batas maksimum penggunaan oli *hydraulic* dengan kode kebersihan ISO 4406 20/18/15 adalah standar yang umum dipakai untuk oli pada peralatan berat dan sistem *hydraulic* seperti pada produk *Shell Spirax S4 CX 10W*. Angka 20/18/15 ini berarti:

1. Kelas 20 untuk partikel $>4 \mu\text{m}$ (jumlah partikel maksimum sekitar 500.000
- 1.000.000 partikel per 100 ml oli)
2. Kelas 18 untuk partikel $>6 \mu\text{m}$ (sekitar 130.000 - 250.000 partikel per 100 ml oli)
3. Kelas 15 untuk partikel $>14 \mu\text{m}$ (sekitar 16.000 - 32.000 partikel per 100 ml oli)

Batas ini sesuai dengan kelas kebersihan untuk *gearbox* dan alat berat menurut tabel batasan kebersihan ISO 4406 yang diacu dalam literatur terkait oli *hydraulic* dan pelumas peralatan berat (Jannifar et al., 2016).

Dengan kata lain oli *hydraulic Shell Spirax S4 CX 10W* yang digunakan di sistem *hydraulic* alat berat idealnya memiliki tingkat kontaminasi partikel tidak melebihi kelas ini (20/18/15) untuk menjaga performa dan umur komponen sistem *hydraulic*. Jika angka partikel melebihi ini maka oli dianggap kurang bersih dan harus dilakukan perawatan atau penggantian oli guna menghindari kerusakan akibat kontaminasi.

2.8 Proses Pengerjaan Service

Proses pengerjaan diawali dengan mempersiapkan peralatan seperti *tool box*, meja kerja dan *spare parts*. Dilanjut dengan pengisian absensi JSA yang telah ditanda tangani oleh pengawas.



Gambar 2. 6 Spare Part
(Haerul Fauzan, 2025. Dokumentasi Pribadi)

Setelah persiapan awal selesai dilanjutkan dengan pemasangan *LOTO* oleh pengawas terlebih dahulu dilanjutkan dengan teknisi. lalu dilanjutkan memandu unit memasuki *workshop* dan pengecekan pin dan *bushing* dibantu dengan dua *spoter* yang berada di depan dan dibelakang unit. setelah unit berada di posisi yang telah ditentukan dilanjutkan dengan memasang ganjal dan *sling pin vessel*.



Gambar 2. 7 Pengecekan Pin Dan Bushing
(Haerul Fauzan, 2025. Dokumentasi Pribadi)

Dilanjutkan dengan pengambilan sampel oli pada lubang *valve probe* sebanyak 10.



Gambar 2. 8 Pengambilan Sampel Oli Hydraulic
(Haerul Fauzan, 2025. Dokumentasi Pribadi)

Setelah pengambilan sampel oli lalu dilanjutkan dengan pengerjaan *periodic service* sebagai prioritas utama. Setelah pengerjaan *periodic service* selesai lalu dilanjutkan dengan *service backlog* sesuai dengan apa yang tertera pada *MS project*. Seperti pada kasus unit HDCT 79001 pada permintaan *backlog* nya untuk melakukan *replace hose hoist suction pump* yang dimana perlu mengurus banyak

oli *hydraulic* maka dari itu diperlukan alat *flushing tools* untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Proses pengerjaan *service backlog replace hose hoist suction pump* diawali dengan mempersiapkan *flushing tools* sebagai wadah penampungan oli, lalu dilanjut dengan membuka baut pada *hose* yang terhubung pada tangki oli *hydraulic* lalu ujung *hose* diarahkan ke *flushing tools*, setelah oli sudah tidak lagi keluar pada tangki dan *hose* lalu buka baut *hose* yang terhubung pada *pump hydraulic*. setelah *hose* terlepas lalu pasang *hose* baru dan kencangkan seluruh baut.



Gambar 2. 9 Proses Replace Hose
(Haerul Fauzan, 2025. Dokumentasi Pribadi)

Setelah *hose* terpasang lalu dilanjut dengan mengaktifkan *flushing tools* dengan menghubungkan *hose* angin bertekanan tinggi ke pompa oli pada *flushing tools* lalu hubungkan *hose* pada *flushing tools* ke tangki *hydraulic*. Lalu buka keran angin yang terletak di *oil dispenser* dan juga buka dua keran pada *flushing tools*.



(Haerul Fauzan, 2025. Dokumentasi Pribadi)

Gambar 2. 10 Pengisian Oli Dari Flushing Tools Ke Tangki

Setelah *service backlog* selesai lalu dilanjut *housekeeping*. Lalu dilakukan pengecekan terakhir dari hasil pengerjaan *service*. Setelah semua pekerjaan selesai, lepas ganjal dan *sling pin vessel* dilanjut melepas *LOTO* dan terakhir pandu unit keluar dari *workshop*.

2.9 Penelitian Sebelumnya

Dari hasil penelitian sebelumnya, penulis mendapatkan referensi di empat jurnal yaitu :

Penelitian yang dilakukan oleh Pujono dkk, 2020 dengan judul “*Rancang Bangun Mesin Flushing Oil*”. Objek penelitian ini adalah merancang bangun alat *flushing tools* yang diperuntukan untuk oli mesin.

Penelitian yang dilakukan oleh Nazha Ali Christy, 2022 dengan judul “*Analisis Kerusakan Mesin 3516 B Pada Truk 793 C Berdasarkan Oli Menggunakan Data Keausan Uji Laboratorium Schedule Oil Sampling (SOS) dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Nazha*”. Objek penelitian jurnal ini adalah mesin diesel 3516 B pada truk 793 C. Penelitian menganalisis kerusakan mesin berdasarkan data keausan oli menggunakan metode *Schedule Oil Sampling (SOS)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengidentifikasi komponen yang rusak, memprediksi umur komponen, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko kegagalan.

Penelitian yang dilakukan oleh Asep Apriani dkk, 2019 dengan judul “*Rancang Bangun Alat Bantu Pengisian dan Pengurasan Oli Engine Untuk Mengurangi Kontaminasi*”. Objek penelitian ini adalah merancang bangun alat untuk memfilterisasi *oli engine* alat berat pada saat melakukan servis periodik di polteknik negeri jakarta.

Penelitian yang dilakukan oleh I Wayan Agus Adhi Saputra, 2024 dengan judul “*Rancang Bangun Mesin Flushing Oli Tranmisi Otomatis Berbasis Kontrol Mekanik Elektrik*”. Objek penelitian ini adalah merancang bangun alat *flushing tools* memfilterisasi *oli* transmisi berbasis kontrol elektrik.

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

NO	Penelitian/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
1.	Pujono dkk, 2020	kontaminasi partikel dalam minyak pelumas yang menyebabkan efisiensi menurun, komponen cepat aus, dan kegagalan sistem pelumasan. Untuk mengatasi ini, dirancang mesin flushing oil yang dapat membersihkan oli tanpa penyaringan manual.	penelitian ini berfokus pada perancangan mesin flushing oil untuk menghilangkan kontaminasi dalam sistem pelumasan, dengan langkah-langkah yang mencakup identifikasi masalah, perancangan, penghitungan elemen mesin, dan pengujian viskositas oli.	Mesin flushing oil yang dirancang berhasil meningkatkan viskositas oli bekas rata-rata sebesar 21% pada suhu 40°C dengan kapasitas debit 3 liter/menit, menggunakan motor AC 0,5 HP, gear pump 0,33 kW, dan cartridge filter untuk mengurangi kontaminasi oli secara efektif.

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

NO	Penelitian/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
2.	Nazha Ali Christy, 2022	Kerusakan engine sulit untuk diprediksi apalagi terkait dengan umur dari	Kombinasi analisis oli agar dapat menentukan komponen yang	Hasil dari analisis ini yaitu didapat adanya keausan yang sedikit di
		Komponen mesin. Analisis kerusakan pada engine dapat dilakukan berdasarkan oli dilihat dari tren tingkat keausan, memprediksi kemungkinan komponen yang mengalami kerusakan pada engine	mengalami kerusakan dan menentukan umur komponen berdasarkan tren nilai elemennya dengan <i>Component Meter Unit</i> (CMU) serta mengimplementasikan metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) untuk mendukung analisis dengan melihat nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN).	atas normal pada elemen Cu dan Pb di mana pada sampel terakhir nilai Cu 3 dan Pb 5 dengan satuan <i>Particle Per Meter</i> (PPM). Dihasilkan pula prediksi CMU sebelum melewati ambang batas dari <i>wear limit</i> berdasarkan nilai tiap elemen. Fe pada 17931 jam, Cu pada 25963 jam, Pb pada 14417 jam dan Al pada 16927 jam. Keausan ditandai dari analisis FMEA terdapat 3 dengan RPN tertinggi yaitu <i>cutting filter result</i> dengan RPN 280, <i>noise</i> dengan RPN 175 dan <i>scratch</i> dengan RPN 160.

NO	Penelitian/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
3.	Asep Apriani dkk, 2019	Tidak adanya alat bantu pengisian dan pengurasan	Meliputi observasi awal, studi literatur, survei kebutuhan,	Pembuatan alat bantu pengisian dan pengurasan oli
		oli engine yang dapat mengurangi kontaminasi, sehingga oli yang digunakan berpotensi tercemar dan memperpendek umur engine.	perancangan alat bantu dengan mempertimbangkan sistem filtrasi oli, pembuatan dan perakitan alat, serta pengujian untuk memastikan efektivitas dalam mengurangi kontaminasi oli engine.	Engine yang dirancang mampu menyaring oli sebelum masuk ke engine sehingga mengurangi kontaminasi dan memperpanjang umur pemakaian oli.
4.	oleh I Wayan Agus Adhi Saputra , 2024	mesin flushing oli transmisi otomatis yang tersedia masih menggunakan kontrol manual, sehingga kurang efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga serta memiliki harga yang relatif mahal.	Penelitian ini meliputi perancangan mesin flushing oli transmisi otomatis berbasis kontrol mekanik elektrik, pemilihan komponen otomatis, pembuatan dan perakitan alat, serta pengujian untuk meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga.	Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin Flushing oli transmisi otomatis berbasis kontrol mekanik elektrik mampu meningkatkan efisiensi waktu kerja, mengurangi tenaga yang dibutuhkan, dan dapat beroperasi secara otomatis tanpa pengawasan terus-menerus.