

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Off-Highway Truck 777 E*

Alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan bongkar muat material di industri pertambangan. Selain itu, alat berat juga memiliki fungsi berbeda di dalam dunia pertambangan seperti pengolahan lahan, penggalian, pengangkutan material, pemindahan material, pemadatan, pemrosesan material dan penempatan akhir material (Rostiyanti, 2008).

Menurut (PT Bukit Makmur Mandiri Utama, 2012), salah satu alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material pada jarak pendek hingga menengah yaitu *Off-Highway Truck CAT 777E*. Dalam dunia pertambangan *Off-Highway Truck CAT 777E* digunakan untuk mengangkut OB (*Over Burden*) dan coal (batubara).



Gambar 2.1 *Off-Highway Truck CAT 777E*
(Dina meilyna, 2023. Dokumentasi pribadi)

Caterpillar mengartikan OHT *CAT 777E* adalah sebagai berikut:

OHT : *Off-Highway Truck*

CAT : *Caterpillar*

7 : *Type* atau jenis unit

77 : Besar unit

E : Seri unit

Unit yang akan dilakukan penelitian tugas akhir yaitu *Off-Highway Truck CAT 777E* dengan nomor lambung HDCT77199. Lokasi penelitian di PT Bukit Makmur Mandiri Utama site Binsua.

2.2 *Transmission OHT CAT 777E*

(Boetarto, 1994) mengatakan bahwa transmisi yaitu salah satu bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi mengubah momen dan kecepatan sesuai kondisi jalan serta kondisi pembebanan dengan menggunakan perbandingan roda gigi. Suatu unit yang bergerak akan diatur kecepatan, *torsi* atau kekuatan putar dan arah maju maupun mundur oleh komponen *transmission*. Berdasarkan *manual book OHT CAT 777E* (PT Trakindo Utama, 2004) menyatakan *transmission* berfungsi sebagai pengatur kecepatan gerak, arah gerak dan *torsi* atau kekuatan putar.

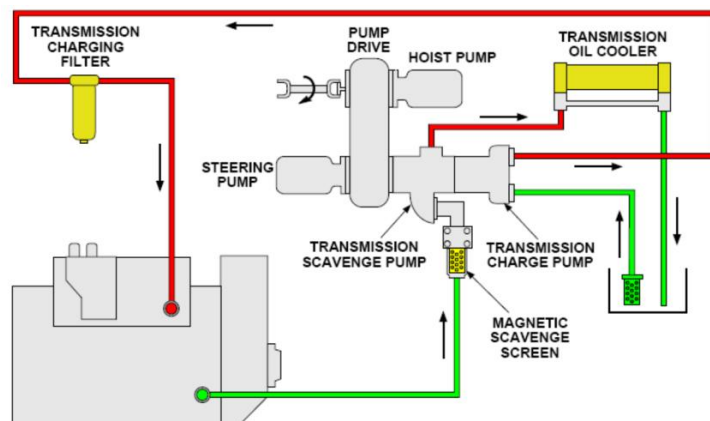
Menurut (PT Bukit Makmur Mandiri Utama, 2012) *transmission* berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak maju, mundur dan untuk meningkatkan *torsi* dengan cara mereduksi putarannya melalui perbandingan jumlah tiap *gear transmission*. *Transmission* terletak antara *torque converter* dan *rear drive shaft* dan *CAT 777E* dilengkapi dengan *magnetic screen*.



Gambar 2.2 *Transmission OHT CAT 777E*
(Dina meilyna, 2023. Dokumentasi pribadi)

2.3 *Sistem Pelumas Pada Transmission OHT CAT 777E*

Sistem pelumasan sangat penting pada *transmission* untuk memenuhi persyaratan performa yang tinggi. Sistem ini tidak hanya harus menyediakan pelumas yang bersih di lokasi yang tepat pada *transmission*, tetapi juga harus memastikan waktu penggantian pelumas dan penggunaan pelumas yang lebih rendah.



Gambar 2.3 Sistem Pelumasan

(Caterpillar, 2000. Diakses pada tanggal 13 November 2023)

Transmission membutuhkan sirkulasi pelumas untuk seluruh bagian komponennya yang berfungsi membersihkan, mendinginkan dan melindungi komponen saat bergesekan pada bagian *transmission* dari keausan (Herman Dumatubun, 2021).

Sistem pelumasan terdiri dari :

1. Tanki *transmission* berfungsi menyimpan dan menyediakan pelumas oli untuk melumasi dan mendinginkan komponen *transmission*.
2. *Magnetic scavenge screen* berfungsi untuk menjaga kebersihan dan efektivitas oli *transmission* dengan menangkap partikel besi.
3. *Transmission scavenge pump* berfungsi untuk mensirkulasikan dan menjaga kualitas cairan *transmission*.
4. *Transmission oil cooler* berfungsi untuk membantu mengatur, mendinginkan dan menghilangkan panas dari pelumas oli *transmission*.
5. *Transmission charge pump* berfungsi untuk memfasilitasi sirkulasi fluida, pembangkitan tekanan hidrolik, pelumasan, dan pendinginan dalam *transmission*.
6. *Transmission charging filter* berfungsi untuk membantu menjaga efisiensi dan kinerja *transmission* dengan memastikan bahwa pelumas bebas dari kontaminan yang dapat menyebabkan keausan.

2.4 Condition Based Monitoring (CBM)

Condition Based Monitoring (CBM) sebagai bagian dari WICOPE yaitu suatu proses memantau parameter kondisi yang menjadi indikasi dari kerusakan yang sedang terjadi pada suatu *component*. Dari hasil monitoring CBM memungkinkan *maintenance* dan perawatan untuk dijadwalkan demi menghindari atau mencegah konsekuensi kerusakan *component* yang lebih besar.

2.4.1 Metode dan Sumber Data

Metode dan sumber data yang diterima oleh *section* CBM berupa *report* ataupun *rating* yang dapat membantu dalam melakukan *follow up* atau langkah perbaikan yang akan dilakukan sesegera mungkin agar tidak terjadinya *breakdown* sebelum jadwal *periodical service* ataupun agar *component* bisa bertahan sesuai dengan *life time* yang telah ditentukan.

Adapun metode yang dilakukan pada untuk pengambilan data analisa komponen dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Metode dan Sumber Data

Sumber : BUMMS Plant Departement, 2022.

CBM	Description
Hasil SOS Pengambilan sample SOS dilakukan setiap <i>periodical service</i> dan pada saat <i>component failure</i> .	Informasi dari hasil SOS diberikan rating A, B, C dan X.

1. *Schedule Oil Sampling*

Schedule Oil Sampling (SOS) adalah suatu *management tools* yang bertujuan untuk mengevaluasi degradasi oli dan deteksi awal dari kerusakan bagian dalam (*inner part*) suatu komponen.

Keuntungan S.O.S yaitu membantu menentukan penyebab suatu keausan, memperbaiki kerusakan kecil sebelum menjadi besar, membantu menentukan perawatan yang diperlukan sedini mungkin dan waktu perbaikan yang pendek, karena S.O.S memberikan petunjuk perbaikan yang diperlukan.

Tabel 2.2 Rating *Schedule Oil Sampling* (SOS)

Sumber : BUMMS Plant Departement, 2022.

Kondisi Hasil SOS	Keterangan	Rekomendasi
	Rating "A"	
	Normal wear rate	Tidak ada kotoran dan formulasi oli tepat.
	Rating "B"	
	Reportable	Setidaknya satu atau lebih elemen telah melewati batas normal. Tetapi masih dinilai kecil, sedikit kotoran, atau formula pelumas sedikit mengalami degradasi.
	Rating "C"	

	Abnormal	Tren keausan mulai terbentuk. Tindakan perawatan, diagnosa atau <i>repair</i> perlu dilakukan.
Rating "X"		
	Critical	Tren keausan terbentuk signifikan. Banyak terdapat kontaminan (<i>fuel, water, debu</i>). Inspeksi perlu segera dilakukan.

Tabel 2.3 Sumber Elemen Keausan Transmission

Sumber : BUMMS Plant Departement, 2022.

Kategori	Elemen	Simbol	Sumber elemen
Wear metal	Iron	Fe	Gears, Discs, Housing, Pistons, Bearing, Brake Bands, Shaft, Spools, Pumps, PTO
	Chromium	Cr	Roller & Tapered, Bearings, Water Treatment (Oil Coller)
	Copper	Cu	Clutches, Bushing/Thrust Washers, Oil Cooler
	Lead	Pb	Oil Additives
	Aluminium	Al	Pump, Clutches (Some), Thrust Washers, Bearings, Seal Retainers
	Silicon	Si	Disc Lining, Ingested Dirt Sealant

2.5 Program Analisis Pelumas (PAP)

Berdasarkan panduan analisis *problem*, Program Analisis Pelumas (PAP) bahwa program analisis pelumasan memberikan gambaran yang jelas tentang keadaan suatu komponen dan kemampuan ketahanan pelumasnya. Hasil tes yang di evaluasi secara profesional dapat membantu menentukan komponen bagian dalam atau *inner part* yang diberikan pelumas mengalami keausan berlebihan atau kerusakan pada sistem perlengkapannya.

Tabel 2.4 Periodical Service Check Sheet

Sumber : BUMMS Plant Departement, 2022.

No	Sampel oli/ oil sample	Tindakan/action	Service type	
			500	1000
1.	Transmission	Ambil sampel & periksa level (<i>Take sample & check level</i>)	√	√

Fungsi-fungsi pelumas adalah membatasi gesekan (*friction control*), membatasi keausan (*wear control*), mengurangi korosif (*corrosion reduction*), membatasi temperatur (*temperature control*), menyalurkan tekanan (*force transmission*), mengurangi getaran (*shock control*) dan menutup kebocoran (*sealing*). Manfaat utama dari analisis pelumas dan keausan yaitu mengurangi kerusakan peralatan mesin dalam waktu operasi dan merencanakan waktu perbaikan yang efisien.

Untuk mengetahui dan mengukur kandungan keausan logam dan kontaminasi pada oli maka digunakan dasar analisis pelumas. Tren hasil analisis keausan *metal* dapat menentukan secara tepat *problem* yang sedang terjadi. Kontaminasi pada pelumas dapat digunakan untuk menentukan pelumas dapat digunakan kembali dan juga dapat digunakan untuk menentukan dengan tepat penyebab *problem* yang terjadi. Keausan *abrasif* dipercepat oleh adanya kontaminasi padat seperti pasir dan kotoran. Kelembaban dalam minyak mempercepat timbulnya *korosi* komponen. Sangat penting untuk menjaga minyak pelumas tetap bersih dan kering sepanjang waktu.

Pelumas yang digunakan dalam komponen *transmission* di PT Bukit Makmur Mandiri Utama yaitu pelumas dengan jenis *Spirax S4 CX 30*. Agar komponen dari suatu unit dalam masa pengoperasian bebas masalah dan keandalan maksimum selama masa pakai maka pelumas yang tepat untuk digunakan adalah *Shell Spirax S4 CX 30* dan juga dapat memenuhi tuntutan persyaratan *transmission*, *final drive*, rem oli, dan sistem hidrolik yang dipasang untuk tugas berat unit *Off-Highway Truck CAT 777E*.

2.6 Regresi Linear

Cara menganalisis usia pakai yang tersisa dari suatu komponen harus mengetahui dua hal yaitu informasi dari produsen pabrik unit mengenai jumlah toleransi keausan komponen yang melampaui batas keausan, maka komponen tersebut dikatakan mengalami keausan dan telah melebihi umur pakai (*life time*) komponen.

Tabel 2.5 Wear Metal SOS Caterpillar

Sumber : Caterpillar, 2017

<i>Compartment</i>	<i>Transmission</i>		
Elemen	Normal	Sedikit di atas normal	Di atas normal
<i>Silicon</i>	0 - 9	9 - 11	> 11
<i>Alumunium</i>	0 - 1	1 - 1	> 1
<i>Chromium</i>	0 - 0	0 - 0	> 0
<i>Iron</i>	0 - 15	15 - 19	> 19

<i>Lead</i>	0 - 1	1 - 1	> 1
<i>Copper</i>	0 - 21	21 - 32	> 32



**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**

Persamaan regresi linear yang digunakan dapat dilihat pada rumus berikut:

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

Untuk mencari nilai a dapat menggunakan rumus pada rumus berikut:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N} \quad (2.2)$$

Untuk mencari nilai b dapat menggunakan rumus pada rumus berikut:

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.3)$$

Keterangan :

y = Variabel terikat.

a = Konstanta.

b = Koefisien regresi.

x = Variabel bebas.

Selain menghitung persamaan regresi linearnya, diperlukan juga perhitungan koefisien korelasinya untuk mengetahui tingkat hubungan yang mungkin terdapat di antara dua variabel.

Rumus koefisien korelasi dilihat pada rumus berikut:

$$r = \frac{N(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2} \times \sqrt{N(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

r = Tingkatan koefisien korelasi

N = Jumlah data

Hasil korelasi dibandingkan tingkatan koefisien korelasi. Tingkat koefisien korelasi pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6 Pedoman Tingkatan Koefisien Korelasi

Sumber : Yosani, 2006

Tingkat Koefisien Korelasi	Kategori
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

2.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA yaitu mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan yang dapat mengidentifikasi dengan menghitung secara sistematis terhadap akibat atau konsekuensi dari kegagalan suatu sistem atau komponen. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hal penting dalam penentuan FMEA. Setiap komponen–komponen tersebut memiliki komponen masing–masing yang bekerja secara individu, bersama, atau bahkan merupakan sebuah interaksi untuk menghasilkan sebuah kegagalan (Wawolumaja, 2013).

Ada tiga hal yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu :

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem dan proses selama siklus pengoperasiannya.
2. Efek dari kegagalan tersebut.
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem dan proses.

2.7.1 Severity (Tingkat Keparahan)

Severity atau tingkat keparahan adalah peringkat yang menunjukkan keseriusan efek dari mode kegagalan sistem potensial. Tingkat keparahan selalu berlaku untuk efek dari mode kegagalan. Bahkan, akan langsung terjadi korelasi antara efek dan keparahan. Jika efek yang ditimbulkan akan sangat serius maka tingkat keparahannya sangat tinggi. Jika tingkat keparahannya sangat rendah maka efek yang ditimbulkan tidak akan berpengaruh ataupun tidak ada kegagalan. (Stamatis, 2003).

Tingkat keparahan ditinjau dari perspektif sistem itu sendiri, sistem lain dan konsumen. Untuk tujuan evaluasi biasanya ada tabel penilaian yang mencerminkan masalah komponen dalam hubungannya dengan konsumen. Penilaian *severity* atau tingkat keparahan dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Severity

Sumber : Stamatis, D.H., 2003. “*Failure mode and effect analysis : FMEA from theory to execution*”. Amerika serikat : American society for quality.

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Criteria</i>
Tidak ada efek	1	Tidak ada.
Sangat sedikit	2	Sangat sedikit efek pada kinerja sistem.
Sedikit	3	Sedikit efek pada kinerja sistem.
Sangat rendah	4	Efek kecil pada kinerja sistem.
Rendah	5	Sistem beroperasi tetapi ada salah satu hal yang menurunkan performanya.
Sedang	6	Kegagalan sistem sebagian, tetapi dapat dioperasikan.

Tinggi	7	Sistem beroperasi tetapi performa berkurang.
Sangat tinggi (ekstrim)	8	Sistem tidak dapat dioperasikan.
Serius	9	Potensi efek berbahaya mampu menghentikan sistem.
Berbahaya (sangat serius)	10	Efek sangat berbahaya terkait keselamatan dan kegagalan mendadak.

2.7.2 Occurrence (Tingkat Kejadian)

Occurrence atau tingkat kejadian adalah nilai peringkat yang sesuai dengan perkiraan jumlah dari kegagalan yang dapat terjadi untuk suatu penyebab tertentu selama umur sistem (Stamatis, 2003).

Adapun penilaian *occurrence* atau tingkat kejadian dapat dinilai dari tabel 2.8 dibawah.

Tabel 2.8 Occurance

Sumber : Stamatis, D.H., 2003. "Failure mode and effect analysis : FMEA from theory to execution". Amerika serikat : American society for quality.

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Criteria</i>
Hampir tidak pernah	1	Kegagalan tidak mungkin terjadi.
Sangat jarang	2	Kemungkinan jumlah kegagalan yang sangat jarang.
Sangat sedikit	3	Sangat sedikit kemungkinan terjadi kegagalan.
Sedikit	4	Beberapa kegagalan mungkin terjadi.
Rendah	5	Kemungkinan kegagalan terjadi sesekali.
Medium	6	Kemungkinan jumlah kegagalan sedang.
Cukup tinggi	7	Kemungkinan jumlah kegagalan yang cukup tinggi.
Tinggi	8	Kemungkinan kegagalan tinggi dan berulang-ulang.
Sangat tinggi	9	Kemungkinan kegagalan sangat tinggi dan sering terjadi.
Hampir pasti	10	Kegagalan hampir pasti.

2.7.3 Detection (Deteksi)

Deteksi adalah penilaian mengenai kemampuan *control* sistem untuk mendeteksi penyebab masalah atau *failure mode* (Stamatis, 2003).

Adapun penilaian *detection* atau deteksi dapat dilihat pada tabel 2.9 dibawah.

Tabel 2.9 Detection

Sumber : Stamatis, D.H., 2003. "*Failure mode and effect analysis : FMEA from theory to execution*". Amerika serikat : American society for quality.

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Criteria</i>
Hampir pasti	1	Pengontrol akan selalu mendeteksi penyebab kegagalan.
Sangat tinggi	2	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi.
Tinggi	3	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan tinggi.
Cukup tinggi	4	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi cukup tinggi.
Medium	5	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi sedang.
Rendah	6	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi rendah.
Sedikit	7	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi sedikit atau sangat rendah.
Sangat sedikit	8	Sangat sedikit kemungkinan pengontrol akan mendeteksi penyebab kegagalan.
Sangat jarang	9	Sangat jarang kemungkinan pengontrol akan mendeteksi penyebab kegagalan.
Hampir tidak mungkin	10	Pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan.

2.7.4 Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan cara mengidentifikasi "*critical failure modes*" dengan menilai risiko yang terjadi. Nilai RPN berkisar dari 1 hingga 10. RPN dalam FMEA sama hal seperti nomor kekritisian yang sering digunakan dalam industri (Stamatis, 2003). *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), di mana dapat dinyatakan sebagai persamaan (2.5).

Rumus *risk priority number* dilihat pada rumus berikut:

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

RPN = *Risk Priority Number*.

S = *Severity* atau tingkat keparahan.

O = *Occurrence* atau tingkat kejadian.

D = *Detection* atau deteksi.

2.8 Penelitian Sebelumnya

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

Penelitian yang dilakukan oleh Sarwo Edi Wijarnoko dkk, 2020 dengan judul “*Analisa FMEA Pada Unit Dump Truck CAT 777E (Studi Kasus Departemen Maintenance di PT. XYZ)*”. Objek penelitian ini adalah performa dan penyebab kerusakan yang terjadi pada unit produksi di PT. XYZ yaitu pada unit produksi tipe CAT 777E.

Penelitian yang dilakukan oleh Arif Pibisono dkk, 2020 dengan judul “*Analisis Kegagalan Maintenance Unit produksi Menggunakan Metode FMEA dan FTA di PT. Saptaindra Sejati*”. Objek penelitian ini adalah menganalisa kegagalan komponen *dump truck* CAT 785-7 yang beroperasi di PT SIS site ADMO.

Penelitian yang dilakukan oleh Novendra David Rizaldy dkk, 2021 dengan judul “*Analisa Perubahan Sifat Pelumas Terhadap Keausan Dan Performa Engine SAA12V140E-3 Komatsu HD785-7*”. Objek penelitian ini adalah menguji pelumas mesin SAA12V140E-3 dari Komatsu HD785-7.

Penelitian yang dilakukan oleh Nazha Ali Christy, 2022 dengan judul “*Analisis Kerusakan Mesin 3156 B Pada Truck 793 C Berdasarkan Oli Menggunakan Data Keausan Uji Laboratorium Schedule Oil Sampling (SOS) Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*”. Objek penelitian ini adalah menganalisis kerusakan mesin 3516 B pada Truk 793 C.

Kajian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya merupakan perbandingan dalam melakukan penelitian selanjutnya. Hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.10 Perbandingan Kajian Pustaka

No	Peneliti/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
1.	Sarwo Edi Wijarnoko dkk, 2020	Pada bulan april dan juni 2019 <i>Dump Truck Cat 77E</i> mengalami banyak kerusakan, sehingga mengakibatkan tidak tercapainya persentase <i>Phisical Avaibility</i> (PA) produksi yang telah ditentukan oleh PT. XYZ yakni 97%, PA dibulan april hanya tercapai sebesar 96,75%, sedangkan di bulan juni sebesar 96,18%	Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan FMEA (<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>) dan Diagram <i>Fishbone</i> pada sebuah FGD (<i>Focus Group Discussion</i>) untuk menganalisis angka kerusakan serta penyebab terjadinya kerusakan pada <i>Dump Truck Cat 77E</i> .	Hasil pengolahan data diketahui 3 kerusakan yang memiliki resiko terbesar terhadap PA yaitu kerusakan pada sistem <i>engine</i> dengan nilai <i>Risk Priority Number</i> 504, kerusakan pada sistem hidrolik dengan nilai <i>Risk Priority Number</i> 432, dan kerusakan pada sistem AC (<i>Air Conditioner</i>) dengan nilai <i>Risk Priority Number</i> 384.
2.	Arif Pibisono dkk, 2020	Kegagalan <i>maintenance</i> unit produksi <i>Dump Truck CAT 785C</i> yang menyebabkan penurunan performa sehingga membuat produktivitas perusahaan tidak optimal.	Metode yang digunakan untuk mengatasi performa unit produksi yang kurang baik adalah metode <i>Failure Mode and Effect Analyis</i> (FMEA) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).	Hasil penelitian ini terdapat 4 komponen kritis yaitu <i>engine</i> tidak bisa <i>start</i> sebesar 160 (12,5%), <i>error</i> 03 transmisi sebesar 132 (10,3%), <i>Speed</i> mundur <i>problem</i> sebesar 132 (10,3%) dan <i>error engine</i> dirate sebesar 128 (10%).

No	Peneliti/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
3.	Novendra David Rizaldy dkk, 2021	Penurunan <i>viskositas</i> pada pelumas <i>engine</i> berpengaruh terhadap sifat pelumas sehingga bisa menyebabkan kerugian gesek dan peningkatan konsumsi bahan bakar.	Penelitian ini menguji pelumas mesin SAA12V140E-3 dari Komatsu HD785-7 dengan program pemeriksaan mesin (PPM), <i>overhaul engine</i> , pengukuran <i>inner part</i> dan <i>dyno test</i> . Setelah <i>engine</i> selesai <i>overhaul</i> , selanjutnya melakukan inspeksi pada <i>inner part</i> untuk mengetahui apakah komponen dapat digunakan lagi, harus diganti atau diperbaiki.	Hasil pengujian dan pengukuran menunjukkan bahwa tingkat keausan <i>inner part</i> pada mesin SAA12V140E-3 masih normal. Performa mesin sesudah <i>overhaul</i> mengalami peningkatan mencapai 94% atau hampir mendekati performa mesin baru.

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

No	Peneliti/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
4.	Nazha Ali Christy, 2022	Kerusakan <i>engine</i> sulit untuk diprediksi apalagi terkait dengan umur dari komponen mesin. Analisis kerusakan pada <i>engine</i> dapat dilakukan berdasarkan oli dilihat dari <i>tren</i> tingkat keausan, memprediksi kemungkinan komponen yang mengalami kerusakan pada <i>engine</i>	Kombinasi analisis oli agar dapat menentukan komponen yang mengalami kerusakan dan menentukan umur komponen berdasarkan <i>tren</i> 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).	Hasil dari analisis ini yaitu didapat adanya keausan yang sedikit di 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.