

ANALISA PENURUNAN FUNGSI PELUMAS OLI MESIN 15W- 40 MERK X PADA PEMAKAIAN 250, 500, 750 DAN 1000 JAM OPERASI PADA MESIN DIESEL 4 TAK 12 SILINDER MERK K TIPE SAA12V140 UNTUK PC2000-8

Hariyanto

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hariyantostmm@gmail.com

Abstrak

Krisis Energi yang terjadi di Eropa dalam beberapa tahun terakhir ini membawa dampak positif pada industri pertambangan batubara di Indonesia karena meningkatnya permintaan suplai Batubara, Meningkatnya produksi batubara selalu dibarengi dengan kenaikan penggunaan bahan bakar solar dan juga konsumsi penggunaan oli sebagai pelumas alat-alat berat yang beroperasi di sektor pertambangan. Kita tahu bahwa Oli merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam mesin yang dapat mempengaruhi keawetan mesin untuk mencapai umur yang diharapkan. *Backhoe Excavator* model PC2000-8 bermesin Diesel 4 Tak dengan tipe SAA12V140-3 adalah salah satu alat utama dalam proses penambangan batubara sehingga memerlukan perawatan yang benar sesuai standar yang ditentukan oleh pabrik. Perawatan tersebut mencakup perawatan berkala yang terdiri dari pemeriksaan, penyetelan, penggantian pelumas, penggantian suku cadang dan komponen lain sesuai dengan kebutuhan yang dilakukan setiap interval 250 jam operasi supaya unjuk kerja mesin tetap prima, aman, dan dapat memperpanjang umur pakai mesin sesuai tren keausan komponen di dalam mesin. Metode penelitian pada oli mesin ini adalah dengan mengukur viskositas oli mesin dan kandungan kontaminan setelah pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam, dibandingkan dengan oli pelumas baru yang belum digunakan sehingga dapat menjelaskan kondisi ideal oli mesin berdasarkan pengukuran viskositas oli mesin tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan data laju keausan komponen mesin pada *interval* umur pemakaian oli pelumas, yang mana hasil tersebut akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan rencana *overhaul* mesin.

Kata kunci : *excavator*, viskositas, perawatan, keausan, *overhaul*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tantangan dalam bisnis pertambangan Batubara supaya tetap **sustainable** adalah menciptakan peluang-peluang efisiensi dalam setiap aktivitas bisnisnya demi mencapai biaya operasional (*Cost per Material*) tidak melebihi 1 USD/bcm sehingga tetap bisa bersaing dengan kompetitor lain dari segi biaya operasional penambangan.

PC2000-8 merupakan alat berat 200 Ton buatan Jepang merk X berjenis *Backhoe Excavator* dengan tenaga 1060 HP dan kapasitas keruk 12 m³ yang fungsinya untuk menggali material OB (*overburden*) atau tanah kupasan yang berada di atas lapisan Batubara. Alat berat ini dibekali Mesin Diesel dengan 12 silinder tipe V berdiameter silinder 140 mm yang di beri nama dengan sebutan SAA12V140. (Komatsu. 2007)

Sesuai rekomendasi pabrik mesin *Excavator PC2000-8* tersebut menggunakan

pelumas mesin *multi grade* 15W-40. (Komatsu, Jepang, 2005). Kebutuhan pelumas produk dalam negeri PT. Pertamina Lubricants ada yang memenuhi Spesifikasi tersebut yaitu Meditran SAE15W-40.

Setiap mesin memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Laju keausan komponen sangat dipengaruhi oleh temperatur kerja mesin dan tipe pelumas yang digunakan. Dengan latar belakang di atas penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian analisa penurunan fungsi pelumas Mesin 15W-40 merk X pada pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 Jam operasi pada mesin Diesel 4 Tak 12 Silinder tipe SAA12V140 Komatsu PC2000-8.

Permasalahan yang sering dialami adalah ketika terjadi kesalahan dalam menentukan tipe pelumas untuk mesin yang tidak sesuai dengan Spesifikasi yang diminta oleh pabrikan, masalah lain yang tidak kalah penting yaitu ketika penggantian pelumas tidak dilakukan dengan disiplin sesuai

interval waktu yang ditentukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas serta permasalahan yang timbul maka dapat dirumuskan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan kandungan kontaminan pada Oli selama dipakai operasi.
2. Umur ekonomis Oli, dengan penggantian interval tertentu namun bisa berdampak pada tingginya umur mesin.
3. Prediksi umur mesin berdasarkan trend keausan pada tiap bagian komponen di dalam mesin.
4. Umur tertinggi mesin dan interval penggantian oli tertinggi.
5. Dasar acuan untuk perencanaan Overhaul mesin pada PC2000-8

1.3 Batasan Masalah.

Dengan identifikasi masalah yang timbul, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Mesin yang digunakan sebagai penelitian adalah mesin Diesel 4 Tak 12 Silinder Komatsu tipe SAA12V140 pada PC2000-8
2. Penghitungan laju penurunan fungsi pelumas dilakukan secara manual merujuk pada hasil tes oli pelumas.
3. Semua data yang digunakan adalah hasil uji pada saat tersebut, sehingga untuk faktor-faktor eksternal seperti cuaca, kecepatan angin tidak kami gunakan
4. Jenis Oli yang digunakan adalah Meditran SAE15-40 dengan pengambilan Sample 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam operasi.

1.4 Faktor-faktor Penting dalam Pelumas

Oli merupakan senyawa Hidrokarbon yang umumnya berupa cairan dengan kekentalan (*viscosity*) tertentu berfungsi melapisi dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesekan yang dapat menimbulkan keausan dan panas. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi. Faktor terpenting dalam penelitian ini yang terkait pembahasan minyak pelumas

adalah:

1. Properties atau sifat-sifat oli pelumas.
2. Kandungan kontaminan.

1.4.1 *Properties* atau sifat oli pelumas.

Properties oli pelumas merujuk pada karakteristik atau sifat-sifat yang dimiliki oleh oli pelumas yang membuatnya efektif dalam mengurangi gesekan dan keausan pada mesin atau bagian yang bergerak. Sifat-sifat ini meliputi viskositas, titik tuang, titik nyala, stabilitas oksidasi, nilai TBN dan lain-lain, yang semuanya mempengaruhi kinerja oli dalam berbagai kondisi operasi.

Namun pada penelitian ini yang kita ambil hanya viskositas dan oksidasi.

1. Viskositas atau kekentalan mintak pelumas. Viskositas atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standar. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi viskositas-nya, begitu pula sebaliknya.
2. Oksidasi. Oksidasi oli pelumas adalah proses kimia di mana molekul oli bereaksi dengan oksigen dari udara, terutama pada suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan kualitas oli. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa baru seperti asam organik, lumpur (*sludge*), dan pernis yang dapat mengurangi performa pelumasan dan mempercepat keausan komponen mesin. Akibat oksidasi menaikkan viskositas oli.
3. Angka TBN. TBN pada oli pelumas adalah Total Base Number, yang mengukur tingkat alkalinitas atau kandungan basa dalam oli. Angka ini menunjukkan kemampuan oli untuk menetralkan asam yang terbentuk akibat pembakaran
4. atau kontaminasi lainnya. Semakin tinggi TBN, semakin baik kemampuan oli dalam melindungi mesin dari korosi dan keausan. (Sakhbiru, 2024)

1.4.2 Kandungan Kontaminan

Kontaminasi pada oli pelumas merujuk pada masuknya zat asing ke dalam oli, yang dapat menurunkan kualitas dan efektivitas pelumasan. Kontaminan ini bisa berupa air, partikel logam, debu, kotoran, bahan bakar, dan bahkan zat kimia lainnya. Kontaminasi dapat berasal dari berbagai sumber dan dapat menyebabkan berbagai masalah pada mesin, termasuk keausan, korosi, dan penurunan kinerja. (Ocha CRM Pnaoil, 2023)

Kontaminasi logam pada oli pelumas, baik oli baru maupun bekas, dapat berasal dari berbagai sumber dan memiliki dampak negatif pada kinerja mesin. Kontaminan logam ini dapat berupa serpihan aus dari komponen mesin, partikel logam dari luar, atau logam berat yang terkandung dalam bahan bakar. Dalam penelitian ini partikel logam yang diteliti adalah:

1. Fe, Ferro atau unsur besi
2. Cu, Tembaga
3. Cr, Croom
4. Al, Aluminium
5. Pb, Timah hitam
6. Si, Silikon
7. Na, Natrium

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data untuk penyusunan laporan skripsi ini adalah sebagai berikut :

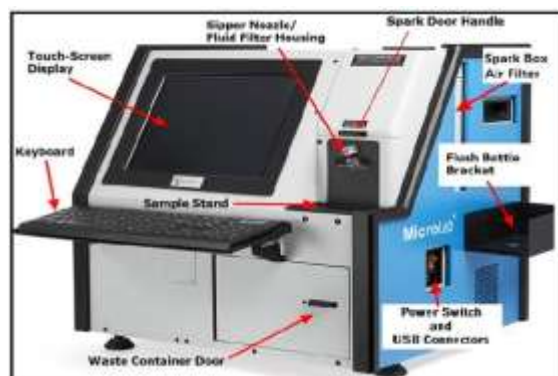
1. Metode Penelitian yaitu pengumpulan data secara eksperimen dengan mengamati Laju perubahan *Viscositas* Pelumas, kenaikan kandungan kontaminan pada Pelumas serta trend keausan pada bagian dalam mesin Diesel 4 Tak pada PC2000-8.
2. Penelitian laju perubahan viskositas pelumas dilakukan setiap interval waktu sbb:
 - 250 jam,
 - 500 jam,
 - 750 jam
 - 1000 jam
3. Studi Pustaka yaitu dengan cara mencari data melalui *Manual Handbook* ataupun buku-buku yang

berhubungan dengan materi penggunaan Pelumas Oli SAE15-40 untuk mesin Diesel 4 Tak yang dipakai pakai alat-alat pertambangan.

Dalam penelitian ini penulis melakukan proses pengujian sampel menggunakan metode Analisa Sample dengan Mesin OSA (Oil Sample Analysis) yang dilakukan di PT.PPN. (Lubricants Guide. 2020.)

2.2 Alat Yang Digunakan

1. Microlab 30 adalah alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai kandungan kontaminan, Properti oli dan *Viscositas* pada oli setelah dipakai beberapa jam operasi.



Gambar. 1 Microlab 30

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Spesifikasi Microlab yang akan digunakan sebagai alat untuk pengujian adalah sebagai berikut : (Spectro Scientific. 2017)

- a. Tipe : Microlab 30
 - b. Merk : Spectro Scientific USA
 - c. Daya rata-rata : 4,2 mW (di dalam sensor)
 - d. Daya Maksimum : 5 mW
 - e. Panjang gelombang : 670 nm
 - f. Berat Mesin : 54 Kg
 - g. Power input : 230VAC/5A/50 Hz
2. Printer USB pada Gambar. 2 yang disambungkan ke mesin *Microlab* untuk mencetak hasil uji analisa sampel Oli jika dikehendaki untuk mencetak *Hardcopy* secara langsung.



Gambar 2. Printer USB
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

3. PC Desktop pada Gambar 3. sebagai alternatif penyimpanan dan pengolahan data hasil analisa



Gambar. 3 PC Desktop
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

4. Obyek Penelitian.

4.1 Excavator Komatsu PC2000-8

Untuk memperjelas dan memberikan gambaran dalam penelitian ini penulis menggunakan Obyek berupa Mesin Diesel 4 Tak 12 silinder tipe SA12V140E-3 yang terpasang pada unit Excavator Komatsu PC2000-8 seperti pada gambar 4.



menggunakan software SQL

pelumas *multigrade* mesin diesel tugas berat baik yang menggunakan *turbocharged*, *supercharged*, atau *naturally aspirated*, untuk aplikasi alat transportasi, alat berat, industri atau perkapalan.

MEDITRAN SC SAE 15W-40 memberikan perlindungan yang efektif terhadap karat, korosi, keausan berlebih, dan pembentukan deposit akibat temperatur tinggi. Pelumas ini juga didesain untuk memberikan pengendalian konsumsi pelumas yang lebih baik dibanding pelumas generasi sebelumnya. **MEDITRAN SC SAE 15W-40** memenuhi persyaratan API CF- 4/SG, ACEA E2-96, MAN271, volvo VDS dan MB-approval 228.1. (Sumber Bumi, 2016)

3. PEMBAHASAN

3.1 DATA PENELITIAN

Analisis pengukuran *Viscositas* dan kandungan kontaminan pada pengujian ini didapat dengan menggunakan data yang terbaca langsung saat pengujian Pelumas mesin SAE15W-40 yang telah dipakai pada mesin *Diesel Komatsu SAA12V140E* dengan memakai alat Microlab 30 selama periode pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

D

a
t
a

v
i
s
k
o
s
i
t
a
s

d
a
n

k
o
n
t
a
m
i
n
a
n

d
a
r
i

m
e
s
i
n

u
j
i

e
x

c
a
v
a
t
o
r

n
o
.

1
7
0
8
.

Gambar 4 Excavator PC2000-8 (United Tractors. 2016)
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Data spesifikasi umum penelitian adalah sebagai berikut : (United Tractors. 2016)

- a. Jenis/Type: Excavator/ PC2000-8
- b. Horse Power Gross: 1.200 Hp (895 kW)
- c. Berat : 72.000 kg
- d. Panjang: 10290 mm
- e. Lebar : 5480 mm
- f. Tinggi : 5050 mm
- g. Kapasitas Tangki Solar : 1308 L
- h. Engine Model : Komatsu SAA12V140-3

4.2 Minyak Pelumas Oli						
Kandungan Kontaminan						
No	Jam Operasi	Properti Pelumas	Kandungan Kontaminan			
Std Limit	Caution	Visc	Oxid	TBN	Fe	Na
	Danger	20.5	31	7	200	200
1	250	14.5	6.6	10.40	1.14	
2	500	14.5	6.8	10.18	4.25	
3	750	14.5	8.2	9.37	6.67	
4	1000	14.5	8.5	9.19	12.38	
Tabel 2. Data viskositas dan kontaminan (hasil lab pelumas mesin EX1742)						
No	Jam Operasi	Properti Pelumas	Kandungan Kontaminan			
Std Limit	Caution	Visc	Oxid	TBN	Fe	Na
	Danger	20.5	31	7	200	200
1	250	14.5	4.9	9.67	20.57	
2	500	14.4	4.9	9.16	21.32	
3	750	14.4	5.1	9.07	30.49	
4	1000	13.9	9.4	9.04	37.35	

Tabel 1. Data viskositas dan kontaminan (hasil lab pelumas mesin EX1708)

No	Jam Operasi	Properti Pelumas			Kand
		Visc	Oxid	TBN	
Std	Caution	16.3	21	100	100
Limit	Danger	20.5	31	7	200
1	250	14.4	4.2	10.23	19.47
2	500	14.5	5.1	9.61	36.44
3	750	14.5	5.8	9.22	48.60
4	1000	14.5	7.6	8.60	69.56

No	Kandungan Kontaminan					
	Cu	Cr	Al	Pb	Si	Na
Std	25	10	8	40	20	50
Limit	70	25	16	120	40	100
1	0.00	0.00	0.12	0.81	0.11	0.00
2	0.00	1.56	0.66	1.67	0.19	0.00
3	0.00	2.08	2.94	2.82	0.43	2.34
4	0.00	3.75	9.91	4.37	0.84	6.29

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Data viskositas dan kontaminan dari mesin uji excavator no. 1743

Tabel 3. Data viskositas dan kontaminan (hasil lab pelumas mesin EX1743)

kimia yang menunjukkan mulai terjadinya keausan pada bagian komponen di dalam mesin. Kenaikan angka yang signifikan terjadi pada unsur Besi (Fe), Aluminium (Al) dan Timbal (Pb).

Sedangkan pada table 2 menunjukkan bahwa kandungan Tembaga (Cu) mulai terlihat 9.64 ppm sejak adanya kandungan Silikon (Si) naik diatas 1 ppm, hal ini menunjukkan adanya kandungan debu yang berlebih di dalam pelumas sehingga memicu naiknya angka tembaga (Cu) yang menunjukkan mulai terjadinya keausan berlebih pada komponen di dalam mesin yang mengandung unsur tembaga (Cu) seperti *Trust bearing* dan *Cam Shaft bearing*.

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

3.2 Analisa Data

Data-data pada Tabel di atas adalah hasil uji sampel pelumas mesin yang diambil dari

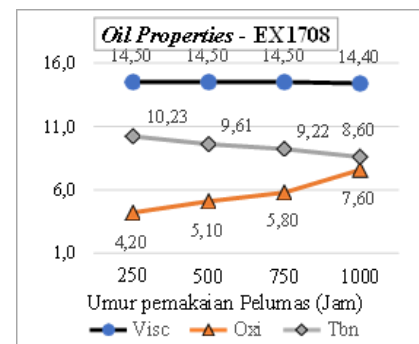
3 (tiga) unit yang berbeda dengan interval pengambilan sampel uji setiap 250 jam, dan didapatkan hasil pengamatan yang menggambarkan kondisi Properti Pelumas dan Kandungan kontaminan pada pelumas setelah dipakai operasi selama 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kekentalan pelumas (*viscosity*) semakin menurun seiring dengan jam pemakaian meskipun tidak terlalu signifikan, kenaikan Oksidasi sebanding dengan jam pemakaian pelumas meskipun tidak sampai batas maksimum yang diijinkan (*caution*), sedangkan penurunan angka TBN (*Total Base Number*) terlihat menurun sejak pelumas dipakai pada 500 jam.

Sedangkan pada kandungan kontaminan dapat dilihat terjadi peningkatan pada masing-masing unsur

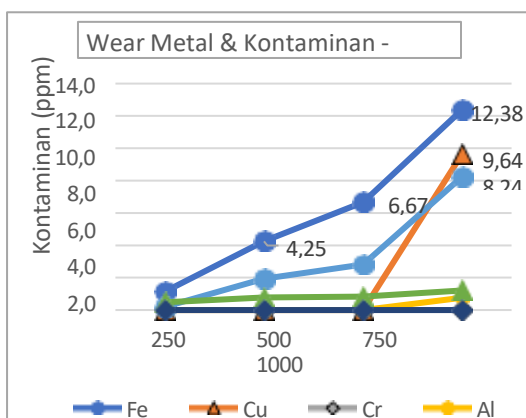
3.3 Grafik

Properti di dalam Pelumas mempunyai banyak parameter yang dapat dianalisa, namun dalam penelitian ini hanya mengambil tiga parameter pada properti pelumas yaitu *Viscosity* (cST), *Oxidation* (% wt) dan nilai TBN (mgKOH/g)



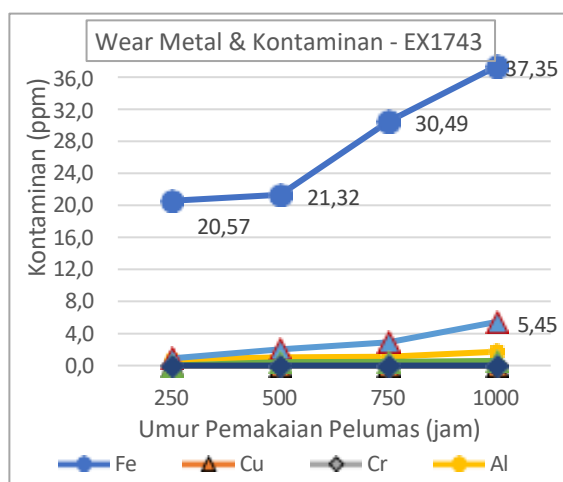
Gambar. 5 Grafik Trend Oil Properties pada mesin EX1708

Sumber : Data penelitian mandiri 2024



Gambar 9. Wear Metal dan Kandungan kontaminan pada pelumas mesin EX1742

Sumber : Data penelitian mandiri 2024



Gambar 10. Wear Metal dan Kandungan kontaminan pada pelumas mesin EX1743

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

3.4 Tinjauan Kandungan Kontaminan

Pada gambar 8. pembacaan hasil sampel pelumas mesin unit PC2000-8 nomer EX1708 dapat kita lihat bahwa kenaikan partikel Besi (Fe) meningkat terus seiring dengan umur pakai Pelumas mesin sejak 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam, sementara unsur partikel yang lain sangat kecil trend kenaikannya kecuali *Alumunium* (Al) yang naik sampai 9,91 ppm pada saat umur pelumas 1000 jam, kenaikan itu dipengaruhi oleh adanya unsur *Natrium* (Na) yang naik di angka 6,29 ppm yang kemungkinan disebabkan oleh adanya air yang tercampur ke pelumas bisa saja disebabkan adanya kebocoran Pelumas

Cooler engine ataupun seal pada water pump.

Pada gambar 9. dari sampel pelumas mesin unit PC2000-8 nomer EX1742 terlihat bahwa kenaikan partikel Besi (Fe) meningkat tajam dari 4,25 ke 6,67 ppm pada saat umur pakai pelumas 750 jam dan naik lagi ke angka 12,38 ppm pada saat umur pakai pelumas 1000 jam, kenaikan tersebut juga diikuti oleh naiknya Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) secara signifikan sejak umur pelumas 750 jam ke 1000 jam, hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi keausan berlebih pada bantalan-bantalan mesin yang terbuat dari Tembaga (Cu) seperti Trust bearing dan Timbal (Pb) seperti *metal Crank shaft* ataupun *Piston pin*. Melihat hasil lab seperti ini mengindikasikan bahwa kondisi mesin yang kurang baik dan segera untuk direncanakan *Overhaul*.

Pada gambar 10. yang diambil dari sampel pelumas mesin unit EX1743 terlihat adanya trend kenaikan partikel besi (Fe) dari 21,32 ppm ke 30,49 ppm dan naik lagi ke 37,35 ppm, kenaikan tersebut terjadi sejak umur pelumas 500 jam, 750 jam kemudian 1000 jam. Kenaikan partikel besi (Fe) diikuti oleh kenaikan partikel Timbal (Pb) di angka 5,45 ppm pada umur pakai pelumas 1000 jam, sementara partikel lain tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Dari Trend ini menggambarkan bahwa kondisi mesin dalam kondisi normal

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian penelitian dan melakukan analisa dari hasil penelitian, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

Pengaruh Viskositas pada Pelumas *Meditran SAE15W-40* tidak bisa berdiri sendiri sebagai satu-satunya parameter yang dapat dijadikan acuan kapan harus mengganti pelumas pada mesin, namun merupakan kombinasi dari beberapa parameter yang antara lain sbb:

1. Nilai TBN (Total base Number),
2. Tingkat Oksidasi (*Oxidation*) yang terjadi di dalam pelumas.
3. Tingginya pengotor (*Contaminants*) seperti debu, air dan besarnya kandungan unsur-

unsur logam (*wear metals*) dari gesekan dan keausan komponen dalam mesin yang ditimbulkan dari pengoperasian.

DAFTAR PUSTAKA

- Lubricants Guide. 2020. *API Engine Service Classification*, Pertamina Jakarta
- Spectro Scientific. 2017. *Microlab 30/40 User's Guide*, USA
- Komatsu. 2005. *Operation and Maintenance Manual*, Jepang
- Komatsu. 2007. *Specifications & Application Handbook*, (28th ed.), Jepang
- Komatsu. 2005. *Shop Manual Engine SAA12V140E-3 HPCR*, Jepang
- OchaCRM. 2023. *Air Merupakan Kontaminan Oli yg Berbahaya*, Panaoil
<https://panaoil.id/2023/12/22/air-merupakan-kontaminan-oli-yang-berbahaya/>
- Sakhabiru. 2024. Total Base Number TBN,
<https://sakhabiru.com/total-base-number-tbn-test/>
- Sumber Bumi, 2016. Pelumas Meditrان SAE15W-40
<https://sumberbumipratama.co.id/meditrان-sc-sae-15w40/#:~:text=MEDITRان%20SC%20SAE%2015W%2D40%20adalah%20pelumas%20multigrade,pelumas%20yang%20lebih%20baik%20dibanding%20pelumas%20generasisebelumnya.>
- United Tractors. 2016. *Komatsu PC2000-8 Load Your Business To Success*, Jakarta
<https://products.unitedtractors.com/en/berita/komatsu-hydraulic-excavator-pc2000-8/>