

PENCEMARAN KUALITAS OLI ENGINE EXCAVATOR ALAT BERAT KELAS SEBELAS TON AKIBAT KEAUSAN KOMPONEN

EXCAVATOR ENGINE OIL QUALITY POLLUTION ELEVEN TONS CLASS HEAVY EQUIPMENT DUE TO COMPONENT WEAR

Nofriyandi R^{1a*}, Guswandri^{2a*}, Rino Sukma^{3a*}, Refnal Marzuki^{4a*}

^{a*}Politeknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Mesin Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: *nofri.yandi05@gmail.com, guswandrigwn@gmail.com, rinosukma@ymail.com, refnalmarzuki@pnp.ac.id

ABSTRAK

In this study, the focus is on the analysis of oil quality pollution caused by the thirist of the components in the engine. Oil in the engine has specifications or properties that will affect engine performance. In this study, the authors took samples on the diesel engine oil multi grade S.A.E 15W-40 which was applied to an excavator heavy equipment engine with a capacity of eleven tons. One type of Additives in engine oil is Anti-Wear which functions to reduce wear by coating the surface with an oil film. The focus of this research will be to see how much thirist occurs in the internal components of the engine that are flowing with oil. The thirist of components in the engine will be seen from the quality of the engine oil, if the thirist that occurs is greater then the work of anti-wear additives in the oil has begun to decrease so there must be a solution or analysis obtained. Test results on tests from the S.O.S. laboratory From the six sampling times, the highest wear metal value was 35 ppm at the time of operation of the 1665 Meter [Hr] unit. Based on the results of the test, it is stated that the excavator engine is in good condition when viewed from the wear metal, oil contaminant, oil condition and oil viscosity.

Keywords: Engine, Oil, SOS

I. PENDAHULUAN

S.O.S (Schedule oil sampling) suatu kegiatan untuk membantu pengguna unit alat berat dalam mengetahui kerusakan alat secara dini dengan mengambil *oil sample* guna mengurangi biaya perbaikan dan *downtime*. Hal utama yang harus diperhatikan selama melakukan pengambilan *oil sample* pada unit excavator kelas sebelas ton adalah melakukan pengambilan oli yang *representative*, untuk memudahkan proses pemeriksaan material yang terdapat pada sistem akibat keausan dan material asing yang masuk kedalam sistem. Melakukan pengambilan sampel tepat waktu dan secara berkala sangat penting untuk mengetahui problem secara dini dan mempertimbangkan waktu yang optimal untuk melakukan perbaikan.

Komponen bagian dalam *engine* yang dialiri oleh pelumas sangat berpotensi terjadinya keausan yang diakibatkan oleh pergesekan antara material yang beroperasi dalam sistem kerja *engine*[1]. Beberapa fungsi dari pelumas adalah sebagai memindahkan panas, mencegah korosi,

meneruskan tenaga, meredam beban kejut, mengurangi ketegangan pada bidang kontak, mengontrol deposit, mengontrol kontaminan, mengontrol gesekan, melawan oksidasi, *engine* bisa dikatakan dalam performa yang bagus apabila ia mampu digunakan dalam fungsi yang sesuai dengan waktu yang sudah direncanakan [2]. Proses pemeriksaan terhadap oli pada laboratorium *S.O.S* meliputi pemeriksaan terhadap laju keausan pada komponen bagian dalam *engine* yang dialiri oli. (*Oil Consumption/Pemakaian Oli*) merupakan tolak ukur untuk mengetahui *Engine Performance*. Industri alat berat menggunakan sistem klasifikasi oli API (America Petroleum Institute) dan spesifikasi tersendiri dalam menentukan pelumas untuk diesel engine. API sistem ditentukan oleh serangkaian pengujian operasi engine dan pengetestan di test bench. Sedangkan spesifikasi mencakup adanya beberapa pengujian tambahan dan pengujian batasan kimiawi.



Gambar 1 Pengujian *Performance Engine* [4]

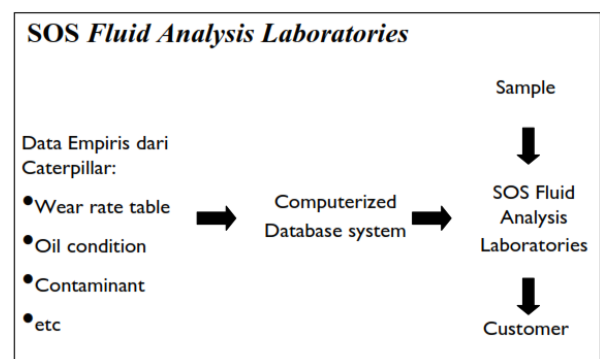
Apabila laju keausan komponen bagian dalam *engine* yang saling bergesekkan semakin besar tanpa sepengetahuan dari pengguna unit maupun oleh teknisi alat berat akan menyebabkan *performance engine* tidak maksimal, bahkan akan menyebabkan kerusakan yang besar pada *engine*. Kerusakan besar pada *engine* dapat berakibat terhadap besarnya biaya perawatan yang dikeluarkan oleh pemilik unit alat berat serta unit alat berat tidak dapat beroperasi atau digunakan dalam jangka yang cukup lama sehingga unit tidak produktif atau tidak dapat dimanfaatkan. Dalam pengisian oli *engine* diperlukan proses penyaringan sebelum masuk kedalam sistem, hal ini dikarenakan oli tidak terbebas dari kontaminasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada *engine* [3]. Agar usia pakai *engine* dapat terjaga dengan baik, maka dilakukan pengecekan kondisi oli *engine* secara berkala, agar fungsi oli dapat bekerja dengan maksimal sebagai pelumas dari system kerja *engine*.

Tujuan dari melakukan penelitian ini adalah supaya teknisi alat berat mampu mendapatkan informasi lengkap terkait kondisi oli yang di gunakan pada unit excavator kelas sebelas ton agar tidak terjadinya kerusakan yang lebih besar jika hasil dari labor S.O.S ditemukan kondisi yang tidak sewajarnya. Untuk melihat kondisi pada *oil engine* ada beberapa parameter yang akan di jadikan sebagai acuan, seperti :

1. Mengetahui tingkat pencemaran *engine oil* berdasarkan *Wear Metal (ppm)*
 - a. Al (Aluminum)
 - b. PQI (Particle Quantifier Index)
 - c. Cr (Chromium)
 - d. Pb (Lead)
 - e. Fe (Iron)
2. Mengetahui tingkat pencemaran *engine oil* berdasarkan *Contaminant (ppm)*
 - a. K (Potassium)
 - b. Si (Silicon)
 - c. Na (Sodium)
 - d. ST (Soot)

3. Mengetahui tingkat pencemaran *engine oil* berdasarkan *Oil Condition*
 - a. NIT (Nitration)
 - b. TBN (Total Base Number)
 - c. OXI (Oxidation)
 - d. SUL (Sulfur Products)
4. Mengetahui tingkat pencemaran oli *engine excavator* kelas sebelas ton berdasarkan *Viscosity*.

Data ini juga yang tersimpan dalam setiap SOS database information yang ada di tiap *Cat SOS laboratories*. Ilustrasi di bawah ini menunjukkan bagaimana aliran proses yang saling berhubungan antara pengujian empiris di pabrik dan analisa yang dilakukan terhadap tiap contoh oli di *Cat SOS laboratories*[4].



Gambar 2 Rangkaian pengujian untuk mendapatkan langkah empiris pada lab S.O.S [4]



Gambar 3 Kondisi pengambilan data lab S.O.S dari sample oli yang diambil pada unit alat berat

II. METODE

Oli *diesel engine* klasifikasi CI-4 telah memenuhi lima pengujian yang dilakukan. Dua pengujian diantaranya dibuat oleh Caterpillar. Pengujian dirancang untuk menguji kemampuan oli dalam mengontrol deposit dan menjaga agar konsumsi oli tetap berada pada level yang dapat diterima. Pembuat *engine* yang lain biasanya juga membuat pengujian tambahan untuk klasifikasi API yang telah ada.

A. Tahapan Penelitian

- Pengambilan sampel oli *engine* excavator dilakukan sebanyak lima kali pengambilan sampel
- Pengambilan sampel dilakukan setiap kelipatan 260 meter [Hr]
- Sampel yang diperoleh akan dilakukan pengujian pada *laboratory S.O.S*
- Data hasil pengujian pada *laboratory S.O.S* akan di olah menjadi trend grafik
- Grafik hasil pengujian akan dianalisa berdasarkan teori teori yang relepan.

B. Lokasi

Tabel 1. Lokasi Penelitian

No	Pemilik/Lokasi	Aktifitas
1	Unit Alat Berat Excavator Dinas Lingkungan Hidup Prov. Sumbang / TPA Payakumbuh	Pengambilan sampel oli
2	<i>S.O.S Laboratory (Scheduled Oil Sampling)</i> PT Trakindo Utama – Kavling Kpmersial Taman Tekno Blok B No 1, SektorXI BSD City, Tangerang 15317, Indonesia.	Pengujian sampel oli <i>engine</i> Unit Alat Berat Excavator kelas sebelas ton.

C. Peubah Yang Diamati/Diukur

Tabel 2. Peubah yang diamati

Wear Metal (ppm)	Contaminant (ppm)	Viscosity (Centistokes)	Oil Condition
a. AL (Aluminium)	a. K (Potassium)	V100 (Viscosity at 100 C)	NIT (Nitration)
b. PQI (Particle Quantifier)	b. Si (Silicon)		
c. Cr (Chromium)	c. Na (Sodium)		
d. Pb (Lead)			
e. Fe (Iron)	d. ST (Soot)		

Model penelitian yang digunakan adalah analisis hasil pengujian *laboratory S.O.S* teknik pengumpulan data dari hasil *laboratory S.O.S* akan dianalisa sesuai dengan teori yang relevan sesuai dengan standar pabrik. Karakteristik aliran dari suatu oli diukur dengan angka viskositas. Dimana viskositas atau kekentalan didefinisikan sebagai tahanan fluida untuk mengalir. Unjuk kerja viskositas dari pelumas alat berat diidentifikasi dengan grade viskositas (*viscosity grade*). kekentalan yang dibutuhkan pada suatu

kompartemen. SAE J300 digunakan untuk menentukan kekentalan yang dibutuhkan untuk: oli *engine*, oli drivetrain dan oli hidrolis. SAE J306 digunakan untuk menentukan kekentalan yang dibutuhkan untuk oli gear.

Tabel 3 menunjukan kekentalan yang dibutuhkan menurut spesifikasi SAE J300. Grade dengan huruf “W” ditujukan untuk oli yang digunakan pada suhu rendah, yang lainnya adalah oli yang diuji unjuk kerjanya pada suhu tinggi.

Keausan tidak normal dapat memiliki banyak akar penyebab kegagalan, salah satu keausan tidak normal terjadi pada komponen bearing pada *engine* yang diakibatkan dari hasil *adhesive, abrasive, cavitation, erosion, fretting corrosion*.

Kompartemen *engine* merupakan kompartemen yang paling sulit untuk dilumasi^[5]. Oli *engine* harus mampu untuk mengendalikan produk berbahaya dari hasil pembakaran yang masuk ke oli. Sisa pembakaran ini dapat meningkatkan keausan dan membentuk zat bersifat asam penyebab karat. Keausan pada komponen *engine*.

Tabel 3. SAE Viscosity Grades for Engine Oils⁰-SAE J300 Dec 99 Low Temperature Viscosities[3]

SAE Viscosity Grade	Low Temperature Viscosities	
	Cranking ^b (cP) max at temp °C	Pumping ^c (cP) max with no yield stress at temp °C
0W	6200 at -35	60,000 at -40
5W	6600 at -30	60,000 at -35
10W	7000 at -25	60,000 at -30
15W	7000 at -20	60,000 at -25
20W	9500 at -15	60,000 at -20
25W	13,000 at -10	60,000 at -15
20	--	--
30	--	--
40	--	--
40	--	--
50	--	--
60	--	--

^a All values are critical specifications as defined by ASTM D 3244 (see text, Section 3)

^b ASTM D 5293

^c ASTM D 4684 (see also Appendix B and text Section 4.1): The presence of any yield atress detectable by this method constitutes a failure regardless of viscosity.

Tabel 4. SAE Viscosity Grades for Engine Oils⁰-SAE J300 Dec 99 Low Temperature Viscosities[3]

High-Temperature Viscosities		
Low Shear Rate Kinematic ^d (cSt) at 100 °C		High Shear ^e Rate (cP) at 150 ⁰ C min
Min	Max	
3.8	--	--
3.8	--	--
4.1	--	--
5.6	-	--
5.6	--	--
9.3	--	--
5.6	<9.3	2.6
9.3	<12.5	2.9
12.5	<16.3	2.9 (0W-40, 5W-40, 10W-40 grades)
12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W- 40, 25W-40, 40 grades)
16.3	<21.9	3.7
21.9	<26.1	3.7

^d ASTM D 445

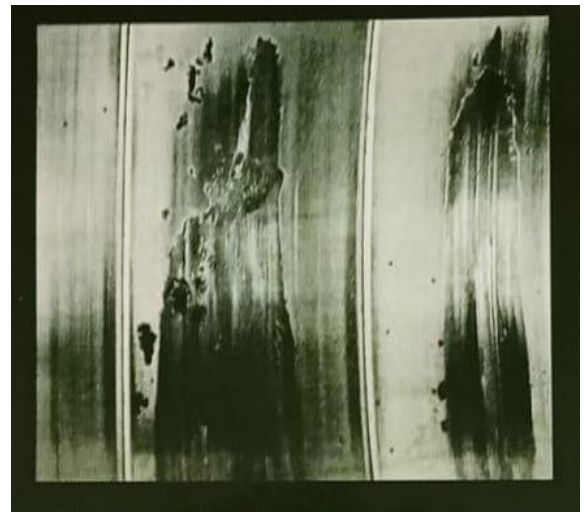
^e ASTM D 4683. ASTM D 4741. CEC-L-36-A-90

Tahapan keausan pada komponen yang ada pada engine terdiri dari tiga tahapan :

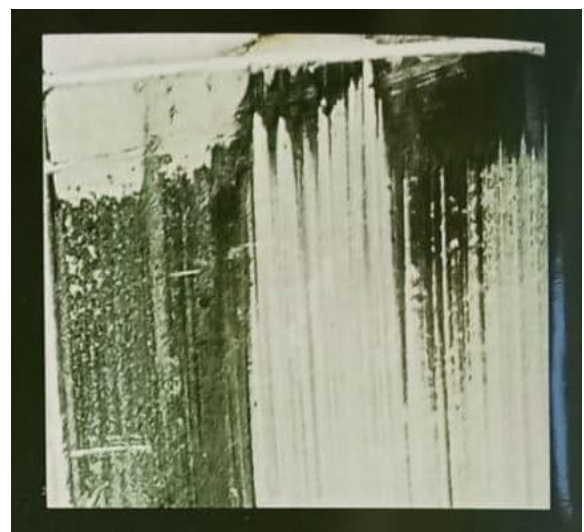
1. *Start adhesive wear* akibat debu dan kotoran yang tertinggal dipermukaan bearing sampai pada lapisan lead-tin pada seperti bearing, dengan motif keausannya terlihat pada gambar 2. Namun kejadian ini bisa dianalisa jika dilakukan S.O.S sehingga bisa dilakukan Analisa lebih awal agar komponen cepat dilakukan perbaikan atau repair after failure.
2. *Advance adhesive* telah membuat scrate pada permukaan komponen yang akan menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya serta akan mencemari lubrication system.
3. *Damage from large soot particles*. Apabila advance adhesive wear dibiarkan maka akan berlanjut kepada kerusakan yang akan menyebabkan engine problem atau perbaikan engine (repair after failure).



Gambar 4 Kehausan Komponen Engine
Start of adhesive wear [6]



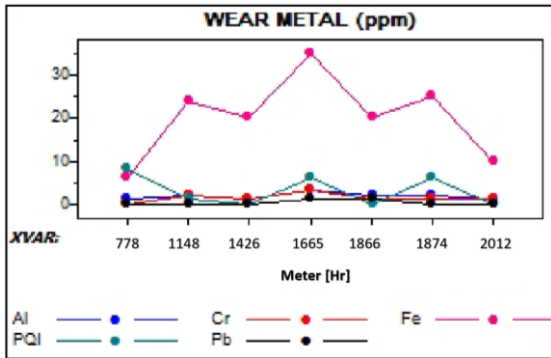
Gambar 5 Kehausan Komponen Engine
Advance adhesive wear [6]



Gambar 6 Kehausan Komponen Engine
Damage from large soot particles [6]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Wear Metal

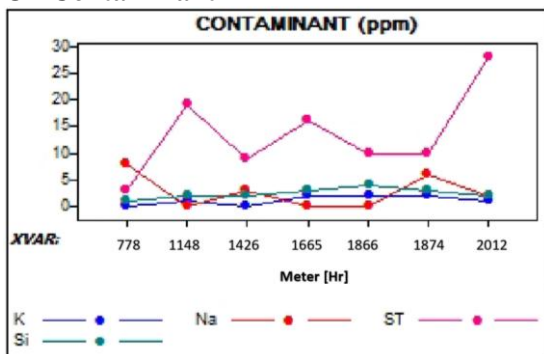


Ket : XVAR adalah X Variabel

Gambar 7 Grafik Wear Metal Terhadap Meter[Hr]

Terlihat dari grafik gambar 7. tentang *wear metal* terdapat kandungan kandungan kimia Aluminium, Chormium, Iron, Particle Quantifier Index, dan Lead yang bersumber dari terjadinya *wear metal*. Pada grafik terlihat nilai Fe cenderung lebih tinggi. Nilai Fe terkecil 6 ppm pada 778 Meter [Hr] dan nilai tertinggi 35 ppm pada 1665 Meter [Hr]. Penyebab tingginya nilai Fe adalah akibat dari keausan dari komponen liners, gears, valve train dan Cranksahaft.

B. Oil Contaminant

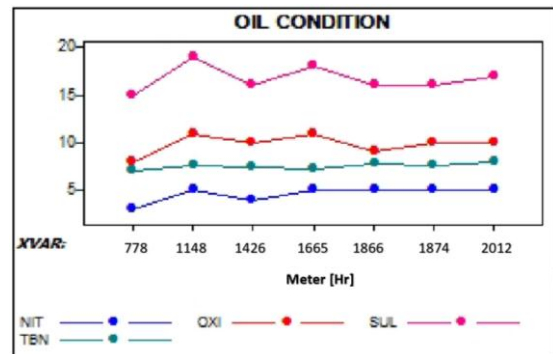


Ket : XVAR adalah X Variabel

Gambar 8. Grafik Contaminant (ppm)

Dari gambar 8 terlihat secara signifikan perbedaan antara ST (Soot) dengan kandungan K, Si, Na dan Si. Akibat dari keausan komponen terutama pada Fe akan menyebabkan tingginya tingkat pencemaran oli sehingga terlihat pada grafik gambar 6 dimana kandungan ST terlihat sangat tinggi atau oli tercemar. Penyebab dari tingginya nilai contaminant kandungan ST adalah tingginya kandungan sulfur pada fuel saat terjadinya proses pembakaran didalam ruang bakar, sedangkan kandungan K, Si, dan Na tidak memberikan efek yang signifikan terhadap hasil pembakaran.

C. Oil Condition

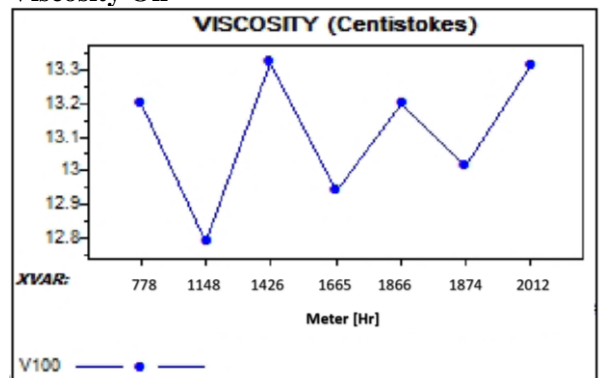


Ket : XVAR adalah X Variabel

Gambar 9. Oil Condition terhadap Meter [Hr]

Terlihat pada gambar 9 *Oil Condition* akan dipengaruhi oleh NIT (Nitration), OXI (Oxidation), TBN (Total Base Number) dan SUL (Sulfur). Nilai Sulfur terlihat lebih tinggi dari nilai yang lainnya, dimana nilai sulfur tertinggi pada 1148 Meter [r] dengan nilai 19 %. Berdasarkan nilai sulfur diatas maka oli masih dalam keadaan bagus. Apabila nilai sulfur mencapai 100 % maka oli telah tercemar dan tidak bisa digunakan lagi.

D. Viscosity Oil



Ket : XVAR adalah X Variabel

Gambar 10. Grafik Viscosity Oil terhadap Meter [Hr]

Terlihat dari gambar 10 bahwa nilai viscosity pada *engine oil* masih dalam keadaan bagus. Berdasarkan dari jenis oli yang digunakan yaitu SAE 15W-40 nilai CST pada temperature 100 °C adalah 14,5 dengan nilai batas *Oil Change* pada nilai viscosity adalah ± 3 CST (11,5 – 17,5 Centistokes). Hasil pengujian Lab S.O.S diperoleh nilai viscosity rata-rata sebesar 13,11 centistokes, dengan nilai terendah sebesar 12,80 centistokes pada 1.148 Meter [Hr] dan nilai tertinggi sebesar 13,3 centistokes pada 1.426 Meter [Hr].

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada *Oil Engine excavator* kelas sebelas ton, dapat diambil kesimpulan bahwa : *Engine excavator* kelas sebelas ton milik dinas lingkungan hidup provinsi sumatera barat yang berlokasi disolok

masih dalam keadaan bagus, dikarenakan tidak adanya pencemaran oli *engine* yang diluar *spesifikasi* yang telah ditentukan (*Wear Metal, Oil Condition, Contaminant dan dari segi Viscosity dari Oli*). Dari hasil penelitian yang diperoleh terlihat pengaruh yang paling besar dari perubahan kuliatas oli akibat pemakaian adalah dari segi bahan bakar/fuel yang digunakan. Terlihat masih tingginya kadar sulfur pada oli yang telah di uji, kadar sulfur yang ada pada oli akan mempengaruhi dari kualitas fungsi oli.

ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terimakasih kepada pihak yang telah memberikan banyak bantuan sampai penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Padang yang telah memfasilitasi pembiayaan penelitian ini, Ibu Siti Yuniarti selaku Sr. Supervisor – Lab Operation S.O.S PT Trakindo Utama , BSD . Lab. JAVA. Beserta Team. Telah memberikan kesempatan kepada penulis dan team dalam melakukan pengambilan data dari sample yang telah diambil pada unit excavator kelas sebelas ton milik dinas lingkungan hidup provinsi Sumatera Barat dan Bapak Sular selaku pegawai dinas lingkungan hidup Provinsi Sumatera Barat. Telah memberikan kesempatan kepada penulis dan team

untuk menjadikan unit oli *engine* excavator untuk dijadikan sampel untuk penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Knowledge Brightens. Character Bilding Brightens Others` Lives. *FundamentalSystem Power Train*, (2014) ; Training Center Dept. PT Trakindo Utama
- [2] Udin Permana, Jamal. "Analisis Perbandingan Pemakaian Oli Pelumas Pada Engine Pesawat Terbang Jenis Cfm56-7 Dan Engine Cfm Leap-1b." *Jurnal Teknik* 10.2 (2021).
- [3] Apriana, Asep, Fitri Wijayanti, and Arnol Wibi Ernando. "Penerapan Alat Bantu Pengisian Dan Pengurusan Oli Engine Di Bengkel Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta." *Seminar Nasional Teknik Mesin*. Vol. 9. No. 1. 2019.
- [4] Knowledge Brightens. Character Bilding Brightens Others` Lives. S.O.S (Schedule oil sampling), hal. 31 (2014) ; Training Center Dept. PT Trakindo Utama
- [5] Knowledge Brightens. Character Bilding Brightens Others` Lives. *Fundamental Sistem Engine*, (2014) ; Training Center Dept. PT Trakindo Utama
- [6] Caterpillar, *Improving Component Durability Engine*, (2005); Diesel Engine are the Heart or Nearly every Kind of Mining Machine