

Analisis Kandungan Partikel Pengotor pada Minyak Lumas Kendaraan

Oleh: **Milda Fibria¹⁾**, **Rona Malam Karina²⁾**

Peneliti Pertama¹⁾, Peneliti Madya²⁾ pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS”

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230, Indonesia

Tromol Pos : 6022/KBYB-Jakarta 12120, Telepon : 62-21-7394422, Faksimile : 62-21-7246150

Teregistrasi I Tanggal 14 Juli 2010; Diterima setelah perbaikan tanggal.30 Juli 2010

Disetujui terbit tanggal: 31 Desember 2010

S A R I

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap minyak lumas kendaraan yang beredar di pasaran untuk melihat tingkat kebersihan minyak lumas di Indonesia. Pengujian karakteristik fisika/kimia pelumas dilakukan dengan menggunakan alat uji *Contamination Control System* (CCS2) dengan mengacu pada spesifikasi ISO 4406. Hasilnya adalah bahwa dari beberapa sampel pelumas yang diuji terdapat pelumas dengan kandungan partikel kontaminasi berukuran 4 μ m sampai dengan 37 μ m dengan jumlah yang melebihi batas maksimum spesifikasi. Kandungan partikel dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan berkurangnya kinerja mesin kendaraan. Oleh sebab itu diharapkan industri pelumas harus lebih memperhatikan aspek kebersihan pelumasnya.

Kata kunci : pelumas, kontaminasi, partikel, kebersihan.

ABSTRACT

In this research, several new brands of lubrication oil have been tested to obtain a figure about the cleanliness of lubricant oils in Indonesia. The test was conducted by examining the physically-chemical characteristics of the oils using CCS2 instrument with ISO 4406 as the reference. The result of this research showed that in 100 ml lubricant oil, contaminants with the size between 4 μ m and 37 μ m are found and their number exceeds 100,000 particles above the maximum limit. This shows that the lubricant oil industry in Indonesia has not pay adequate attention to the cleanliness of its products. Therefore, necessary governmental policy regarding the standards related to this issue must be established.

Keywords: lube oil, contaminations, particle, cleanliness.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri khususnya industri otomotif di Indonesia semakin berkembang. Dengan perkembangan teknologi permesinan yang cukup pesat dewasa ini, banyak dirancang mesin untuk kecepatan putar maupun beban tinggi sehingga diperlukan minyak lumas yang mampu memenuhi kebutuhan mesin dengan baik sesuai fungsinya.

Fungsi utama minyak lumas adalah untuk mencegah terjadinya gesekan, keausan dan kerusakan permukaan dalam suatu sistem yang terdiri atas berbagai elemen mesin, seperti gigi dan bantalan¹⁾.

Fungsi lainnya adalah untuk mencegah terjadinya korosi serta untuk mengumpulkan panas, kotoran dan partikel ausan. Minyak lumas juga bisa berfungsi untuk menghantarkan gaya ataupun energi, seperti yang terjadi pada sistem hidraulik. Fungsi minyak lumas tersebut dipenuhi oleh minyak lumas dasar²⁾. Komponen aditif berfungsi untuk membuat minyak lumas mampu bekerja pada temperatur ekstrem yang akan memberikan aspek perlindungan tambahan pada mesin kendaraan.

Saat ini perkembangan teknologi otomotif semakin maju, seperti terlihat pada Tabel 1 yang menunjukkan besarnya celah antar-permukaan (*clearance*) pada

beberapa komponen mesin. Dengan *high performance* serta toleransi yang sangat kecil³⁾, sehingga kebutuhan akan minyak lumas berkualitas tinggi makin meningkat, termasuk kebersihan dari kontaminasi partikel khususnya pada sistem mesin yang bekerja dengan beban tinggi dan mengakibatkan tekanan pada bantalan (*bearing*) yang besar.

Pada dua permukaan mesin yang bergerak berlawanan akan menimbulkan gesekan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini. Semakin kecil celah antar-permukaan, maka semakin besar gesekan yang terjadi, begitu juga apabila terdapat partikel di dalam celah dua permukaan mesin, maka akan mengganggu proses jalannya mesin.

Kontaminasi partikel dapat berasal dari proses pembuatan minyak lumas seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah ini yang menunjukkan alur produksi minyak lumas mulai dari sistem pemipaan *supply*, tangki penimbun, truk tangki, drum, aditif yang tidak larut secara sempurna, kondisi lingkungan berdebu, dll.

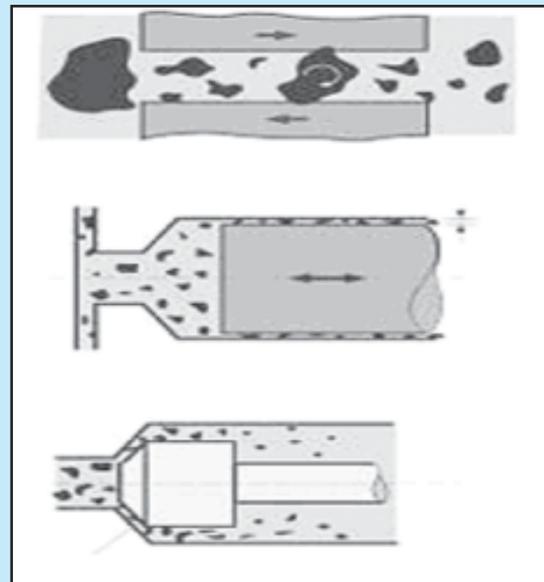
Pada mesin yang sedang berjalan, jika ada partikel kontaminan yang lebih besar dari celah antara dua permukaan mesin, maka partikel akan melukai celah tersebut, menimbulkan serpihan logam dari permukaan mesin yang menyebabkan keausan abrasif. Jumlah partikel ausan dapat menyebabkan reaksi berantai yang menaikkan jumlah total partikulat dalam pelumas⁴⁾. Partikel-partikel tersebut pada operasinya akan memberi tenaga tekan pada permukaan bantalan yang lunak seperti yang tampak pada Gambar 3a dan 3b bahwa adanya partikel yang ikut bergesekan bersama dengan bekerjanya mesin akan mampu menembus permukaan bantalan dan tertanam secara permanen sampai permukaan bantalan pada suatu saat akan mencapai titik pengotoran jenuh. Hal ini akan mengganggu fungsi bantalan mesin dan dalam jangka panjang akan menjadi luka goresan pada komponen-komponen bergerak pada mesin.

Dengan fungsi minyak lumas yang pada prinsipnya adalah melindungi mesin, maka kebersihan minyak lumas menjadi sangat penting. Karena jika minyak lumas yang digunakan untuk kendaraan adalah minyak lumas yang tidak bersih, maka fungsi minyak lumas yang semestinya melindungi mesin dengan harapan mesin kendaraan dapat awet, justru menyebabkan umur mesin kendaraan tidak seperti yang diharapkan.

Tabel 1
Clearance pada Beberapa Komponen Mesin

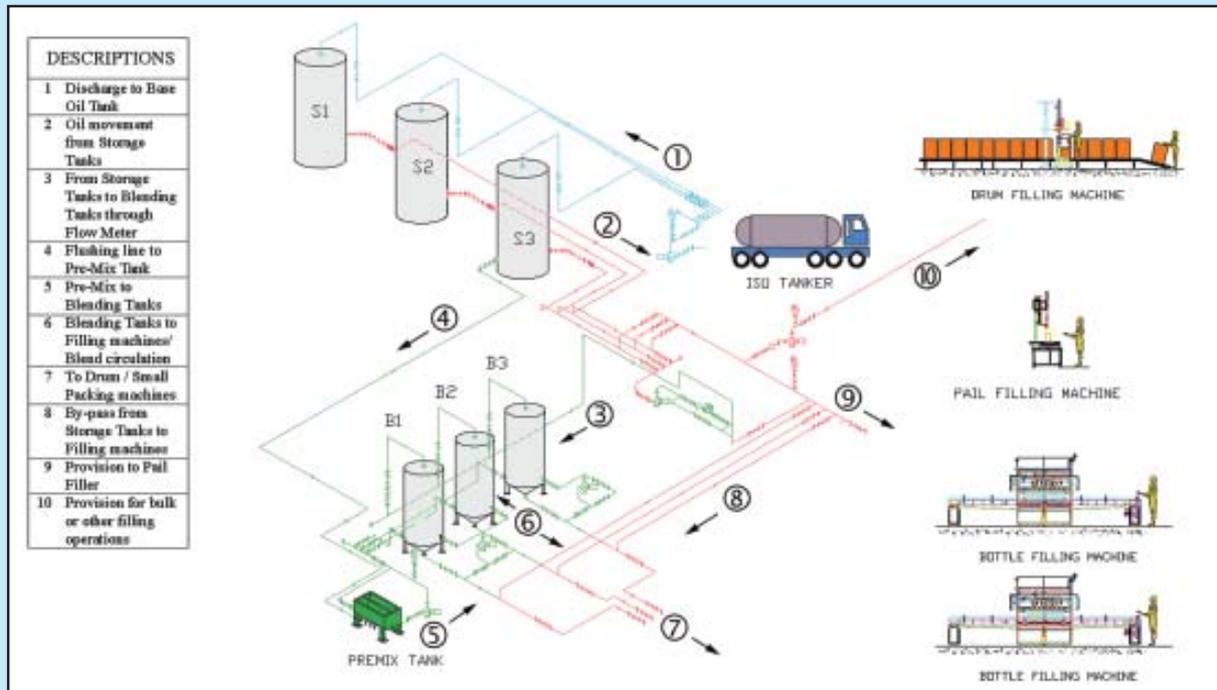
No	Component Typical Critical	Clearance (µm)
1	Gear Pump (J1, J2)	0.5 – 5
2	Vane-cell Pump (J1)	0.5 – 5
3	Piston Pump (J2)	0.5 – 1
4	Control Valve (J1)	0.5 – 25
5	Servo Valve (J1)	5 – 8

Sumber : Shcroeder Industrias LLC,
Contaminant Management Basic



Gambar 1
Contoh permukaan mesin yang bergerak/bekerja

Makalah ini merupakan hasil penelitian karakteristik fisika-kimia minyak lumas baru tipikal dari beberapa merek minyak lumas yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai tingkat kebersihan minyak lumas di Indonesia yang disertai data teknis dari hasil pengujiannya dan diharapkan dapat menjadi panduan bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kebersihan minyak lumas. Sehingga kalangan industri minyak lumas dapat memperbaiki kualitas kebersihan produknya khususnya pelumas otomotif.

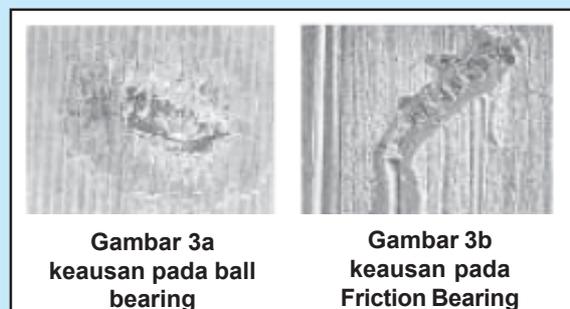


Gambar 2
Alur proses produksi minyak lumas (Sumber: Laporan pelatihan LOBP)

II. METODOLOGI

Pengumpulan data spesifikasi karakteristik fisika minyak lumas baru tipikal dilakukan terhadap beberapa merek minyak lumas yang ada di pasaran. Pengujian percontohan menggunakan metode uji kontaminasi partikel dengan alat uji CCS 2. Kontaminasi partikel dalam minyak lumas dispesifikasikan dengan menghitung jumlah partikel menggunakan sinar laser, memberikan informasi langsung mengenai ukuran partikel dalam mikrometer (μm) dan jumlahnya pada batasan yang telah ditentukan.

Dua metode standar yang umumnya digunakan sebagai referensi untuk menghitung kontaminasi partikel metode ISO (*International Organisation of Standardisation*) dan NAS (*National Airspace Standard*) di mana perhitungannya dengan skala exponential. Akan tetapi, kedua sistem tersebut tidak identik dan tidak dapat dikonversikan dengan perhitungan matematik. Dalam penelitian ini batasan kelas kebersihan minyak lumas untuk peralatan dan komponen-komponen dalam mesin mengacu pada metode ISO 4406 seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 3a
keausan pada ball bearing

Gambar 3b
keausan pada Friction Bearing

Gambar 3
Contoh keausan pada bearing akibat partikel kontaminasi
(Sumber: Schroeder Industrias LLC, Contamination Management Basic)

Hasil pengukuran kontaminasi berdasarkan metode ISO 4406, terdiri dari tiga angka. Untuk pembacaannya, angka pertama menunjukkan kelas partikel dengan ukuran $> 4 \mu\text{m}$, angka kedua menunjukkan kelas partikel dengan ukuran $> 6 \mu\text{m}$ dan angka ketiga menunjukkan kelas partikel dengan ukuran $> 14 \mu\text{m}$.

Tabel 2
Ketentuan Minimum Kebersihan Minyak Berdasarkan Metode ISO 4406

Pelumas, peralatan dan komponen	Batasan Kelas Maksimum
Bantalan bola, pelumas turbin, gearbox kecil / medium	14/12/2009
Bantalan roller, gearbox transmisi	16/14/11
Bantalan jurnal, gearbox industri	17/15/12
Peralatan mobile dan gearbox papermill	18/16/13
Pelumas diesel	19/17/14
Gearbox tugas berat	20/18/15
Pelumas baru, tipikal	20/18/15
In-line filtration, tipikal	21/19/15

Tingkat kebersihan minyak lumas dinyatakan dengan perhitungan jumlah partikel. Untuk jumlah partikel 0 sampai 4.000, kelas kebersihannya 00; 0,1 terus naik sampai kelas 12. Untuk kelas 13 sampai dengan kelas 23 seperti dijelaskan pada Tabel 3. Untuk jumlah partikel 8.000.000 hingga lebih dari 250.000.000 kelas kebersihannya yaitu 24, 25, terus naik sampai kelas 28.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil pengujian dapat diketahui bahwa minyak lumas mengandung partikel-partikel kontaminan (Tabel 4) dengan jumlah dan ukuran yang variatif.

Dari hasil uji yang tertera pada Tabel 4, jumlah partikel-partikel tersebut dikelompokkan berdasarkan standar menurut metode ISO 4406 yaitu kelas $>4\mu\text{m}$ kelas $>6\mu\text{m}$, dan kelas $>14\mu\text{m}$ pada Tabel 4 kelas ukuran ditandai dengan warna yang berbeda dan tingkat kelas dituliskan $>4\mu\text{m}/>6\mu\text{m}/>14\mu\text{m}$. Sebagai contoh penomoran kelas terhadap pelumas 1

Berdasarkan cara pengelompokan seperti contoh diatas, maka pelumas yang diuji dapat diklasifikasikan menurut jumlah dan ukurannya seperti yang ditunjukkan pada tabel 6 di bawah ini.

Dari perbandingan data-data hasil pengujian beberapa pelumas dengan data menurut standar ISO 4406, dapat dianalisis bahwa pelumas 1 menunjukkan kelas yang terlalu tinggi pada ukuran $>14\mu\text{m}$. Jauh melebihi spesifikasi yang ditetapkan oleh ISO 4406. Sementara untuk hasil uji pada pelumas 2

Tabel 3
Kelas Kebersihan Minyak Lumas dengan Metode ISO 4406*

No. Kelas	Jumlah partikel per 100 mL	
	dari	sampai
23	4.000.000	8.000.000
22	2.000.000	4.000.000
21	1.000.000	2.000.000
20	500.000	1.000.000
19	250.000	500.000
18	130.000	250.000
17	64.000	130.000
16	32.000	64.000
15	16.000	32.000
14	8.000	16.000
13	4.000	8.000

Sumber : Technical paper 004, Particle Contamination ISO 4406

* = Nomor kelas tidak ditampilkan seluruhnya, hanya kelas yang umum digunakan dalam analisa ini saja yang

menunjukkan partikel dengan ukuran $>4\mu\text{m}$ dengan jumlah yang melebihi spesifikasi. Pelumas 3 dan pelumas 4 sesuai dengan spesifikasi. Sedangkan pelumas 5 dan pelumas 6 menunjukkan kelebihan jumlah partikel yang signifikan dan kelas ini adalah yang paling buruk secara kandungan partikel kontaminannya. Pada pelumas 7 dan pelumas 8,

Tabel 4
Hasil Uji Kandungan Partikel dalam Pelumas

Jumlah Partikel yang Terkandung dalam 100 ml minyak lumas						
Ukuran →	> 4 μ m	> 6 μ m	> 10 μ m	> 14 μ m	> 21 μ m	> 37 μ m
Pelumas 1	1497900	405100	190600	159400	118800	80800
Pelumas 2	2204600	384300	42000	16100	6000	4000
Pelumas 3	1264000	222900	29100	9600	700	200
Pelumas 4	1097200	235000	42600	12900	1900	50
Pelumas 5	870200	326100	120700	86700	11000	2400
Pelumas 6	726900	340600	61000	11200	11000	3100
Pelumas 7	5776100	1324300	54700	12400	1700	400
Pelumas 8	2278300	570400	56200	19100	3400	1400

jumlah partikel yang berukuran <14 μ m melebihi spesifikasi.

Dari analisis kandungan partikel dalam pelumas, yang sangat diwaspadai adalah partikel berukuran >14 μ m dalam jumlah besar yang melebihi spesifikasi, karena partikel berukuran >14 μ m dapat lebih mudah merusak permukaan komponen mesin. Sedangkan untuk partikel berukuran >4 μ m cenderung lolos dari gesekan dengan tekanan yang terjadi karena ukurannya yang lebih kecil dari *clearance*-nya. Akan tetapi jika jumlahnya sangat banyak sehingga melebihi spesifikasi yang ditentukan, maka akan dapat memberi tenaga tekan pada permukaan bantalan yang berakibat rusaknya permukaan mesin akibat goresan.

Dengan demikian, banyaknya kontaminasi partikel dalam pelumas dapat memperpendek umur mesinnya.

Industri pelumas, perlu memperhatikan kebersihan produk pelumas yang akan dijual dipasaran. Kebersihan yang diharapkan di sini yaitu memenuhi standar yang ditetapkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan terhadap data karakteristik fisika minyak lumas dapat disimpulkan bahwa pelumas 3 dan pelumas 4 sesuai dengan spesifikasi. Sedangkan pelumas 5 dan pelumas 6 menunjukkan kelebihan jumlah partikel yang signifikan dan kelas ini adalah yang paling buruk secara kandungan partikel kontaminannya. Kondisi tersebut sangat memungkinkan timbulnya penurunan unjuk kerja mesin kendaraan yang akan merugikan.

Tabel 5
Contoh Klasifikasi Berdasarkan Jumlah Partikel Kontaminasi Terhadap Pelumas 1 menurut metode ISO 4406

Pelumas 1 dengan kelas partikel : 21 / 19 / 18		
Ukuran partikel (μ m)	Jumlah	Kelas
> 4	1497900	21
>6	405100	19
>10	190600	18
>14	159400	
>21	118800	
> 37	80800	

Tabel 6
Klasifikasi Jumlah Berdasarkan Metode ISO 4406 (Kelas 20/18/15)

Ukuran partikel (μ m)	> 4	> 6	>14	Kelas
Jumlah (maksimum)	2000000	500000	32000	21/19/15
Pelumas 1	1497900	595600	349000	21/19/18
Pelumas 2	2204600	426300	26100	22/19/14
Pelumas 3	1264000	252000	10500	21/18/14
Pelumas 4	1097200	277600	15300	21/18/14
Pelumas 5	4223200	1446800	100100	23/21/17
Pelumas 6	8647000	3964500	124300	24/22/17
Pelumas 7	5776100	137900	14500	23/21/14
Pelumas 8	2278300	626600	23900	22/20/15

Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat:

- Memberikan gambaran terhadap perkembangan industri pelumas dalam hal kebersihan produk minyak lumas.
- Memberikan masukan kepada pelaku industri minyak lumas untuk melakukan proses filterisasi produk sebaik-baiknya agar produk yang dihasilkan benar-benar bersih dari kontaminasi partikel.
- Sebagai acuan pemerintah dalam menetapkan Rancangan SNI dalam hal tingkat kebersihan pelumas.

KEPUSTAKAAN

1. BSN, 2006, *Dukungan terhadap Pemberlakuan SNI Wajib Minyak Pelumas*, Badan Standarisasi Nasional, <http://www.bsn.or.id/> diakses tanggal 14 Oktober 2008.
2. Caines, A.J. , Robert Haycock, 1996, *Automotive Lubricants Reference Book*, SAE Inc., USA, 706pp.
3. Schroeder Industrials LLC, *Contamination Management Basic*, Diakses melalui <http://www.scholar.google.com> tanggal 15 Oktober 2008.
4. Ulfiati, R., 2008, *Pentingnya Kebersihan Pelumas Mesin*, Lembaran Publikasi Lemigas Vol. 42 No. 1/ 2008, Lemigas, Jakarta, hal: 65-70