

ANALISIS LOGAM Fe, Cu, Pb, DAN Zn DALAM MINYAK PELUMAS BARU DAN BEKAS MENGGUNAKAN X-RAY FLUORESCENCE

ANALYSIS OF Fe, Cu, Pb, AND Zn METALS IN NEW AND USED LUBRICATING OILS USING X-RAY FLUORESCENCE

Agus Supriyanto*, Alimuddin, Bohari

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123

*E-mail: supriyanto_lab@gmail.com

Received: 21 November 2016, Accepted: 18 January 2018

ABSTRACT

This research aims to determine the differences in levels of Fe, Cu, Pb and Zn in new and used lubricating oils; and to know their the duration effect of utilization of used lubricating oil to elevated levels of Fe, Cu, Pb and Zn metals in compressors operating system F4K-3. The results showed the difference between new and used lubricating oils. New lubricating oil does not contain Fe, Pb and Zn but contains Cu amounted to 25.36 mg/L. In used oil contains Fe, Cu and Zn with elevated levels of various iron (Fe) 6.243 mg/L, copper (Cu) 41.260 mg/L and zinc (Zn) 32.469 mg/L except metals lead (Pb) there is no difference between new and used lubricating oils is still 0:00 mg/L or below the lower limit of detection XRF 5.3 mg/L. Using a simple linear regression correlation coefficient lows of iron (Fe) 0913 and the highest zinc (Zn) 0969 this suggests there is a relationship between duration of use of lubricating oil in the compressor with elevated levels of metals iron (Fe), copper (Cu) and Zinc (Zn). Improved metals in used lubricating oil indicates the wear and tear on the compressor engines except lead (Pb) no elevated levels of metals.

Keywords: *Selective Membranes Ion, Iron (II), 1,10-Phenantroline*

PENDAHULUAN

Minyak pelumas atau oli merupakan salah satu bagian yang terpenting dalam permesinan. Minyak pelumas digunakan untuk mengurangi gesekan dan keausan dua permukaan logam yang saling bersentuhan dengan membentuk satu lapisan *film* tipis diantara kedua logam tersebut. Teknik pelumasan adalah suatu cara untuk memperkecil gesekan dan keausan diantara permukaan-permukaan yang bergerak relatif satu sama lain. Untuk menjaga bagian mesin yang bergesekan itu agar berfungsi dengan baik maka harus dipilih jenis atau tipe pelumas yang sesuai dengan mesin. Kinerja mesin yang optimum dari mesin akan menimbulkan panas sehingga me-nyebabkan terjadinya keausan logam-logam yang bergesekan. Degradasi pelumas juga merupakan penyebab terjadinya keausan logam-logam mesin selain faktor-faktor lain yang juga dapat mengganggu kinerja pelumas seperti sisa pembakaran asam, terjadinya busa dan lainnya [1].

Salah satu perbedaan penting antara minyak pelumas baru dan bekas adalah konten logam berat. Kandungan logam dari minyak pelumas bekas sangat

penting, karena banyak dari logam ini berpotensi sangat berbahaya bagi organisme hidup. Logam ini berasal dari bahan bakar dan dari keausan bermotor. Minyak pelumas bekas mengandung konsentrasi tinggi Pb, Zn, Ca, Ba dan Mg, dan konsentrasi yang lebih rendah dari Fe, Na, Cu, Al, Cr, Mn, K, Ni, Sn, Si, B dan Mo. Kadar logam di minyak pelumas meningkat terhadap waktu operasional motor dan jumlahnya tergantung pada jenis bahan bakar dan kondisi mekanik mesin [2].

Kompresor F4k-3 MCR (*Multi Component Refrigerant*) pada Train #F merupakan unit pendingin Feed Gas pada pengolahan Gas Alam Cair (LNG) di PT. Badak NGL karena fungsi Unit tersebut sangat penting maka pelumasan mesin kompresor adalah bagian dari perawatan mesin. Dengan mengetahui adanya peningkatan kadar logam dalam minyak pelumas yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya keausan pada mesin pelumas [3].

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan logam Besi (Fe), Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Seng (Zn) dalam minyak pelumas sebelum dan sesudah

pemakaian. kimia yang tinggi dan mudah dimodifikasi secara kimia [4].

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah X-RF SHIMADZU EDX-900 HS, wadah sampel plastik, dan plastik penutup.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kitosan yang diproduksi dari CV. Agung Menara Abadi, asam asetat (p.a), asetat glasial, asetaldehida (p.a), dan aquades.

Minyak pelumas dilakukan pengambilan sampling sebanyak ± 200 mL di dalam botol sampel plastik selama 12 hari pada kompresor unit MCR (*Multi Component Refrigerant*) F4K-3 di Train F PT. Badak NGL.

Prosedur Penelitian

Persiapan sampel

Sampel sebanyak ± 200 mL pada botol plastik kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik khusus sebanyak ± 10 ml untuk pemeriksaan sampel cair lalu ditutup dengan plastik penutup dan tidak ada gelembung udara terjebak.

Start up instrumen dan peralatan pengolah data

Unit peralatan utama dihidupkan, peralatan pengolah data dihidupkan, jika tahapan diatas terbalik maka alat tidak dapat berfungsi dengan baik.

Aging X-Ray tube

Aging X-Ray Tube dengan memasukkan data tegangan (Voltage) dan arus (Current) mengikuti daftar Tube Aging Condition.

Menyalakan radiasi X-Ray

Detektor dan X-Ray dinyalakan pada tegangan 15 kV (kilovolt) dan arus 100 μ A (microampere).

Kalibrasi energi instrumen X-Ray

Menggunakan standar AlCu (A-750) untuk kalibrasi energi, kalibrasi dinyatakan baik apabila penetapan nilai spektrum CuKa: 8.00-8.04 KeV dan spektrum SnKa, SnLa, AlKa, NiKa teridentifikasi.

Pemeriksaan sampel

Sampel minyak pelumas 10 mL dimasukkan ke dalam wadah sampel dan ditutup dengan plastik lalu letakkan dalam *sample chamber*, pemeriksaan sampel dimulai, aktifkan timer waktu pengukuran

dan aktifkan pressure switch ke posisi on. Matikan timer setelah selesai pemeriksaan.

Mematikan emisi X-Ray

Power X-ray dan detektor dimatikan, tunggu selama 15 menit untuk pendinginan alat.

Analisis data

Untuk menentukan hubungan korelasi antara lama pemakaian minyak pelumas pada kompresor dengan peningkatan kadar logam dalam minyak pelumas bekas digunakan Regresi Linieritas Sederhana dengan koefisien korelasi r pada analisis regresi linear $Y = a + bX$ [4].

Dimana:

Y = Variabel Dependen (variabel tak terbatas)

X = Variabel Independen (variable bebas)

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan); besaran Response yang ditimbulkan oleh Predictor.

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1) dan (2).

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (1)$$

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

Koefisien korelasi:

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n\sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \quad (3)$$

Keterangan:

Jika $r = 0$ maka tidak ada hubungan antara kedua variabel.

Jika $r = (-1)$ maka hubungan sangat kuat dan bersifat tidak searah.

Jika $r = (+1)$ maka hubungannya sangat kuat dan bersifat searah.

0 – 0,5 = Korelasi lemah

0,5 – 0,8 = Korelasi sedang

0,8 – 1 = Korelasi kuat/erat

1 = Korelasi sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

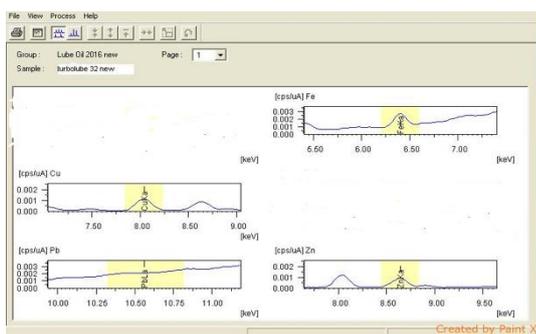
Data hasil analisa minyak pelumas baru dan minyak pelumas bekas (dilakukan sampling pada kompresor F4K-3 Train #F), selama 12 hari. Dapat dilihat pada data tabel 1.

Tabel 1. Kompresor F 4K-3 mg/L

Minyak pelumas	Logam			
	Fe	Cu	Pb	Zn
Baru	0	25,356	0	0
Hari-1	4,245	41,260	0	32,469
Hari-2	6,243	42,245	0	33,246
Hari-3	7,243	43,010	0	34,542
Hari-4	7,825	43,270	0	36,245
Hari-5	8,042	46,226	0	37,793
Hari-6	8,421	47,321	0	38,179
Hari-7	8,581	52,781	0	39,124
Hari-8	8,611	54,225	0	39,468
Hari-9	8,752	55,245	0	40,126
Hari-10	9,453	55,467	0	41,226
Hari-11	9,246	56,234	0	41,989
Hari-12	10,125	56,754	0	42,352

Dari tabel 1, hasil analisis minyak pelumas Turbolube 32 baru pada kompresor F4K-3 menggunakan metode XRF diperoleh logam tembaga (Cu) sebesar 25,36 mg/L sedangkan logam Besi (Fe), timbal (Pb) dan seng (Zn) tidak terdapat atau lebih kecil dari pada Limit of Detection alat XRF, sedangkan pada minyak pelumas Turbolube 32 bekas semua logam mengalami kenaikan kadar kecuali logam timbal (Pb). Terdapat perbedaan kadar logam antara minyak pelumas baru dan minyak pelumas bekas.

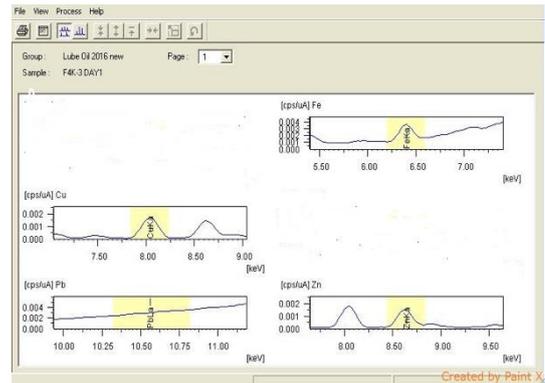
Penentuan kadar logam Fe, Cu, Pb dan Zn pada analisis dengan menggunakan XRF ditunjukkan dengan nilai intensitas (cps/Au) logam pada range *Kilo electron Volt* (KeV) masing-masing logam. Nilai intensitas berbanding lurus dengan nilai kadar logam pada minyak pelumas.



Gambar 1. Hasil pembacaan minyak pelumas Turbolube 32 baru dengan X-Ray Fluorescence

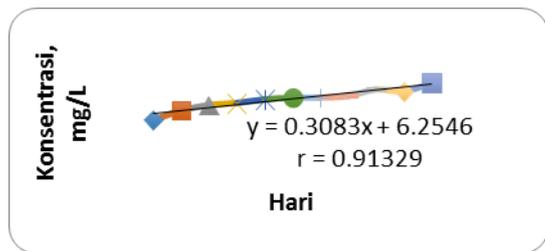
Pada gambar 1, minyak pelumas Turbolube 32 baru mengandung logam tembaga (Cu) pada range 6,20-6,60 Kev dengan intensitas 0,0109 dengan kadar logam tembaga (Cu) 25,35 ppm sedangkan untuk logam yang lain tidak menunjukkan adanya logam Fe, Pb dan Zn.

Hasil analisa minyak pelumas pada hari pertama pemakaian terdapat kenaikan kadar logam besi (Fe), tembaga (Cu) dan seng (Zn) sedangkan untuk logam Pb (timbal) tidak ada penunjukan kenaikan kadar. Nilai intensitas logam Fe 0.0186 cps/Au = 4,25 ppm, logam Cu 0.0165 cps/Au = 41,26 ppm dan Zn 0,0138 csp/Au = 32,47 ppm, grafik pembacaan hari pertama dapat dilihat pada gambar 2. Hal ini menyatakan ada perbedaan kadar logam pada minyak pelumas baru dan minyak pelumas bekas.



Gambar 2. Hasil pembacaan minyak pelumas turbolube 32 bekas (1 hari) dengan X-Ray Fluorescence

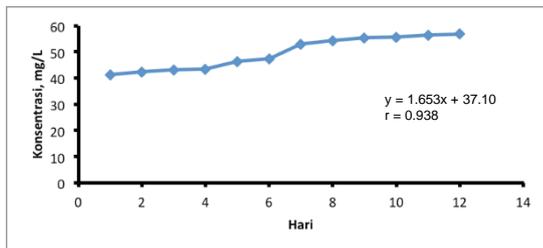
Untuk mengetahui hubungan antara lama pemakaian minyak pelumas kompresor dengan peningkatan kadar logam Fe, Cu, Pb dan Zn digunakan regresi linier sederhana.



Gambar 3. Lama pemakaian minyak pelumas terhadap kadar logam besi (Fe)

Kadar logam besi (Fe) pada hari pertama sebesar 4,24 mg/L dibawah nilai *Lower Limit of Detection* XRF, sehingga dikeluarkan dalam data regresi linier sederhana. Kadar logam Fe setelah dua hari pemakaian minyak pelumas sebesar 6,24 mg/L dan terjadi peningkatan pada hari berikutnya hingga hari ke-9 (sembilan) sebesar 8,75 mg/L terus meningkat hingga hari ke-12 (dua belas) sebesar 10,12 mg/L dari kadar minyak pelumas baru, logam besi (Fe) pada hari ke tiga hingga hari ke sembilan meningkat rata-rata 40% dari hari kedua dan hingga hari kedua belas meningkat sebesar 62%.

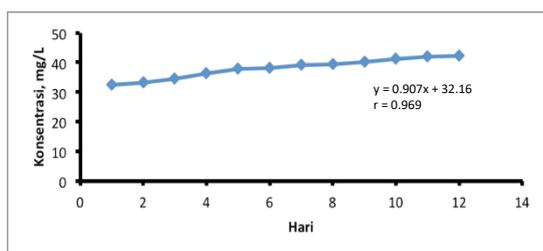
Menggunakan regresi linier sederhana gambar 3, didapat nilai r sebesar 0,91.



Gambar 4. Lama pemakaian minyak pelumas terhadap kadar logam tembaga (Cu)

Logam tembaga (Cu) terdapat pada minyak pelumas baru sebesar 25,36 mg/L dan 41,26 mg/L pada minyak pelumas bekas setelah satu hari pemakaian atau meningkat 63% dari minyak pelumas baru. Peningkatan bertahap pada hari ke 2 (dua) pemakaian hingga hari ke 6 (enam) sebesar 3% -15% dibanding kadar logam hari pertama minyak pelumas bekas dan terus meningkat pada hari ke 7 (tujuh) hingga hari ke 12 (dua belas) sebesar 28% - 38%. Menggunakan regresi linier sederhana, didapat nilai r sebesar 0.94

Logam timbal (Pb) dari analisa dengan XRF tidak terdapat logam berat timbal pada minyak pelumas Turbolube 32 baru dan minyak pelumas bekas pada kompresor F4K-3 dengan kadar 0,00 mg/L. XRF tidak mendeteksi sampel dengan kadar < 0.01% sehingga untuk logam-logam yang tidak terdeteksi sebaiknya menggunakan instrument analisa lainnya seperti AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).



Gambar 5. Lama pemakaian minyak pelumas terhadap kadar logam timbal (Pb)

Logam seng (Zn) setelah satu hari pemakaian minyak pelumas sebesar 32,47 mg/L dan terjadi meningkat pada hari berikutnya hingga hari ke-6 (enam) sebesar 38,18 mg/L terus meningkat hingga hari ke-12 (dua belas) sebesar 42,35 mg/L dari kadar minyak pelumas baru, logam seng (Zn) pada hari ke dua meningkat 2 % dibanding hari pertama minyak pelumas bekas dan sebesar 30 % pada hari ke dua belas. Menggunakan regresi linier sederhana, didapat nilai r sebesar 0,97.

Berdasarkan tabel 2, hasil analisis minyak pelumas pada kompresor F4K-3 menunjukkan nilai *Regresi Linier* terendah adalah logam besi (Fe) 0,913 dan tertinggi pada logam seng (Zn) 0,969 Untuk logam besi, tembaga dan seng pada kompresor menunjukkan adanya hubungan positif antara lamanya penggunaan minyak pelumas pada kompresor dengan peningkatan kadar logam-logam tersebut, hal ini sesuai hasil penelitian [2], kadar logam di minyak pelumas meningkat terhadap waktu operasional motor dan jumlahnya tergantung pada jenis bahan bakar dan kondisi mekanik mesin.

Tabel 2. Data peningkatan kadar logam Fe, Cu, Pb dan Zn minyak pelumas bekas Turbolube 32

Logam	Pemantauan selama 12 hari mg/L		% peningkatan Hari 12 *	Koef. Korelasi
	Kadar (min)	Kadar (hari 12)		
Fe	6,243 *	10,125	62 %	0,913
Cu	41,26	56,75	38 %	0,938
Pb	< 5,3	< 5,3	0 %	-
Zn	32,47	42,35	30 %	0,969

Note: * kadar logam pelumas bekas hari ke-2

Bahan penyusun kompresor mayoritas adalah baja atau besi yang tahan terhadap gesekan, kekuatan yang tinggi dan tahan aus, selain logam lainnya seperti aluminium alloy (Al, Si, Cu) dan lain lain. Dengan kondisi operasional dengan tekanan dan temperatur tinggi dapat menyebabkan logam-logam penyusun mesin tersebut terlepas dan menyebabkan keausan, karena sifat logam yang mudah teroksidasi atau terlepasnya dan besar ukuran dari logam tersebut [5].

Logam besi (Fe), tembaga (Cu) dan seng (Zn) memberikan nilai peningkatan kadar yang cukup besar hal tersebut mungkin saja terjadi karena logam-logam tersebut merupakan logam penyusun mesin kompresor terutama logam besi dengan peningkatan tertinggi sebesar 62%. Nilai kadar logam tembaga dan seng lebih tinggi namun prosentasi lebih rendah karena logam tersebut bukan penyusun utama material kompresor namun sifat dan ukuran partikel logam Tembaga dan Seng lebih besar juga dapat menyebabkan mudah terlepasnya logam karena adanya gesekan, tekanan dan kondisi operasi temperatur tinggi. Logam besi merupakan logam yang mudah teroksidasi dengan air dan udara menyebabkan karat, sehingga pada minyak pelumas ditambahkan anti oksidasi, inhibitor korosi [6].

Logam timbal (Pb) dimana tidak menunjukkan adanya peningkatan kadar logam karena pada kompresor F4K-3 menggunakan bahan bakar fuel gas

dan mekanikal mesin yang tidak mengandung logam timbal (Pb).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan serta hasil dan pembahasan yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan kadar logam Fe, Cu dan Zn antara minyak pelumas Turbolube 32 baru dan bekas dengan kenaikan pada logam Besi (Fe) 6,243 mg/L, logam tembaga (Cu) 41,260 mg/L dan logam seng (Zn) 32,469 mg/L kecuali logam timbal (Pb) tidak ada perbedaan antara Minyak Pelumas Baru dan Bekas yaitu tetap 0,00 mg/L atau di bawah *Lower Limit of Detection* XRF 5,3 mg/L.
2. Terdapat hubungan antara lama pemakaian minyak pelumas pada kompresor dengan peningkatan kadar logam besi (Fe), tembaga (Cu) dan seng (Zn) dengan *Regresi Linier* Sederhana diperoleh koefisien korelasi (r) terendah logam besi (Fe) sebesar 0,913 dan tertinggi logam seng (Zn) 0,969 untuk kecuali logam timbal (Pb) tidak ada peningkatan kadar logam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium PT. Badak NGL, Bontang. atas fasilitas yang disediakan selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rachman, A. 2013. *Analisis Logam Dalam Minyak Pelumas Menggunakan X-Ray Fluorescence*, Laporan Praktek Kerja Lapangan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda.
- [2] Mohamed S Al-Nozili, Abeed.Fathy. A, Ahmed.Majed. M. 2014 “*Studying the Changes of Some Heavy Metals Content in Lubricating Oil Caused by Using; Part I: Diagnostic Study*” Chemistry Department Faculty of Science Ibb University-Yemen.Website: www.ijetae.com (ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 4, Issue 7, July 2014.
- [3] Cahyanto, M, 2010, *Process Section Repor*, On Job Training PT. Badak NGL.
- [4] Anonim, 2012. “*Modul Regresi Linier Sederhana*”, Statistika 2, Gunadarma. Jakarta.
- [5] Svehla, G., 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. edisi V*, PT Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- [6] Subardjo, 1986, “*Melacak Mutu Minyak Pelumas*”, Lembaran Publikasi Lemigas, PPTMGB Lemigas P-73, Jakarta