

# Penelitian Limbah Lumpur Minyak Kegiatan Pengolahan Minyak melalui Uji TCLP

Oleh: **Desrina**<sup>\*)</sup>

Peneliti Madya pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"  
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, P.O. Box 1089/JKT, Jakarta Selatan 12230 INDONESIA  
Teregistrasi I Tanggal 12 Juni 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal 16 Juli 2009  
Disetujui terbit tanggal: 30 Desember 2009

## SARI

Sesuai ketentuan yang termuat di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, PP 18/1999 jo PP 85/1999, beberapa limbah dari kegiatan pengolahan migas dikategorikan sebagai limbah B-3 yang dimasukkan di dalam daftar limbah B-3 yang spesifik. Di dalam PP 85/1999 Pasal 7 ayat (5) dicantumkan kalimat yang berbunyi: "Limbah D220, D221, D222 & D223 dapat dinyatakan limbah B-3 setelah dilakukan uji karakteristik dan atau uji toksikologi". Ayat ini merupakan revisi dari PP 18/1999 Pasal 7 Ayat 2 yang berbunyi: Daftar limbah dengan kode limbah D220, D221, D222, dan D223 dapat dinyatakan limbah B-3 setelah dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan/atau uji karakteristik. Terdapat perbedaan mendasar antara uji toksikologi dan uji TCLP.

Uji toksikologi sebagaimana dimandatkan di dalam PP 85/1999 tersebut jelas menyebutkan penentuan nilai LD-50 secara oral. Masalahnya adalah bagaimana mungkin untuk limbah-limbah tersebut diberlakukan pengujian LD-50 secara oral. Mengingat bahwa limbah-limbah tersebut, karena jumlahnya, pada umumnya disimpan atau ditimbun pada tempat khusus. Kemungkinan besar sangat aman bagi manusia dan makluk hidup lainnya. Di sisi lain, kemungkinan pencemaran lingkungan adalah melalui air lindinya.

Dipandang perlu untuk dilakukan kajian terhadap limbah-limbah pengolahan migas yang telah ditetapkan sebagai limbah B-3 mengingat ketetapan ini sebenarnya lebih kepada ketetapan dari aspek hukum. Kajian ini tidak saja berguna untuk dipakai mengevaluasi kembali daftar limbah-limbah B-3 yang telah ditetapkan tersebut, tetapi juga berguna sebagai masukan bagi pemerintah dan industri migas tentang tata cara pengklasifikasian limbah B-3 dari kegiatan migas yang mungkin tidak harus sepenuhnya mengikuti ketetapan yang berlaku.

Kata kunci: limbah kegiatan pengolahan migas, limbah B-3, uji toksikologi dan uji TCLP

## ABSTRACT

*According to the Government of Indonesia Regulation, PP 18/1999 jo PP 85/1999, several refinery wastes are classified into hazardous wastes which are included in the list of specific hazardous wastes. In article 7 point 5 of the PP 85/1999 it is described that: "Wastes with codes of D220, D221, D222 & D223 can be stated as hazardous wastes after having undergone characteristic and-or toxicological testing. This article was a revision of previous regulation of PP 18/1999 Article 9 Point 2 that describes: "List of wastes with the codes of D220, D221, D222 & D223 can be stated as hazardous wastes after having undergone Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) and-or characteristic testing. There is basic difference between toxicological and TCLP testing.*

---

<sup>\*)</sup> Dosen Luar Biasa Jurusan Teknik Perminyakan FTKE Usakti

*Toxicological testing which is mandated in PP 85/1999 clearly states that the value of LD-50 is conducted orally. The question is how could such wastes are undergone LD-50 orally. Such waste, according to their volume, are stored or dumped in special place. The dumping places are very safe for human being other living organisms. On the other hand, the possible pollution is due to the leaching solutions of the wastes.*

*It is worthy to study the refinery hazardous wastes which are listed in the specific hazardous wastes because this provision is merely legal aspect. This study is not only useful for reevaluation the hazardous wastes that already in the list, but it also useful for the government and industries in classifying the hazardous wastes generated by oil industries that may not follow exactly the regulation.*

*Key words: refinery wastes, hazardous wastes, Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)*

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan minyak dan gas bumi (migas) mengeluarkan berbagai jenis limbah, berupa limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Dari berbagai limbah tersebut beberapa di antaranya dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang sering disebut dengan istilah Limbah B-3. Sesuai ketentuan yang termuat di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, PP 18/1999 jo PP 85/1999<sup>1,22</sup>, beberapa limbah dari kegiatan pengolahan (*refinery*) migas dikategorikan sebagai limbah B-3 yang dimasukkan di dalam daftar limbah B-3 yang spesifik (PP 85/1999, Lampiran 1 Tabel 2). Dari kegiatan pengolahan migas, limbah-limbah B-3 ini dikategorikan dengan kode limbah D221 yang meliputi: *Sludge* Minyak, Katalis Bekas, Karbon Aktif Bekas, *Sludge* dari IPAL, Filter Bekas, Residu Dasar Tangki, Limbah Laboratorium, dan Limbah PCB.

Di dalam PP 85/1999 Pasal 7 ayat (5) dicantumkan kalimat yang berbunyi: *Limbah D220, D221, D222 & D223 dapat dinyatakan limbah B-3 setelah dilakukan uji karakteristik dan atau uji toksikologi*. Ayat ini merupakan revisi dari PP 19/1994 Pasal 7 Ayat 2 yang berbunyi: *Daftar limbah dengan kode limbah D220, D221, D222, dan D223 dapat dinyatakan limbah B-3 setelah dilakukan uji Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) dan/atau uji karakteristik*<sup>(3)</sup>.

Terdapat perbedaan mendasar antara uji toksikologi dan uji TCLP. Di dalam Bab. Penjelasan untuk menjelaskan Pasal 7 Ayat 4 (Pengujian toksikologi untuk menentukan sifat akut dan atau kronik) dituliskan: *Penentuan sifat akut limbah dilakukan dengan uji hayati untuk mengukur hubungan dosis-respons antara limbah dengan*

*kematian hewan uji, untuk menetapkan nilai LD-50. Yang dimaksud dengan LD-50 (Lethal Dose fifty) adalah dosis limbah yang menghasilkan 50 % respons kematian pada populasi hewan uji. Apabila nilai LD-50 secara oral lebih besar dari 50 mg/kg berat badan, maka terhadap limbah yang mengandung salah satu zat pencemar pada Lampiran III Peraturan Pemerintah ini dilakukan evaluasi sifat kronis. Apabila limbah tersebut mengandung salah satu dan atau lebih zat pencemar yang terdapat dalam Lampiran III Peraturan Pemerintah ini, maka limbah tersebut merupakan limbah B-3 setelah mempertimbangkan sebelas faktor yang disebutkan di dalam penjelasan tersebut.*

Uji toksikologi sebagaimana dimandatkan di dalam PP 85/1999 tersebut jelas menyebutkan penentuan nilai LD50 secara oral. Masalahnya adalah bagaimana mungkin untuk limbah-limbah tersebut diberlakukan pengujian LD50 secara oral. Andaikata hal tersebut memungkinkan, dan nilai LD50 lebih besar dari angka yang ditetapkan tersebut, maka terhadap limbah tersebut masih harus dilakukan evaluasi sifat kronis.

Mengingat bahwa limbah-limbah tersebut, karena jumlahnya, pada umumnya disimpan atau ditimbun pada tempat khusus. Kemungkinan besar sangat aman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Di sisi lain, kemungkinan pencemaran lingkungan adalah melalui air lindi.

Dari latar belakang yang telah diutarakan di atas, maka dipandang perlu untuk dilakukan kajian terhadap limbah-limbah pengolahan migas yang telah ditetapkan sebagai limbah B-3 mengingat ketetapan ini sebenarnya lebih kepada ketetapan dari aspek hukum. Kajian ini tidak saja berguna untuk dipakai

mengevaluasi kembali daftar limbah-limbah B-3 yang telah ditetapkan tersebut, tetapi juga berguna sebagai masukan bagi pemerintah dan industri migas tentang tata cara pengklasifikasian limbah B-3 dari kegiatan migas yang mungkin tidak harus sepenuhnya mengikuti ketentuan yang berlaku. Kajian akan difokuskan pada limbah B-3 dari jenis lumpur berminyak (*oily sludges*) untuk mengetahui karakteristik dan sifat toksiknya melalui uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Uji TCLP ini dipersyaratkan di dalam PP. 85/1999 untuk mengetahui kandungan zat-zat yang bersifat racun yang dapat larut di dalam larutan lindi (*leachates*). Adanya zat-zat ini dalam jumlah yang melebihi batas yang diperbolehkan akan menunjukkan sifat toksik dari limbah tersebut.

## II. METODOLOGI

Kajian laboratorium untuk uji TCLP dilakukan dengan metode EPA Method 1311<sup>(4)</sup>. Secara garis besar metode uji TCLP mempunyai lima dasar tahap pekerjaan (lihat skema pada Gambar 1):

### i. Prosedur Pemisahan

Untuk limbah yang berbentuk cair (yaitu limbah yang mengandung kurang dari 0.5% material padat), maka terhadap limbah ini dilakukan penyaringan melalui penyaring serat (*glass fibre*) dengan pori 0.6 - 0.8  $\mu\text{m}$ . Air saringan diperlakukan sebagai ekstrak TCLP. Untuk limbah yang mengandung sama atau lebih dari 0.5% padatan, maka bila ada cairan yang dapat dipisahkan dari padatannya, cairan ini disimpan untuk dianalisis lebih lanjut.

### ii. Pengurangan Besar Butir Partikel Padat

Sebelum dilakukan ekstraksi, maka partikel padat harus dapat melewati ayakan dengan diameter lubang ayakan sebesar 9.5-mm (0.375-inci) dan mempunyai luas permukaan sebesar atau lebih besar dari 3.1  $\text{cm}^2$  per gram material, atau partikelnya lebih kecil dari 1  $\mu\text{m}$ .

Bila luas permukaannya lebih kecil atau besar partikelnya lebih besar dari yang disebutkan di atas, maka bagian padatan tersebut disiapkan terlebih dulu untuk dilakukan penggerusan hingga memenuhi persyaratan (Hal khusus yang harus diperhatikan adalah bila padatan tersebut disiapkan untuk ekstraksi organik yang volatil).

### iii. Ekstraksi Material Padat

Material padat pada langkah (ii) kemudian

diekstrak selama 18 + 2 jam dengan pelarut sebanyak 20 kali dari berat fase padatnya. Larutan pengestrak yang digunakan tergantung pada sifat alkalinitas dari fase padatnya di dalam limbah. Bila dikehendaki juga analisis dari analit yang volatil, maka digunakan peralatan ekstraksi khusus.

### iv. Pemisahan Larutan Ekstrak dari Fase Padat

Sesudah dilakukan ekstraksi, maka cairan ekstrak dipisahkan dari fase padatan dengan cara penyaringan melalui penyaring gelas fiber dengan pori-pori 0.6 - 0.8  $\mu\text{m}$ . Bila cairan semula sebelum dilakukan ekstraksi bersifat kompatibel dengan larutan ekstrak, maka cairan ini dapat digabung dengan larutan ekstrak tersebut dan dianalisis dalam satu larutan. Namun bila cairan semula bersifat tidak kompatibel dengan larutan ekstrak maka cairan tersebut harus dianalisis secara terpisah, sedang konsentrasinya dapat dihitung secara matematik untuk dijadikan konsentrasi rata-rata dengan konsentrasi larutan ekstrak.

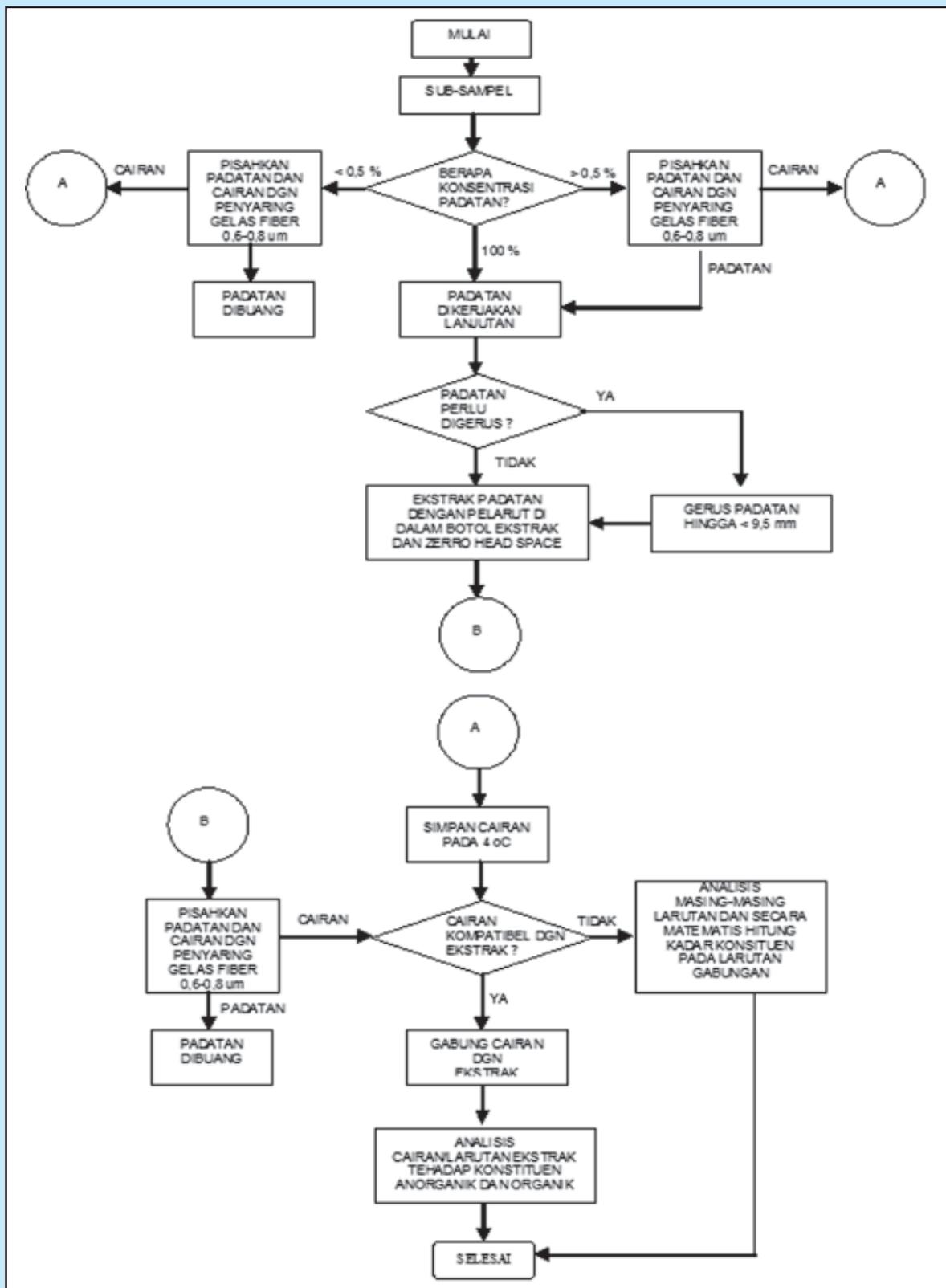
### v. Pengujian atau Analisis terhadap Ekstrak TCLP

Konstituen anorganik dan organik di dalam larutan ekstrak TCLP kemudian dianalisis dengan metode analisis yang sesuai dengan konstituenya. Untuk logam berat analisis dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dan konstituen organik dengan metode GC (*Gas Chromatography*). Pada Gambar 2 dicantumkan skema pemeriksaan larutan lindi.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji laboratorium melalui uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) dilakukan untuk mengetahui kandungan zat-zat berbahaya sebagaimana yang dimandatkan oleh PP 85/1999. Batas maksimum kandungan zat-zat berbahaya di alam larutan lindi (*leachate*) dicantumkan pada Lampiran I pada PP 8/1999 tersebut.

Uji TCLP ini pada hakekatnya untuk menggantikan uji EP (*Extraction Procedure*) di mana pada uji EP tidak meliputi penentuan kandungan organik di dalam larutan pengestraknya<sup>(4)</sup>. Uji EP ditujukan pada kondisi lingkungan yang sangat beragam, sementara uji TCLP ditujukan untuk mengetahui mobilitas zat-



Gambar 1  
Diagram alir uji TCLP

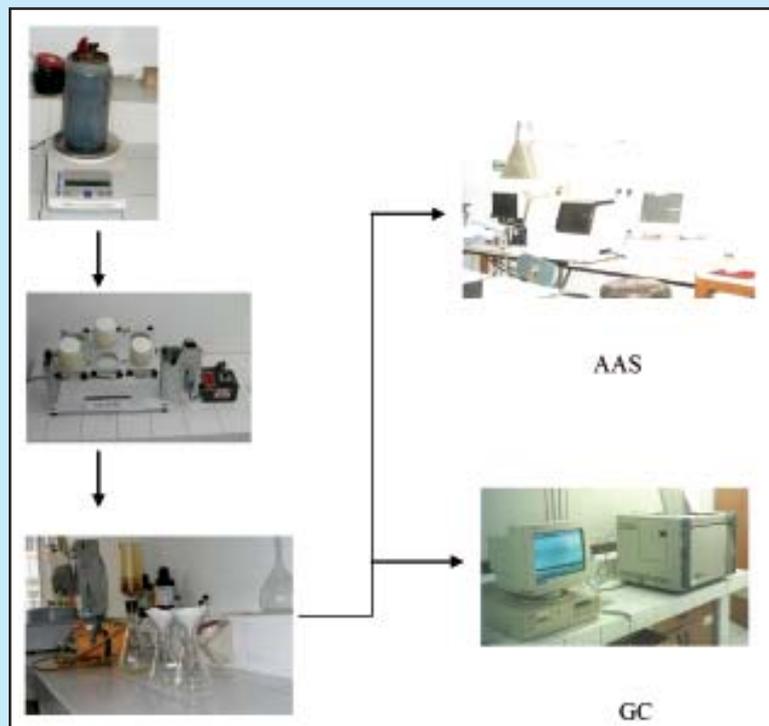
zat berbahaya bila limbah B-3 tersebut dikelola untuk tujuan *Landfill*.

Uji laboratorium tentang sifat toksisitas atau *Toxicity Characteristic (TC)* dari limbah B-3 mula-mula dicanangkan oleh *The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)* yang meminta kepada Badan Proteksi Lingkungan Amerika Serikat (EPA, *Environmental Protection Agency*) untuk menentukan sifa-sifat dari limbah yang dapat membahayakan lingkungan hidup bila tidak dikelola dengan baik. Salah satu sifat dari limbah-limbah ini yang diindikasikan dapat membahayakan lingkungan adalah sifat toksisitasnya (TC). Selanjutnya, sifat ini digunakan untuk mengidentifikasi limbah yang kemungkinan besar berpotensi mencemari air tanah bila limbah tersebut tidak dikelola dengan baik.

EPA kemudian mengevaluasi dan memilih berbagai skenario dari berbagai pengelolaan limbah untuk menentukan TC ini. Dari berbagai skenario pengelolaan limbah yang mungkin berpotensi dapat mencemari air tanah adalah pengelolaan limbah perkotaan melalui cara *landfill*. Cara pengelolaan limbah dengan *landfill* ini dipercaya merupakan representasi kondisi lingkungan yang paling buruk (*the most appropriate reasonable worst case*).

Mula-mula diusulkan digunakan metode *Extraction Procedure (EP)* yang merupakan uji lindi (*leaching test*) melalui proses ekstraksi bejana (*batch extraction*). Namun kemudian metode ini mengalami berbagai kendala dalam pelaksanaannya termasuk masalah kedapatan ulang larutan lindi (*leachate*), ketidakmampuannya mengekstrak kontaminan organik, dan tidak dapat digunakan untuk menganalisis kandungan zat-zat organik yang mudah menguap atau *volatile organic compounds (VOCs)*.

Dengan mengacu pada Amandemen Limbah Padat dan Limbah B-3 (*Hazardous and Solid Waste Amendments, HSWA*) pada tahun 1984, maka



Gambar 2  
Alur penetapan konstituen anorganik dengan AAS  
dan konstituen organik dengan GC

ditetapkanlah metode TCLP sebagai pengganti metode EP yang mengandung berbagai kendala tersebut. Langkah berikutnya adalah menetapkan konsentrasi zat-zat berbahaya di dalam larutan lindi TCLP yang akan dipakai sebagai acuan di dalam peraturan atau regulasi.

Penetapan konsentrasi zat-zat berbahaya di dalam larutan lindi TCLP dibuat berdasarkan suatu model lintasan air tanah (*groundwater transport model*). Nilai-nilai konsentrasi zat-zat berbahaya yang telah ditetapkan dalam peraturan itu, adalah nilai-nilai konsentrasi yang didapat dari perhitungan mundur (*back-calculation*) dari nilai ambang batas suatu pemaparan kronis yang masih dapat diterima oleh reseptor (manusia) dari sumur air minumannya. Nilai ambang batas ini kemudian dihitung mundur dengan suatu model lintasan air tanah mulai dari sumur air tersebut melewati lapisan-lapisan tanah jenuh dan tanah tak jenuh (*unsaturated and saturated zones*) sampai pada sumber pencemarnya yaitu bagian dasar dari *landfill*. Di samping itu, selain model lintasan air

tanah (*groundwater transport model*), digunakan juga *EPA Composite Model for Landfills –EPACML*.

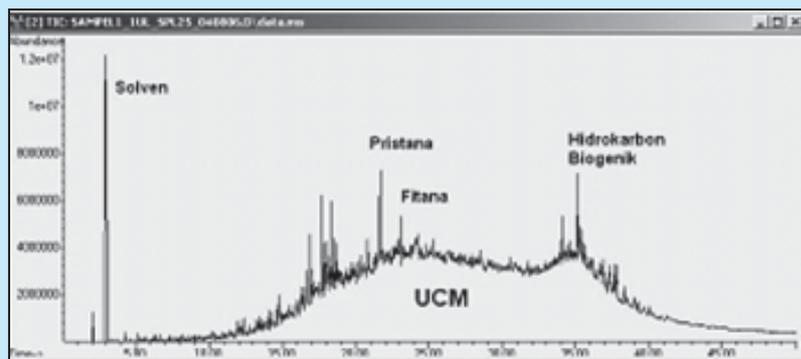
Dengan demikian, disimpulkan bahwa uji TCLP digunakan sebagai metode uji laboratorium untuk mensimulasikan suatu proses lindi (*leaching simulation*) pada landfill perkotaan (*municipal landfill*). Nilai-nilai konsentrasi setiap parameter di dalam TCLP ini merupakan nilai parameter berdasar ketentuan metode (*a method-defined parameter*), yang menunjukkan bahwa nilai hasil pengujian-nya sepenuhnya tergantung pada ketentuan bagaimana metode itu dilakukan.

Uji TCLP dirancang untuk mensimulasikan suatu model di mana suatu limbah dikelola dengan cara *landfill*. Larutan asam asetat yang digunakan di dalam metode TCLP itu digunakan untuk mensimulasi air hujan yang memasuki (*infiltrating*) landfill, kemudian bereaksi dengan limbah padat, dan menghasilkan larutan lindi. Larutan lindi ini kemudian diasumsikan akan melewati lapisan-lapisan tanah dan sampai kepada air tanah.

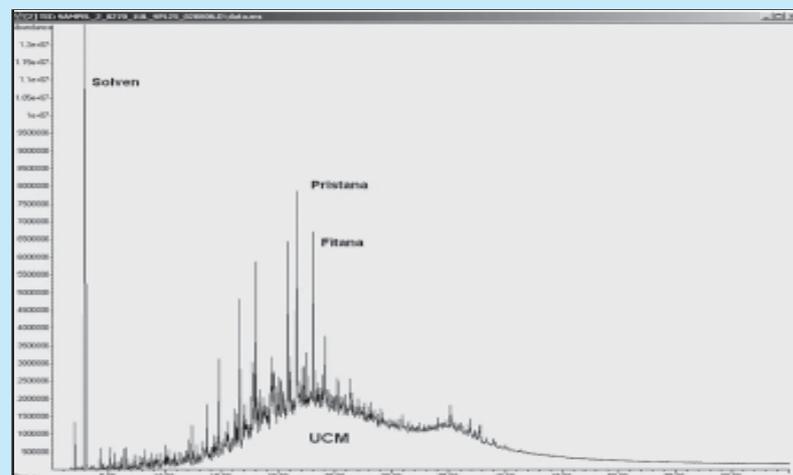
Oleh sebab itu, terdapat hubungan yang tidak dapat dipisahkan antara rincian dari metode TCLP (Metode 1311) dan nilai-nilai ambang batasnya sebagaimana yang dicantumkan di dalam peraturan. Keasaman larutan pengestrak harus sesuai dengan yang dipersyaratkan pada metode agar tidak terjadi pelarutan yang lebih besar atau sebaliknya lebih kecil sehingga tidak sesuai lagi dengan skenario simulasi yang dimaksud. Bila dikehendaki mengubah keasaman larutan pengestrak atau modifikasi metode, maka harus dipertimbangkan pula perubahan nilai

**Tabel 1**  
Hasil uji TCLP sampel *sludge*

Kontaminan	Konsentrasi, mg/l		
	Sampel 1	Sampel 2	PP.85/1999
Arsenic, As	ttd	ttd	5
Barium, Ba	ttd	ttd	100
Boron, B A			500
Cadmium, Cd	ttd	0,015	1
Chromium, Cr	0,045	0,034	5
Copper, Cu	ttd	ttd	10
Lead, Pb	ttd	0,023	5
Mercury, Hg	ttd	ttd	0,2
Selenium, Se			1
Silver, Ag	ttd	ttd	5
Zinc, Zn			50



**Gambar 3**  
Gas kromatogram dari sampel *sludge* 1



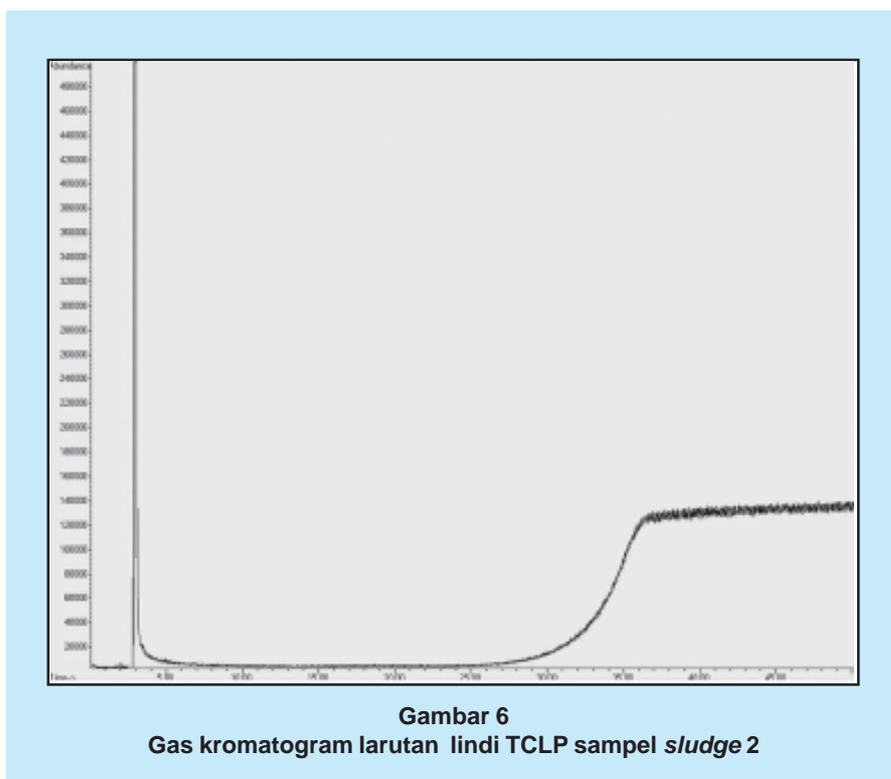
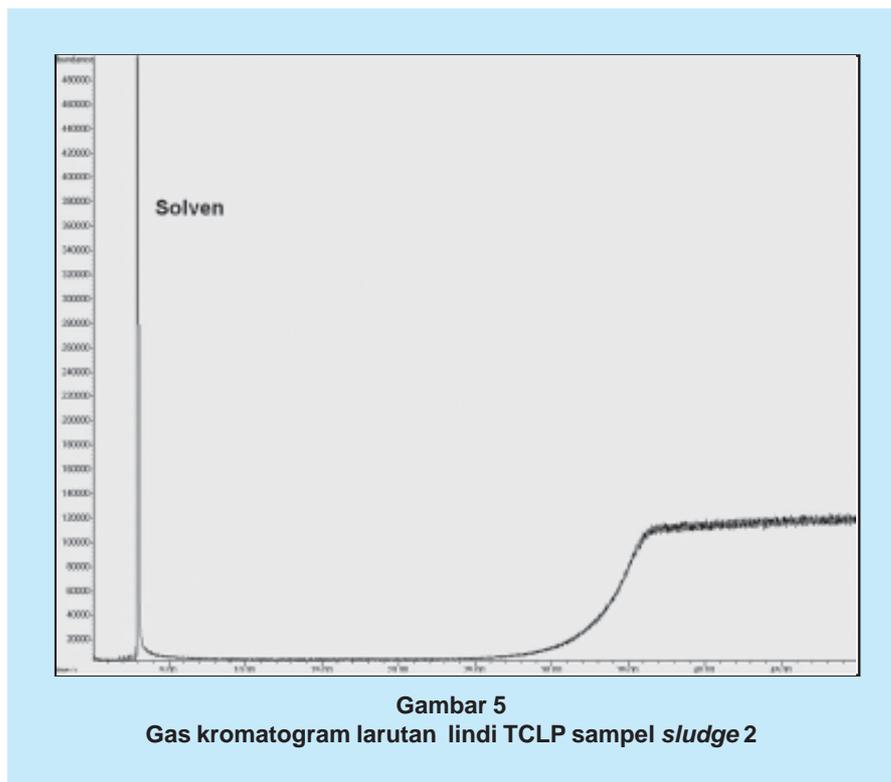
**Gambar 4**  
Gas kromatogram dari sampel *sludge* 2

ambang batas dari setiap komponen yang tertera pada daftar karakteristik toksisitasnya.

Hasil uji laboratorium untuk uji TCLP dari sampel yang diteliti dicantumkan pada Tabel 1 dan Gambar 3 hingga Gambar 6.

Hasil analisis sampel-sampel yang diuji sebagaimana yang dicantumkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa air lindi dari sampel-sampel tersebut tidak mengandung logam berat melebihi konsentrasi yang dipersyaratkan di dalam PP.85/1999. Sementara, untuk konstituen organik di dalam larutan lindi yang dianalisis dengan kromatografi gas (lihat Gambar 5 dan Gambar 6) tidak ditemukan adanya senyawa benzena, yaitu satu-satunya senyawa hidrokarbon yang dipersyaratkan di dalam PP.85/1999. Demikian pula, tidak ditemukan adanya senyawa-senyawa organik lainnya sebagaimana ditunjukkan oleh *base line* yang lurus pada kromatogramnya.

Pada umumnya *sludge* dari kegiatan perminyakan sudah disimpan dalam waktu yang cukup lama di dalam kolam penampungan atau *pit*. Material *sludge* pada umumnya sudah mengeras dan kemungkinan sangat kecil masih mengandung hidrokarbon fraksi ringan. Pada kondisi dengan temperatur yang relatif tinggi karena pengaruh sinar matahari (sekitar 35 - 40°C), maka fraksi-fraksi ringan, termasuk benzena, dari *sludge* di dalam kolam penampungan akan menguap. Sebagai hasilnya *sludge* tidak lagi mengandung senyawa hidrokarbon ringan, bahkan seiring dengan waktu penyimpanan, senyawa-senyawa hidrokarbon dapat mengalami degradasi.



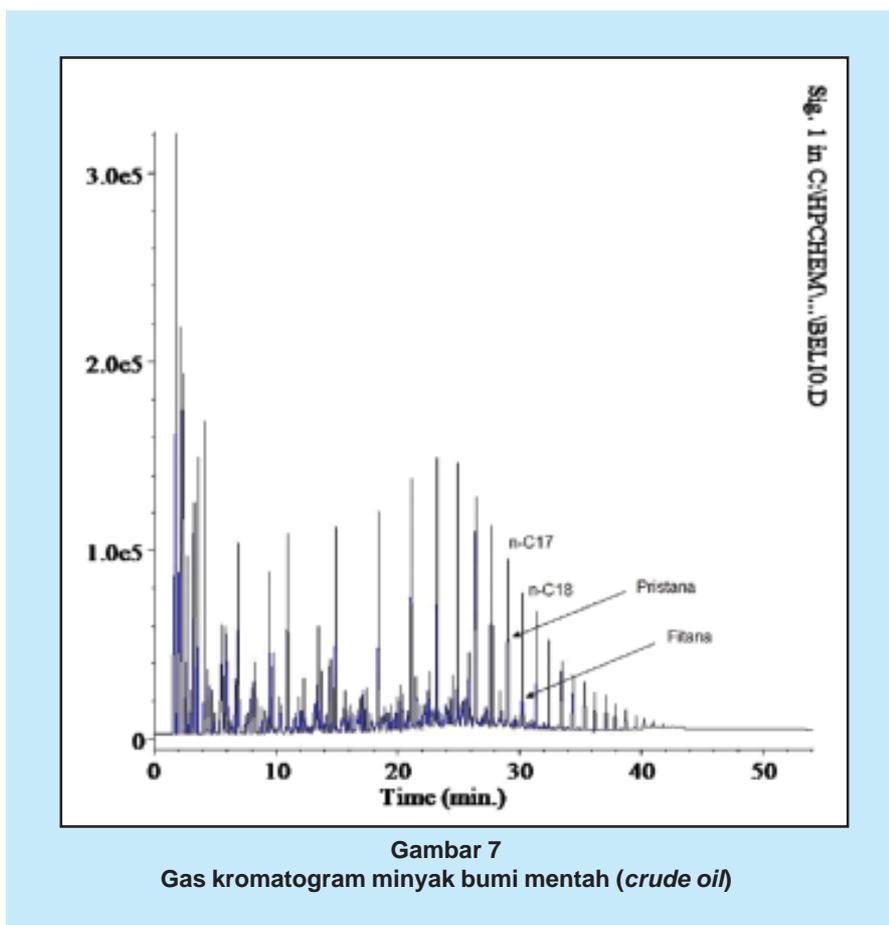
Kandungan senyawa-senyawa hidrokarbon dan senyawa organik lainnya di dalam *sludge* dapat diketahui dengan analisis kromatografi gas langsung

dari *sludge*-nya bukan dari larutan lindinya. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 dicantumkan kromatogram dari *sludge* yang dilarutkan di dalam kloroform. Nampak dari kromatogram tersebut, *sludge* sudah tidak mengandung lagi senyawa hidrokarbon dari jenis normal parafin.

Beberapa hidrokarbon iso-parafin masih terlihat di dalam kromatogram tersebut. Hal ini tidaklah mengherankan karena hidrokarbon iso-parafin lebih sukar terdegradasi. Kromatogram sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4 merupakan kromatogram yang khas untuk campuran senyawa-senyawa hidrokarbon berat dan aspal yang tidak mungkin dapat dipisahkan dengan kromatografi gas. Kromatogram semacam ini juga menunjukkan senyawa-senyawa hidrokarbon yang sudah mengalami *weathering* (pelapukan alami). Sebagai perbandingan, pada Gambar 6 dicantumkan kromatogram minyak bumi mentah yang masih mengandung senyawa-senyawa hidrokarbon dari jenis normal parafin.

Bentuk kromatogram dari minyak bumi mentah (*crude oil*) sangat jauh berbeda dengan kromatogram dari *sludge*. Kedua-duanya mengandung senyawa-senyawa hidrokarbon. Namun pada minyak bumi mentah senyawa-senyawa hidrokarbon tersebut belum mengalami *weathering* dan masih dapat dipisahkan oleh kromatografi gas. Sementara, pada *sludge*, senyawa-senyawa hidrokarbonnya sudah tidak lagi mengandung fraksi ringan dan senyawa hidrokarbon fraksi beratnya telah mengalami *weathering*. Kromatogram dari senyawa hidrokarbon yang telah mengalami *weathering* ditunjukkan oleh adanya UCM (*Unresolved Complex Mixture*) pada kromatogramnya. UCM ini menunjukkan campuran beratus-ratus senyawa organik yang tidak mampu lagi dipisahkan oleh kromatografi gas.

Dari hasil kajian ini, terutama kajian terhadap kandungan organik di dalam larutan lindi sampel-samel



Gambar 7  
Gas kromatogram minyak bumi mentah (*crude oil*)

*sludge*, dapat disimpulkan bahwa kemungkinan sangat kecil adanya senyawa organik yang dapat larut di dalam larutan lindi TCLP. Kebanyakan senyawa organik di dalam *sludge* merupakan fraksi aspal dan senyawa hidrokarbon fraksi berat yang telah mengalami *weathering*. Kelarutan senyawa-senyawa ini di dalam larutan lindi TCLP sangatlah kecil, sehingga tidak ditemukan pada analisis dengan kromatografi gas.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Dari kajian laboratorium untuk uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Kajian laboratorium untuk uji TCLP menunjukkan bahwa kandungan logam berat rata-rata masih di bawah ambang batas. Hal ini adalah wajar karena limbah-limbah B-3 yang spesifik kegiatan migas, terutama *sludge*, pada umumnya bukan bahan anorganik.

2. Kandungan benzena, satu-satunya senyawa hidrokarbon yang dipersyaratkan di dalam PP 85/1999, dan senyawa-senyawa organik lainnya tidak ditemukan di dalam larutan lindi. Tidak ditemukannya zat-zat organik termasuk senyawa hidrokarbon di dalam larutan lindi ini disebabkan senyawa-senyawa ini telah menguap atau telah mengalami *weathering* menjadi fraksi berat yang kelarutannya di dalam larutan lindi sangatlah kecil.
3. Parameter uji pada TCLP adalah *a method-defined parameter* yaitu parameter yang konsentrasinya diukur secara spesifik dengan suatu metode uji. Sementara ambang batas konsentrasinya ditentukan dengan suatu model lintasan air tanah.

#### B. SARAN

1. Perlu dilakukan kaji ulang tentang parameter uji TCLP yang dicantumkan di dalam PP. 85/1999, mengingat sebagian parameter mengacu pada EPA, sementara parameter lainnya tidak diketahui sumber acuannya.
2. Diusulkan untuk memasukkan limbah-limbah spesifik kegiatan perminyakan, terutama *sludge* minyak, ke dalam kriteria khusus (*exemption*) di luar ketentuan umum yang dipersyaratkan di dalam PP 85/1999.
3. Juknis tentang *exemption* tersebut lebih diarahkan kepada tujuan perlindungan lingkungan (*environmental protection*) termasuk perlindungan

terhadap air tanah akibat adanya lindi (*leachate*) limbah B-3 tersebut. Untuk itu bagi limbah migas diusulkan agar uji toksikologi melalui pengukuran LD<sub>50</sub> tidak perlu dilakukan, cukup uji TCLP saja.

#### KEPUSTAKAAN

1. Anonim, 1999a, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
2. Anonim, 1999b, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
3. Anonim, 1994, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1994 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
4. Metode uji TCLP, Method 1311, Toxicity Characteristic Leaching Procedure, United States Environmental Protection Agency, USA.
5. Todd Kimmell, 1999, Background of Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP), Proceedings of the Environmental Protection Agency, Public Meeting On Waste Leaching, United States Environmental Protection Agency, USA.