

REMEDIASI TUMPAHAN MINYAK DENGAN METODE *SOIL WASHING* SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN DEGRADASI LINGKUNGAN

Denis Bahtiar Ramadani ¹⁾
¹⁾Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Pengolahan tanah terkontaminasi minyak dapat dilakukan dengan cara remediasi secara biologi, fisik, dan kimia. Di Indonesia, dalam mengatasi tumpahan minyak, masih banyak perusahaan minyak yang menggunakan proses secara biologi. Pengembangan baik secara kimia ataupun fisika masih jarang diimplementasikan oleh industri minyak di Indonesia, misalnya *soil washing* yang merupakan proses reduksi volume atau minimisasi limbah dimana partikel tanah yang mengandung mayoritas kontaminan dipisahkan dari fraksi bulk tanah atau kontaminan disisihkan dari tanah dengan larutan kimia dan dipulihkan dari larutan dalam bentuk substrat padat. *leaching* adalah metode alternatif yang bisa diimplementasikan secara ekonomis karena kebutuhan energi yang rendah. Proses *leaching* ini menggunakan surfaktan tween 80 untuk menyisihkan TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*). Metode ini memiliki efisiensi kurang lebih 90% untuk memisahkan tumpahan minyak yang terjebak dalam tanah sehingga dapat memulihkan kembali fungsi dan kondisi tanah yang tercemar oleh tumpahan minyak.

Kata kunci: *Soil washing*, tumpahan minyak, surfaktan tween 80

Kebutuhan terhadap minyak bumi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu karena tingginya kebutuhan energi sebagai akibat dari kemajuan teknologi dan kebutuhan hidup manusia sehingga hal ini dapat meningkatkan potensi pencemaran yang diakibatkan oleh minyak bumi dari hasil eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi. Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi produksi minyak bumi memiliki risiko besar bagi lingkungan.

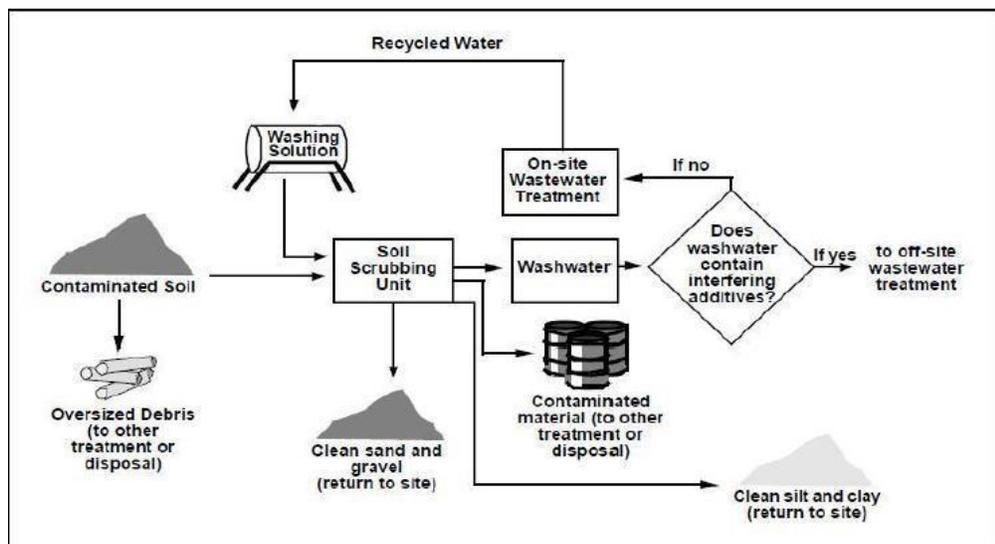
Dilansir dalam laman web mongabay.co.id yang ditulis oleh Lusiana dan Della berjudul “Tragedi Tumpahan Minyak Pertamina di Karawang, Horor bagi Manusia dan Lingkungan” bahwa telah terjadi tumpahan minyak pada tanggal 12 Juli 2019 di laut utara Jawa, di lokasi pengeboran lepas laut milik PT Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (ONWJ), Karawang, Jawa Barat. Daerah yang terdampak dari kebocoran yaitu Karawang dan meluas sampai Bekasi, bahkan hingga Kepulauan Seribu.

Tumpahan minyak akibat dari kebocoran selain mencemari perairan, akan mencemari tanah karena terjebak di dalam pori tanah sehingga diperlukan *treatment* khusus untuk memisahkan minyak dari medianya dalam hal ini adalah tanah. Secara biologis tanah berfungsi sebagai habitat organisme yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan unsur hara dan zat pemacu tumbuh bagi tanaman, yang secara terpadu mampu menunjang produktivitas tanah untuk menghasilkan biomassa dan produksi tanaman pangan, obat-obatan, industri perkebunan, kehutanan dan lain-lain sehingga apabila suatu tanah dalam kondisi tercemar akan memengaruhi keseimbangan ekosistem lingkungan.

Berdasarkan permasalahan yang akhir-akhir ini terjadi di Indonesia mengenai tumpahan minyak, Diperlukan suatu upaya proses pemulihan tanah yang tercemar akibat tumpahan minyak yang efektif dan efisien. Selama ini, penanganan tumpahan minyak di Indonesia masih mengandalkan proses biologi yang sering disebut sebagai bioremediasi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi tumpahan minyak. Sementara, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan secara kimia ataupun fisika salah satunya adalah dengan metode *soil washing*. *Soil washing* adalah

teknologi pengolahan untuk reduksi volume atau minimisasi limbah berdasarkan proses secara fisik atau kimia (CLAIRE, 2007) yang mana selama prosesnya menggunakan bahan kimia sebagai zat pendegradasinya pada kondisi tertentu. Metode ini memiliki efisiensi lebih dari 90% (Khan dkk, 2004). Selain itu, metode *soil washing* dapat diterapkan untuk pengolahan tanah terkontaminasi minyak dengan waktu yang singkat serta mampu mengolah tanah tercemar dengan beban pengolahan yang besar. *Soil washing* juga merupakan metode yang ramah lingkungan mulai dari proses awal hingga tanah dikembalikan ke site.

Adapun tahapan proses *soil washing* ditunjukkan Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Proses *Soil Washing*

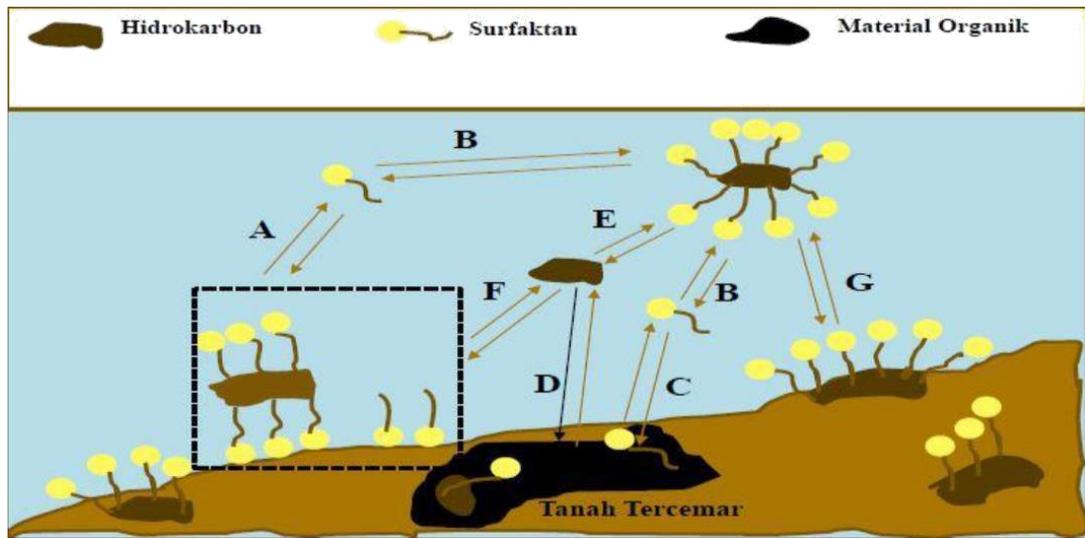
Sumber : US EPA, 1996

Dalam proses *soil washing*, digunakan larutan surfaktan sebagai bahan pelarut yang akan membantu proses desorpsi kontaminan dari tanah dan peningkatan volume larutan surfaktan dalam rasio solid/liquid akan meningkatkan persen penyisihan kontaminan karena akan memungkinkan transfer massa yang lebih besar pada tanah. Penggunaan surfaktan juga sebagai senyawa yang mampu melepaskan ikatan kontaminan organik hidrofobik dari tanah dengan menurunkan tegangan permukaan antar fase solid/liquid (Vincent dkk, 2012). Oleh karena itu, untuk penerapannya perlu

dilakukan variasi perlakuan dalam teknik *soil washing* seperti penggunaan surfaktan yang akan menentukan efisiensi penerapan teknik *soil washing* sebagai upaya remediasi tanah tercemar minyak dan variasi solid/liquid yang sesuai dimana ketersediaan liquid yang lebih besar akan memungkinkan penyisihan kontaminan yang lebih besar. Namun, jika jumlahnya berlebihan akan mengakibatkan besarnya beban pengolahan selanjutnya pada fase cair.

Tween 80 (polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate) merupakan surfaktan nonionik. Surfaktan dengan gugus hidrofiliknya berupa polyoxyethylene dan sorbitan biasa dikenal dengan nama tween. Pada tween 80 gugus hidrofobik yang terikat adalah monooleat (Moroi, 1992 dalam Agustina, 2007).

Soil washing akan lebih tepat jika digunakan untuk tanah yang memiliki konduktivitas hidrolis (konstanta permeabilitas) tinggi, seperti pasir (*sand*) dan krikil (*gravel*). Konduktivitas hidrolis yang diharapkan setidaknya 10-5 cm/s dan lebih baik lagi jika berada lebih dari 10-3 cm/s (Doug dkk., 2006). Kandungan *silt* dan *clay* yang tinggi dapat menurunkan efisiensi penyisihan hidrokarbon oleh pelarut. Pelarut atau larutan surfaktan mungkin tidak akan menyisihkan seluruh kontaminan yang terikat di dalam gumpalan tanah dengan sempurna, tetapi setidaknya dapat mengurangi (Doug dkk, 2006). Surfaktan sangat berpengaruh besar di dalam proses desorpsi minyak dari sedimen (Xiao dkk, 2015 dan Chong dkk, 2014). Di dalam campuran tanah tercemar dan air, surfaktan akan terbentuk sebagai misel, monomer hemimisel dan admisel yang bergantung pada konsentrasi surfaktan seperti pada Gambar 2. Migrasi minyak atau senyawa hidrokarbon ke dalam misel surfaktan atau monomer dapat meningkatkan kelarutan, sehingga akan menyempurnakan proses pemisahan.



Gambar 2. Proses Pengikatan Hidrokarbon oleh Surfaktan di Dalam Tanah

Sumber : Chong dkk, 2014

(A) Penyerapan surfaktan pada permukaan material anorganik

(B) Formasi misel

(C) Penyerapan surfaktan pada material organik,

(D) Partisi hidrokarbon di antara air dan tanah,

(E) Partisi hidrokarbon antara air dan misel dan

(F) Pelarutan hidrokarbon

Metode *soil washing* merupakan alternatif yang masih jarang diimplementasikan oleh perusahaan-perusahaan minyak di Indonesia untuk mengatasi pencemaran tanah akibat tumpahan minyak yang terjebak pada pori tanah. Padahal, proses *soil washing* yang dapat dipilih beragam, misalnya metode *heap leaching* dengan menggunakan *column* merupakan cara yang lebih sederhana, murah, dan hemat energi yang dapat diterapkan di Indonesia jika dibandingkan dengan metode lainnya. Akan tetapi, sebelumnya perlu dilakukan penentuan konsentrasi surfaktan optimum dan penentuan kinetika penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tanah.

Daftar Pustaka

- Agustina, FERIA TIA. 2007. *Ekstraksi Fe (II)-1, 10-Fenantrolin Menggunakan Metode Cloud Point dengan Surfaktan Tween 80*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, 11-15.
- Chong Zhong-Yi, Liao Xiao-Yong, Yan Xiu-Lan¹, Sun Lu, Zhao Dan And Liang Tao . 2014. *Enhanced Desorption of PAHs from Manufactured Gas Plant Soils Using Different Types of Surfactants*. *Pedosphere*, 24, 209–219.
- CLAIRE (Contaminated Land Application in Real Environment). 2007. *Understanding Soil Washing, Technical Bulletin*, 13, 1-4.
- Doug McMillan, Jianbing Li, Xinyuan Song, Ron Thring. 2006. *Final Report of Ultrasonic Enhanced Remediation of Salt-and Hydrocarbon-Contaminated Soils*. British Columbia Oil and Gas Commission SCEK Fund Project, 12, 115-122.
- Environmental Protection Agency. 1998. *N-Hexane Extractable Material (HEM) for Sludge, Soil and Solid Sample*. US EPA Standard Method 9071 B
- Khan F, Husain T, Hejazi R. 2004. *An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies*. *Journal of Environmental Management*. 71, 95-122.
- Mongabay.co.id. 2019. *Tragedi Tumpahan Minyak Pertamina di Karawang, Horor bagi Manusia dan Lingkungan*. Diakses pada 21 Oktober 2019 pukul 21.03, dari <https://www.mongabay.co.id/2019/07/30/tragedi-tumpahan-minyak-pertamina-dikarawang-horor-bagi-manusia-dan-lingkungan/>
- Vincent O. A., Steven O., Felix E., Weltime O. Medjor, Imohimi O. Asia, Osaro K. I. 2012. *Surfactant Enhanced Soil Washing Technique and Its Kinetics on the Remediation of Crude Oil Contaminated Soil*. *The Pacific Journal of Science and Technology*, 13, 443-456.
- Xiao Zhao, Yanyan Gong, S.E. O'Reilly, Dongye Zhao. 2015. *Effects of oil dispersant on solubilization, sorption and desorption of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment–seawater systems*. *Marine Pollution Bulletin*, 4, 1-10.