PENURUNAN KADAR Cu DALAM PROSES SOLIDIFIKASI LIMBAH OLI BEKAS 15% MENGGUNAKAN SEMEN PORTLAND DAN BENTONIT

Ayu Nindyapuspa[1], Taty Alfiah[1]
Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1]
e-mail: ayunindyapuspa@itats.ac.id

ABSTRACT

Used lubricating oil that is generated from various human activities contain hydrocarbons and heavy metals, one of which is Cu. If not handled seriously, the used lubricating oil will pollute the environment and endanger human health. Therefore, further processing is needed so as not to pollute the environment. One of the methods used is solidification. Solidification is conducted to immobilize used lubricating oil in order not to pollute the environment. However, the presence of hydrocarbons contained in used oil may interfere with the hydration of cement with water. In this study, used bentonite as a substitute of the cement were used to absorb hydrocarbons. The composition used in this research is cement bentonite 25:75, 50:50, and 75:25. Used lubricating oil t hat were solidified is 15% by weight. The test that were conducted is a TCLP test of Cu. The results showed that there were a decreasing of Cu concentration after solidification using portland cement and bentonite. The concentration of Cu in used lubricating oil is 17.12 mg / L. The result of TCLP test of Cu metal on S / S product with composition of cement bentonite 25:75, 50:50, and 75:25 were 0.542 mg / L, 1.595 mg / L and 0.871 mg / L respectively.

Keywords: *bentonite, Cu, portland cement, solidification, used lubricating oil*

ABSTRAK

Limbah oli bekas yang dihasilkan dari berbagai macam kegiatan manusia mengandung hidrokarbon dan logam berat, salah satunya Cu. Apabila tidak ditangani dengan serius, maka oli bekas akan dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu metode yang digunakan adalah solidifikasi. Solidifikasi dilakukan untuk mengimobilisasi oli bekas agar tidak mencemari lingkungan. Akan tetapi adanya hidrokarbon yang terkandung di dalam oli bekas dapat mengganggu hidrasi semen dengan air. Dalam penelitian ini digunakan bentonit sebagai bahan pengganti sebagian semen yang digunakan untuk menyerap hidrokarbon. Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen bentonit 25:75, 50:50, dan 75:25. Oli bekas yang akan disolidifikasi adalah 15% berat. Uji yang dilakukan adalah uji TCLP logam Cu. Hasil menunjukkan bahwa dengan solidifikasi menggunakan semen dan bentonit, terjadi penurunan kadar logam Cu. Kadar logam Cu yang terkandung di dalam oli bekas adalah 17,12 mg/L. Hasil uji TCLP logam Cu pada produk S/S dengan komposisi semen bentonit 25:75, 50:50, dan 75:25 adalah 0,542 mg/L, 1,595 mg/L, dan 0,871 mg/L.

Kata kunci: bentonit, Cu, oli bekas, semen portland, solidifikasi

PENDAHULUAN

Limbah oli bekas seringkali dijumpai pada kegiatan perbengkelan kendaraan dan mesin-mesin pabrik. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, limbah oli bekas termasuk ke dalam limbah B3. Kandungan logam berat dalam oli bekas sebagian besar adalah Fe, Zn, dan Cu [1]. Selain logam berat, oli bekas juga mengandung senyawa hidrokarbon. Apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik, maka oli bekas yang terbuang dapat mencemari lingkungan dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Berbagai macam metode dapat digunakan untuk mengolah limbah B3. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolahnya adalah dengan metode stabilisasi/solidifikasi (S/S).

Stabilisasi/solidifkasi (S/S) adalah proses pengikatan logam berat yang terdapat pada limbah dengan menggunakan bahan pengikat seperti semen dan pozzolan [2]. Metode ini sering

digunakan karena mudah dilakukan dan relatif murah. Logam berat yang tersolidifikasi akan membentuk endapan yang tidak terlarut di dalam matriks semen dan pozzolan. Diharapkan logam berat yang tersolidifkasi dapat terikat dengan baik dan nilai toksisitasnya berkurang. Kendala yang dihadapi saat melakukan stabilisasi/solidifikasi adalah adanya kandungan zat organik yang terkandung di dalam suatu limbah yang akan diolah, sehingga dapat mengganggu proses hidrasi semen dan zat pengikat lainnya dengan air. Dampak dari terganggunya hidrasi ini adalah dapat menurunkan nilai kuat tekan dan nilai toksisitasnya nya masih tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan bahan pozzolan sebagai pengganti sebagian semen, salah satunya bentonit.

Selain mudah didapatkan, bentonit memiliki sifat sebagai penukar ion dan penyerap organik. Campuran matriks semen dan bentonit dalam produk S/S dapat menyerap fenol hingga 85%. Campuran semen dan bentonit 50:50 masih dapat mensolidifikasi limbah mengandung logam berat dan parafin 10%. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui komposisi produk S/S yang sesuai untuk mengolah limbah B3 mengandung logam berat dan organik di atas 10%. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi optimum semen dan bentonit untuk solidifikasi limbah oli bekas dan mengetahui hasil uji TCLP logam Cu produk S/S dengan campuran semen dan bentonit

TINJAUAN PUSTAKA

Semen Portland merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Pada tahun 2010, sebanyak 3,3 milyar semen Portland digunakan. dalam konstruksi bangunan. Semen Portland bersifat fleksibel dan adaptatif, sehingga biaya perawatannya rendah. Namun, penggunaan semen Portland berdampak terhadap lingkungan. Produksi semen Portland secara global menghasilkan emisi CO_2 sebesar tujuh persen atau sebesar 2,1 x 10^9 ton per tahun [3]. Untuk mengurangi emisi CO_2, pembuatan semen dicampur dengan mineral lain seperti *slag*, pozzolan alam, pasir, dan kapur [4].

Bentonit adalah jenis tanah lempung yang terdiri dari mineral montmorilonit. Bentonit mempunyai sifat fisis yang mudah menyerap air, mudah mengembang dan bersifat plastis setelah kontak dengan cairan, dimana setiap struktur kristal monmorilonit terdiri dari tiga lapis. Satu lapisan Alumina berbentuk oktahedral dan dua lapisan berbentuk tetrahedral oleh Silikon dan Oksigen. Lapisan ini akan menyatu dengan ujung-ujung kisi tetrahedral Silikon membentuk lapisan dengan lapisan Hidroksil dari oktahedral yang akhirnya akan membentuk 3 lapisan mineral bentonit [5]. Komposisi bentonit meliputi Al_2O_3 22,9%, SiO_2 55,5%, dan Fe_2O_3 5,1%. Struktur Kristal bentonit dapat dilihat pada Gambar 1.

Semen Portland mempunyai lima senyawa penyusun utama dan sedikit senyawa lain sebagai tambahan. Kelima bahan penyusun utama tersebut yaitu:

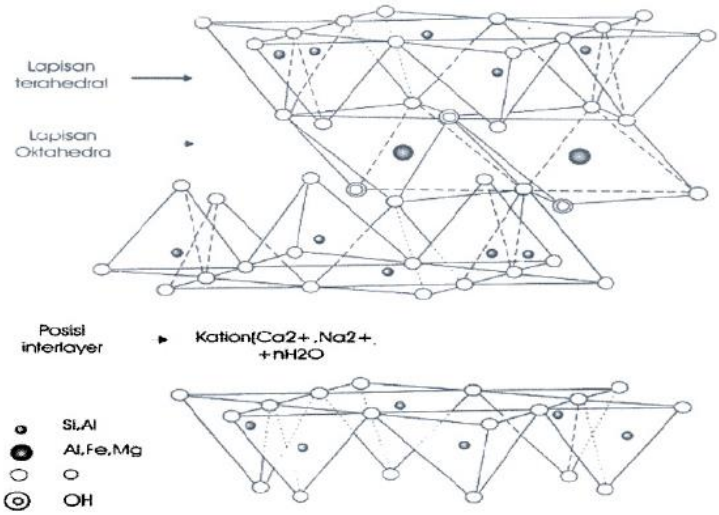
1. Trikalsium Silikat (Ca_3SiO_5 atau $3CaO.SiO_2$), disingkat C_3S

2. Dikalsium Silikat (Ca_2SiO_4 atau $2CaO.SiO_2$), disingkat C_2S

3. Trikalsium Aluminat ($Ca_3Al_2O_6$ atau $3CaO.Al_2O_3$), disingkat C_3A

4. Tetrakalsium Aluminoferrit ($Ca_4Al_2Fe_{10}$ atau $4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3$), disingkat C_4AF

5. Gypsum ($CaSO_4.2H_2O$)



Gambar 1 Struktur Kristal Bentonit

Di dalam semen, trikalsium aluminat atau C_3A merupakan zat yang paling reaktif terhadap air, dan mendominasi di dalam pasta semen.Trikalsium Aluminat adalah satu-satunya senyawa dalam semen yang tidak menunjukkan perubahan polimorfik terhadap suhu. Reaksi C_3A dengan air membentuk gel kalsium alumina hidrat yang dapat meningkatkan kristalinitas dan membentuk hidrat heksagonal seperti C_2AH_8 dan C_4AH_{19} [6].

Metode stabilisasi/solidifikasi adalah cara yang sering dilakukan untuk mengolah limbah padat industri yang beracun agar tidak terlepas ke lingkungan. Limbah yang dapat disolidifikasi dapat berupa lumpur dan tanah yang terkontaminasi logam beracun, zat organik, dan residu dari insinerator. Bahan pengikat yang sering digunakan adalah kapur dan semen Portland, karena harganya murah dan dapat mengikat limbah dengan baik.

Keberhasilan proses stabilisasi/solidifikasi membutuhkan satu atau lebih mekanisme yang terjadi, yaitu:

1. Makroenkapsulasi
   Mekanisme dimana limbah B3 terikat di dalam matriks berstruktur besar.
2. Mikroenkapsulasi
   Merupakan mekanisme dimana limbah B3 terperangkap dalam struktur kristal berukuran mikroskopik.
3. Absorpsi
   Mekanisme dimana limbah B3 diserap oleh sorbent. Penambahan sorbent dibutuhkan untuk mengabsorbsi cairan bebas dalam limbah B3. Jenis absorben yang biasa digunakan adalah tanah, *fly ash*, kapur, kaolin dan bentonit.
4. Adsorpsi
   Mekanisme dimana limbah B3 terikat pada bahan penstabilisasi secara elektrokimiawi. Pada limbah yang mengandung logam berat, proses sorpsi dipengaruhi oleh pH yang tinggi, sehingga terbentuk endapan logam.
5. Presipitasi
   Proses stabilisasi/solidifikasi limbah tertentu akan membentuk endapan, sehingga menyebabkan limbah tersebut menjadi stabil. Mekanisme ini dapat terjadi pada limbah anorganik.

6. Detoksifikasi

Detoksifikasi merupakan mekanisme untuk mengubah suatu limbah yang akan disolidifikasi menjadi berkurang atau hilang toksisitasnya. Contohnya adalah reduksi Cr (VI) menjadi Cr (III) selama terikat di dalam matriks semen.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan mortar bebentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm dan pengaduk. Bahan yang akan dgunakan adalah bentonit, semen PPC, dan oli bekas. Untuk ekstraksi logam menggunakan asam asetat.

Variabel yang digunakan dalam peneltian ini adalah variasi komposisi semen PPC dan bentonit, serta jumlah oli bekas yang disolidifikasi. Variasi semen bentonit yang digunakan adalah 25 : 75, 50 : 50, dan 75 : 25. Oli bekas yang digunakan adalah 15%. Uji yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji TCLP logam Cu

Tabel 1 Variasi Komposisi Semen, Bentonit, dan Limbah Logam Berat Tanpa Hidrokarbon

Komposisi	**Oli Bekas (% berat)**
Semen : Bentonit	**15**
25 : 75	√
50 : 50	√
75 : 25	√

Jumlah produk S/S yang akan dibuat 3 buah

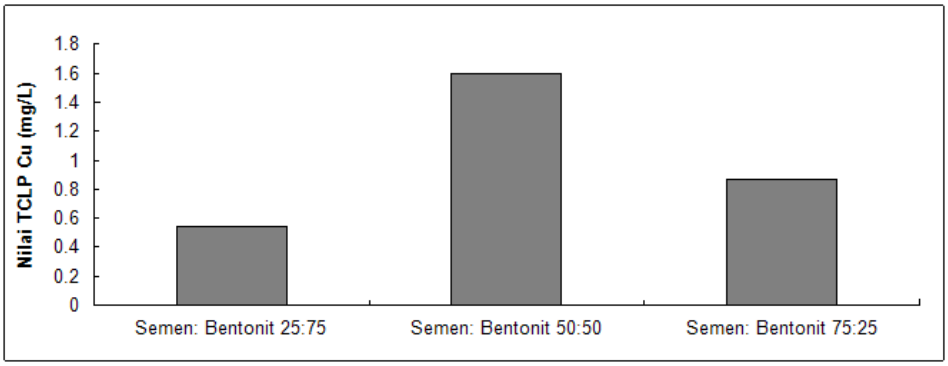
Semua produk solidifikasi dicetak dengan menggunakan s*pecimen mold* berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, yang memiliki massa 300 gram per cetakan. Perawatan (*curing*) dilakukan dengan meletakkan produk S/S pada suhu kamar selama 28 hari. Uji TCLP logam Cu dilakukan untuk menentukan apakah produk S/S berkurang konsentrasi Cu nya atau tidak. Apabila dari hasil uji didapatkan konsentrasi zat yang beracun pada limbah melebihi ambang batas yang ditentukan menurut PP Nomor 101 Tahun 2014, maka limbah tersebut termasuk dalam limbah B3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan metode solidifikasi, oli bekas yang telah dipersiapkan diuji nilai Cu awalnya terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk membandingkan kadar Cu yang terkandung di dalam oli bekas dengan kadar Cu yang telah disolidifikasi dengan semen dan bentonit. Oli bekas diuji nilai Cu nya di laboratorium PT Sucofindo. Berdasarkan uji hidrokarbon yang telah dilakukan, kadar Cu yang terkandung di dalam oli bekas adalah 17,12 mg/L. Kadar Cu yang terkandung di dalam oli bekas tergolong ke dalam limbah B3 dalam rentang TCLP B, yaitu antara 10 - 60 mg/L. Oleh karena itu, oli bekas tersebut dapat dimanfaatkan kembali, asalkan dilakukan pengolahan terlebih dahulu, salah satunya metode solidifikasi.

Setelah dilakukan uji hidrokarbon, maka limbah oli bekas tersebut siap untuk disolidifikasi. Jumlah oli bekas yang akan disolidifikasi adalah 15% berat dari adonan semen dan bentonit per cetakan. Bahan-bahan seperti semen, bentonit, dan oli bekas dicampur dan diaduk hingga homogen. Setelah homogen, campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah dimasukkan ke dalam cetakan, produk S/S tersebut dilakukan curing selama 28 hari. Setelah 28 hari, produk S/S tersebut dihancurkan dan diekstraksi menggunakan asam. Setelah diekstraksi, dilakukan uji TCLP Cu menggunakan AAS. Uji TCLP Cu dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya.

Hasil uji TCLP menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi Cu setelah dilakukan solidifikasi. Solidifikasi oli beka menggunakan semen portland dan bentonit dapat menurunkan nilai Cu yang terlindi. Logam Cu yang terkandung di dalam oli bekas berhasil terperangkap di dalam matriks semen dan bentonit. Hasil uji TCLP logam Cu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Uji TCLP Cu

Dari ketiga komposisi di atas, komposisi semen bentonit 50:50 memiliki nilai TCLP Cu yang paling tinggi, yaitu 1,595 mg/L. Komposisi semen bentonit 25:75 memiliki nilai TCLP terendah yaitu 0,542 mg/L. Hasil yang didapatkan berbeda-beda karena homogenitas campuran pada saat pengadukan tidak terukur secara pasti. Pengukuran apakah suatu komposisi tersebut sudah homogen atau tidak hanya bisa dilihat dengan mata. Akan tetapi, setiap komposisi yang digunakan berhasil menurunkan nilai TCLP Cu sehingga aman untuk dibuang ke dalam secure landfill. Hal ini disebabkan karena ada kemungkinan semen tersebut mengandung logam Cu.

KESIMPULAN

Campuran semen dan bentonit dalam produk S/S yang digunakan dapat mensolidifikasi oli bekas dengan persentase berat 15% . Komposisi yang optimum untuk mensolidifikasi oli bekas 15% pada penelitian ini adalah semen bentonit 25:75. Untuk penelitian berikutnya diperlukan pengukuran jumlah air yang ditambahkan agar campuran tidak terlalu lembek dan tidak terlalu keras.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Tahun Anggaran 2018

DAFTAR PUSTAKA

[1] Dahlan, M.H., Setiawan, A., dan Rosyada, A. 2014. "Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung". *Teknik Kimia***,** No.1, Vol. 20, hal. 38-45

[2] Paria, S. dan Yuet, P.K. (2006), "Solidification-Stabilization of Organic and Inorganic Contaminants Using Portland Cement: A Literature Review", *Environmental Reviews*, Vol. 14, hal. 217-255.

[3] Celik, K., Jackson, M.D., Mancio, M., Meral, C., Emwas, A.H., Mehta, P.K., dan Monteiro, P.J.M. (2014), "High-volume Natural Volcanic Pozzolan and Limestone Powder as Partial

Replacements for Portland Cement in Self-compacting and Sustainable Concrete", *Cement & Concrete Composites*, Vol. 45, hal. 136–147.

[4] Ghrici, M., Kenai, S., dan Said-Mansour, M. (2007), "Mechanical Properties and Durability of Mortar and Concrete Containing Natural Pozzolana and Limestone Blended Cements", *Cement & Concrete Composites*, Vol. 29, hal. 542–549.

[5] Setiawan, B. (2012), "Sorpsi Stronsium Oleh Bentonit Sukabumi Sebagai Bahan Buffer Sistem Penyimpanan Limbah Radioaktif", *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, Volume 15, No. 2, hal. 15-22.

[6] Chen, Q.Y., Tyrer, M., Hills, C.D., Yang, X.M., dan Carey, P. (2009). "Immobilisation of Heavy Metal in Cement-based Solidification/stabilisation: A Review", Waste Management, Vol. 29, hal. 390–403.