

## **PENGARUH JUMLAH OLI BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR PADA PROSES SOLIDIFIKASI/STABILISASI LIMBAH OLI BEKAS**

Monik Kasman, Bambang Irawan, Hariyanto

### **Abstrak**

Limbah oli bekas termasuk dalam limbah B3 dari sumber tidak spesifik sehingga penanganannya pun harus secara khusus dan mengacu pada PP 101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3. Solidifikasi/stabilisasi atau disingkat s/s merupakan suatu metoda dan proses pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang direkomendasikan untuk pengolahan limbah B3 dalam PP 101 tahun 2014. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk menelaah apakah proses solidifikasi/stabilisasi dapat digunakan dalam mengolah limbah oli bekas. Dalam penelitian ini, limbah oli bekas dijadikan sebagai pengganti sebagian air sebagai campuran mortar dengan variasi air terhadap oli bekas (a/o) 100%/0%, 75%/25%, 50%/50% dan 25%/75%. Umur mortar dalam penelitian ini adalah 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa proses solidifikasi/stabilisasi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah oli bekas. Rasio oli bekas terhadap air sebagai air campuran dalam pembuatan mortar dan umur mortar berpengaruh terhadap kuat tekan mortar. Variasi mortar yang memenuhi nilai kuat tekan sesuai dengan SNI-15-7064.2004 dan ASTM C-150-02 adalah rasio a/o 75%/25%. Nilai kuat tekan rasio a/o 75%/25% umur 3, 7 dan 14 hari adalah 16 MPa, 18,67 MPa, dan 22 MPa.

Kata Kunci: Kuat tekan, mortar, oli bekas, solidifikasi/stabilisasi (s/s).

### **Abstract**

Lubricant oil waste is categorized as unspecific source of hazardous waste. It must be treated specially referred to Indonesian government regulation no. 101 of 2014 on management of hazardous waste. According to regulation no. 101 of 2014, solidification/stabilization or abbreviated s/s is a method and process of hazardous waste treatment recommended for hazardous waste treatment. Thus, this preliminary work was aimed to observe the capability of s/s process in treating lubricant oil waste. In this work, lubricant oil waste use as partial substitute of mixing water of mortar. The experiment was conducted by varying quantity of lubricant oil waste to the water used in mortar mixing (ratio a/o). Those ratios a/o were 100%/0% (blank), 75%/25%, 50%/50% and 25%/75%. Mortars were cured in age of 3 days, 7 days and 14 days. Based on experiment results, it was concluded that s/s process considered as method or process for lubricant oil waste treatment. The quantity of lubricant oil waste or ratio a/o influenced on compressive strength. Variant of mortar meets compressive strength in accordance with SNI-15-7064.2004 and ASTM C-150-02 is ratio a/o 75%/25%. The compressive strength values of ratio a/o 75%/25% in age of 3, 7 and 14 days were 16 MPa, 18,67 MPa, dan 22 MPa.

Keywords: compressive strength, mortar, lubricant oil waste, solidification/stabilization (s/s)

### **1. Pendahuluan**

Tingginya laju pertumbuhan industri dan otomotif mendorong peningkatan kuantitas oli bekas. Oli bekas atau residu oli merupakan limbah dari kegiatan industri dan perbengkelan yang digunakan terutama untuk pelumas. Oli bekas mengandung sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat karsinogenik.

Pertamina memproduksi oli dalam setahun sekitar 450.000 kiloliter, ditambah dengan ratusan merek oli yang membanjir di pasar pelumasan tanah air, untuk konsumsi kendaraan bermotor, industri dan perkapalan. Oli bekas dapat diidentifikasi menurut sumber, uji karakteristik dan uji toksikologi. Konsep yang dapat digunakan dalam mengolah oli bekas, adalah konsep 4R, yaitu *Reduce* (mengurangi penggunaan produk yang akan menghasilkan limbah), *Reuse* (mengggunakan ulang), *Recycle* (memodifikasi benda) dan *Recovery* (upaya pengambilan/pemanfaatan kembali).

PP 85/1999 menyatakan bahwa oli bekas merupakan limbah B3 dari sumber yang tidak spesifik. Sumber tidak spesifik adalah sumber limbah yang menghasilkan limbah yang pada umumnya bukan berasal dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, pencegahan korosi, pelarutan kerak, pengemasan. Umumnya, penanganan limbah oli bekas hanya terbatas pada penyulingan oli bekas menjadi oli daur ulang dengan kualitas rendah. Salah satu proses pengolahan limbah B3 yang dianjurkan dalam PP 101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun adalah solidifikasi/stabilisasi.

Solidifikasi/stabilisasi dalam bentuk matriks padat berupa mortar dalam menurunkan laju migrasi logam berat merupakan cara yang cukup mudah dan relatif tidak membutuhkan biaya yang tinggi dalam pelaksanaannya. Mekanisme solidifikasi/stabilisasi dengan menggunakan semen dapat menyebabkan kestabilan kimia dan mengikat polutan di dalam matriks padatan (Bone, 2004). Hasil solidifikasi/stabilisasi memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, kelayakan hasil solidifikasi/stabilisasi sebagai bahan bangunan dapat diketahui setelah melalui beberapa uji yang dipersyaratkan. Salah satu uji tersebut adalah *Unconfined Compressive Strength (UCS) test* atau uji kekuatan tekan.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk mengamati kemampuan proses solidifikasi/stabilisasi dalam pemanfaatan kembali oli bekas. Diskusi selanjutnya dibatasi pada pengaruh jumlah oli bekas dalam campuran mortar terhadap kuat tekan mortar sebagai acuan dalam proses solidifikasi/stabilisasi (s/s) oli bekas.

## 2. Metodologi Penelitian

Data dalam penelitian ini bersifat kuantitatif yang dihasilkan dari eksperimen di laboratorium. Tahapan penelitian yaitu:

### 1) *Pengumpulan data sekunder dan persiapan*

Tahap ini meliputi karakterisasi oli bekas melalui data sekunder, dan rancangan eksperimen berupa formulasi mortar oli bekas untuk proses s/s.

## 2) *Eksperimenlaboratorium*

### a. Persiapanbahan dan alat

Oli bekas diambil dari bengkel motor di Kota Jambi.Semen Portland, pasirsilika dan air suling. Semuabahan-bahantersebutkemudiandilakukanpembagiansesuaidenganvariabel yang telahditentukan, kemudiandicampurdenganmerata.Peralatan yang digunakanmeliputiayakan; mejajeleh*Compressive mortar*; mixer; oven; cetakan mortar berbentukkubusdenganukuran 5cm x 5cm x 5cm; mesinujikuat tekanuntukmenentukankuat tekan mortar dengankapasitas 1000 KN.

### b. Pencampuranbahan

Bahandicampur hingga homogendenganmenggunakan mixer dankemudianlakukanpercobaanleleh mortar dengancaramengisikancampuran mortar kedalamcetakanleleh yang terletak di atasmejajeleh.

### c. Pencetakan

Setelahtercampurdengansempurna (homogen) kemudiandilakukanpencetakan.Sampel mortar dibuat triplikasi (tiga replikasi). Selanjutnyadibiarkanselama 1x24 jam kemudiancetakan mortar tersebutdibuka. Mortar dandilanjutkanperendaman(*curing time*) untukumur mortar 3, 7 dan 14 hari. Setelah itu, mortar tersebutdisimpanpadatempat yang terlindungdarisinar matahari agar penguapandapatterjadisecaraperlahan-lahan

### d. Pengujian

Parameter ujimortar yaitu kuat tekan.Limbaholibekas yang berbentukcairanmenggantikan air bersih yang digunakanuntukmelarutkancampuran semen danpasir.Varian perbandinganairterhadapoli bekas (rasio a/o) padapenelitianiniterdapatdi tabel 1.Perbandingan oli bekas terhadap air mendeskripsikan jumlah oli bekas (gr) yang dicampurkan dalam mortar. Komposisi yang digunakandalampengujiansampelberdasarkannilaifaktor air semen (FAS) yaituangkaperbandinganantaraberat air danberat semen dalamcampuran mortar dengannilai 0,485 (ASTM C 109M).

Pengujiankuat tekanmengacupada PB-0105-07 dan SNI-03-6825.2002 tentangpengujiankekuatantekan mortar semen portland. Pengujianumur mortar disesuaikan SNI-15-7064.2004 sebagaiberikut:

- 1) Umur 3 hari: persyaratannya minimal 125 Kg/cm<sup>2</sup>
- 2) Umur 7 hari: persyaratannya minimal 200 Kg/cm<sup>2</sup>
- 3) Umur 28 hari: persyaratannya minimal 250 Kg/cm<sup>2</sup>

Tabel 1. Komposisi Mortar\*

No	Rasio Komposisi (% dalam satuan berat)			
	Semen	Pasir	Oli Bekas	Air
Blanko (1)	2	1	0	100(126 gr)
2	2	1	25(31,5 gr)	75(94,5 gr)
3	2	1	50(63 gr)	50(63 gr)
4	2	1	75(94,5 gr)	25(31,5 gr)

\*Tiap mortar terdiri atas 520 gr semen dan 260 gr pasir silika.

Kuattekan mortar dihitung menggunakan rumus:

$$f'm = \frac{P}{A} \quad (\text{Persamaan 1})$$

$f'm$  = kuattekan mortar, dalam MPa  
 $P$  = beban maksimum total, dalam N  
 $A$  = luas bidang tekan, dalam mm<sup>2</sup>

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Karakteristik oli bekas

Oli bekas mengandung hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas sebagai bagian dari minyak bumi memiliki karakteristik yang sama dengan minyak bumi. IPCC dan Futuasi (2001) dalam Zain (2014) menjabarkan karakteristik tersebut berdasarkan komponen organik dan non organik (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik Lumpur Minyak Bumi

No.	Komponen	Persyaratan (µg/L)
I.	<b>Anorganik</b>	
1	Mercury, Hg	< 0,2
2	Cadmium, Cd	<5
3	Timbal, Pb	<50
4	Zinc, Zn	<500-1000
5	Tembaga, Cu	3-500
6	Nickel, Ni	6-500
7	Chromium, Cr (Total)	<500 atau <1000 Cr(IV)
8	Arsenic, As	0,55-100
8	Arsenic, As	0,55-100
9	Cobalt, Co	<500
10	Besi, Fe	<3000-5000
11	Vanadium, V	<1000

II. **Organik**

1	Naphthalene	1.152
2	2-Methylnaphthalene	1.172
3	Phenanthalene	1.112
4	Anthracene	1.102
5	Oil	50-5000

Sumber: IPCC dan Futaisi, 2001 dalam Zain (2014)

**3.2 Pengaruh jumlah oli bekas berdasarkan rasio a/o terhadap kuat tekan mortar.**

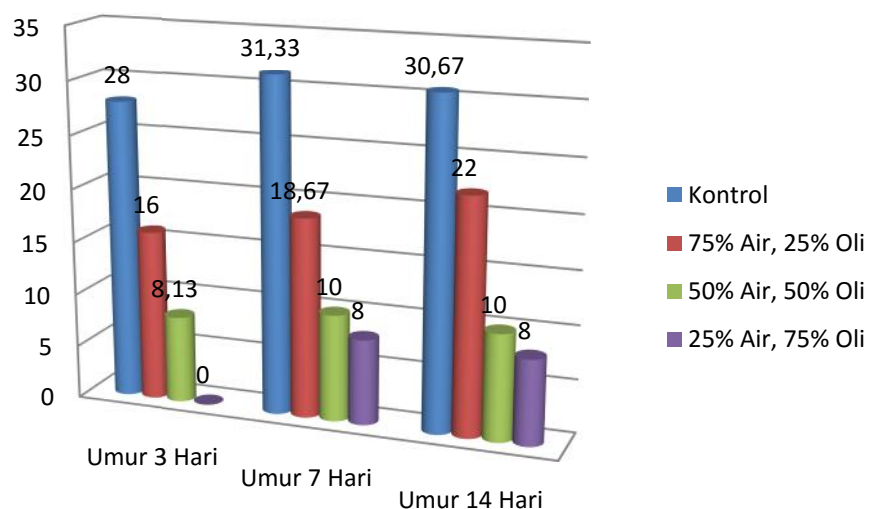
Tabel 3 menampilkan hasil pengujian kuat tekan untuk variasi a/o 0/100%, 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% pada umur mortar 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Dari tabel 3 terlihat bahwa penambahan jumlah oli bekas yang direpresentasikan dengan rasio a/o ternyata sangat mempengaruhi kuat tekan mortar oli bekas.

Tabel. 3. Hasil pengujian kuat tekan\*

Varian a/o	Kuat Tekan (Mpa)		
	Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 14 hari
0/100%	28	31,33	30,67
75%/25%	16	18,67	22
50%/50%	8,13	10	10
25%/75%	0	8	8

\*Nilai rata-rata

Mortar blanko atau kontrol (rasio a/o 0/100%) dan umur mortar 14 hari mempunyai kuat tekan tertinggi. Lebih jelasnya hubungan antara kuat tekan



mortar dan penambahan jumlah oli bekas terhadap mortar diilustrasikan pada gambar 1.

Gambar 1. Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Umur mortar dan rasio oli bekas terhadap air sangat mempengaruhi kuat tekan mortar. Terlihat pada gambar 2, penambahan rasio air terhadap oli bekas dan umur mortar berbanding lurus dengan kuat tekan mortar. Semakin tinggi umur mortar dan rasio air terhadap oli bekas, maka semakin tinggi nilai kuat tekan.

Tabel 3. Komparasi hasil kuat tekan dengan SNI dan ASTM

Umur mortar	Standar Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )				
	a/o 75%/25%	a/o 50%/50%	a/o 25%/75%	SNI-15-7064.2004	ASTM C-150-02
7 hari	189,3138	101,4	81,12	125	122
14 hari	306,7	101,4	81,12	200	194

Hasil kuat tekan dari penelitian ini, jika dibandingkan dengan standar kuat tekan yang disyaratkan oleh SNI-15-7064.2004 dan ASTM C-150-02 hanya terpenuhi oleh mortar dengan jumlah oli bekas 25% dari berat air campuran mortar atau dengan kata lain rasio a/o 25%/75% umur mortar 7 hari dan 14 hari.

Hal ini menunjukkan bahwa proses solidifikasi/stabilisasi (s/s) oli bekas dalam bentuk mortar dengan campuran semen, silika dan air memenuhi nilai kuat tekan yang dipersyaratkan oleh SNI dan ASTM. Mortar yang memenuhi tersebut adalah varian a/o 25%/75% pada umur 7 hari dan 14 hari.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian ini disimpulkan:

1. Proses solidifikasi/stabilisasi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah oli bekas.
2. Rasio oli bekas terhadap air sebagai air campuran dalam pembuatan mortar dan umur mortar berpengaruh terhadap kuat tekan mortar dan porositas mortar.
3. Varian mortar yang memenuhi nilai kuat tekan sesuai dengan SNI-15-7064.2004 dan ASTM C-150-02 adalah rasio a/o 75%/25%. Nilai kuat tekan rasio a/o 75%/25% umur 3, 7 dan 14 hari adalah 16 MPa, 18,67 MPa, dan 22 MPa.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dana penelitian dari Universitas Batanghari melalui LPPM Unbari sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM. ASTM Standards C 150-02 – **Standard Specification for Portland Cements.** USA

ASTM. ASTM Standards C 349 – **Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cements Mortars (Using portions of Prisms Broken in Flexure).** USA.

Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. (1995). KepBapedal 03/Bapedal/09/1995, **Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Berbahaya dan Beracun.** Jakarta.

Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. (1996). KepBapedal 225/Bapedal/08/1996, **Tata Cara dan Persyaratan Penyimpanan Pengumpulan Minyak Pelumas.** Jakarta.

Ismanto.(2010). Penelitiankinerjaresiduolibekas, aspalminyak, danminyaktanah(ROB-50) sebagaibahanperemajapadadaurulangjalanaspal.**AbstrakSkripsiUniversitas Indonesia.** Jakarta: Universitas Indonesia.<http://lib.ui.ac.id/opac/themes/green/detail.jsp?id=20238751&lokasi=lokal>.

Spence, R.D., Shi, C. (2005). **Stabilization and Solidification of Hazardous, Radioactive and Mixed Wastes.** Boca Rotton: CRC Press.

US EPA. (1986). **Handbook Stabilization/Solidification of Hazardous Waste.** USA.

Wijaya, A., Rahardjo, D.W.P.P. (2012). **Pemanfaatan Oli Bekas sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Cair (BBC) dengan Metoda *Catalytic Cracking* dengan Menggunakan Katalis *Modernite*.** Semarang: UniversitasDiponegoro.

Zain, A. M., Shaaban, G., & Mahmud, H. (2014(1)). Leachability of Metal Ions in TCLP Leachate of Solidified Petroleum Sludge. **Key Engineering Material**, vol. 595, pp 094–1098. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.594-595.1094>

Zain, A. M., Shaaban, G., & Mahmud, H. (2014(2)). Leachability of Solidified Petroleum Sludge. **Advanced Material Research**, vol. 917, pp 123–133. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.917.123>

Pemerintah Republik Indonesia. **Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun**. Jakarta.  
Standar Nasional Indonesia. 2004. SNI 15-7064-2004 **Semen Portland komposit**. Jakarta.