



## Logam Berat Pada Abu Terbang (*fly ash*) Untuk Campuran Beton Setelah Disolidifikasi

<sup>1</sup>Julianto Lubis

<sup>1</sup>Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan, Jln. H. T. Rizal Nurdin KM 5,5Sihatang  
Padangsidimpuan, Provinsi Sumatera Utara, 22733  
e-mail: juliantolubis3@gmail.com

### Abstrak

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar PLTU menghasilkan abu terbang (fly ash) dan juga abu endapan (bottom ash). Fly ash mengandung logam berat Kobalt (Co) dan juga Vanadium (V) yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran beton sebagai bahan pengganti semen dengan solidifikasi. Hasil solidifikasi logam berat Co yang terbesar terdapat pada substitusi fly ash 40 % pada rendaman hari ke-7 dengan jumlah konsentrasi sebesar 2 ppb (part per billion) = 0,0020 ppm, sedangkan pada logam berat V yang terbesar terdapat pada substitusi fly ash 80 % pada rendaman ke-28 dengan jumlah konsentrasi sebesar 47 ppb (parts per billion) = 0,0470 ppm, dapat disimpulkan bahwa kedua logam berat tersebut masih dalam ambang batas yang ditetapkan.

**Kata kunci** - Fly Ash, Solidifikasi, Kobalt (Co) dan Vanadium (V)

### Abstract

*The use of coal as a fuel for PLTU produces fly ash and bottom ash. Fly ash contains heavy metals Cobalt (Co) and Vanadium (V) which can be used as a concrete mixture as a cement substitute with solidification. The largest solidification results of heavy metal Co were found in 40% fly ash substitution on the 7th day of immersion with a concentration of 2 ppb (parts per billion) = 0.0020 ppm, while the largest heavy metal V was found in 80% fly ash substitution on the 28th immersion with a concentration of 47 ppb (parts per billion) = 0.0470 ppm, it can be concluded that both heavy metals are still within the specified threshold.*

**Keywords** - *fly ash, solidification, Cobalt (Co) and Vanadium (V)*

### PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang dibentuk dengan pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan juga dengan campuran bahan tambahan seperti seperti abu terbang (*fly ash*). Beton sebagai bahan bangunan banyak digunakan diberbagai konstruksi, dimana sifatnya yang mudah dibentuk, mudah diperoleh, kedap air, dan juga relatif murah dibandingkan dengan jenis konstruksi lainnya. Sebagai bahan pembentuk beton yaitu agregat halus, agregat kasar, semen, air dan juga bahan tambahan seperti *fly ash* sangat tergantung dari persentase bahan yang digunakan sehingga akan dapat menghasilkan kekuatan beton dengan berbagai mutu yang diinginkan.

Keterbatasan tingkat kehalusan butiran semen dan juga semakin mahalnya harga semen dipasaran menjadi persoalan utama dalam menghasilkan beton. Dalam mengatasi hal ini, berbagai penelitian dilakukan untuk mencari solusi pengurangan penggunaan semen sebagai pencampur beton dengan pemakaian material *fly ash* sebagai substitusi semen.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung dengan sumber material dari PLTU Labuhan Angin Sibolga. Adapun tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Analisa komposisi *fly ash* PLTU Labuhan Angin dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF).
2. Proses Solidifikasi / Stabilisasi abu terbang (*fly ash*).
3. Analisa Mobilisasi Logam berat pengaruh komposisi *fly ash* didalam campuran beton dengan metode AAS (Atomic Absorption Spectroscopy).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisa komposisi *fly ash* PLTU Labuhan Angin dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) Thermo ARL 9900.

Hasil analisa komposisi *fly ash* PLTU Labuhan Angin yang di uji di Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Unsur kimia *fly ash* PLTU Labuhan Angin

Oxida	Jumlah (%)	Ele men	Jumlah (%)	Jumlah (ppm)	Baku mutu (ppm)
ZnO	0,0139	Zn	0,0112	112	$\leq 500$
NiO	0,0088	Ni	0,0069	69	$\leq 100$
ZrO <sub>2</sub>	0,0268	Zr	0,0193	-	-
CuO	0,0063	Cu	0,0050	50	$\leq 100$
SrO	0,0506	Sr	0,0428	-	-
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>0,0184</b>	<b>V</b>	<b>0,0103</b>	<b>103</b>	<b><math>\leq 25</math></b>
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0094	Cr	0,0064	64	$\leq 250$
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,0082	Co	0,0060	60	$\leq 12$

Hasil analisa komposisi *fly ash* dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) didapat bahwa logam berat yang melebihi ambang batas/ baku mutu yang disyaratkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia yaitu logam berat Kobalt (Co) = 0,0060 % = 60 ppm  $\leq$  12 ppm (*part per million*) dan logam berat Vanadium (V) = 0,0103 % setara dengan 103 ppm  $\leq$  25 ppm(*part per million*) . Kedua logam berat tersebut akan berdampak buruk terhadap lingkungan. Untuk mengatasi dampak negatif yang ditimbulkan, maka dilakukan analisa mobilisasi kedua logam berat dengan proses solidifikasi/ stabilisasi yaitu dengan mencampurkan *fly ash* dengan semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan juga air ,menjadi campuran beton.

### 2. Solidifikasi / Stabilisasi abu

#### Perencanaan campuran beton (*mix design*)

Perencanaan beton (*mix design*) direncanakan dengan kuat tekan  $f_c' = 30$  Mpa dengan jumlah kebutuhan bahan komposisi substitusi *fly ash* 0% dengan semen 100%, *fly ash* 40% semen 60% dan *fly ash* 80% dengan komposisi semen 20%.

### 3. Analisa Mobilisasi Logam Berat dengan metode AAS

Pengujian mobilisasi logam berat terhadap kedua unsur logam berat Kobalt (Co) dan Vanadium (V) dilakukan selama beton dalam proses *curing* yaitu beton dalam masa perendaman selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Air hasil perendaman kemudian diuji konsentrasi logam beratnya dengan uji mobilisasi logam berat Co dan V menggunakan metode AAS (*Atomic Adsorption Spectrofotometer*) yang dilakukan di Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung. Uji mobilisasi ini dimaksudkan untuk

mengetahui berapa besar logam berat Co dan V yang masih terlepas ke lingkungan atau terpapar ke lingkungan setelah *fly ash* dimanfaatkan menjadi campuran beton.

### Logam Kobalt (Co)

Hasil pengujian mobilisasi logam berat Kobalt (Co) dengan metode AAS dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian mobilisasi logam berat Kobalt (Co)

Logam berat	Pengujian Mobilisasi (ppm)			Percentase <i>fly ash</i> (%)
	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-28	
Kobalt (Co)	0	0	0	0
	0,0020	0,0015	0,0010	40
	0,0015	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	80

Berdasarkan Tabel 2 diatas, logam berat Kobalt (Co) konsentrasi yang dihasilkan semakin berkurang dengan bertambahnya hari perendaman. Pada variasi campuran substitusi *fly ash* 40% rendaman pada hari ke-7, ke-14 dan hari ke-28, konsentrasi Co terbesar terjadi pada rendaman campuran beton dihari ke-7 dengan jumlah konsentrasi 2 ppb (*part per billion*) = 0,0020 ppm, demikian juga dengan pada variasi campuran substitusi *fly ash* 80% rendaman pada hari ke-7, ke-14 dan pada hari ke-28, konsentrasi Co terbesar terjadi pada rendaman beton dihari ke-7 dengan jumlah konsentrasi sebesar 1,5 ppb (*part per billion*) atau setara dengan 0,0015 ppm, bahkan pada rendaman ke-14 dan rendaman ke-28 jumlah konsentrasi tidak terdeteksi (td) atau dibawah 1 ppb. Dengan demikian semakin menurunnya nilai konsentrasi logam berat, ini disebabkan karena semen mempunyai formasi senyawa yang progress peningkatan kekuatannya terjadi dari rendaman ke-14 sampai dengan rendaman ke-28 hari, sehingga logam terkungkung dengan ikatan *fly ash*, semen, pasir dan juga batu pecah dan tejebak di bagian dalam batas beton dan susah terhidrolisis oleh air.

Hasil solidifikasi *fly ash*, konsentrasi logam berat Kobalt (Co) yang terbesar ada pada *fly ash* dengan substitusi *fly ash* 40 % pada rendaman hari ke-7 dengan jumlah konsentrasi sebesar 2 ppb (*part per billion*) atau setara dengan 0,0020 ppm. Dapat disimpulkan bahwa logam berat Kobalt (Co) tersebut masih dalam ambang batas yang ditetapkan yaitu  $\leq 12$  ppm.

### Logam Vanadium (V)

Hasil pengujian mobilisasi logam berat Vanadium (V) dengan metode AAS dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian mobilisasi logam berat Vanadium (V)

Logam berat	Pengujian Mobilisasi (ppm)			Percentase <i>fly ash</i> (%)
	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-28	
Vanadium (V)	0	0	0	0
	0,0100	0,0290	0,0330	40
	0,0140	0,0390	0,0470	80

Berdasarkan Tabel 3 di atas logam berat Vanadium (V) konsentrasi yang dihasilkan berbanding terbalik dengan yang dihasilkan oleh logam berat Kobalt (Co). Pada logam berat Vanadium (V), konsentrasi yang dihasilkan malah semakin bertambah dengan bertambahnya hari perendaman. Pada variasi campuran substitusi *fly ash* 40 % rendaman pada hari ke-7, hari ke-14

dan hari ke-28, konsentrasi logam berat Vanadium (V) terbesar terjadi pada rendaman campuran beton di hari ke-28 dengan jumlah konsentrasi sebesar 39 ppb (*part per billion*) atau setara dengan 0,0390 ppm, demikian juga dengan pada variasi campuran substitusi *fly ash* 80 % rendaman pada hari ke-7, ke-14 dan pada hari ke-28, konsentrasi logam Vanadium (V) terbesar terjadi pada rendaman campuran beton di hari ke-28 dengan jumlah konsentrasi sebesar 47 ppb (*part per billion*) atau setara dengan 0,0470 ppm.

Jika kuat tekan yang dimiliki suatu beton meningkat akibat penambahan *fly ash*, maka ikatan antara semen dengan *fly ash* semakin kuat, sehingga kadar logam Kobalt (Co) menjadi total sedangkan logam Vanadium (V) semakin kecil. Jadi kekuatan beton sangat tergantung pada kekuatan ikat semen dengan *fly ash*.

Dari hasil solidifikasi abu terbang (*fly ash*), konsentrasi logam berat Vanadium (V) konsentrasi logam berat Vanadium (V) yang terbesar ada pada *fly ash* dengan substitusi *fly ash* 80% pada rendaman ke-28 dengan jumlah konsentrasi sebesar 47 ppb (*part per billion*) atau setar dengan 0,0470 ppm, dapat disimpulkan bahwa logam berat Vanadium (V) ini juga masih dalam ambang batas yang ditetapkan  $\leq 25$  ppm.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisa logam berat *fly ash* PLTU Labuhan Angin dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF), besar kandungan Vanadium (V) = 103 ppm  $\leq 25$  ppm dan Kobalt (Co) = 60 ppm  $\leq 12$  ppm, bahwa logam berat tersebut melebihi ambang batas/ baku mutu yang disyaratkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Maka untuk mengatasi dampak negatif yang ditimbulkan, dilakukan proses solidifikasi/ stabilisasi yaitu dengan mencampurkan *fly ash* dengan semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan juga air ,menjadi campuran beton.
2. Setelah proses solidifikasi, logam berat Kobalt (Co) yang terbesar terdapat pada substitusi *fly ash* 40 % pada rendaman hari ke-7 dengan jumlah konsentrasi sebesar 2 ppb (*part per billion*) = 0,0020 ppm, sedangkan pada logam berat Vanadium (V) yang terbesar terdapat pada substitusi *fly ash* 80 % pada rendaman ke-28 dengan jumlah konsentrasi sebesar 47 ppb (*part per billion*) = 0,0470 ppm, dapat disimpulkan bahwa kedua logam berat tersebut masih dalam ambang batas yang ditetapkan.

## SARAN

Dalam pengujian mobilisasi logam berat khususnya unsur vanadium (V) selama proses *curing*, perlu dilakukan penambahan waktu perendaman hingga 60 hari, karena jika hanya 28 hari ada kemungkinan logam berat dapat keluar kembali pada jangka waktu yang lama sehingga dapat diketahui besar vanadium yang terpapar ke lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.1-91. (1996). “*Standard Practice for selecting Proportions For Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*”, Detroit Michigan.
- ACI. (1993). “*Manual of Concrete Practice, Part 1 226.3 R-3*”.
- Albinas Gailius, dkk. (2010). “*Hazardous Wastes Recycling by Solidification/Stabilization Method*”, Journal of Materials Science, Vol.16, No.2.
- Anon. (1981). “*Annual Book of ASTM Standards G59-78, ASTM*”, Philadelphia.
- Anonim. (1990). “*Standar SK-SNI T-15-1990-03, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*”, Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (1991). “*Annual Book of ASTM Standards, Section 4*”, Easton.MD, Philadelphia.

- Rizky B.O Rumahorbo. (2015). “*Solidifikasi/Stabilisasi limbah slag yang mengandung Chrom (Cr) dan Timbal (Pb) dari industri baja sebagai campuran dalam pembuatan concrete (beton)*”, Laporan Hasil Penelitian USU. Medan.
- Spence and Shiu. (2006). “*Designing of cement based formula for solidification/stabilisation of hazardous, radioactive, and mixed wastes*”.
- Sujatmiko Nugroho. (2003). “*Penggunaan Abu Terbang Sebagai Campuran Beton*”.
- Tjokrodimuljo Kardiyono, (1996), “*Teknologi Beton*”, Percetakan Nafiri, Yogyakarta.
- Tri Mulyono. (2004). “*Teknologi Beton*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.