



## EKSPLORASI UNSUR-UNSUR LIMBAH PADAT PADA INDUSTRI PENGECORAN LOGAM DI DESA PESAREAN KECAMATAN TALANG KABUPATEN TEGAL

Y.S. Utami, Pratiwi Dwijananti, Upik Nurbaiti

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima November 2012  
Disetujui November 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Kata kunci:  
limbah padat  
X-Ray  
Flourescence

### Abstrak

Penelitian untuk mengetahui jenis dan kadar unsur-unsur pada limbah padat industri pengecoran logam dilakukan di Desa Pesarean Kecamatan Talang Kabupaten Tegal. Limbah padat dengan bau menyengat sangat mengganggu warga di sekitar daerah industri. Sampel limbah padat diambil pada dua tempat yang berbeda yaitu tempat pertama untuk sampel yang masih dalam bentuk kasar yang langsung dibuang ke lingkungan dan tempat kedua untuk sampel yang sudah dalam bentuk halus yang telah diayak. Metode X-Ray Flourescence digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif untuk menentukan unsur yang terkandung dalam sampel sedangkan analisis kuantitatif untuk menentukan kadar yang terkandung dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di dalam limbah padat ini terdapat logam-logam berat yang teridentifikasi seperti Fe, Cu, Zn, Pb dan Zr. Kadar masing-masing unsur berturut-turut (2,43-3,30).10<sup>-4</sup>ppm, (0,17-0,6).10<sup>-4</sup> ppm, (4,23-5,35).10<sup>-4</sup> ppm (1,36-9,97).10<sup>-4</sup> ppm dan (2,99-6,18).10<sup>-7</sup> ppm. Berdasarkan perhitungan dan perbandingan dengan baku mutu limbah, maka limbah padat industri pengecoran logam dalam batas aman. Namun asam sulfat yang terdapat pada limbah padat ini perlu pengelolaan secara khusus dan periodik, karena pada jangka panjang limbah ini dapat berakumulasi dan akan berbahaya mengganggu lingkungan. Pipa adalah istilah untuk benda silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus.

### Abstract

*This study aims to know the types and levels of the elements in solid waste foundry industry done in the Village District Pesarean Gutters Tegal regency. Solid waste with a pungent smell very disturbing residents in the surrounding industrial area. Solid waste samples taken at two different places to sample the first place are still in rough form directly discharged into the environment and second place for the samples that have been in fine form that has been sifted. X-ray flourescence method used for qualitative and quantitative analysis. Qualitative analysis to determine the elements contained in the sample while the quantitative analysis to determine the levels contained in the sample. The results showed that in this solid waste contained heavy metals such as Fe identified, Cu, Zn, Pb and Zr. Levels of each element in a row (from 2.43 to 3.30) .10<sup>-4</sup>ppm, (0.17 to 0.6) .10<sup>-4</sup> ppm (4.23 to 5.35) .10<sup>-4</sup> ppm (1.36 to 9.97) .10<sup>-4</sup> ppm and (2.99 to 6.18) .10<sup>-7</sup> ppm. Based on the calculation and comparison with the raw wastewater quality, the metal casting industry solid waste within safe limits. But sulfuric acid contained in solid waste management needs to be specifically and periodically, as in the long*

© 2012 Universitas Negeri Semarang

Alamat korespondensi:  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: unnes.ac.id

ISSN NO 2252-6978

## PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam di Desa Pesarean Kecamatan Talang Kabupaten Tegal berlangsung sudah lama. Kegiatan industri ini adalah mendaur ulang logam yang sudah tidak bermanfaat menjadi logam yang dapat dimanfaatkan kembali. Selain mendapatkan logam yang bermanfaat, kegiatan ini juga menghasilkan limbah gas dan padat yang dapat mengandung polutan yang berbahaya bagi lingkungan.

Berdasarkan alasan ini maka perlu dilakukan sebuah penelitian tentang unsur-unsur yang terdapat dalam limbah padat pengecoran logam dan berapa kadar dari unsur-unsur tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode analisis X-Ray Fluorescence. Analisis ini berupa analisis kualitatif untuk menentukan unsur apa yang terdapat di dalam limbah padat dari industri pengecoran logam dan analisis kuantitatif untuk menghitung kadar dari unsur-unsur tersebut di dalam limbah padat dari industri pengecoran logam.

Limbah merupakan buangan yang tidak dikehendaki oleh lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Menurut Kristanto (2002:169) limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya (limbah B-3), yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya. Tingkat bahaya keracunan yang disebabkan oleh limbah tergantung pada jenis karakteristik limbah, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah X-Ray Fluorescence. XRF adalah metode analisis terhadap sampel berdasarkan pengukuran tenaga dan intensitas sinar-X suatu unsur di dalam sampel hasil eksitasi sumber radioisotop. Metode ini dapat digunakan untuk analisis sampel dalam bentuk padatan dan cairan tanpa merusak komposisi sampel (non destructive method) dalam tingkat skala mikro. Dasar analisis ini adalah pencacahan sinar-X yang dipancarkan oleh suatu unsur akibat pengisian kembali kekosongan elektron pada orbital yang lebih dekat dengan inti oleh elektron yang terletak pada orbital yang lebih luar. Pengisian kembali pada orbital K akan menghasilkan spektrum sinar-X deret K, pengisian elektron pada orbital berikutnya

menghasilkan spektrum sinar-X deret L, deret-M, deret-N dan seterusnya. Setiap unsur akan memancarkan sinar-X dengan energi yang karakteristik. Energi sinar-X yang dipancarkan dideteksi dengan detektor penangkap sinar-X yang kemudian diubah menjadi pulsa-pulsa listrik lalu diperkuat oleh penguat awal dan penguat akhir, sehingga terbentuk sebuah spektrum.

Analisis kualitatif pada XRF ini meliputi pembacaan spektrum sinar-X sampel, identifikasi puncak-puncak, sampai klasifikasi setiap unsur sebagai penyusun mayor, minor bahkan kelumit berdasarkan intensitas puncaknya.

Sedangkan analisis kuantitatif pada XRF didasarkan spektrum sinar-X pada energi yang bersangkutan. Intensitas puncak fotolistrik sinar-X karakteristik dari sampel dibandingkan dengan intensitas puncak fotolistrik sinar-X karakteristik bahan. Intensitas sinar-X pada sampel ( $I_{spl}$ ) dihitung dari intensitas mula-mula pada saat pencacahan (ISF) dikurangi dengan intensitas sinar-X pada blangko ( $I_B$ ), yang besarnya :

$$I_{spl} = I_{SF} - I_B \quad (1)$$

Sedangkan untuk intensitas standar ( $I_{std}$ ) yang digunakan untuk pembandingan dapat dicari dengan mengurangi intensitas standar mula-mula ( $I_{StF}$ ) pada pencacahan dengan intensitas blangko, yang besarnya :

$$I_{std} = I_{StF} - I_B \quad (2)$$

Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan standar pembandingan yang bersertifikat dengan persyaratan tertentu untuk menentukan bahan non standar yang akan dianalisis. Analisis secara kuantitatif dilakukan dengan cara mengkonversi hasil yang diperoleh dalam analisis kualitatif yang berupa intensitas dalam satuan cps menjadi satuan prosentase berat atau ppm (part per million). Konversi dilakukan dengan menggunakan rumus

$$C_{spl} = \frac{I_{spl}}{I_{std}} \times C_{std} \quad (3)$$

dengan :

$I_{spl}$  = intensitas/cacahan sampel (cps)

$I_{std}$  = intensitas standar (cps)

$C_{spl}$  = konsentrasi bahan yang dianalisis/sampel (% , ppm)

$C_{std}$  = konsentrasi standar (% , ppm) (Masrukan, 2008:19)

**METODE**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat dari industri pengecoran logam di Desa Pesarean Kecamatan Talang Kabupaten Tegal dan beberapa sumber standart yaitu RS (River Sediment), BS (Bauksit Suriname), Cu 10 %, dan Pb(NO3)2 dengan kadar Pb 62,2427%.

Sampel limbah padat diambil pada dua tempat yang berbeda dalam industri yang sama. Tempat pertama untuk sampel A, yang masih dalam bentuk kasar yang langsung dibuang ke lingkungan. Sedangkan tempat kedua untuk sampel B yang sudah dalam bentuk halus yang telah diayak. Masing-masing sampel diambil sebanyak 1 gram. Sebelum dilakukan proses pencacahan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi tenaga yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara nomor salur dengan energi pada suatu unsur. Proses kalibrasi ini menggunakan sumber eksitasi radioisotop 109Cd. Kemudian sampel tersebut dicacah selama 600 detik. Setelah proses pencacahan selesai maka dapat diperoleh spektrum yang menggambarkan masing-masing unsur yang terkandung dalam limbah padat industri pengecoran logam. Dari spektrum ini maka dapat dilakukan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

Hasil dari analisis kuantitatif ini dibandingkan dengan baku mutu limbah padat yang telah ditetapkan. Jika nilai kadar limbah padat lebih besar daripada nilai baku mutu limbah padat maka termasuk dalam keadaan tidak aman, tetapi jika nilai kadar limbah padat lebih kecil daripada nilai baku mutu limbah padat maka termasuk dalam keadaan aman.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah proses pencacahan dengan menggunakan XRF selesai, maka diperoleh unsur-unsur yang terkandung dalam limbah padat pengecoran logam adalah Fe, Cu, Zn, Pb, dan Zr seperti yang terdapat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data Kualitatif dan Kuantitatif Unsur-Unsur yang Terkandung Dalam Limbah Padat Pengecoran Logam

No	Identitas Sampel	Unsur	Energi (keV)	Kadar ± ralat (ppm)		
				I	II	
1	Sampel A	<sup>26</sup> Fe	6,4	17447	18080	$3,30 \cdot 10^{-4} \pm 8,34 \cdot 10^{-6}$
		<sup>29</sup> Cu	8,0	4302	4259	$1,73 \cdot 10^{-5} \pm 1,43 \cdot 10^{-7}$
		<sup>30</sup> Zn	8,6	140499	141441	$5,35 \cdot 10^{-4} \pm 2,53 \cdot 10^{-6}$
		<sup>82</sup> Pb	12,6	90765	91102	$9,97 \cdot 10^{-4} \pm 3,15 \cdot 10^{-6}$
		<sup>40</sup> Zr	15,8	1954	1914	$2,99 \cdot 10^{-7} \pm 1,41 \cdot 10^{-8}$
2	Sampel B	<sup>26</sup> Fe	6,4	13029	13106	$2,44 \cdot 10^{-4} \pm 1,01 \cdot 10^{-6}$
		<sup>29</sup> Cu	8,0	13789	13635	$6,16 \cdot 10^{-5} \pm 5,12 \cdot 10^{-7}$

<sup>30</sup> Zn	8,6	111477	111167	$4,23 \cdot 10^{-4} \pm 8,33 \cdot 10^{-7}$
<sup>82</sup> Pb	12,6	25759	25487	$1,36 \cdot 10^{-4} \pm 2,54 \cdot 10^{-6}$
<sup>40</sup> Zr	15,8	2560	2582	$6,18 \cdot 10^{-7} \pm 7,78 \cdot 10^{-9}$

**Tabel 2.** Perbandingan Kadar Unsur dalam Limbah Padat dengan Nilai Baku Mutu Limbah Padat

No	Sampel	Unsur	Kadar Unsur (ppm)	Baku Mutu
				Limbah Padat (ppm)
1	Sampel A	<sup>26</sup> Fe	$3,30 \cdot 10^{-4} \pm 8,34 \cdot 10^{-6}$	300
		<sup>29</sup> Cu	$1,73 \cdot 10^{-5} \pm 1,43 \cdot 10^{-7}$	0,1
		<sup>30</sup> Zn	$5,35 \cdot 10^{-4} \pm 2,53 \cdot 10^{-6}$	0,6
		<sup>82</sup> Pb	$9,97 \cdot 10^{-4} \pm 3,15 \cdot 10^{-6}$	0,2
		<sup>40</sup> Zr	$2,99 \cdot 10^{-7} \pm 1,41 \cdot 10^{-8}$	6
2	Sampel B	<sup>26</sup> Fe	$2,44 \cdot 10^{-4} \pm 1,01 \cdot 10^{-6}$	300
		<sup>29</sup> Cu	$6,16 \cdot 10^{-5} \pm 5,12 \cdot 10^{-7}$	0,1
		<sup>30</sup> Zn	$4,23 \cdot 10^{-4} \pm 8,33 \cdot 10^{-7}$	0,6
		<sup>82</sup> Pb	$1,36 \cdot 10^{-4} \pm 2,54 \cdot 10^{-6}$	0,2
		<sup>40</sup> Zr	$6,18 \cdot 10^{-7} \pm 7,78 \cdot 10^{-9}$	6

Dari tabel 1, dapat dikatakan bahwa distribusi persebaran logam-logam yang terkandung pada sampel kasar maupun sampel halus di dalam limbah padat industri pengecoran logam tidak merata.

Berdasarkan tabel 2, maka kadar unsur yang terkandung dalam limbah padat pengecoran logam lebih rendah bila dibandingkan nilai baku mutu limbah padat yang telah ditetapkan, sehingga limbah padat pengecoran logam termasuk dalam keadaan aman.

Meskipun limbah padat industri pengecoran logam masih tergolong aman tetapi pengelolaan pada limbah ini perlu mendapat perhatian khusus dan dilakukan secara periodik seperti tempat yang tertutup untuk menyimpan limbah padat pengecoran logam, agar pada saat musim hujan tiba bau yang menyengat yang dihasilkan oleh limbah tidak mengganggu kenyamanan warga sekitar daerah pengecoran logam. Karena pada jangka panjang limbah ini dapat berakumulasi dan akan berbahaya mengganggu lingkungan.

**SIMPULAN**

Unsur-unsur yang teridentifikasi pada limbah padat pengecoran logam adalah Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Timbal (Pb), dan Zirkonium (Zr). dengan kadar masing-masing unsur berturut-turut ( $2,44-3,30$ ). $10^{-4}$  ppm, ( $1,73-6,16$ ). $10^{-5}$  ppm, ( $4,23-5,35$ ). $10^{-4}$  ppm, ( $1,36-9,97$ ).  $10^{-4}$  ppm dan ( $2,99-6,18$ ). $10^{-7}$  ppm. Berdasarkan kadar dari baku mutu limbah padat maka limbah padat dari industri pengecoran logam dalam batas aman.

Dalam penelitian ini sampel yang

diteliti adalah limbah padat pengecoran logam. Untuk penelitian selanjutnya sampel yang perlu diteliti adalah gas sisa buangan yang berasal dari hasil pembakaran saat proses pengecoran logam berlangsung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Istianah. 2005. Penentuan Unsur Ba, Ca, Fe dan Ti Dalam Sampel Sedimen Dengan Metode XRF. Semarang : FMIPA Undip.
- Kristanto, Philip. 2002. Ekologi Industri. Surabaya : Penerbit Andi
- Masrukan & Rosika. 2008. Perbandingan Hasil Analisis Bahan Bakar U-Zr dengan Menggunakan Teknik XRF dan SSA. *Urania* 14 (1), 1-48.
- Puspitasari, Dina. 2006. Penentuan Unsur Mayor Minor Secara Spektrometri Pendar Sinar-X (XRF) dalam Lingkungan di Perairan Surabaya. Malang: FMIPA Universitas Brawijaya.
- Sieber, J.R, Lankozs, M. Boruchowska, M. 2000. Application of Micro X-Ray Fluorescence Spectrometry for Localized Area Analytical of Biological and Environmental Materials. JCPDS-International Centre for Diffraction Data, *Advance in X-Ray Analysis*, Vol.43