

## STUDI EVALUASI PROSES SOLIDIFIKASI LIMBAH B-3 DARI LIMBAH PADAT (SLAG) INDUSTRI DAUR ULANG AKI BEKAS PADA MEDIA PASIR SEMEN

**Purnawan\*, Hadi Prasetyo Suseno**

Jurusan Teknik lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta – 55222

Telp (0274) 563029 Fax (0274) 563847

\*Email: iwengpurnawan@yahoo.co.id

### Abstrak

Industri aki di Indonesia mengalami kemajuan seiring dengan semakin majunya industri kendaraan bermotor, telekomunikasi serta elektronika yang menggunakan arus listrik yang berasal dari aki dan secara umum umur efektif aki berkisar 1 hingga 2 tahun, dengan melihat begitu besar penggunaan aki maka limbah aki menjadikan suatu permasalahan apabila dibuang ke lingkungan, salah satu upaya dengan proses daur ulang aki bekas yang dilakukan skala industri kecil maupun rumah tangga guna pengambilan Pb murni menggunakan teknologi sederhana dengan cara membakar campuran arang dan sel aki yang menghasilkan limbah berupa slag yang memiliki karakteristik sebagai limbah B-3. Penelitian ini mengarah pada upaya pengungkungan (solidifikasi) limbah B-3 pada media pasir semen dan kajian pengaruhnya terhadap kuat tekan bahan pengungkungnya sehingga diharapkan dapat menjadi solusi pencegahan pencemaran lingkungan sekaligus sebagai upaya peningkatan kualitas industri pasir semen. Hasil penelitian yang telah dilakukan untuk rasio campuran pasir semen 8:1 didapatkan kondisi optimum pada perbandingan 1:8 dan mampu menaikkan kuat tekan dari 262 kg/mm<sup>2</sup> menjadi 638 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk rasio campuran pasir semen 9:1 didapatkan kondisi optimum pada perbandingan 1:8 dan mampu menaikkan kuat tekan dari 254 kg/mm<sup>2</sup> menjadi 437 kg/mm<sup>2</sup>, dengan uji pelindian selama 3 minggu tidak terjadi peluruhan secara signifikan dengan konsentrasi logam Pb 0,2047 mg/liter dan logam Fe 0,0138 mg/liter atau dibawah standard baku mutu sesuai keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. : KEP-51/MENLH/10/1995

**Kata kunci :** limbah aki, slag, solidifikasi

### Abstract

Battery industry in Indonesia is progressing in line with getting advance of the motor vehicle industry, telecommunications and electronics that using electric current from the battery and which generally effective battery life of about 1 to 2 years, with a look so great use of battery, the waste batteries makes a problem when disposed into the environment, one of the efforts is to recycle used batteries were made of small-scale industries and households in order to take the pure Pb using simple technology by burning a mixture of charcoal and battery cells that is capable to produce waste in the form of slag waste characterized as B-3. This research is directed to the confinement (solidification) B-3 waste in cement sand media and study the effect of the compressive strength material confinement that expected to be a solution for prevent of environmental pollution as well as improving the quality of sand cement industry. The results of the research has been done with the ratio of 8:1 cement sand mixture obtained in optimum condition in 1:8 ratio and could increase the compressive strength of 262 kg/mm<sup>2</sup> to 638 kg/mm<sup>2</sup>, while the ratio of 9:1 cement sand mixture obtained in optimum conditions ratio in 1:8 and is able to increase the compressive strength of 254 kg/mm<sup>2</sup> to 437 kg/mm<sup>2</sup>, with a leaching test with immersion time for 3 weeks did not a significant sloughing occurs with 0.2047 mg / liter and 0.0138 mg Fe / liter Pb concentration or below the quality standard based on from decision the Minister of Environment RI No.. : KEP-51/MENLH/10/1995

**Keywords:** battery waste, slag, solidification

## 1. PENDAHULUAN

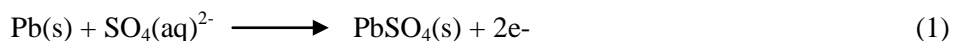
Industri aki di Indonesia telah mengalami kemajuan, kemajuan industri aki ini seiring dengan semakin majunya industri kendaraan bermotor, telekomunikasi serta elektronika yang menggunakan arus listrik yang berasal dari aki atau biasa disebut akumulator. Fungsi penggunaan

aki pada kendaraan bermotor sebagai media penyimpan dan pensuplai arus listrik pada waktu kendaraan distarter selain itu fungsi aki lainnya sebagai pemasok arus listrik untuk kebutuhan lampu penerangan, alarm, jam elektronik, dan sebagainya.

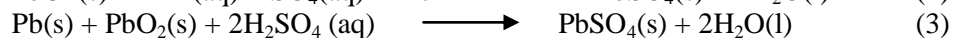
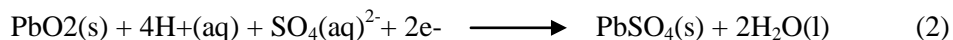
Terdapat dua jenis akumulator yaitu akumulator basah dan akumulator kering yang memiliki kekuatan penyimpanan energi yang berbeda. Akumulator basah terdiri dari plat-plat timah ( $\text{PbO}$ ) yang dimasukkan kedalam larutan asam belerang ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan kemudian plat-plat timah tersebut dihubungkan dengan tenaga listrik arus searah (DC) maka sifat-sifatnya akan segera berubah. Salah satu plat akan berwarna coklat tua, yang disebabkan pembentukan perioksida timah ( $\text{PbO}_2$ ). Plat yang lain akan berwarna abu-abu muda yang disebabkan terbentuknya timah murni pada plat itu ( $\text{Pb}$ ). pada akumulator kering bahan aktif plat-plat positif terdiri dari superoxyde-nikel ( $\text{NiO}_2$ ) dan plat negatif berisi besi ( $\text{Fe}$ ). (Syam Hardi, 1983).

Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung dengan separator atau pemisah sebagai isolasi diantara pelat tersebut, bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi maka akan muncul arus listrik, sebagai pencatu daya di dalam aki timbul reaksi kimia :

Anoda :

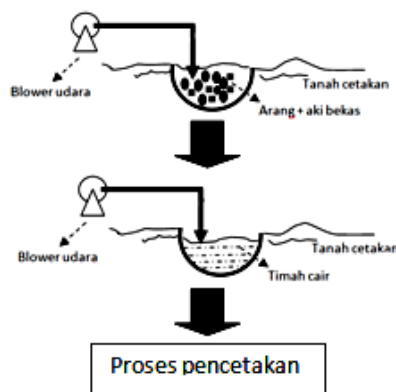


Katoda :



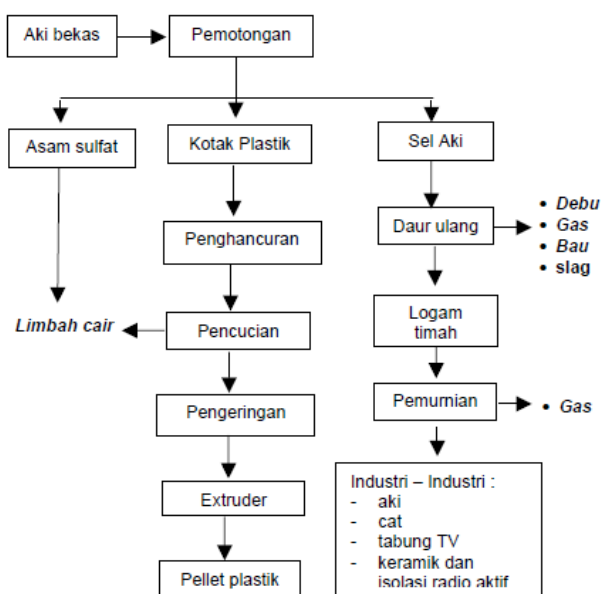
Secara umum umur efektif aki berkisar antara 1 hingga 2 tahun, usaha pemanfaatan limbah aki bekas telah banyak dilakukan oleh industri kecil maupun rumah tangga untuk diproses lebih lanjut menjadi produk murni berupa logam Pb.

Teknologi yang berkembang di industri kecil dan rumah tangga masih sangat sederhana berupa kubangan di dalam tanah yang disebut “kuwen”. Prinsip operasi dari kuwen adalah dengan mencampur arang dan sel aki kemudian arang dinyalakan dengan menambah udara dari blower. Setelah sel timah mencair dipisahkan untuk dicetak dengan sketsa gambar “kuwen” sebagai berikut



Gambar 1 : Proses daur ulang sel aki bekas dengan sistem “ Kuwen”  
(Sumber : data primer, 2014)

Industri daur ulang aki bekas ini menghasilkan pencemaran yang berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung bahan berbahaya dan beracun, Untuk mengetahui limbah yang dihasilkan dapat dipahami melalui proses yang dipergunakan seperti skema berikut :



Gambar 2 : Skema proses daur ulang sel aki bekas  
(Sumber : data primer, 2014)

Salah satu limbah yang dihasilkan adalah slag yang berasal dari campuran arang pembakar dengan sel Pb dari proses daur ulang aki bekas yang merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun yang apabila tidak tertangani dengan baik akan mempengaruhi kualitas lingkungan.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 limbah bahan berbahaya dan beracun adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.

Dalam pengelolaan limbah terdapat empat elemen hirarkhi yaitu 1). Reduksi sumber (*source reduction*), adalah mengurangi timbulan (*minimize*) limbah yang muncul pada sumbernya atau dapat digunakan kembali, 2). Pemanfaatan limbah (*recycling of material*) yaitu limbah dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk, 3). pembakaran/pemusnahan (*combustion*) yaitu limbah dilakukan pemusnahan dengan cara pembakaran dengan perolehan energi, dan 4). Pembuangan (*landfilling*) adalah melakukan pembuangan dan penimbunan limbah (Glynn Henry at all, 1996).

Solidifikasi adalah suatu penanganan yang menghasilkan padatan limbah yang memiliki identitas struktural yang tinggi sehingga kontaminan tidak dapat berinteraksi dengan reagen solidifikasi, hal ini terjadi karena secara mekanik kontaminan dikunci atau dijebak dalam padatan yang terbentuk sehingga kelarutan kontaminan baik dengan atau tanpa terjadi perubahan sifat fisik dari limbah.

Solidifikasi merupakan salah satu cara pengelolaan limbah dengan proses *recycling* yaitu limbah dapat dimanfaatkan menjadi sebuah produk, limbah diupayakan menjadi produk samping yang dapat digunakan baik sebagai industri itu sendiri maupun pada industri lain. Teknologi yang dapat digunakan adalah dengan mencampur bahan tambahan (aditif).

Bahan tambah mineral merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, beberapa bahan tambah ini antara lain pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume (Cain, 1994), produk beton yang merupakan perpaduan pasir dan semen diharapkan akan dihasilkan produk yang bermanfaat, misalnya *paving block*, batako yang berbahan dasar limbah.

## 2. METODE PENELITIAN

Slag berupa bongkahan yang tidak beraturan dikeringkan untuk mendapatkan kondisi kandungan air yang seragam, kemudian dihancurkan dengan disk mill menggunakan ukuran saringan 20 mesh. Pasir dan slag dicampurkan dengan perbandingan tertentu kemudian

ditambahkan air dan diaduk hingga rata, hasil campuran kemudian dimasukkan dalam alat cetakan kemudian dilakukan pengepresan.

Hasil pencetakan/pengepresan dikeringkan diudara terbuka dan setelah kering dilakukan analisa kuat tekan dan hasil optimum dari kuat tekan dilakukan uji lindi untuk mengetahui tingkat peluruhan logam berat yang telah solidifikasi.

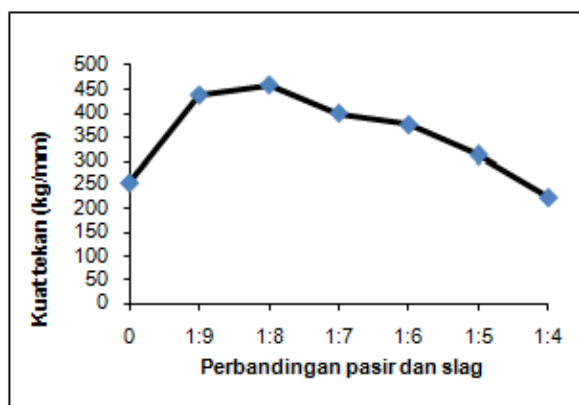
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengujian kuat tekan dilakukan pada perbandingan pasir dan semen 1 : 8 dan 1 : 9, hal ini mengacu pada kondisi secara umum untuk industri batako dan paving , sedangkan penggunaan slag sebagai bahan tambah (*admixture*).

#### 3.1. Pengaruh konsentrasi Slag terhadap Kuat Tekan pada perbandingan pasir dan semen (8:1).

**Tabel 1.** Pengaruh konsentrasi slag terhadap kuat tekan pada perbandingan 8 : 1

No.	Perbandingan pasir dan slag	Berat Pasir (gr)	Berat Semen (gr)	Berat Slag (gr)	Kuat Tekan (kg/mm <sup>2</sup> )
1	Kontrol	303	38	-	262
2	1 : 9	272,7	38	30,3	484
3	1 : 8	269	38	34	638
4	1 : 7	265	38	38	479
5	1 : 6	259	38	44	393
6	1 : 5	252	38	51	309
7	1 : 4	242	38	61	223

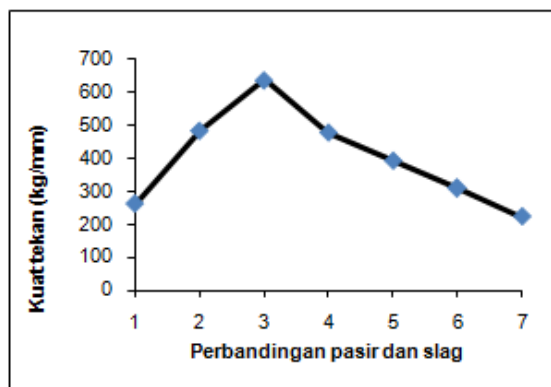


Gambar 3 : Pengaruh konsentrasi slag terhadap kuat tekan

#### 3.2. Pengaruh konsentrasi Slag terhadap Kuat Tekan pada perbandingan pasir dan semen (9:1).

**Tabel 2.** Pengaruh konsentrasi slag terhadap kuat tekan pada perbandingan 9 : 1

No.	Perbandingan pasir dan slag	Berat Pasir (gr)	Berat Semen (gr)	Berat Slag (gr)	Kuat Tekan (kg/mm <sup>2</sup> )
1	Kontrol	288	32	-	254
2	1 : 9	259,2	32	28,8	437
3	1 : 8	256	32	32	458
4	1 : 7	252	32	36	399
5	1 : 6	247	32	41	375
6	1 : 5	240	32	48	311
7	1 : 4	230	32	57,6	279



Gambar 4 : Pengaruh konsentrasi slag terhadap kuat tekan

Dari tabel 1 dan 2 serta gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa semakin kecil perbandingan antara pasir semen dengan slag (konsentrasi slag semakin besar) akan mengakibatkan kenaikan kuat tekan, perbandingan optimum terjadi pada kondisi 1:8 atau konsentrasi slag pada campuran total 10% dengan kuat tekan sebesar  $638 \text{ kg/mm}^2$  pada perbandingan pasir semen 1 : 8 dan  $458 \text{ kg/mm}^2$  pada perbandingan pasir semen 1 : 8 . Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan slag cukup berpengaruh terhadap kuat tekan pasir semen, hal ini disebabkan karena adanya logam Pb akan mengakibatkan kekuatan pasir semen menjadi meningkat.

Setelah kondisi optimum tercapai penambahan slag akan mengakibatkan penurunan hal ini disebabkan karena logam Pb tingkat porositasnya lebih kecil dibandingkan dengan pasir sehingga daya ikat pasir dan slag dengan semen menjadi lebih kecil.

### 3.3. Uji Pelindian

Pengujian pelindian (uji lindi) bertujuan untuk mengetahui apakah logam yang terdapat didalam slag yang telah terkungkung didalam campuran pasir semen dapat terlepas apabila material tersebut direndam didalam air. Hal ini perlu dilakukan pengujian mengingat material pasir semen didalam aplikasinya kemungkinan akan berhubungan dengan air, sehingga diharapkan material pasir semen yang dihasilkan memenuhi kriteria dan ramah lingkungan.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, untuk waktu perendaman 3 minggu menunjukkan hasil seperti ditunjukkan pada tabel 3 :

Tabel 3. Hasil analisa uji lindi

Parameter	Air control (mg/l)	Hasil Analisa (mg/l)	Kadar akhir (mg/l)	Baku Mutu : KEP- 51/MENLH/10/1995
Fe (besi)	0,4930	0,4792	0,0138	5 – 10 (mg/l)
Pb (timbal)	0,5928	0,7975	0,2047	0,1 – 1 (mg/l)

Dari hasil analisa tersebut diatas menunjukkan bahwa untuk logam Fe tidak terjadi pelindian bahkan sebagian teradsorpsi oleh material pasir semen, sedangkan untuk logam Pb terjadi peluruhan sebesar 0,2047 ppm dan masih memenuhi persyaratan sesuai Baku Mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995.

## 4. KESIMPULAN

- Limbah padat industri daur ulang aki bekas berupa slag merupakan limbah B-3 dan dapat disolidifikasi pada media pasir semen.
- Laju peluruhan pada proses pelindian 0,0146 ppm/hari
- Pada campuran pasir semen 8:1 serta perbandingan 1:8 mampu menaikkan kuat tekan dari  $262 \text{ kg/mm}^2$  menjadi  $638 \text{ kg/mm}^2$

- d) Pada campuran pasir semen 9:1 serta perbandingan 1:8 mampu menaikkan kuat tekan dari  $254 \text{ kg/mm}^2$  menjadi  $437 \text{ kg/mm}^2$

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 Tentang : Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*
- Anonim, 1995. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor: KEP-51/MENLH/10/1995. Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*
- Cain, Craig J, 1994. Mineral Admixture, *Significance of test and Properties of Concrete and Concrete Making Material STP 169 C*, Philadelphia, ASTM. Pp. 500-508.
- Carledge, F.K., ed all, 1990. *Immobilization mechanisms in solidification/stabilization of Cd and Pb salts using Portland cement fixing agents*. Environmental Science and Technology. Vol.24.
- Henry, J. Glynn, 1996. *Environmental science and engineering* second edition , Edition 2nd ed. Published London : Prentice-Hall International.
- Syam Hardi, 1983. *Dasar-dasar Teknik Listrik Aliran Rata I*. Bina Aksara Jakarta.