

# **PENGARUH CAMPURAN FLY ASH DAN PASIR KUARSA SEBAGAI MEDIA SARINGAN LEACHATE SAMPAH TERHADAP WAKTU PERESAPAN, WARNA, Fe, Zn DAN Cu**

**Oleh : Tibin R. Prayudi**

Pusat Litbang Permukiman Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan – Kab. Bandung 40393

E-mail : aatbn@yahoo.com

Tanggal masuk naskah: 19 Februari 2008, Tanggal revisi terakhir : 09 Juni 2008

## **Abstrak**

*Air leachate sampah dan fly ash keduanya merupakan limbah yang dapat mencemari sumber air tanah sehingga perlu ditangani dengan baik agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan fly ash sebagai bahan campuran pada beton, cat dan lain lain. Untuk lebih memperkaya penggunaan fly ash maka dilakukan penelitian penggunaan fly ash yang dicampur dengan pasir kuarsa pada komposisi tertentu sebagai media untuk menyaring air leachate sampah rumah tangga. Penelitian eksperimental di laboratorium dilakukan melalui 3 saringan dari flexiglas, berdiameter 5 cm, dan media saringan berupa campuran fly ash dan pasir kuarsa pada komposisi 60 % fly ash : 40 % pasir kuarsa, 50 % fly ash : 50 % pasir kuarsa dan 40 % fly ash : 60 % pasir kuarsa dengan ketebalan media 90 cm. Debit leachate divariasikan pada 0,0001 liter/detik, 0,0003 liter/detik dan 0,0005 liter/detik. Ukuran butir pasir kuarsa mengikuti persyaratan media saringan, yaitu butiran yang lolos saringan diameter 1,5 mm dan tertahan saringan diameter 0.5 mm. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan dan pemeriksaan kualitas air pada setiap volume 100 ml air saringan. Analisis data dilakukan melalui perbandingan besaran nilai warna, Fe, Zn, dan Cu, pada air baku leachate dengan air hasil saringan dan persentase campuran yang optimum dihitung berdasarkan persentase penurunan kadar warna, Fe, Zn, dan Cu yang terbesar. Dari analisis data atau pembahasan ternyata waktu tercepat peresapan air dicapai pada debit penyaringan 0,0005 liter/detik, yaitu 7 menit dan komposisi campuran 60 % fly ash dengan 40 % pasir kuarsa merupakan campuran yang optimal menurunkan warna, Fe, Zn, dan Cu. Komposisi media campuran 60 % fly ash dengan 40 % pasir kuarsa dengan debit penyaringan 0,0001 liter/detik akan lebih baik dalam menurunkan warna sebesar 97,67 %; Fe sebesar 97,65 %; Zn sebesar 86,66 % dan Cu sebesar 71,43 %. Dari hasil tersebut di atas disimpulkan bahwa campuran fly ash dengan pasir kuarsa sebagai media saringan mencapai waktu peresapan tercepat dengan waktu 7 menit dan dapat menurunkan kadar warna, Fe, Zn dan Cu.*

**Kata Kunci :** *Fly ash, leachate, pasir kuarsa, saringan.*

## **Abstract**

*Pollution of ground water by fly ash and leachate is serious environmental concern. Several investigations explored fly ash as raw material for concrete mixed, paints etc, how ever it is predicted that the natural characteristics of fly ash also can be use as filter media on leachate treatment. Laboratory column test were conducted in variation of filtration rates and compositions for: infiltration time, removing colour, the present Fe, Zn and Cu. There were three sampling filter media with 90 cm long and 5 cm inner diameter Plexiglas columns in series. Each column contained 40 % fly ash and 60 % silica sand 20-*

30 mesh, 50 % fly ash and 50 % silica sand, 60 % fly ash and 40 % silica sand. The flow rates are 0.0001 litres/second, 0.0003 litres/second and 0.0005 litres/second. Samples were collected from each column using glass syringes and analyzed its. Value of colour, Fe, Zn and Cu in filtrate were compared to colour, Fe, Zn and Cu. The decrease of colour, Fe, Zn and Cu will calculate in percentages unit. The fastest of infiltration time was seven minutes with rate of filtration 0.0005 litres/second and filter media is 40 % fly ash and 60 % silica sand. Colour, Fe, Zn and Cu are significances decrease on filter media is 60 % fly ash and 40 % silica sand and rate of filtration on 0.0001 litres/second, value of colour reduction on 93.67 %, 97.65 % Fe reduction, 86.66 % Zn reduction and 71.43 % Cu reduction. Its indicate that fly ash and silica sand composition as filter media could reduction colour, Fe, Zn and Cu.

**Key Words:** Fly ash, leachate, silica sand, filter.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pemanfaatan batubara sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi merupakan alternatif pengganti minyak yang banyak digunakan dalam industri, karena disamping harganya yang lebih murah juga sumbernya melimpah. Proses pembakaran batu bara untuk menghasilkan energi menghasilkan sisa proses yang berupa fly ash. Jumlah fly ash yang dihasilkan cukup banyak dan belum banyak dimanfaatkan untuk bahan produksi lainnya. Kementerian Lingkungan Hidup menetapkan bahwa limbah dari hasil pembakaran batu bara diklasifikasikan sebagai limbah B3, sehingga sisa pembakaran batu bara perlu ditangani secara benar oleh pihak industri agar tidak mencemari lingkungan, seperti sumber air dan udara. Menurut hasil penelitian Blowes dan kawan-kawan *zero-valent iron*, fly ash, batu kapur, posfat, garam ferroes dan senyawa lainnya seperti  $MgOH_2$ ,  $MgCO_3$  merupakan bahan pereaksi yang bisa menaikkan pH menjadi alkali dan membuat logam berat pada kondisi stabil.

Jumlah sampah yang dihasilkan setiap hari semakin meningkat sehingga memerlukan penanganan yang terpadu antara produsen, konsumen dan masyarakat yang lahannya dipakai untuk lokasi pengolahan sampah. Akibat penanganan sampah yang belum optimal, sering masyarakat yang lahannya akan dimanfaatkan untuk pengolahan sampah menolak. Longsornya timbunan sampah dan tercemarnya sumber air bersih oleh leachate merupakan dasar penolakan masyarakat. Kualitas air leachate yang kadarnya besar antara lain seperti parameter warna, pH dan logam berat seperti Fe, Zn, Mn, Ni, Cd, Co, Al dan Cu, terkandung dalam konsentrasi yang tinggi pada kondisi asam. Bila kandungan parameter ini mencemari sumber air dan dikonsumsi oleh masyarakat akan menimbulkan penurunan kondisi kesehatan masyarakat.

Menurut hasil pengujian ukuran butiran fly ash sangat halus sehingga dalam penggunaannya sebagai media saringan perlu dicampur dengan butiran pasir yang lebih kasar agar supaya media lebih porus. Karena keterbatasan biaya maka dalam penelitian ini tidak semua parameter air leachate diperiksa, yang

diperiksa adalah warna dan logam berat Fe, Zn dan Cu.

### **Rumusan Masalah**

Apakah campuran fly ash dengan pasir kuarsa pada komposisi tertentu, yang digunakan sebagai media saringan akan mempengaruhi waktu peresapan air di media saringan dan menurunkan kadar warna, Fe, Zn, dan Cu, yang terkandung pada air leachate sampah? Apakah pengaliran debit yang berbeda pada saringan tersebut akan mempengaruhi waktu peresapan air di media saringan dan kadar warna, Fe, Zn dan Cu?

### **Tujuan dan Sasaran Penelitian**

#### **Tujuan**

Mendapatkan informasi :

- komposisi campuran optimal *fly ash* dengan pasir kuarsa waktu peresapan air di media saringan
- penurunan warna, Fe, Zn dan Cu pada proses penyaringan air leachate.

#### **Sasaran**

Dimanfaatkannya fly ash sebagai media penyaring air leachate sehingga mengurangi pencemaran lingkungan.

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **Pemanfaatan Batubara**

Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi, telah mengubah dan mengarahkan pola hidup manusia, mendatangkan keuntungan, serta mampu menimbulkan kegiatan industri-industri baru yang bermanfaat untuk masyarakat. Menurut data Direktorat Pengusahaan Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 2004, yang dikutip

dari Laporan Studi Pengelolaan Limbah Fly Ash dan Bottom Ash Sisa Pembakaran Batubara, bahwa kebutuhan batubara dalam negeri yang berasal dari tambang batubara besar dan kontrak karya resmi adalah sebesar 36,1 juta metrik ton dan apabila dari total kebutuhan tersebut menghasilkan limbah abu terbang (*fly ash*) sebesar 1% - 5%, maka akan ada sekitar 360.000 - 1.800.000 metrik ton *fly ash* yang harus dikelola dan masih berpotensi untuk dimanfaatkan dan angka itu belum ditambah dengan limbah abu dasar (*bottom ash*) yang juga dihasilkan pada saat pembakaran batubara yaitu berkisar antara 5% - 10% sehingga total volume *fly ash* dan *bottom ash* menjadi sekitar 720.000-3.600.000 metrik ton.

Data tersebut diatas diprediksi akan terus meningkat terutama karena adanya dorongan pengalihan teknologi pembangkit listrik dari menggunakan minyak bumi ke penggunaan batubara dan pengalihan penggunaan minyak tanah ke penggunaan briket batubara. Akibat dari pengalihan penggunaan batubara tersebut, maka selain jumlah abu batubara yang meningkat juga penyebarannya akan tersebar dimana-mana sehingga perlu adanya penanganan yang serius. Kecenderungan jumlah limbah batu bara yang semakin besar tersebut, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara, perairan dan penurunan kualitas ekosistem.

Apabila mengacu pada pengelolaan *fly ash* dan *bottom ash* di negara lain, maka Indonesia telah cukup tertinggal dari mereka, seperti Amerika Serikat atau Inggris. Negara-negara di Eropa, Afrika Selatan dan di Amerika telah menyadari manfaat dari penggunaan *Coal Com-*

*bustion Products* (CCPs).

Penggunaan CCPs tersebut antara lain untuk:

- Jalan Raya (*road base/sub base, embankment fill, grout*)
- Reklamasi (*abandonee mine reclamation, subsidence remediation and control*)
- Pertanian (*soil amendment, new soil blends, treatment of bio-solids*)
- Bahan Baku Pabrik (*paints, roofing granules dan fillers*).
- Pembuatan Beton (*concrete*)
- Pembuatan bahan bangunan alternatif (conblock, bata beton pejal, pavingblock, genteng, panel beton)

Permasalahan yang muncul dalam hal pemanfaatan abu batubara (*fly ash dan bottom ash*) adalah tidak seragamnya kualitas yang dihasilkan. Sebagai contoh, *fly ash* yang dihasilkan oleh boiler (alat pembakar batubara) dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU-Batubara) akan jauh lebih diminati daripada *fly ash* yang dihasilkan oleh boiler dari industri tekstil. Hal ini karena PLTU-Batubara menggunakan batubara yang lebih tinggi kualitasnya (kadar abu dan sulfur yang rendah) dan memakai boiler yang lebih efisien (karena dapat menghasilkan panas yang sangat tinggi) dan pembakaran yang lebih sempurna.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh berbagai instansi, salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah tersebut untuk keperluan bahan bangunan seperti batako dan paving blok serta pembenah lahan pertanian. Namun, hasil pemanfaatan tersebut belum dapat dimasyarakatkan, karena berdasarkan PP No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang

Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, abu terbang dan abu dasar dikategorikan sebagai limbah B3 karena terdapat kandungan oksida logam berat yang akan mengalami pelindian secara alami dan mencemari lingkungan sebagai akibat pembakaran batubara. Abu terbang yang dihasilkan PLTU di seluruh dunia pada tahun 2005, tercatat lebih dari 150 juta ton tiap tahun. Setengah dari jumlah tersebut, belum dimanfaatkan dan menimbulkan polusi lingkungan (Sukandarrumidi, 2006). Di Indonesia, sebagai contoh PLTU Suryalaya di Serang, Banten mampu menghasilkan abu terbang (*fly ash*) sebanyak 1200 ton/hari.

Abu terbang dimanfaatkan dalam industri konstruksi, produksi semen dan pembuatan keramik, selain itu dimanfaatkan untuk reklamasi dan stabilisasi daerah berlumpur. Namun sebagian besar dari abu terbang tersebut hanya dimanfaatkan sebagai tanah penimbun, sehingga menimbulkan masalah lingkungan antara lain pelepasan unsur-unsur beracun ke dalam air tanah, penurunan aktivitas mikroba dan peningkatan pH tanah.

### **Klasifikasi Batubara**

Berdasarkan cara penggunaannya sebagai penghasil energi, batubara dibedakan :

- a. Penghasil energi panas primer,** yaitu langsung dipergunakan untuk industri, misalnya sebagai bahan pembakar dalam industri semen, pembangkit listrik tenaga uap, bahan bakar pembuatan kapur tohor, bahan bakar pembuatan genteng, bahan bakar lokomotif, pereduksi proses metalurgi, kokas konvensional, bahan bakar tidak berasap.

- b. Penghasil energi sekunder**, yaitu tidak langsung dipergunakan untuk industri, misalnya sebagai bahan bakar padat (briket), bahan bakar cair, bahan bakar gas.

Secara umum batubara digolongkan menjadi 5 tingkatan (dari tingkatan paling tinggi kadar C terhadap H<sub>2</sub>O yang terdapat dalam batubara), yaitu : anthracite, bituminous coal, sub bituminous coal, lignite dan peat.

Sifat-sifat batubara untuk masing-masing jenis adalah sebagai berikut :

**a. Anthracite**

Warna hitam, sangat mengkilat, kompak, kandungan karbon sangat tinggi, nilai kalor sangat tinggi, kandungan air sangat sedikit, kandungan abu sangat sedikit, kandungan sulfur sangat sedikit.

**b. Bituminous coal, sub bituminous coal**

Warna hitam mengkilat, kurang kompak, kandungan karbon relatif tinggi, nilai kalor tinggi, kandungan air sedikit, kandungan abu sedikit, kandungan sulfur sedikit.

**c. Lignite**

Warna hitam, sangat rapuh, kandungan karbon sedikit, nilai kalor rendah, kandungan air tinggi, kandungan abu banyak, kandungan sulfur banyak.

Tiap jenis batubara mempunyai perbedaan baik pada sifat fisik (struktur) maupun pada sifat kimiawinya, sehingga menjadi salah satu penyebab mengapa suatu jenis batubara dipandang sesuai untuk pemanfaatan tertentu dan tidak sesuai untuk pemanfaatan lainnya. Sebagai contoh batubara jenis bituminous dapat dibakar langsung pada tungku untuk keperluan industri dan pembangkit tenaga listrik. Jenis anthracite biasanya dipakai sebagai

reduktor, sedang lignite digunakan untuk bahan bakar pembangkit tenaga listrik di mulut tambang, dibuat briket, dan diproses sebagai minyak sintesis.

### **Proses Terjadinya Abu Terbang (Fly Ash)**

Secara umum apabila batubara dibakar sebagai energi panas pada PLTU, akan menimbulkan 2 macam emisi yaitu abu bawah (*bottom ash*) yang terkumpul di bagian bawah boiler sebanyak 10 – 20 % dan abu terbang (*fly ash*) yang tertinggal di penampungan (*hopper*) dan di penangkap partikulat seperti *electrostatic presipitator* sebanyak 80 – 90 %.

*Electrostatic presipitator* merupakan alat penangkap abu terbang, apabila alat penangkap debu ini tidak berfungsi sebagai mana mestinya, paling tidak abu terbang (80 %) akan terlepas ke atmosfer.

Akibatnya udara terkontaminasi, sehingga mengakibatkan ISPA, dengan adanya kandungan SO<sub>2</sub> akan bereaksi dengan uap air di atmosfer yang membentuk asam sulfat, yang dapat menimbulkan hujan asam.

### **Sifat-sifat Fisik, Kimia dan Mineral Abu Terbang (Fly Ash)**

Komposisi batubara bersifat heterogen, terdiri dari unsur organik dan senyawa anorganik yang bercampur selama proses transportasi, sedimentasi dan proses pembatubaraan. Apabila batubara dibakar, senyawa anorganik yang ada diubah menjadi senyawa oksida yang berukuran butir halus dalam bentuk abu. Sifat-sifat fisika, kimia dan mineralogi abu terbang tergantung pada komposisi batubara awal, kondisi pembakaran, kinerja dan efisiensi alat pengontrol emisi, penanganan dan penyimpanan serta iklim. Abu terbang

terdiri dari partikel-partikel seperti gelas dengan ukuran antara 0,01 – 100 um, berat jenis bervariasi antara 2,1-2,6 g/cm<sup>3</sup> dan luas permukaan antara 0,17 – 1,00 m<sup>2</sup>/kg. Warna abu terbang (*fly ash*) abu-abu hingga hitam tergantung pada jumlah karbon yang tidak terbakar dalam abunya. Semakin cerah warnanya semakin rendah kandungan karbonnya. Sebagian besar partikel penyusun abu terbang (*fly ash*) berbentuk bola, sebagian berongga dan lainnya terisi oleh partikel amorf dan kristal-kristal yang lebih kecil.

Komposisi kimia unsur utama abu terbang (*fly ash*) secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- Oksida logam seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>
- Oksida logam basa seperti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O
- Oksida unsur lainnya seperti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>. Sisa karbon dan lain-lain

Secara kimia, unsur utama penyusun abu terbang adalah Si, Al, Fe serta Ca, K, Na dan Ti dalam prosentase yang cukup berarti. Selain komponen utama tersebut, abu terbang (*fly ash*) juga mengandung unsur lain dalam jumlah sedikit, yaitu As, Be, Se.

### Leachate Sampah

Salah satu metode pengolahan sampah rumah tangga yang paling umum digunakan yaitu dengan penimbunan sampah menggunakan tanah, sehingga dapat menimbulkan potensi terjadinya rembesan air leachate sampah terhadap lapisan tanah atau air tanah. Tingginya kontaminasi leachate bergantung pada komposisi dan dekomposisi sampah serta faktor hidrologi seperti curah hujan, penguapan, penyerapan dan kelembaban, juga ketinggian lapisan tanah penutup sampah. Untuk mengurangi pencemaran leachate, maka pelapisan

dengan tanah pada sistem penimbunan ini harus sesuai dengan persyaratan teknis yang berlaku.

Disamping itu leachate yang terbentuk harus dilakukan pengolahan agar aman terhadap air tanah.

### Karakteristik Leachate

Leachate banyak mengandung beban polutan dibandingkan dengan air kotor rumah tangga atau buangan cair dari industri. Variasi kualitas leachate dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tipe dan ketinggian sampah, umur pengolahan, kecepatan pengaliran air, desain dan operasi pengolahan, dan keterkaitan leachate dengan lingkungannya.

Komposisi leachate dengan umur penimbunan sampah satu, lima dan 16 tahun tercantum pada tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Leachate**

Parameter	Umur Landfill		
	1 tahun	5 tahun	16 tahun
BOD	7,500-	4,000	80
COD	28,000	8,000	400
pH	10,000-	6,3	-
TDS	40,000	6,794	1,200
TSS	5,2-6,4	-	-
Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> )	10,000-14,000	5,810	2,250
Total P	100-700	12	8
NH <sub>4</sub> -N	800-4,000	-	-
Nitrate		0.5	1.6
Calcium	25-35	308	109
Chloride	5-482	1,330	70
Sodium	0.2-0.8	810	34
Potassium	900-1,700	610	39
Sulfate	600-800	2	2
Mangan	450-500	0.06	0.06
Magnesium	295-310	450	90
Besi	400-650	6.3	0.6
Seng	75-125	0.4	0.1
Tembaga	160-250	<0.5	<0.5
Cadmium	210-325	<0.05	<0.05
Timah	10-30	0.5	1.0

Sumber : Syed R Qasim, Walter Chiang, *Sanitary Landfill Leachate*, hal 140

Catatan : satuan dalam mg/l, kecuali pH

## METODOLOGI PENELITIAN

### Metode Pengumpulan Data

Penelitian eksperimental di laboratorium dilakukan melalui penyaringan air leachate sampah. Media saringan dibuat dari campuran fly ash dan pasir kuarsa dengan komposisi 60 % fly ash : 40 % pasir kuarsa, 50 % fly ash : 50 % pasir kuarsa dan 40 % fly ash : 60 % pasir kuarsa. Ukuran butir pasir kuarsa mengikuti persyaratan media saringan, yaitu butiran yang lolos saringan diameter 1,5 mm dan tertahan saringan diameter 0.5 mm.

Saringan terbuat dari pipa paraglass berdiameter 5 cm dengan ketinggian media saringan 90 cm. Air dialirkan dari atas saringan, debit air yang masuk mendekati kecepatan penyaringan Saringan Pasir Lambat, dengan variasi debit 0,0001 liter/detik, 0,0003 liter/detik dan 0,0005 liter/detik. Pengamatan dan pemeriksaan kualitas air hasil saringan dilakukan pada setiap volume 100 ml air saringan.

### Data yang Dikumpulkan Meliputi Data Waktu Peresapan

Waktu peresapan diamati dan dicatat,

mulai saat air disaring sampai air keluar dari saringan dan setiap interval waktu untuk menampung 100 ml air hasil penyaringan.

### Volume Air Hasil Saringan

Air hasil saringan ditampung pada volume 100 ml, Pengumpulan volume 100 ml air dan dilakukan sebanyak 4 kali.

### Metode Analisis

Besaran nilai warna, Fe, Zn, dan Cu, dibandingkan antara kadar di air baku leachate dengan kadar air hasil saringan. Persentase campuran yang optimum dihitung berdasarkan persentase penurunan kadar warna, Fe, Zn, dan Cu yang terbesar.

## DATA HASIL PEMERIKSAAN

### Pemeriksaan Kualitas Air Hasil Penyaringan

Parameter kualitas air hasil penyaringan yang diperiksa meliputi warna, dan kadar Fe, Zn, Cu, Data hasil pengamatan waktu peresapan dan pemeriksaan kualitas air, tercantum seperti pada tabel 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8.

**Tabel 2. Pengamatan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Waktu Peresapan pada Debit 0,0001 Liter/Detik**

Sumber/ Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Waktu				
			Peresapan awal (menit)	Penampungan Pertama (menit)	Penampungan Kedua (menit)	Penampungan Ketiga (menit)	Penampungan Keempat (menit)
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0001	100	15	45	75	105	133
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0001	100	31	71	107	141	176
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	0,0001	100	50	87	148	208	267

Sumber : Hasil pengamatan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

**Tabel 3. Pemeriksaan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Warna, Fe, Zn, dan Cu, pada Debit 0,0001 Liter/Detik**

Sumber/ Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Parameter			
			Warna (PtCo)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)
<b>Air Baku Leachate</b>	-	-	5885	4,25	0,30	0,28
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0001	100	2265 (61,51)	0,62 (85,41)	0,11 (63,33)	0,18 (35,71)
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0001	100	1027 (82,55)	0,42 (90,12)	0,14 (53,33)	0,20 (28,57)
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	0,0001	100	137 (97,67)	0,1 (97,65)	0,04 (86,66)	0,08 (71,43)

Sumber : Hasil pemeriksaan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

Catatan : ( ) nilai penurunan dalam satuan %

**Tabel 4. Pengamatan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Waktu Peresapan pada Debit 0,0003 Liter/Detik**

Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Waktu				
			Peresapan awal (menit)	Penam- pungan Pertama (menit)	Penam- pungan Kedua (menit)	Penam- pungan Ketiga (menit)	Penam- pungan Keempat (menit)
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0003	100	7	12	18	23	28
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0003	100	9	14	20	26	32
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	0,0003	100	12	18	23	9	36

Sumber : Hasil pengamatan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

**Tabel 5. Pemeriksaan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Warna, Fe, Zn, dan Cu, pada Debit 0,0003 Liter/Detik**

Sumber/ Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Parameter			
			Warna (PtCo)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)
<b>Air Baku Leachate</b>	-	-	5885	4,25	0,30	0,28
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0003	100	1603 (72,76)	0,65 (84,71)	0,27 (10,00)	0,16 (42,86)
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0003	100	867 (85,27)	0,44 (89,65)	0,18 (40,00)	0,12 (57,14)
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	0,0003	100	223 (96,21)	0,25 (94,12)	0,13 (56,67)	0,13 (53,57)

Sumber : Hasil pemeriksaan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

Catatan : ( ) nilai penurunan dalam satuan %

**Tabel 6. Pengamatan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Waktu Peresapan pada Debit 0,0005 Liter/Detik**

Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Waktu				
			Peresapan awal (menit)	Penampungan Pertama (menit)	Penampungan Kedua (menit)	Penampungan Ketiga (menit)	Penampungan Keempat (menit)
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0005	100	7	11	15	19	26
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0005	100	9	13	18	22	30
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	0,0005	100	10	14	19	26	34

Sumber : Hasil pengamatan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

**Tabel 7. Pemeriksaan Hasil Penyaringan Air Leachate terhadap Warna, Fe, Zn, dan Cu, pada Debit 0,0005 Liter/Detik**

Sumber/ Saringan	Debit (l/det)	Volume (ml)	Parameter			
			Warna (PtCo)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)
<b>Air Baku Leachate</b>	-	-	5885	4,25	0,30	0,28
<b>Saringan A</b> (40 % fly ash : 60 % psr)	0,0005	100	2200 (62,62)	0,56 (86,82)	0,18 (40,00)	0,12 (57,14)
<b>Saringan B</b> (50 % fly ash : 50 % psr)	0,0005	100	1735 (70,52)	0,26 (93,88)	0,14 (53,33)	0,09 (67,86)
<b>Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % )	0,0005	100	864 (85,32)	0,25 (94,11)	0,04 (86,66)	0,05 (82,14)

Sumber : Hasil pemeriksaan di laboratorium Balai LP bulan November 2007

Catatan : ( ) nilai penurunan dalam satuan %

**Tabel 8. Persentase Penurunan Warna, Fe, Zn, dan Cu, Hasil Penyaringan dengan Saringan C pada Debit 0,0001 Liter/Detik, 0,0003 Liter/Detik dan 0,0005 Liter/Detik**

Debit/ Saringan	Parameter			
	%-se penurunan Warna	%-se penurunan Fe	%-se penurunan Zn	%-se penurunan Cu
<b>Q = 0,0001 liter/detik Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	<b>97,67</b>	<b>97,65</b>	<b>86,66</b>	<b>71,43</b>
<b>Q = 0,0003 liter/detik Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	<b>96,71</b>	<b>94,12</b>	<b>56,67</b>	<b>53,57</b>
<b>Q = 0,0005 liter/detik Saringan C</b> (60 % fly ash : 40 % psr)	<b>85,32</b>	<b>94,11</b>	<b>86,66</b>	<b>82,14</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Penulis

## **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

### **Waktu Peresapan pada Debit 0,0001 Liter/Detik**

Dari tabel 2, waktu peresapan air disepanjang 90 cm media saringan A lebih cepat dibandingkan di saringan C, yaitu dari 15 menit menjadi 50 menit di saringan C. Dilihat dari kenaikan persentase fly ash sebanyak 20 %, yaitu dari 40 % menjadi 60 % dan penurunan persentase pasir kuarsa sebanyak 20 %, yaitu dari 60 % menjadi 40 %, waktu peresapan menjadi lebih lama 35 menit.

### **Waktu Peresapan pada Debit 0,0003 Liter/Detik**

Dari tabel 4, waktu peresapan air disepanjang 90 cm media saringan A lebih cepat dibandingkan di saringan C, yaitu dari 7 menit menjadi 12 menit di saringan C. Dilihat dari kenaikan persentase fly ash sebanyak 20 %, yaitu dari 40 % menjadi 60 % dan penurunan persentase pasir kuarsa sebanyak 20 %, yaitu dari 60 % menjadi 40 %, waktu peresapan menjadi lebih lama 5 menit.

### **Waktu Peresapan pada debit 0,0005 liter/detik**

Dari tabel 6, waktu peresapan air disepanjang 90 cm media saringan A lebih cepat dibandingkan di saringan C, yaitu dari 7 menit menjadi 10 menit di saringan C. Dilihat dari kenaikan persentase fly ash sebanyak 20 %, yaitu dari 40 % menjadi 60 % dan penurunan persentase pasir kuarsa sebanyak 20 %, yaitu dari 60 % menjadi 40 %, waktu peresapan menjadi lebih lama 3 menit.

Pada komposisi campuran media saringan yang sama, dari ketiga debit pengaliran, pengaliran pada debit 0,0005 liter/detik memiliki waktu peresapan yang paling cepat. Hal ini memperlihatkan bahwa makin besar campuran pasir kuarsa akan makin

mempercepat waktu peresapan karena volume porositas antar butiran media akan semakin besar sehingga aliran diantara butiran media akan semakin cepat. Semakin lama penyaringan, kecepatan peresapan semakin menurun akibat volume porositas antar butiran media terhambat oleh kotoran yang terkandung pada air baku.

### **Hasil Parameter Warna, Fe, Zn dan Cu pada Debit 0,0001 Liter/Detik**

Dari tabel 3, saringan A dapat menurunkan warna = 61,51 %, Fe = 85,41 %, Zn = 63,33 % dan Cu = 35,71 %.

Saringan B dapat menurunkan warna = 82,55 %, Fe = 90,12 %, Zn = 53,33 % dan Cu = 28,57 %.

Saringan C dapat menurunkan warna 97,67 %, Fe = 97,65 %, Zn = 86,66 % dan Cu = 71,43 %.

Dari penyaringan dengan debit 0,0001 liter/detik maka saringan C secara persentase lebih besar dapat menurunkan warna, Fe, Zn, dan Cu dibanding saringan A dan B.

### **Hasil Parameter Warna, Fe, Zn dan Cu pada Debit 0,0003 Liter/Detik**

Dari tabel 5, saringan A dapat menurunkan warna = 72,76 %, Fe = 84,71 %, Zn = 10,00 % dan Cu = 42,86 %.

Saringan B dapat menurunkan warna = 85,27 %, Fe = 89,65 %, Zn = 40,00 % dan Cu = 57,14 %.

Saringan C dapat menurunkan warna 96,21 %, Fe = 94,12 %, Zn = 56,67 % dan Cu = 53,57 %.

Dari penyaringan dengan debit 0,0003 liter/detik maka saringan C secara

persentase lebih besar dapat menurunkan warna, Fe, Zn, dan Cu dibanding saringan A dan B.

### **Hasil Parameter Warna, Fe, Zn dan Cu pada Debit 0,0005 Liter/Detik**

Dari tabel 7, saringan A dapat menurunkan warna = 62,62 %, Fe = 86,82 %, Zn = 40,00 % dan Cu = 57,14 %.

Saringan B dapat menurunkan warna = 70,52 %, Fe = 93,88 %, Zn = 53,33 % dan Cu = 67,86 %.

Saringan C dapat menurunkan warna 85,32 %, Fe = 94,11 %, Zn = 86,66 % dan Cu = 82,14 %.

Dari penyaringan dengan debit 0,0005 liter/detik maka saringan C secara persentase lebih besar dapat menurunkan warna, Fe, Zn, dan Cu dibanding saringan A dan B.

Dari penyaringan dengan debit 0,0001 liter/detik, 0,0003 liter/detik dan 0,0005 liter/detik, persentase penurunan terbesar untuk warna, Fe, Zn dan Cu pada saringan C yang komposisi campurannya 60 % fly ash dan 40 % pasir kuarsa.

Untuk melihat kinerja saringan C yang optimal maka perlu dibandingkan antar saringan C pada pengaliran dengan debit 0,0001 liter/detik, 0,0003 liter/detik dan 0,0005 liter/detik.

Tabel 8, menyajikan persentase penurunan warna, Fe, Zn, dan Cu dari hasil penyaringan dengan saringan C pada debit 0,0001 liter/detik, 0,0003 liter/detik dan 0,0005 liter/detik.

Dari tabel 8, berdasarkan persentase penurunan terbesar antar saringan C maka saringan C dengan pengaliran pada debit 0,0001 liter/detik merupakan saringan yang paling besar dalam

menurunkan kadar warna sekitar 97,67 %, Fe sekitar 97,65 % dan Zn sekitar 86,66 %. Sedangkan untuk persentase penurunan terbesar Cu, dilakukan oleh saringan C pada debit 0,0005 liter/detik.

Persentase terbesar penurunan warna terjadi pada debit terkecil dan komposisi 60 % fly ash, hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil debit pengaliran dan semakin besar volume fly ash yang ukuran butirannya halus akan menyerap/adsorpsi warna lebih besar, demikian juga dalam penurunan Fe dan Zn, semakin debit kecil dan semakin halus butiran akan menyerap/absorpsi Fe lebih besar. Berbeda dalam penurunan Cu, Cu akan diserap/absorpsi pada debit yang lebih besar dengan komposisi 60 % fly ash.

## **KESIMPULAN**

Campuran Fly ash dengan pasir kuarsa yang digunakan sebagai media saringan dapat menurunkan warna, Fe, Zn dan Cu yang terkandung dalam air leachate. Pengaliran debit yang berbeda pada penyaringan berpengaruh pada waktu peresapan. Waktu tercepat peresapan air dicapai pada debit penyaringan 0,0005 liter/detik, yaitu 7 menit.

Komposisi campuran 60 % fly ash dengan 40 % pasir kuarsa merupakan campuran yang optimal menurunkan warna, Fe, Zn, dan Cu. Pada debit 0,0001 liter/detik dengan komposisi media campuran 60 % fly ash dengan 40 % pasir kuarsa akan lebih baik dalam menurunkan warna sebesar 97,67 %, Fe sebesar 97,65 %, Zn sebesar 86,66 % dan Cu sebesar 71,43 %.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Blowes D.W, Ptacek C.J, Benner S.G, Mc Rae C.W.T and Puls R.W. 2000.,

- Treatment of Dissolved Metal and Nutrients Using Permeable Reactive Barriers.* Journal of Contaminant Hydrology.45,123-137.
- R Qasim, Syed. Walter Chiang. 1994. *Sanitary Landfill Leachate, Generation, Control and Treatment.* Technomic Publishing ompany, Inc.Switzerland.
- Sukandarrumidi, 2006. *Batubara dan Pemanfaatannya,* Gajah Mada University Press.Yogyakarta.
- , 2007. Laporan Studi Pengelolaan Limbah Fly Ash dan Bottom Ash Sisa Pembakaran Batubara, Direktorat Pengusahaan Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.