

# STUDI AWAL PENGOLAHAN AIR LINDI DARI GASIFIKASI ANAEROB LANDFILL TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR BAGENDUNG- CILEGON

NK Caturwati, Mekro P, Dhimas Satria, Muslim Hanif  
 email : n4wati@yahoo.co.id, n4wati@untirta.ac.id  
 Jurusan Teknik Mesin-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
 Jl. Jenderal Sudirman Km. 3, Cilegon - Banten 42435

## ABSTRAK

Proses pemanfaatan sampah sebagai energi terbarukan di Tempat Pembuangan Akhir Bagendung telah dilakukan dengan memanfaatkan gas metana yang terbentuk secara anaerob dari dalam tumpukan sampah yang dikenal sebagai tumpukan sampah dengan metode landfill. Selain menghasilkan gas metana yang merupakan bahan bakar gas serta energi baru terbarukan, metode landfill ini juga menghasilkan cairan leachate/lindi yang mengandung zat-zat yang berbahaya bagi lingkungan dengan jumlah diatas ambang batas yang diijinkan sehingga tidak diperkenankan untuk di buang ke lingkungan sekitar sebelum dilakukan proses penjernihan maupun pemurnian. Pengujian air lindi yang tertampung saat ini menunjukkan kandungan chemical oxygen demand (COD) sebesar 3636 mg/l dengan nilai pH 9, nilai total suspended solid (TSS) sebesar 347 mg/l, kandungan unsur besi (Fe) sebesar 6,5 mg/, dan kandungan unsur timbal (Pb) sebesar 20 mg/l. Dalam penelitian ini dilakukan proses pemurnian air lindi secara konvensional yaitu dengan melakukan proses : aerasi, koagulasi dan netralisasi serta filtrasi. Hasil pengujian menunjukkan nilai COD turun menjadi 935 mg/l, nilai PH mencapai 7, nilai TSS 69 mg/l, Fe mencapai 0.5 mg/l dan timbal (Pb) 4,5 mg/l. Beberapa unsur sudah memenuhi syarat air baku kecuali nilai COD dan kandungan Pb yang masih tinggi diatas persyaratan air baku yang diijinkan.

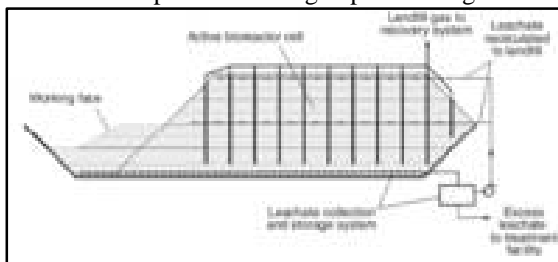
**Kata Kunci:** landfill, lindi, proses pemurnian air

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sampah sebagai energi baru terbarukan merupakan suatu solusi bagi dua permasalahan penting dewasa ini yaitu : masalah penanganan sampah dan masalah semakin menipisnya cadangan energi fosil dunia. Untuk itu penelitian serta penerapan teknologi yang berhubungan dengan sampah sebagai sumber energi baru terbarukan hendaknya menjadi perhatian penting dewasa ini.

Pemanfaatan gas hasil gasifikasi anaerob dari tumpukan sampah yang membentuk landfill sangat tepat dalam memecahkan masalah sanitasi lingkungan dalam pengelolaan sampah dan juga penghasil bahan bakar gas seperti gas metana.

Produksi gas dari tumpukan sampah dengan sistem landfill diperlihatkan pada Gambar 1. Sebagian cairan lindi disirkulasikan ulang ke atas tumpukan sampah dalam rangka perproduksi gas.



Gambar 1. Produksi gas dari tumpukan sampah dengan metode landfill. [1]

Namun demikian masalah lain yang timbul dari metode ini adalah terbentuknya limbah cair yang dihasilkan dari tumpukan sampah tersebut yang dikenal sebagai lindi. Pada umumnya air lindi mengandung bahan organik maupun anorganik seperti : COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Solid Solution) serta beberapa unsur logam berat yang cukup berbahaya jika dibuang langsung ke lingkungan sekitar.

Adanya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yang mengatur standart baku mutu air limbah yang diperbolehkan dibuang ke badan air. Mengharuskan semua industri melakukan proses pengolahan terlebih dahulu terhadap limbah yang dihasilkan sebelum dibuang ke lingkungan.[2]

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan melaksanakan tahapan – tahapan sbb. :

- Observasi yaitu melakukan survei lapangan di Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPSA) Desa Bagendung, Kota Cilegon.
- Studi literatur dengan mencari sumber referensi yang relevan.
- Pembuatan instalasi pengolahan lindi dengan tahapan proses : aerasi, proses koagulasi dan proses filtrasi.
- Pengujian laboratorium air lindi awal dan

hasil proses pengolahan guna mengetahui kandungan unsur : COD, nilai PH, TSS, Fe dan Pb.

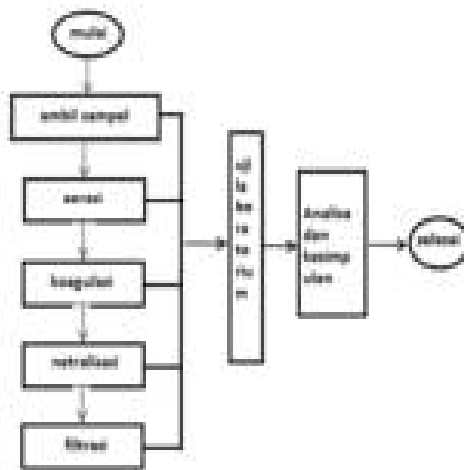
- Melakukan analisa dari hasil uji tersebut.

Gambar 2 menunjukkan kolam penampungan air lindi yang ada di TPSA Bagendung.



Gambar 2. Penampungan air lindi di TPSA Bagendung

Tahapan pengujian pengolahan air lindi diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan pengujian pengolahan air lindi

Air lindi sebanyak 20 liter dimasukkan ke dalam bak aerasi dengan mengalirkan udara dengan debit 5,6 l/s ke dalam bak menggunakan blower. Proses aerasi dilaksanakan selama 4 jam.

Selanjutnya proses koagulasi dengan penambahan koagulan tawas/alum sebanyak 25 gram koagulan per satu liter air lindi diaduk cepat kemudian diamkan selama 1 jam. Lakukan pemisahan endapan dan cairan yang dihasilkan proses koagulasi.

Tahap netralisasi PH dengan menambahkan kapur cair dengan perbandingan 4 mL kapur cair/200 ml lindi diaduk serta diendapkan kembali selama 2 jam. Setelah 2 jam lakukan pemisahan cairan dari endapannya.

Proses filtrasi dilakukan dengan mengalirkan

cairan hasil koagulasi dan netralisasi ke dalam alat filtrasi yang terdiri dari arang tempurung, pasir silika dan zeolit. Susunan partikel filter diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan partikel filter

Setiap tahapan hasil proses diambil cairannya dan dilakukan pengujian komposisi zat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji laboratorium dari cairan lindi serta tahapan proses diperlihatkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji laboratorium

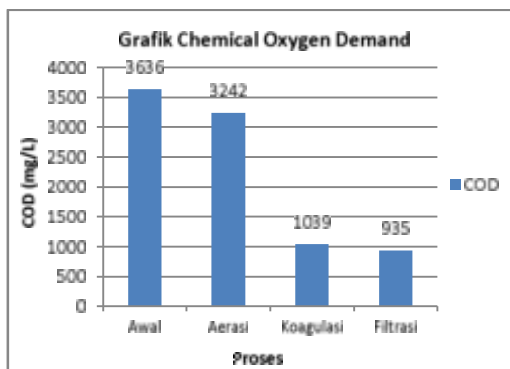
No	Pemeriksaan	Unit	Hasil Uji		
			Awal	Proses	Akhir
1	PH	mg/l	7,5	7,5	7,5
2	TSS	mg/l	100	100	100
3	COD	mg/l	2701	935	935
4	Fe	mg/l	10	10	10
5	Pb	mg/l	10	10	10

#### Unsur COD

Kandungan COD untuk baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditentukan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 adalah kandungan COD limbah Golongan I sebesar 100 mg/l dan untuk Golongan III sebesar 300 mg/l.

Tabel 1 dan Gambar 5 menunjukkan penurunan unsur COD significant terjadi saat proses koagulasi yang disertai netralisasi dengan penurunan unsur COD mencapai 70 %.

Total penurunan nilai COD sebesar 2701 mg/l atau setara dengan 74 % hingga nilai COD akhir sebesar 935 mg/l. Namun demikian dengan menggunakan proses pengolahan limbah diatas nilai COD masih sangat tinggi diatas standar baku mutu yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup.



Gambar 5. Nilai COD setiap tahapan proses.

Lindi awal sebelum diberikan perlakuan memiliki nilai *chemical oxygen demand* 3636 mg/l. Proses aerasi terhadap lindi awal mengakibatkan penurunan nilai *chemical oxygen demand* menjadi 3242 mg/l atau menurunkan nilai *chemical oxygen demand* dengan efektifitas sebesar 10,83%.

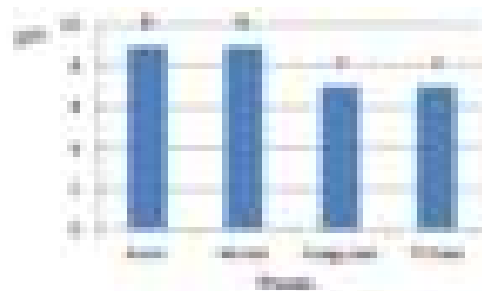
Proses koagulasi dan netralisasi mengakibatkan penurunan nilai *chemical oxygen demand* menjadi 1039 mg/l atau menurunkan nilai *chemical oxygen demand* sebesar 2203 mg/l dengan efektifitas sebesar 70%. Proses koagulasi ini menyebabkan terjadinya penurunan jumlah pengurai sehingga kebutuhan oksigen berkurang.

Proses filtrasi mengakibatkan penurunan nilai *chemical oxygen demand* menjadi 935 mg/l atau menurunkan nilai *chemical oxygen demand* sebesar 104 mg/l dengan efektifitas sebesar 10% karena konsentrasi bahan pencemar organik teradsorpsi oleh dinding dan permukaan media filtrasi.

#### Derajat Keasaman / PH

Nilai PH untuk baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditentukan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 adalah berkisar antara nilai 6.0 – 9.0 baik untuk Golongan I maupun Golongan II. Nilai PH = 7 merupakan nilai yang menyatakan sifat cairan netral yaitu tidak bersifat asam maupun basa.

Pengujian nilai PH untuk setiap proses pengolahan limbah diperlihatkan pada Gambar 6. Lindi awal memiliki nilai pH 9. Proses aerasi yang dilakukan tidak merubah nilai pH yang tetap diangka 9. Proses koagulasi dan netralisasi mengakibatkan penurunan nilai pH menjadi 7 dengan menambahkan kapur sebagai penetralisir tingkat keasaman limbah. Penambahan koagulan mengakibatkan lindi menjadi asam karena terjadi pembentukan sulfat pada lindi, sehingga perlu dilakukan penambahan kapur untuk menetralkan nilai pH tersebut. Sedangkan pada proses filtrasi tidak merubah nilai pH dengan nilai tetap di angka 7.



Gambar 6. Nilai pH untuk setiap tahap proses pengolahan limbah.

#### Total Suspended Solid (TSS)

Nilai TSS untuk baku mutu air sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 untuk golongan I memiliki nilai 200 mg/l dan untuk Golongan II memiliki nilai 400 mg/l.



Gambar 7. TSS setiap tahap proses pengolahan limbah.

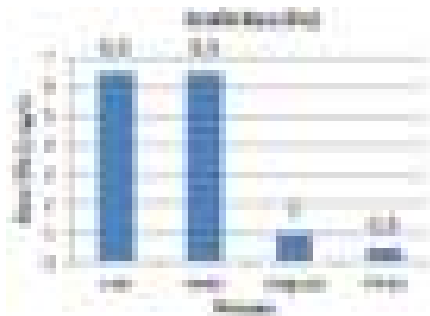
Dilihat dari hasil uji komposisi lindi awal dengan nilai TSS 357 mg/l sebenarnya sudah masuk dalam persyaratan untuk limbah Golongan II dengan nilai lebih kecil dari 400 mg/l

Proses aerasi terhadap lindi awal mengakibatkan penurunan nilai *total suspended solid* menjadi 258 mg/l atau turun sebesar 28 %. Sedangkan pada proses koagulasi dan netralisasi terjadi penurunan nilai TSS hingga mencapai 4 mg/l atau persen penurunan TSS dalam proses koagulasi dan netralisasi mencapai 98,4 %. Selanjutnya proses filtrasi yang menggunakan media pasir dan arang kembali meningkatkan nilai TSS limbah menjadi 69 mg/l, namun demikian secara keseluruhan proses pengolahan limbah ini sudah menghasilkan cairan dengan nilai TSS yang memenuhi standar baku mutu air golongan I.

#### Kandungan Fe.

Standar kandungan unsur Fe untuk baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditentukan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 adalah sebesar 5 mg/l untuk golongan I dan 10 mg/l untuk Golongan II.

Gambar 8 menunjukkan kandungan unsur Fe dalam limbah cair setelah tahap proses pengolahan limbah.



Gambar 8. Kandungan unsur Fe setiap proses pengolahan limbah.

Lindi awal memiliki kandungan unsur besi (Fe) sebesar 6,5 mg/l. Proses aerasi terhadap lindi awal tidak mengakibatkan penurunan kandungan unsur Fe. Proses koagulasi dan netralisasi mengakibatkan penurunan nilai besi (Fe) menjadi 1 mg/L atau menurunkan nilai besi (Fe) sebesar 5,5 mg/L dengan efektifitas sebesar 84,61%. Penurunan nilai disebabkan besi (Fe) ikut mengendap pada proses ini. Proses filtrasi mengakibatkan penurunan nilai besi (Fe) menjadi 0,5 mg/L atau menurunkan nilai besi (Fe) sebesar 0,5 mg/L dengan efektifitas 50 %.

#### Kandungan Pb

Standar kandungan unsur Pb untuk baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditentukan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 adalah sebesar 0,1 mg/l untuk golongan I dan 1 mg/l untuk Golongan II.

Hasil pengujian untuk tiap tahap proses pengolahan limbah diperlihatkan pada Gambar 9 yang memperlihatkan kandungan timbal pada lindi awal mencapai nilai 20 mg/l.



Gambar 9. Kandungan unsur Pb setiap proses pengolahan limbah

Lindi awal memiliki nilai kandungan unsur timbal (Pb) sebesar 20 mg/l. Proses aerasi terhadap lindi awal mengakibatkan penurunan nilai timbal

(Pb) sebesar 19 mg/L atau menurunkan nilai timbal (Pb) sebesar 1 mg/L dengan efektifitas sebesar 5%. Proses koagulasi dan netralisasi mengakibatkan penurunan nilai timbal (Pb) menjadi 4 mg/l atau menurunkan nilai timbal (Pb) sebesar 15 mg/l dengan efektifitas sebesar 79 %. Proses koagulasi dan netralisasi yang dilakukan menyebabkan timbal (Pb) mengendap. Proses filtrasi mengakibatkan peningkatan nilai timbal (Pb) menjadi 4,5 mg/L atau menaikkan nilai timbal (Pb) sebesar 0,5 mg/l dengan efektifitas kenaikan sebesar 12,5%. Naiknya nilai timbal (Pb) yang terjadi kemungkinan pada media filtrasi terkandung kontaminan yang mengakibatkan nilai timbal (Pb) meningkat.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Karakteristik lindi yang dihasilkan dari proses landfill di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Bagendung Kota Cilegon memiliki kadar pencemar tinggi dan belum memenuhi standar baku mutu. dengan nilai *chemical oxygen demand* sebesar 3636 mg/L, nilai pH 9, nilai *total suspended solid* sebesar 347 mg/, nilai besi (Fe) sebesar 6,5 mg/L, dan nilai timbal (Pb) sebesar 20 mg/L.

Proses pengolahan limbah konvensional dengan melakukan proses : aerasi, koagulasi dan netralisasi serta filtrasi menghasilkan limbah dengan kondisi nilai *chemical oxygen demand* 935 mg/l, nilai pH sebesar 7 , nilai TSS 69 mg/l, kandungan unsur besi 0,5 mg/l, dan kandungan timbal (Pb) sebesar 4,5 mg/l.

Hasil pengolahan lindi ini belum memenuhi syarat sesuai standar baku mutu limbah karena unsur COD dan unsur Pb masih lebih tinggi dari standar baku mutu air sehingga tidak diperkenankan untuk dibuang ke sungai/ke lingkungan.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan metode pengolahan limbah yang sesuai agar dapat menurunkan nilai COD dan juga menurunkan kandungan timbal(Pb).

Perlu diperhatikan penggunaan pembungkus media filtrasi agar media tidak ikut larut dalam proses penyaringan dan tidak meningkatkan kembali nilai TSS.

Penambahan waktu di setiap proses guna meningkatkan nilai efektifitas proses perlu diteliti lebih terinci.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Damanhuri, E. 2008. *Diktat Landfilling Limbah*. FTSL ITB
2. Dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair. 2014. [http://web.unair.ac.id/admin/file/f\\_20025\\_7o.doc](http://web.unair.ac.id/admin/file/f_20025_7o.doc). (akses terakhir: 24 November 2015)

3. Hadiwidodo, M, dkk. 2012. *Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Kombinasi Biofiter Anaerob- Aerob dan Wetland*. Fakultas Teknik UNDIP. Semarang
4. Herison, A. 2009. *Desain Prototipe Instalasi Koagulasi dan Kolam Fakultatif Untuk Pengolahan Air Lindi (Studi Kasus TPA Bakung Bandar Lampung*. Teknik Sipil Universitas Lampung
5. Herlandien, L. Y. 2013. *Pemamfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi Di TPA Pakusari Jember*. Jurusan Kimia. Universitas Jember
6. Nurhasanah, dkk. 2006. *Efektivitas Pemberian Udara Berkecepatan Tinggi Dalam Menurunkan Polutan Leachate TPA Sampah: Studi Kasus Di TPA Sampah Galuga Kota Bogor*. Institut Pertanian Bogor
7. Permen LH. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*.
8. Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah Jati Barang Semarang*. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang
9. Susanto, J. P. 2004. *Pengolahan Lindi Dari TPA Dengan Sistem Koagulasi – Biofilter Anaerobic*. Yogyakarta: BPPT