

ANALISA KARAKTER TIMBULAN LINDI (pH, COD, BOD, DAN TSS) DARI BEBAGAI UMUR SAMPAH MENGGUNAKAN KOLOM LANDFILL SECARA SERI

Nugroho Tri Hutomo

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

e-mail: nugroho_trihutomo@yahoo.com

Abstrak

Pembuangan Akhir Sampah (TPA) merupakan salah satu sistem dalam pengelolaan sampah yang diterapkan di Indonesia. Penyingkiran sampah ke dalam tanah umumnya dilakukan dengan pengurugan atau penimbunan dikenal sebagai landfilling. Sampah yang ditimbun dalam jangka waktu tertentu akan mengalami pembusukan dan dalam prosesnya akan membusuk zat-zat yang berbahaya yang sangat pekat dari hasil rembesan sampah atau yang dikenal sebagai lindi. Lindi jika tidak dikendalikan akan mencemari lingkungan terutama air permukaan maupun air bawah tanah. Kualitas dan kuantitas lindi sangat dipengaruhi oleh komposisi sampah, curah hujan, lapisan penutup sampah dan lainnya.

Penelitian ini menggunakan kolom landfill secara seri sebagai pendekatan simulasi landfill aslinya untuk mengetahui pengaruh umur sampah terhadap pH, dan konsentrasi BOD, COD, serta TSS pada biodegradasi sampah perkotaan. Variasi umur sampah yang digunakan untuk tiap kolom, yaitu umur sampah <1 tahun, 1-2 tahun, 2-5 tahun dan umur sampah >5 tahun. Sampling lindi dilakukan setiap 1 minggu sekali dengan penambahan air sebesar 2490 ml/ minggu. Dari hasil penelitian, umur sampah berpengaruh terhadap nilai pH, dan konsentrasi BOD, COD, serta TSS. Pada dasarnya semakin lama umur sampah, maka nilai pH akan mengalami peningkatan dari asam menjadi netral dan basa, dan konsentrasi BOD, COD, serta TSS secara perlahan mengalami penurunan. Titik puncak pH, konsentrasi BOD, COD, serta TSS terjadi pada minggu ke -2 sampai dengan minggu ke -4, kemudian pada minggu ke-5 dan ke-6, terjadi penurunan. Hal ini dapat terjadi karena adanya penurunan degradasi oleh bakteri pada fase aerob dan anaerob sehingga konsentrasi BOD, COD, TSS semakin menurun dan nilai pH cenderung netral dan basa.

Kata kunci: Umur sampah, kolom landfill, pH, BOD, COD, dan TSS.

ANALYSIS OF CHARACTER LEACHATE GENERATION (PH, COD, BOD DAN TSS) ON VARIOUS AGE FROM MSW USE SERIES LANDFILL COLUMNS

Nugroho Tri Hutomo

**Study at Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, Islamic University of
Indonesia**

e-mail: nugroho_trihutomo@yahoo.com

Abstract

Final Disposal of Waste (landfill) is one of the waste management system applied in Indonesia. Elimination of waste into the soil is generally done by stockpiling known as landfilling. Waste that dumped in a certain period of time will have decay and in the process will bring dangerous substances are highly concentrated result of seepage from waste or what is known as leachate. Leachate if not controlled will contaminate the environment, especially surface water and underground water. The quality and quantity of leachate is strongly influenced by the composition of waste, precipitation, rubbish cover and other.

This study uses landfill columns in series as the original landfill simulation approach to determine the effect of age of waste include pH, and concentrations of BOD, COD, and TSS in urban waste biodegradation. Variations in the age of waste that is used for each column, the age of waste <1 year, 1-2 years, 2-5 years of age and > 5 years. Leachate sampling is done every once a week with the addition of 2490 ml water / week. From the results of the study, the age effect of waste on the pH value, and the concentration of BOD, COD, and TSS. Basically the longer the life of waste, then the pH value will increase from acidic to neutral and alkaline, and the concentration of BOD, COD, and TSS is slowly decreasing. The highest concentration of pH, concentration of BOD, COD, and TSS occurred at week -2 till week -4, then at weeks 5 and 6. a decline. This can occur due to decreased degradation by bacteria in aerobic and anaerobic phases so that the concentration of BOD, COD, TSS declined and the value of pH tends to be neutral and alkaline.

Key words: Waste Age, landfill columns, pH, BOD, COD, and TSS.

1. Pendahuluan

Sampah merupakan residu yang timbul dari berbagai aktivitas manusia. Di Indonesia pembuangan sampah akhir umumnya dilakukan secara terpusat di TPA. Timbunya timbulan sampah di TPA mengakibatkan tingkat pencemaran sangat tinggi. Sampah didalam TPA akan mengalami proses penguraian secara kimia dan biokimia, akan menimbulkan cairan rembesan dengan kandungan padatan dan kebutuhan oksigen yang sangat tinggi yang disebut juga dengan lindi. Cairan lindi ini dapat mencemari air permukaan dan air bawah tanah (Martono, 1996). Secara umum kuantitas dan kualitas lindi akan sangat bervariasi. Dapat dikatakan bahwa kuantitas dan kualitas lindi yang dihasilkan akan banyak tergantung pada jumlah sampah, komposisi sampah, masuknya air dari luar, sebagian besar dari air hujan, disamping dipengaruhi oleh aspek operasional yang diterapkan seperti aplikasi tanah penutup, kemiringan permukaan, kondisi iklim, dan sebagainya.

Konsentrasi bahan pencemar didalam lindi juga sangat bervariasi sesuai dengan karakteristik umur sampah. Sampah muda umumnya memiliki kandungan COD dan BOD yang sangat tinggi karena lebih tinggi konsentrasi karbon organiknya dibandingkan sampah tua >10 tahun umumnya pada fase methanogenesis dan lindi yang dihasilkan disebut sebagai lindi tua atau berbasis nitrogen (C. Visvanathan, dkk, 2004).

Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu kegiatan peninjauan mengenai pengaruh umur sampah terhadap kondisi air lindi (*leachate*) di TPA Piyungan dan mengetahui kualitas kandungan bahan pencemar yang dihasilkan dari TPA tersebut. Sehingga didapatkan Gambaran kondisi pencemaran perairan yang diakibatkan adanya TPA dan dapat dijadikan acuan bagi pengelolaan TPA selanjutnya.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh umur sampah perkotaan terhadap konsentrasi pH, BOD, COD, TSS, dengan menggunakan kolom *landfill* yang tersusun secara seri. Penelitian menggunakan 4 (empat) variasi berdasarkan umur sampah tertentu yang ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 1. Data Umur Sampah di TPA Piyungan Berdasarkan Tahun dan Tempat Penimbunan

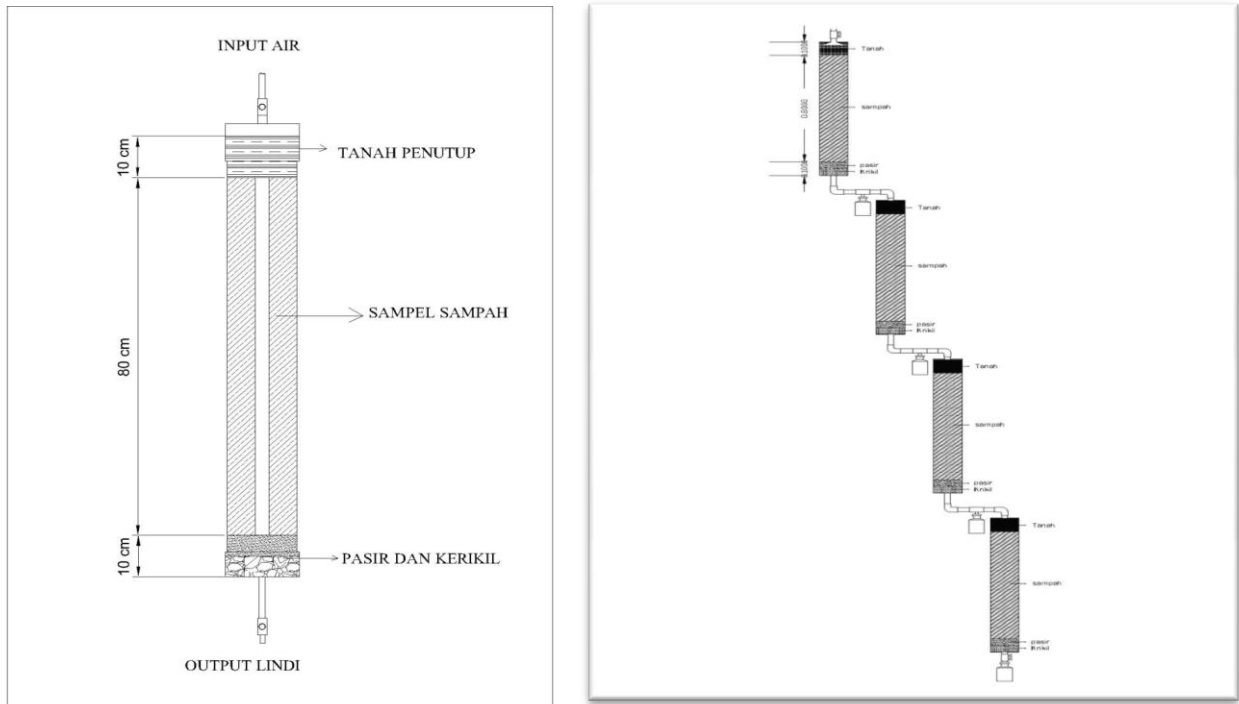
Kolom Sampah	Lokasi Sampah	Tahun Penimbunan	Umur Sampah
1	Zona I	1995-2005	>5 tahun
2	Zona II	2005-2009	2 – 5 tahun
3	Zona III	2009-2011	*)1-2 tahun
4	Zona III	2009-2011	< 1 tahun

(Sumber : Pengelola TPA Piyungan)

*)Untuk umur sampah antara 1 - 2 tahun dapat diketahui melalui tempat penimbunan lokasi sampah di TPA Piyungan.

2.1. Sampling

Proses untuk mendapatkan lindi dari degradasi sampah perkotaan menggunakan kolom *landfill*. Kolom *landfill* sampah terdiri dari 4 kolom, dimana kolom *landfill* teratas terdiri dari sampah berumur < 1 tahun, 1-2 tahun, 2-5 tahun, dan > 5 tahun yang tersusun secara seri. Penambahan air dilakukan 1 minggu sekali sebesar 2,49 liter atau pemberian air sebesar 830 ml setiap 2 hari dengan waktu kontak pemberian air $\pm$ 75 menit atau sekitar 11,07 ml/menit. Volume total tiap kolom *landfill* yaitu sebesar 18,23 liter yang terbagi atas 1,823 liter tanah penutup, 14,59 liter sampah dan 1,823 liter pasir dan kerikil sebagai filter di bagian dasar kolom. Penambahan air dilakukan setiap minggu sebesar 2,49 liter. Berat awal volume sampah yang dimasukkan kedalam masing-masing kolom yaitu, KL1 = 4,04 kg/lt, KL2 = 3,22 kg/lt, KL3 = 4,48 kg/lt dan KL4 = 7,04 kg/lt. Gambar 1. ini desain kolom landfill secara seri, yaitu :



Gambar 1. Desain kolom landfill secara seri

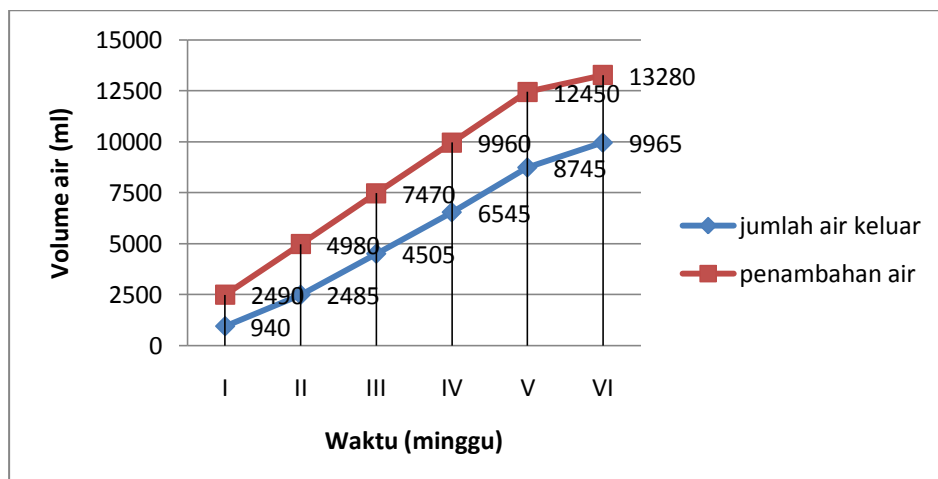
2.2 Metode Pengukuran

Pengukuran sampel lindi diambil berdasarkan periodik waktu tertentu. Pada penelitian ini dilakukan selama 6 (enam) minggu. Parameter yang diukur yaitu pH, Konsentrasi COD, BOD dan TSS, dengan metode pengukuran menggunakan pH meter, DO meter, Spektrofotometri (AAS) dan Metode Gravimetri.

Pemeriksaan data awal sampel berupa komposisi organik-anorganik sampah, kadar air, kadar abu dan kadar volatil serta berat jenis sampah dari TPA Piyungan. Pengukuran pokok yaitu pengujian konsentrasi lindi (pH, BOD, COD dan TSS) serta akumulasi produksi lindi dari hasil infiltrasi pada kolom *landfill*.

3. Hasil dan Pembahasan

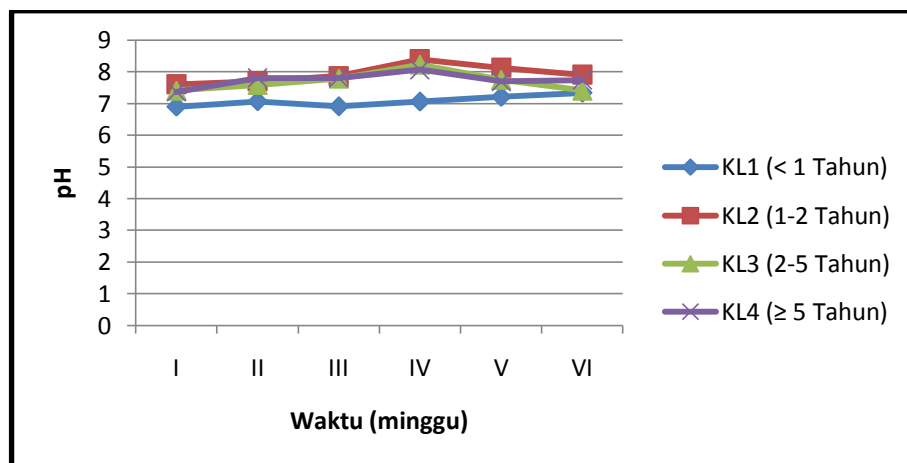
3.1 Volume lindi



Gambar 2. Volume Lindi pada berbagai kadar air

Hasil pemeriksaan akumulasi volume lindi ini menunjukkan nilai yang lebih rendah dari pemberian volume air awal dan hasil keluaran lindi cenderung meningkat setiap minggunya. Presentase akumulasi air untuk minggu I sebesar 37,75 %, minggu ke-2 sebesar 49,90%, minggu ke-3 sebesar 60,30%, minggu ke-4 sebesar 65,71 %, minggu ke-5 sebesar 70,24 % dan minggu ke-6 sebesar 75,03%. Total rata-rata volume lindi yang dihasilkan pada ke-4 kolom *landfill* yang tersusun secara bertingkat sebesar 59,52% air lindi dari total air yang masuk. Dari persentase tersebut, dapat diketahui bahwa didalam kolom *landfill* kemampuan sampah dalam menyerap air relatif tinggi. Tingginya air yang terserap karena pada setiap kolom *landfill* sampah memiliki komposisi terdiri dari sampah organik (tanah humus + bahan organik) dan anorganik yang tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari data komposisi sampah, dimana komposisinya 60-70 % adalah organik. Bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air karena bahan organik, terutama yang telah menjadi humus dengan ratio C/N 20 % dan kadar C 57% dapat menyerap air 2 - 4 kali lipat dari bobotnya. Jumlah kelembapan yang dapat ditahan dalam sampah akibat gaya gravitasi biasa disebut Field capacity. Biasanya field capacity sebesar 30% dari volume sampah total (Anonim, 2011).

3.2 Nilai pH



Gambar 3. Perubahan pH tiap kolom pada berbagai waktu.

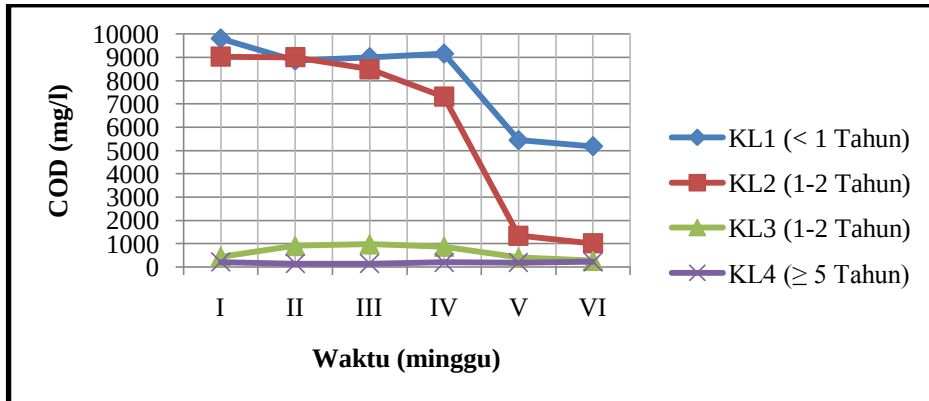
Dapat dilihat dari gambar tersebut, pada sampah muda KL1 (<1 tahun) memiliki nilai pH paling rendah dibandingkan dengan kolom *landfill* KL2 (1-2 tahun), KL3 (2-5 tahun) dan KL4 (>5 tahun), yaitu antara 6.9-7,34. Penurunan pH pada kolom KL1 (<1 tahun) ini menunjukkan bahwa pada sampah muda memiliki bahan organik mudah terurai dan cenderung asam karena adanya asam fatty/lemak volatil pada lindi. Lindi yang dihasilkan dari sampah muda berasal dari proses biodegradasi kompleks bahan organik (seperti: selulosa) dan organik terlarut sederhana (seperti : asam organik). Nilai pH biasanya memiliki rentang antara 6 – 7 dan bahkan lebih rendah pada timbunan sampah kering (Mc Bean, 1995).

Nilai pH pada kolom *landfill* KL2 (1-2 tahun), cenderung lebih tinggi dengan rentang pH antara 7,61-8,4 dibandingkan nilai pH pada kolom *landfill* KL3 (2-5 tahun) dan KL4 (>5 tahun), yang cenderung stabil dengan rentang antara 7,21 – 8.13. Peningkatan nilai pH pada kolom *landfill* KL2 (1-2 tahun), menunjukkan terjadinya dekomposisi dari fasa asidogenesis menjadi metanogenesis, sedangkan pada kolom *landfill* KL3 dan KL4 nilai pH cenderung mulai stabil. pH telah ditemukan meningkat dengan penurunan biodegradasi sampah ketika perubahan dari fase acidogenik menjadi methanogenik. Pada fase methanogenik ini biasanya terjadi pada umur sampah tua yaitu >5 tahun. (C Visvanathan. dkk, 2004)

3.3 Konsentrasi COD

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

Konsentrasi COD berdasarkan periode waktu dan perbedaan karakteristik umur sampah organik-anorganik terlihat pada GAMBAR 3.3 di bawah ini :

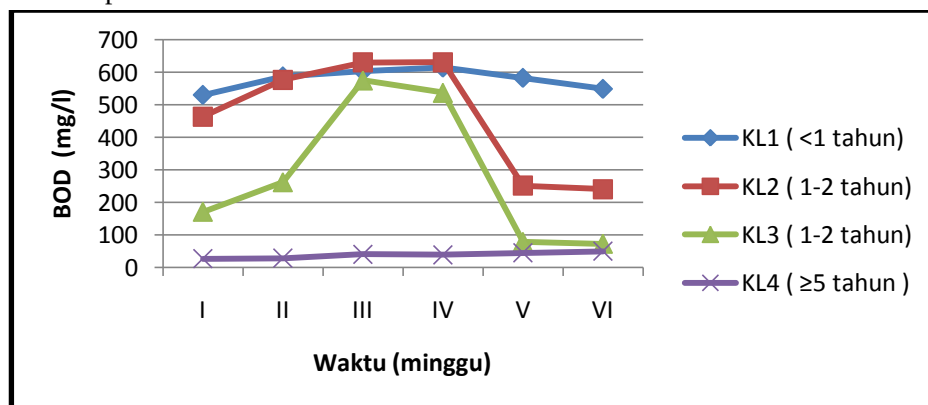


Gambar 4. Perubahan konsentrasi COD setiap kolom pada berbagai waktu

Berdasarkan pembacaan data dari GAMBAR COD diatas, secara umum konsentrasi COD mengalami penurunan pada setiap kolom sampah. Pada kolom KL1(<1 tahun) dan KL2 (1-2 tahun) nilai konsentrasi COD relatif tinggi pada minggu pertama yaitu berkisar antara 7311 mg/lt – 9800 mg/lt. Tingginya konsentrasi COD menunjukkan banyaknya materi organik yang masih terdapat didalam kolom *landfill*. Hal tersebut menunjukkan mikroorganisme tumbuh dan mulai mendegradasi materi organik dalam substrat yang berlangsung pada fasa acidogenesis. Setelahnya, konsentrasi COD cenderung mengalami penurunan seperti pada minggu ke-4 sampai minggu ke-6 dengan penyisihan COD antara 7311 mg/lt- 1011 mg/lt. Tingginya nilai COD di kolom KL2 (1-2 tahun) juga dipengaruhi oleh hasil infiltrasi air lindi yang berada pada kolom *landfill* sampah diatasnya. Sedangkan pada kolom KL3 (2-5 tahun) dan KL4 (>5 tahun) nilai COD relatif kecil. Penurunan nilai COD yang signifikan terjadi pada kolom KL3 sebesar 972 mg/lt – 267 mg/lt dan rektor KL4 (>5 tahun) sebesar 135 – 222 mg/lt. Kecilnya konsentrasi COD ini dipengaruhi oleh karakteristik pengaruh dari umur sampah tersebut. Sampah di TPA yang berumur >5 tahun umumnya di fase methanogenik dan lindi yang dihasilkan disebut sebagai tua. (C. Visvanathan,dkk, 2004).

3.4 Konsentrasi BOD

Konsentrasi BOD berdasarkan periode waktu dan perbedaan karakteristik umur sampah organik-anorganik dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 5. Perubahan konsentrasi BOD setiap kolom pada berbagai waktu

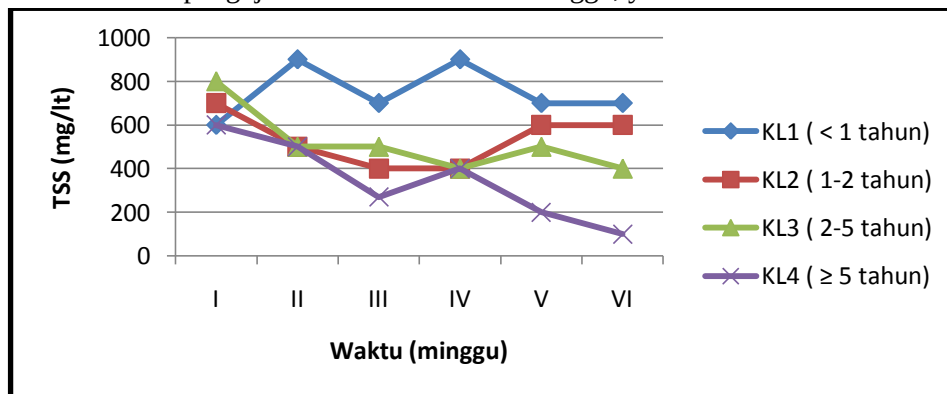
Secara umum hasil pengukuran konsentrasi BOD memiliki nilai cenderung menurun pada setiap kolom *landfill*. Sedangkan berdasarkan periode waktu pengujian, konsentrasi BOD mengalami kenaikan pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-4 dan cenderung menurun pada minggu ke-5 dan ke-6. Tingginya BOD dipengaruhi oleh komposisi dari bahan pencemarnya. Sampah muda (lindi segar) relatif lebih tinggi karena memiliki kandungan organik yang banyak. Tingginya angka BOD ini dikarenakan karakteristik umum sampah yang baru/muda tergolong dalam fase acidogenesis, dimana kandungan organik (COD/BOD) lebih tinggi. Sedangkan semakin menurunnya nilai BOD pada minggu ke-5 dan ke-6 pada kolom landfill KL1, KL2 dan KL3 karena pengurangan kontaminan organik tersedia akibat adanya degradasi dan pencucian (Krug dan Ham, 1995 dalam Reinhart dan J. Grosh, 1998).

Rendahnya nilai BOD pada kolom KL4 (>5 tahun) dipengaruhi karakteristik umum untuk sampah tua tergolong dalam fase methanogenesis. Pada tahapan fase ini penurunan BOD dapat disebabkan sudah adanya proses degradasi yang baik oleh mikroba sehingga mampu mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam kolom *landfill* tersebut. Semakin lama waktu yang digunakan untuk pengujian maka mendapatkan hasil konsentrasi BOD yang semakin menurun. Kualitas lindi sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu yang telah berlalu sejak penempatan limbah. Jumlah bahan kimia dalam limbah adalah terbatas dan karenanya, kualitas lindi mencapai puncak setelah sekitar dua sampai tiga tahun diikuti dengan penurunan bertahap dalam tahun-tahun berikutnya (McBean, 1995 ; Lu, 1985 dalam Reinhart dan Grosh, 1998).

3.5 Konsentrasi TSS

Parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan untuk mengetahui berapa banyak total padatan yang tersuspensi di dalam air buangan.

Berikut ini Gambar 3.5 hasil pengujian TSS selama enam minggu, yaitu :



Gambar 6. Perubahan konsentrasi TSS setiap kolom pada berbagai waktu

Berdasarkan hasil pembacaan GAMBAR, secara umum konsentrasi TSS mengalami penurunan pada setiap kolom. Pada kolom KL1 (<1 tahun) nilai TSS berkisar antara 900 mg/lt-600mg/lt, kolom KL2 (1-2 tahun) sebesar 700 mg/lt-400 mg/lt, kolom KL3 (2-5 tahun) sebesar 800 mg/lt-400 mg/lt dan kolom KL4 (>5 tahun) sebesar 600 mg/lt-100 mg/lt. Dari hasil pengukuran konsentrasi TSS terlihat terjadinya fluktuasi pada masing-masing kolom.

Pengaruh fluktuasi dan besarnya konsentrasi TSS terjadi pada kolom *landfill* KL1 (<1 tahun) karena dipengaruhi oleh besarnya pertumbuhan dan kematian bakteri dalam bentuk materi tersuspensi dari degradasi pada sampah muda, sehingga membentuk asam lemak volatil yang dibawa pada saat infiltrasi air. Zat organik biasanya berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, serta mendukung perkembangbiakannya. Secara visualisasi KL1 (<1 tahun) dan KL2 (1-2 tahun) memiliki tingkat kekeruhan air yang tinggi. (Wirda dan Handajani, 2009). pengaruh kecilnya konsentrasi TSS dan adanya fluktuasi pada KL2 (1-2 tahun), KL3 (2-5 tahun) dan KL4 (>5 tahun) disebabkan karena semakin

menurunnya organik terlarut dari hasil dekomposisi sampah dan adanya materi anorganik yang berbeda-beda yang terbawa pada saat proses infiltrasi berlangsung dan kemudian tersuspensi menjadi sedimen didasar tampungan lindi pada setiap kolom *landfill*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian dan analisa yang dilakukan peneliti dalam penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi sampah dan umur sampah berpengaruh terhadap konsentrasi lindi terutama pada pH, BOD, COD, dan TSS.
2. Dengan Penambahan air setiap minggu terjadi peningkatan akumulasi volume lindi yang dihasilkan, dengan rerata peningkatan volume lindi sebesar 59,52 % selama rentang waktu 6 minggu.
3. Penambahan air berdasarkan periode waktu tertentu berpengaruh terhadap kualitas lindi yang dihasilkan.
4. Pada penelitian menggunakan kolom *landfill* yang tersusun secara seri ini, konsentrasi lindi pada KL1 (<1 tahun), mempengaruhi kolom *landfill* dibawahnya, terutama pada kolom *landfill* KL2 (1-2 tahun) dan KL3 (2-5 tahun).
5. Konsentrasi BOD dan COD akan semakin menurun seiring dengan lamanya usia atau umur *landfill* akibat degradasi sampah secara terus-menerus, sedangkan nilai pH mengalami kenaikan dari yang bersifat asam menjadi netral dan cenderung basa.
6. konsentrasi TSS memiliki nilai fluktuatif dan cenderung menurun antar variasi umur sampah, karena nilai TSS dipengaruhi oleh materi organik dari degradasi sampah dan anorganik yang tersuspensi didalam lindi.

4.2 Saran

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk variasi umur sampel dengan rentang yang lebih dekat, agar hasil yang didapat lebih spesifik.
- Disarankan untuk penelitian lebih lanjut agar memperhatikan faktor-faktor penting dalam pengujian, seperti mengetahui konsentrasi awal pemberian air sebagai kontrol, perubahan suhu didalam kolom *landfill* dan faktor-faktor penting lainnya.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan parameter kualitas lindi pada *landfill* yang lebih beragam, sebagai pertimbangan dalam penanganan dan pengelolaan lindi lebih lanjut.

5. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2011. Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah.

<http://my.opera.com/MaRph0amat0nte/blog/timbulan-komposisi-dan-karakteristik-sampah>, diunduh pada tanggal 3 November 2011.

Visvanathan, Professor, Dr. C, dkk 2004. *State of the Art Review Landfill Leachate Treatment.*

Environmental Engineering and Management School of Environment, Resources and Development Asian Institute of Technology Klong Luang. Thailand.

Martono, Djoko Heru. 1996. *Pengendalian Air Kotor (Leachate) Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah.*

McBean, Edward A, dkk. 1995. *Solid Waste Landfill Engineering and Design.* Englewood Cliffs. New jersey.

- Reinhart, Debra R., Ph.D. dan Caroline J. Grosh. 1998. *Analysis Of Florida Msw Landfill Leachate Quality*. University of Central Florida : Florida
- .
- Wirda, Feby Riyani. dan Marisa Handajani. *Penyisihan Senyawa Organik Pada Biowaste Fasa Cair Dengan Variasi Air Pencampur Pada Rasio 1:2 Dalam Batch Reaktor*. Teknik Lingkungan ITB. Bandung.