**EVALUASI DAN OPTIMALISASI INSTALASI PENGOLAHAN LINDI TPA SUKOSARI, KABUPATEN KARANGANYAR**

**Annisa Noor Akbari1), Wiharyanto Oktiawan 2), Ganjar Samudro 2)**

**ABSTRAK**

*Sukosari landfill on Karanganyar Regency has one installation leachate treatments. This installation leachate treatments can’t treat pollutant loading entering it. It known functioned after leachate sampling done in Sukosari Landfill and the result compared with “Baku Mutu Air Limbah Perda No 10 Tahun 2004”, and the result not qualified with the standar. From the sampling result get this value :* *TSS (1685,10 mg/l), BOD5 (802,32 mg/l), COD (1455,60 mg/l). So, that evaluation for the eksisting the installation leachate treatments is needed. So can be done the appreciate optimalization. Planned evaluation dan optimalization steps are : 1)Leachate quantitative analysist 2)Leachate qualitative analysist 3)Stabilization ponds evaluation 4)Stabilization pond optimalization 5)Budgeting design. Choosen optimalization are adding one new building anaerobic ponds, still using two old anaerobic ponds and enlarge the eksisting facultative pond.*

*Keyword : Landfill Sukosari, Installation leachate treatments, Evaluation and Optimalization.*

1. **PENDAHULUAN**
2. **Latar Belakang**

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu Kabupaten di Propinsi Jawa Tengah dengan laju perkembangan yang baik di segala bidang. Hal ini diiringi pula dengan timbulnya peningkatan jumlah penduduk yang diiringi pula dengan jumlah peningkatan produksi sampah dikabupaten ini.

Pengelolaan sampah di TPA Sukosari ini masih menggunakan cara *contolled landfill* dan *open dumping.* Salah satu masalah yang ditimbulkan dari penumpukan sampah di TPA adalah timbulnya pencemar berupa lindi. Semakin banyak tumpukan sampah di TPA makan lindi yang dihasilkan akan semakin banyak.

Cairan dalam *landfill* tersebut berasal dari luar diantaranya air hujan, aliran atau drainase permukaan, air tanah, dan cairan yang dihasilkan dari dekomposisi sampah. Pengolahan lindi di TPA Sukosari ini berlangsung tidak baik, pipa penyalur air lindi ke instalasi pengolahan lindi sudah tidak berfungsi lagi. Pipa tersebut tersumbat oleh sampah-sampah sehingga tidak bisa mengalirkan air lindi dengan lancar. Pada saat kemarau air lindi yang dialirkan sedikit sekali sedangkan pada musim penghujan air lindi yang dialirkan banyak sekali. Tidak semua lindi mengalir ke instalasi pengolahan lindi, sebagian lindi ada yang masuk ke saluran drainase dan mengalir mengikuti kontur tanah TPA.

Lindi yang dihasilkan dari sampah di TPA Sukosari diolah menggunakan instalasi pengolahan lindi, pada tahun 2007 ada bantuan dari Pemerintah Propinsi Jawa Tengah untuk pembuatan saluran dan 2 buah IPAL leachate. IPAL 1 yang berada di tengah-tengah TPA sudah tidak berfungsi lagi dan hanya digunakan sebagai kolam penampungan lindi yang kemudian lindi yang berada pada IPAL 1 dialirkan ke IPAL 2 dengan menggunakan teknik gravitasi. IPAL 2 yang berada di selatan atau bagian yang paling rendah terdiri dari 4 bak pengolahan. Fungsi dari bak pertama dan bak kedua merupakan bak anaerobic, bak ke3 merupakan bak fakultatif, dan bak ke4 merupakan bak maturasi.

Pada bak anaerob yang merupakan bak pengolahan pertama masih terdapat sampah-sampah pada muka air bak tersebut. Hal ini dapat menyebabkan pengolahan lindi tidak efektif. Selain itu, setelah dilakukan pemeriksaan kadar BOD, COD, amoniak, sulfide, Fe, Mn, TSS, dan TDS dan dibandingkan dengan Perda no 10 tahun 2004 didapatkan hasil yang tidak sesuai, yaitu kadar BOD dan COD yang masih tinggi lebih dari standar yang telah ditetapkan.

Melihat permasalahan diatas maka diperlukan evaluasi instalasi yang telah ada, apakah masih mampu mengolah air lindi yang bertambah dari waktu ke waktu seiring dengan bertambahnya jumlah timbunan sampah. Apakah instalasi yang ada masih mampu mengolah air lindi dan menampung debit air lindi yang ada atau diperlukan instalasi pengolahan lindi yang baru untuk mengolah air lindi dan menampung debit air lindi yang ada. Sehingga air lindi yang telah diolah dan dibuang ke badan air aman bagi lingkungan sekitar dan tidak menjadi sumber pencemar.

1. **Identifikasi Masalah**
2. Jumlah produksi sampah perkotaan yang meningkat dari tahun ketahun di Kabupaten Karanganyar sehingga mempengaruhi jumlah lindi yang diproduksi.
3. Pipa penyalur air lindi sudah tidak berfungsi dengan baik karena pipa yang ada tertimbun sampah, akibatnya adalah pada musim hujan debit air lindi yang dialirkan berlebihan tetapi pada saat musim kemarau air lindi yang dialirkan debitnya kecil sekali.
4. Pengolahan air lindi di instalasi pengolahan lindi di TPA Sukosari belum maksimal, karena effluent tidak memenuhi persyaratan Perda No 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah.
5. Effluent air lindi dari IPAL berpotensi mencemari badan air sekitar TPA Sukosari apabila air lindi hasil pengolahan tersebut dibuang ke badan air.
6. **Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dilakukan agar perencanaan instalasi pengolahan lindi dapat terfokuskan dan terencana, maka dari itu dipilihlah dari identifikasi masalah yang ada mana yang sesuai dengan tujuan perencanaan, yaitu :

1. Pengolahan air lindi di TPA Sukosari belum maksimal karena masih menghasilkan effluent yang berpotensi menjadi pencemar apabila dibuang ke badan air. Maka dari itu diperlukan evaluasi kondisi eksisting instalasi pengolahan lindi yang sudah ada, dilakukan dengan memeriksa dan menghitung kualitas dan kuantitas lindi yang dihasilkan serta mengevaluasi kinerja instalasi pengolahan lindi.
2. Instalasi yang ada kurang layak untuk digunakan karena tidak mampu mengolah air lindi menjadi effluent yang baik. IPAL yang sudah ada akan dioptimalisasi sesuai dengan evaluasi yang telah dilakukan
3. **Perumusan Masalah**
4. IPAL Sukosari belum bisa mengolah air lindi secara maksimal sehingga apabila air hasil pengolahan di buang ke badan air maka akan menjadi sumber pencemar.
5. Instalasi yang ada tidak mampu mengolah air lindi dengan baik, dibutuhkan pembaharuan bangunan baru agar bangunan IPAL mampu mengolah air lindi dengan baik.
6. **Tujuan**

Adapun tujuan penulisan tugas akhir dalam Evaluasi dan optimalisasi Instalasi Pengolahan Lindi TPA Sukosari antara lain :

1. Mengetahui kinerja eksisting instalasi pengolahan yang sudah ada, secara kualitas dan kuantitas.
2. Menganalisis kinerja IPAL yang sudah ada.
3. Menentukan optimalisasi bangunan IPAL yang sudah ada.
4. **Manfaat**

Studi perencanaan unit pengolahan lindi TPA Sukosari diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Bagi pemerintah

Untuk pemerintah Kabupaten Karanganyar dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi rencana penataan tata ruang kota dan tata lingkungan Kabupaten Karanganyar.

1. Bagi penulis

Dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai sistem pengolahan lindi.

1. Ilmu pengetahuaan

Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi, diharapkan dapat memperkaya ilmu lingkungan dalam pengelolaan sampah khususnya mengenai pengolahan lindi pada TPA.

1. **METODOLOGI PERENCANAAN**
2. Tujuan Oprerasional

Tujuan operasional ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam penyampaian tujuan studi. Tujuan operasional ini menerangkan secara lengkap mengenai tujuan studi dan mempermudah untuk langkah selanjutnya. Dimana tujuan operasional studi meliputi :

* Menganalisa besarnya debit lindi yang dihasilkan dari TPA Sukosari, dengan melakukan pengukuran secara langsung serta melakukan perhitungan debit lindi dengan metode rasional.
* Menganalisa kualitas lindi TPA Sukosari, dengan parameter uji adalah BOD, COD, Fe, pH, TSS, amoniak.
* Mengevaluasi kondisi instalasi pengolah lindi eksisting, dan kinerja dari instalasi pengolah lindi tersebut.
* Mengoptimalisasi instalasi pengolah lindi TPA Sukosari.
* Menghitung besarnya biaya yang dibutuhkan untuk membangun instalasi pengolahan tersebut.

1. Pengumpulan data, yang meliputi :
2. Data primer atau data yang langsung di ambil untuk perencanaan ini meliputi: data eksisting wilayah study, data debit primer lindi, dan data kualitas lindi. Pengambilan data primer ini dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu dengan mengukur dimensi kolam secara langsung, mengukur debit lindi secara langsung dengan menggunakan bantuan alat yang telah disediakan, dan mengambil sampel lindi untuk diperiksa kualitas lindi tersebut di laboratorium.
3. Data sekunder antara lain : Data administratif Kabupaten Karanganyar, kependudukan, kondisi prasarana dan sarana, klimatologi, geohidrologi, eksisting pengolahan sampah, Peta Kabupaten Karanganyar, Peta TPA Sukosari serta sarana prasarana yang ada di dalamnya.
4. Analisis data
5. Perhitungan debit air lindi secara teoritis (metode rasional). Rumus yang digunakan adalah :

 (1.1)

 (1.2)

1. Analisa kualitas air lindi
2. Evaluasi instalasi pengolah lindi, meliputi : waktu tinggal, koefisien laju reaksi, dan *BOD organic loading*.

Waktu tinggal

V = Q x td ; td =  (1.3)

BOD *organic loading*

λv = *L*i*Q*/*V*a (1.4)

Koefisien laju reaksi

 (1.5)

1. Optimalisasi
2. Merencanakan unit-unit instalasi pengolah lindi.

Unit-unit instalasi pengolahan air lindi daerah studi direncanakan berdasarkan perencanaan pengembangan teknis TPA. Tahapan perencanaan ini adalah dengan menentukan alternatif-alternatif pengolahan dan memilih alternatif pengolahan yang ada berdasarkan pada pertimbangan faktor efisiensi pengolahan, faktor ekonomis dan faktor ketersediaan lahan yang ada maupun dari segi operasi dan pemeliharaan.

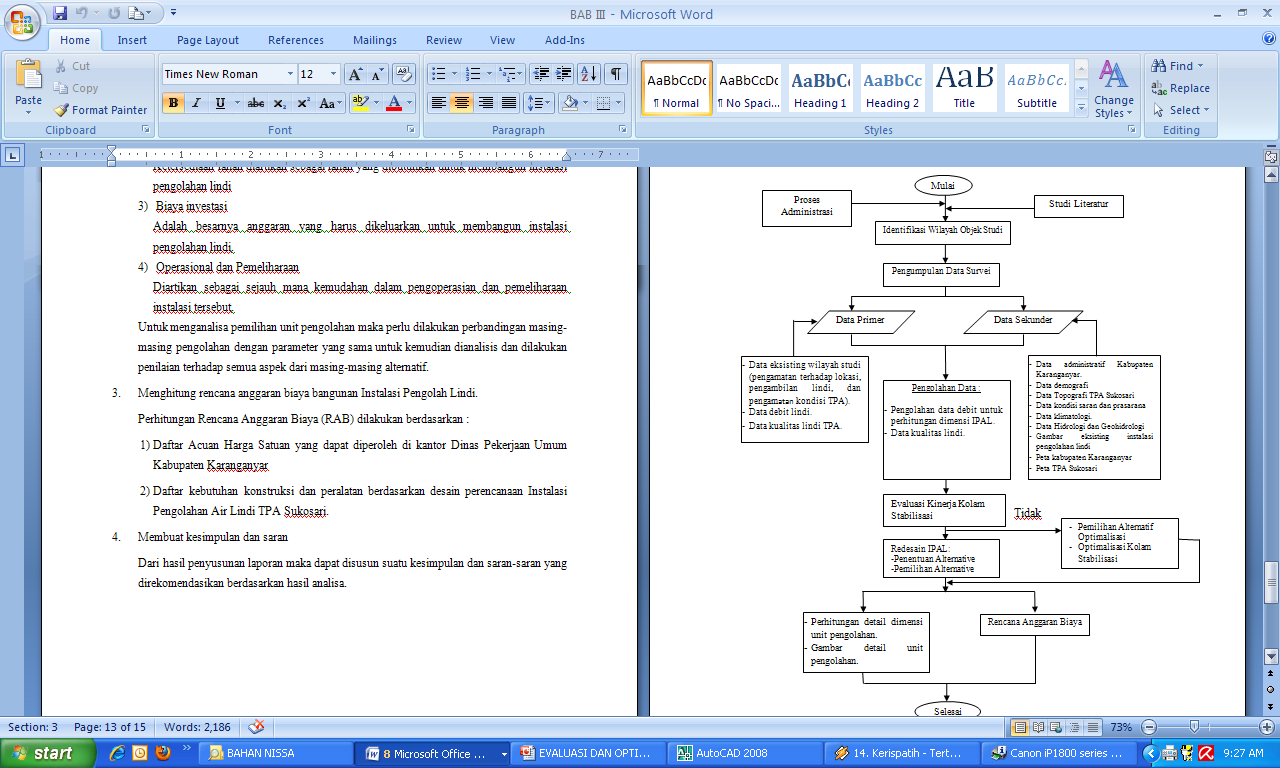
1. Menghitung rencana anggaran biaya instalasi pengolah lindi.

Dari daftar harga satuan bahan dan peralatan Kabupaten Karanganyar yang digunakan untuk membangun instalasi pengolah lindi, dapat diketahui berapa anggaran biaya yang dikeluarkan untuk membangun instalasi pengolah lindi.

1. Membuat kesimpulan dan saran

Dari hasil penyusunan laporan maka dapat disusun suatu kesimpulan dan saran-saran yang direkomendasikan.

Berikut ini diagram alir tahapan perencanaan instalasi pengolah lindi TPA Sukosari :

****

**Gambar 1**

**Skema Tahapan Perencanaan**

1. **ANALISA DAN HASIL PERHITUNGAN**
2. **Analisa Kuantitas Lindi TPA Sukosari**

Dari perhitungan debit secara rasional diperoleh nilai debit lindi terbesar yang harus ditampung oleh instalasi pengolah lindi sebesar 40,39 m3/hari. Di dalam perencanaan instalasi akan digunakan debit dengan nilai lebih tinggi antara debit primer dan debit hasil perhitungan rasional.

Q rasional = 40,39 m3/hari

Qterbesar  primer = 1,1977 m3/hari

Dari perhitungan diatas maka debit perencanaan yang dipakai adalah debit perencanaan yang terbesar yaitu debit perencanaan primer. Maka di dalam perencanaan instalasi pengolahan lindi TPA Sukosari akan digunakan debit terbesar dari debit rasional, yaitu : **40,39 m3/hari.** Sedangkan pada evaluasi instalasi pengolahan lindi maka akan digunakan Q debit primer yaitu sebesar 1,2 m3/hari.

1. **Analisa Kualitas Lindi TPA Sukosari**

Sampel lindi di TPA Sukosari diambil pada tanggal 16 April 2011 pukul 14.00 WIB. Sampel diambil dengan menggunakan jirigen 5 liter dan didinginkan dengan menggunakan box es, lalu diperiksa di lab pada hari itu juga. Beberapa parameter seperti DO, pH,dan temperatur di ukur langsung ditempat dengan menggunakan pH dan DO Meter. Kualitas lindi TPA Sukosari diperiksa di Laboratorium Wahana Semarang.

**Tabel 3.1**

**Kualitas Lindi TPA Sukosari Inlet Kolam Anaerobik 1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Satuan** | **Baku Mutu Air Limbah Perda Prop. Jateng No. 10 Tahun 2004** | | **Hasil Pengujian** |
| **Baku Mutu Air Limbah Golongan** | |
| **I** | **II** |  |
| **I. FISIK** | | | | |  |
| 1  2  3 | Temperatr  TDS  TSS | OC  mg/L mg/L | 38  2000  100 | 38  4000  200 | 34,4 10779,52  6508,90 |
| **II. KIMIA** | | | | |  |
| 1  2  3  4  5  6 | pH  Besi Terlarut (Fe)  Mangan Terlarut (Mn)  Amonia Bebas (NH3-N)  BOD5  COD | -  mg/L  mg/L  mg/L  mg/L  mg/L  mg/L | 6,0-9,0  5  2  5  50  100 | 6,0-9,0  10  5  10  100  250 | 8,16  17,10  2,65  47,98  5065,50  9322,18 |

1. **Evaluasi Kolam Stabilisasi**

Untuk melakukan evaluasi kolam stabilisasi yang ada, maka dilakukan perbandingan kriteria desain kolam yang sesungguhnya dengan kriteria desain yang ditetapkan pada perancangan. Kriteria desain perancangan pada literatur dijadikan tolak ukur dalam evaluasi kolam yang ada. Evaluasi kolam stabilisasi yang ada ini ditinjau dari aspek desain dan operasional serta pemeliharaan. Untuk mendapatkan hasil dan evaluasi yang dapat dipertanggung jawabkan maka evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan literatur yang dapat dipertanggung jawabkan.

1. Kolam anaerobic 1

Waktu detensi bak telah sesuai yaitu selama 5,7 hari sedangkan bahan organik yang harus diolah banyak sekali. Jumlah BOD yang masuk sebesar 5065,50 mg/L. Menurut perhitungan menggunakan rumus Mara (2003) BOD yang harus diolah sesuai dengan volume bak yang ada sangatlah besar yaitu 877,14 g/m3 d sedangkan yang dipersyaratkan hanya 100-400 g/m3 d. Hal ini dapat disebabkan oleh volume bak yang terlalu kecil sehingga kolam tidak mampu mengolah zat organik yang begitu banyak. Selain itu dari sisi perawatan, kolam yang ada tidak pernah dikuras atau dibersihkan lumpurnya sehingga proses anaerobik yang memerlukan kedalaman kolam yang dalam agar kondisinya anaerobik tidak terpenuhi. Kolam menjadi meninggi disebabkan oleh Lumpur yang terbentuk.

1. Kolam Anaerobik

Ada beberapa penyebab menurunnya kinerja kolam anaerobic II ini salah satu diantaranya adalah beban organic yang masuk ke kolam sangat besar sedangkan kapasitas kolam sangatlah kecil sehingga kolam tidak mampu melakukan proses anaerobic dengan baik. Hal ini juga ditunjukan dengan tinggi permukaan air yang sangat rendah yaitu setinggi 1,5 meter. Hal ini menyebabkan proses pengolahan secara anaerobic menjadi tidak sempurna karena kedalaman yang dipersyaratkan tidak sesuai. Kolam yang ada keadaannya sudah tidak anaerob karena kolam mengalami pendangkalan, hal ini disebabkan karena kolam tidak pernah dirawat atau dilakukan pengurasan lumpur-lumpur yang terbentuk akibat proses penguraian anaerob. Pengolahan juga tidak efisien disebabkan oleh waktu detensi yang sangat singkat dan debit yang masuk sangatlah banyak, maka dari itu diperlukan perbaikan-perbaikan atau penambahan kolam pengolah agar pengolahan air lindi di TPA Sukosari ini menjadi maksimal.

1. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif ini biasanya di desain dengan waktu tinggal yang lama, pada permukaan kolam biasanya banyak ditumbuhi alga. Kondisi muka kolam biasanya merupakan kondisi aerob sedangkan bagian dasar kolam merupakan kondisi yang anaerob. Kondisi muka air kolam tidak lagi aerob karena pada muka air kolam tidak ditemukan alga yang tumbuh sehingga suplai oksigen untuk bakteri anaerob berkurang dan proses penguraian bahan organic juga menjadi sangat lamban. Hal ini ditandai juga dengan kecilnya nilai laju reaksi yaitu sebesar 0,025 d-1, proses penguraian zat organic menjadi lamban. Penurunan kinerja kolam fakultatif ini bisa disebabkan oleh kurang luasnya kolam yang ada, untuk mengolah bahan organik yang besar sekali. Maka dari itu diperlukan optimalisasi pada kolam fakultatif yang ada.

1. Kolam Maturasi

Kolam maturasi ini memiliki kedalaman 0,65 dengan dimensi bak sebesar 23,27 m3. Waktu tinggal actual yang cukup lama yaitu 19,4 hari dapat menyebabkan organic loading dan kecepatan reaksi menurun pada kolam. Selain itu bahan organic yang masuk ke dalam kolam maturasi sangatlah besar yaitu sebesar 1732,56 mg/l sehingga diperlukan volume kolam yang lebih besar lagi atau waktu tinggal yang lebih lama. Kolam maturasi yang ada mengalami pendangkalan karena kolam yang ada tidak pernak dirawat dan dikuras.

1. **Optimalisasi Kolam Stabilisasi**
2. Alternatif terpilih

Pemilihan alternatif optimalisasi ini akan dilakukan berdasarkan luas lahan yang dibutuhkan dan efisiensi hasil pengolahan kolam stabilisasi tersebut dapat dilihat bahwa Alternatif optimalisasi yang pertama lebih sedikit membutuhkan lahan jika dibandingkan dengan alternative optimalisasi yang kedua, yang pertama lahan yang dibutuhkan adalah sebanyak 170,14 m2 sedangkan lahan yang kedua membutuhkan lahan sebanyak 254,5 m2. Semakin banyak lahan yang dibutuhkan maka akan semakin banyak pula biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun kolam stabilisasi ini.

Selain dari sisi lahan pemilihan alternative optimalisasi ini juga dilihat dari effisiensi pengolahan pencemar yang ada. Bila dari hasil perhitungan dan dibandingkan dengan baku mutu kelas 1 maka semua alternative optimalisasi effluentnya sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan.

Dengan melihat pertimbangan-pertimbangan diatas maka dipilih alternative optimalisasi I karena dari sisi effluent sudah memenuhi baku mutu persyaratan, tidak memerlukan lahan yang banyak untuk menambah bangunan baru yaitu sebesar 170,14 m2, sehingga dengan lahan yang dibutuhkan sedikit maka biaya yang dikeluarkan untuk membangun kolam stabilisasi pun juga menjadi semakin sedikit.

**Tabel 3.2**

**Dimensi Kolam Instalasi Pengolahan Lindi TPA Sukosari**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Unit** | **Panjang**  **(m)** | **Lebar**  **(m)** | **Tinggi**  **(m)** | **Freeboard**  **(m)** |
| Kolam Anaerobik 1 | 9,2 | 9,2 | 5,1 | 1 |
| Kolam Anaerobik 2 | 3,15 | 4 | 5,1 | 1 |
| Kolam Fakultatif 2 | 14,85 | 10 | 2 | 0,4 |

Gambar perencanaan instalasi pengolah lindi. Penggambaran instalasi berdasarkan dimensi yang diperoleh di atas.

1. **Perhitungan RAB**

Perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan instalasi pengolah lindi.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan

konstruksi yang dijabarkan per indeks bahan bangunan dan upah kerja dengan harga bahan bangunan dan upah pekerja berdasarkan standar daerah perencanaan untuk menyelesaikan harga pekerjaan dari konstruksi tersebut.

Dari perhitungan RAB, diperoleh biaya pembangunan instalasi pengolah lindi sebesar Rp 303,027,779.35

1. **Standar Operasi dan Pemeliharaan (SOP) Instalasi Pengolah Lindi.**

SOP digunakan sebagai panduan bagi operator instalasi pengolah lindi TPA Tanggan sehingga diharapkan instalasi dapat bekerja maksimal dan memiliki umur produktif yang panjang

1. **KESIMPULAN**
2. Dari perhitungan dan pengukuran langsung dilapangan didapatkan debit lindi perhitungan rasional sebesar 40,39 m3/hari dan debit primer/pengukuran langsung dilapangan sebesar 1,2 m3/hari.
3. Kualitas lindi TPA Sukosari mengandung beberapa parameter yang melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jateng No.10 Tahun 2004, antara lain TSS (1685,10 mg/l), BOD (802,32 mg/l), COD (1455,60 mg/l).
4. Dari hasil evaluasi kolam stabilisasi yang ada didapatkan hasil bahwa semua kolam stabilisasi mempunya volume yang berukuran kurang besar sehingga tidak dapat mengolah pencemar yang masuk dengan jumlah yang banyak. Semua kolam tidak mendapatkan perawatan yang baik karena pada dasar kolam banyak terdapat endapan lumpur yang dapat memeperkecil volume kolam.
5. Alternatif Optimalisasi tepilih adalah dengan menambah satu kolam anaerobic yang diletakkan sebelum kolam anaerobic lama (kolam anaerobic 1 dan 2) dan tetap menggunakan kolam fakultatif yang ada dengan menambah volume kolam fakultatif
6. **SARAN**
7. Perawatan masing-masing unit pengolahan air lindi sebaiknya perlu dilakukan secara kontiniu supaya performan (kinerja) masing-masing unit pengolahan tetap maksimal.
8. **DAFTAR PUSTAKA**

Alaerts, G ; Santika, Sri Sumestri. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional

Damanhuri, Enri. 1995. *Teknik Pembuangan Akhir*, ITB. Bandung

Darmasetiawan, Martin. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA).* Jakarta : Ekamitra Engineering

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air.* Yogyakarta : Kanisius

Hammer, Mark J. 2004. *Water and Wastewater Technology*. New York : John Willey and Sons Inc

Mara, Duncan. 1978. *Sewage Treatment in Hot Climates.* India : Thomson Press

Mara, Duncan. 2003. *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. US : Earthscan.

Marsono, Bowo Djoko. 1999. *Teknik Pengolahan Limbah Secara Biologis*. Surabaya: Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan, ITS

Metcallf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse Third Editio*n. New York: Mc Graw-Hill Companies

Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang *Standar Kualitas Air dan Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Industri*

Puspita, L. E. Ratnawati; I.N.N., Suryadiputra; A.A, Mutia. 2005*. Lahan Basah Buatan di Indonesia.* Bogor : Wetlands International-Indonesia Programme

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia Press

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi

Tchobanoglous. 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues.* New York : Mc Graw Hill Inc