

## REDESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LINDI DI TPA NGIPIK, KECAMATAN GRESIK, KABUPATEN GRESIK

Achmad Mustafa Jauhary<sup>1)</sup>, Shinfi Wazna Auvaria<sup>1)\*</sup>, Sulistiya Nengse<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jl. Ahmad Yani 117 Surabaya.

\*E-mail: [shinfiwazna@uinsby.ac.id](mailto:shinfiwazna@uinsby.ac.id)

### Abstrak

Timbulan sampah di Indonesia mencapai 26,8 juta ton dalam setahun menurut data Kementerian Lingkungan Hidup 2021. Meningkatnya timbulan sampah berpotensi untuk mencemari lingkungan. Air lindi harus diolah terlebih dahulu sebelum dikembalikan ke lingkungan untuk mencegah masuknya unsur pencemar ke badan air. Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL) TPA Ngipik memiliki beberapa permasalahan terkait pengolahan air lindi. Tahun 2017 unit kolam aerasi dan wetland berhenti beroperasi dikarenakan berhentinya operasi kandungan air lindi pada unit pengolahan yang beroperasi telah melebihi baku mutu yaitu parameter BOD 178 mg/l, parameter COD 696 mg/l, dan parameter pH 9,01, sehingga diperlukan suatu upaya untuk menurunkan kandungan BOD, COD, dan pH yang belum memenuhi baku mutu. Setiap kegiatan TPA yang menghasilkan air lindi harus mengolahnya sebelum masuk ke badan air berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 59 Tahun 2016. Hasil perhitungan debit air lindi pada TPA Ngipik sebesar 237,75 m<sup>3</sup>/hari. Hasil evaluasi dari 2 unit bak ekualisasi dan bak anaerobic baffled reactor tersebut masih melebihi baku mutu maka diperlukan redesign instalasi pengolahan air lindi di TPA Ngipik. Hasil redesign pada TPA Ngipik yaitu bak ekualisasi, bak anaerobic, bak fakultatif, bak biofilter, dan bak desinfeksi. Hasil pengolahan air lindi mampu menurunkan kadar BOD sebesar 91%, kadar COD sebesar 93%, dan kadar TSS sebesar 97%. Total Rencana Anggaran Biaya pada perencanaan ini sebesar Rp. 3.891.004.000,00.

**Kata kunci:** Lindi, Redesain IPAL, TPA Ngipik

### Abstract

*Waste generation in Indonesia reaches 26.8 million tonnes a year according to 2021 data from the Ministry of Environment. Increased of waste generation has the potential to pollute the environment. Leachate must be treated first before being returned to the environment to prevent the entry of pollutant elements into water bodies. The Ngipik Landfill Leachate Treatment Plant (IPAL) has several problems related to leachate treatment. In 2017 the aeration pond and wetland units stopped operating due to the cessation of operations. Leachate content in the operating processing unit has exceeded the quality standards, namely the BOD parameter of 178 mg/l, the COD parameter of 696 mg/l, and the pH parameter of 9.01, so an effort is needed to reduce the content of BOD, COD, and pH which do not meet quality standards. Every landfill activity that produces leachate must process it before entering water bodies based on Minister of Environment Regulation No. 59 of 2016. The calculation results for leachate discharge at Ngipik Lanfill are 237.75 m<sup>3</sup>/day. The evaluation results of the 2 equalization tank units and the anaerobic baffled reactor tank still exceed the quality standards, so it is necessary to redesign the leachate treatment plant at the Ngipik Landfill. The results of the redesign of the Ngipik Landfill includes equalization tanks, anaerobic tanks, facultative tanks, biofilter tanks, and disinfection tanks. The results of leachate treatment can reduce BOD levels by 91%, COD levels by 93%, and TSS levels by 97%. The total budget plan for this plan is Rp. 3,891,004,000.00*

**Keywords:** leachate, Ngipik landfill, WWTP redesign

## 1. PENDAHULUAN

Timbulan sampah di Indonesia mencapai 26,8 juta ton dalam setahun menurut data Kementerian Lingkungan Hidup 2021. Besarnya timbulan sampah tersebut terbagi ke dalam beberapa komposisi meliputi sampah sisa makanan sebesar 29,8%, kayu 12,6%, plastik 15,5%,

kertas 11,8%, karet 3,4%, kain 6,3%, kaca 6%, logam 6,4%, lainnya 8,3% (SIPSN, 2021). Karakteristik sampah berpengaruh pada komposisi sampah baik secara kimia, fisika, dan biologi. Karakteristik kimia berupa kadar volati, kadar air, dan kadar abu. Karakteristik fisik meliputi distribusi ukuran, ukuran partikel, dan berat jenis. Karakteristik biologi menghasilkan cairan berupa lindi yang berasal dari dekomposisi oleh mikroorganisme di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Damanhuri & Padmi, 2010). Air lindi harus diolah terlebih dahulu sebelum dikembalikan ke lingkungan untuk mencegah masuknya unsur-unsur pencemar ke badan air terdekat ataupun air tanah yang mengakibatkan menurunnya kualitas air tanah (Wang dkk., 2018).

TPA Ngipik merupakan salah satu TPA di Indonesia yang berlokasi di Kabupaten Gresik. Luas area TPA Ngipik seluas 6 Ha terdiri dari 4 Ha untuk lahan pembuangan sampah dan 2 Ha diperuntukkan bagi sarana prasarana operasional TPA. Awal pembangunan sistem pengelolaan sampah di TPA Ngipik menggunakan Sanitary Landfill, akan tetapi penerapannya saat ini menggunakan open dumping. Hal tersebut dikarenakan biaya yang kurang memadai dan cara pengawasan masih kurang baik (BAPPEDA Kabupaten Gresik, 2018). Sistem *open dumping* yang diterapkan TPA Ngipik dapat menimbulkan pencemaran bagi lingkungan di sekitar TPA. Salah satu pencemaran yang dikhawatirkan adalah pencemaran dari lindi di TPA yang masih belum sesuai baku mutu (Thomas & Santoso, 2019).

Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPAL) TPA Ngipik memiliki beberapa permasalahan terkait pengolahan air lindi. Tahun 2016 Instalasi pengolahan lindi pada TPA Ngipik mempunyai 3 unit yang beroperasi yaitu *Anaerobik Baffled Reactor* (ABR), kolam aerasi dan *wetland*. Tahun 2017 unit kolam aerasi dan *wetland* berhenti beroperasi dikarenakan berhentinya operasi. Untuk menggantikan unit yang sudah tidak beroperasi pada tahun 2018 terdapat penambahan 2 unit ABR Pabrikan, akan tetapi unit tersebut hanya digunakan pada saat musim hujan agar air lindi yang dihasilkan tidak overload. Namun hingga saat ini kandungan air lindi pada unit pengolahan yang beroperasi telah melebihi baku mutu yaitu parameter BOD 178 mg/l, parameter COD 696 mg/l, dan parameter pH 9,01, sehingga diperlukan suatu upaya untuk menurunkan kandungan BOD, COD, dan pH yang belum memenuhi baku mutu (DLH Kabupaten Gresik, 2019).

Tujuan dalam penelitian ini adalah menghitung debit air lindi pada TPA Ngipik, menentukan karakteristik pH, BOD, COD, TSS, N-Total, merkuri, dan kadmium pada air lindi di TPA Ngipik, Mengevaluasi kondisi eksisting IPAL TPA Ngipik, Meredesain Instalasi pengolahan

air lindi pada TPA Ngipik dan Mengestimasi rencana anggaran biaya berdasarkan HSPK Kabupaten Gresik, Jawa Timur Tahun 2022 serta menghitung Rencana Anggaran biaya pembangunan IPAL pada TPA Ngipik.

## **2. METODE**

### **2.1 Tahap Analisis Data**

Analisis data adalah untuk menyusun perencanaan ini dengan analisis data kuantitatif berbentuk angka dan kualitatif menjelaskan hasil tersebut. Data diperoleh untuk melakukan pengumpulan data yang diperlukan mengenai perencanaan yang terdiri dari data primer serta data sekunder. Data primer mengetahui besarnya debit air lindi dari perhitungan metode neraca air serta mengetahui karakteristik air lindi dari data sekunder instalasi pengolahan air lindi pada TPA Ngipik.

#### **a. Data Primer**

Pada penelitian ini untuk data primer didapatkan dari hasil pengamatan dilapangan dan observasi langsung di TPA Ngipik. Adapun data primer yang akan diambil sebagai berikut:

- Data lokasi pengambilan sampel air lindi.
- Data katakteristik air lindi TPA Ngipik, Kabupaten Gresik yaitu parameter pH, BOD, COD, TSS, merkuri, kadmium, dan N-Total.

#### **b. Data Sekunder**

Pada penelitian ini untuk data sekunder didapatkan dari TPA Ngipik serta instansi terkait. Berikut data yang dibutuhkan :

- Data stasiun hujan dan intensitas hujan
- Peta TPA Ngipik, zona TPA dan Sarana prasarana TPA.
- Gambar IPAL eksisting
- HSPK kabupaten Gresik Tahun 2022

### **2.2 Analisa Debit Air Lindi**

Menghitung besarnya debit air lindi dengan data dari stasiun hujan dan intensitas hujan menggunakan Metode Neraca Air (*Water Balance Method*) dimana metode ini dapat memprediksi banyaknya air lindi yang timbul di sebuah TPA baik saat atau setelah dioperasikan. metode ini akan didasari asumsi dimana air lindi hanya dihasilkan berdasarkan curah hujan yang berhasil meresap ke dalam timbulan sampah di TPA (Damanhuri & Padmi, 2015).

$$\text{PERC} = P - (\text{RO}) - (\text{AET}) - (\Delta\text{ST}) \quad (1)$$

Dimana :

PERC = air yang sudah keluar dari system mengarah lapisan bawah tanah, akhir terjadinya lindi.

P = Presipitasi rata-rata dari data tahunan.

RO = Rata-rata bulanan limpasan permukaan (Runoff) dihitung dari presipitasi dan koefisien limpasan.

AET = Aktual evapotranspirasi, memberitahukan banyaknya air yang hilang secara nyata dari bulan ke bulan.

$\Delta\text{ST}$  = pergantian simpanan air dari dalam tanah dari bulan ke bulan yang terkait dengan soil moisture storage.

ST = Soil moisture storage, adalah banyaknya air yang tersimpan dalam tanah pada saat keseimbangan.

I = Infiltrasi, jumlah air terinfiltrasi ke dalam tanah.

### 2.3 Analisis Kualitas Air Lindi

Analisis karakteristik air lindi pada perencanaan ini terdiri dari pH, BOD, COD, TSS, N-Total, merkuri, dan kadmium. Berikut pengumpulan data penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Inventarisasi Data Kualitas Air Lindi

No	Data yang diperoleh	Metode Pengumpulan Data
1.	Titik Lokasi Pengambilan Sampel	SNI 6989.59:2008
2.	BOD	SNI 6989.72:2009
3.	COD	SNI 6989, 73: 2009
4.	PH	SNI 06-6989. 11-2004
5.	TSS	SNI 06-6989.3-2004
6.	Merkuri	SNI 6989-78:2019
7.	Cadmium	SNI 6989.16:2009

Parameter yang digunakan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi bagi usaha dan kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Debit Air Lindi

Perhitungan debit air lindi di lokasi TPA Ngipik menggunakan metode *Water Balance Method*. Perhitungan metode ini digunakan untuk memperkirakan timbulan air lindi adalah dengan pendekatan neraca air atau *water balance method*. Dalam menghitung kuantitas perkolasi dipengaruhi oleh presipitasi, evapotranspirasi, *Surface run-off*, *soil moisture storage*,

*daylight* faktor sehingga perlu dicari nilai dari setiap faktor sebelum akhirnya didapatkan nilai dari perkolasi yang akan dicari (Damanhuri & Padi, 2015). Data yang dibutuhkan dalam metode ini didapatkan dari stasiun BMKG wilayah 3 Sangkapura Kabupaten Gresik, dimana data curah hujan, data suhu udara, dan data posisi koordinat stasiun.

1. Menentukan Jenis Tanah

Jenis tanah yang digunakan sebagai *final cover* sesuai USDA yang dapat diketahui komposisi tanah yang digunakan termasuk ke dalam jenis tanah *sandy loam* (lempung berpasir) (RIPKA Gresik tahun 2013).

Pada jenis tanah *sandy loam* (lempung berpasir) diperoleh jumlah air tersedia pada jenis tanah *sandy loam*, yaitu, 150 mm/m. Satuan yang digunakan dapat berupa milimeter-air per meter tinggi media. Pada perencanaan ini digunakan untuk penutupan sebuah *landfill* adalah *sandy loam* dengan ketebalan 0,6 m, maka diperkirakan jumlah air yang dapat diserap pada *field capacity*-nya adalah  $0,6 \text{ m} \times 150 \text{ mm/m} = 90 \text{ mm}$ .

2. Data Presipitasi dan Temperatur

Mencari nilai rata-rata dari data presipitasi dan temperatur secara bulanan yang didapatkan dari stasiun BMKG Wilayah 3 Sangkapura Kabupaten Gresik. Data presipitasi yang digunakan pada bulan desember sebesar 490,2 mm dan data temperature yang digunakan pada bulan desember sebesar 28,06 °C.

3. Potensi Evapotranspirasi dengan Metode *Water Balance Method*

Dalam menentukan debit air lindi yang akan masuk ke dalam pengolahan air lindi digunakan nilai perkolasi (PERC) yang terbesar terdapat pada bulan Desember dengan nilai 163,78 mm/bulan. Berdasarkan DLH Kabupaten Gresik (2019), luas Landfill TPA Ngipik Kabupaten sebesar 4,5 Ha atau 45.000 m<sup>2</sup>.

a. Menentukan nilai perlokasi

$$\text{Nilai Perlokasi} \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right) = \frac{\text{Nilai Pelokasi} \left( \frac{\text{mm}}{\text{bulan}} \right)}{\text{Jumlah hari dalam satu bulan}}$$

$$\text{Nilai Perlokasi} \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right) = \frac{163,78 \left( \frac{\text{mm}}{\text{bulan}} \right)}{31 \text{ hari}}$$

$$\text{Nilai Perlokasi} \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right) = 5,28 \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right)$$

b. Debit Air Lindi

$$\text{Debit Air Lindi} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right) = \frac{\text{Nilai Pelokasi} \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right) \times \text{Luas Landfill}}{1000}$$

$$\text{Debit Air Lindi } \left( \frac{m^3}{\text{hari}} \right) = \frac{5,28 \left( \frac{mm}{\text{hari}} \right) \times 45.000 m^2}{1000}$$

$$\text{Debit Air Lindi } \left( \frac{m^3}{\text{hari}} \right) = 237,75 \left( \frac{m^3}{\text{hari}} \right)$$

### 3.2 Analisis Kualitas Air Lindi pada Inlet IPAL TPA

Kualitas air lindi pada TPA Ngipik didapatkan dengan uji labolatorium lingkungan. Pengujian kualitas air lindi pada perencanaan ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 59 Tahun 2016 tentang Baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Pengujian kualitas air lindi menggunakan delapan parameter yakni pH, BOD, COD, TSS, Cadmium, Merkuri dan N-Total. Berikut merupakan hasil pengujian kualitas air lindi yang tersaji dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kualitas Air Lindi pada Inlet di TPA Ngipik

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan	Acuan Metode	Keterangan
1	Suhu	31,4	-	°C	SNI 06-6989.23-2005	Sesuai
2	pH	9,1	6-9	-	SNI 6989 11-2019	Melebihi Baku Mutu
3	BOD	2600	150	mg/l	SNI 6989 72-2009	Melebihi Baku Mutu
4	COD	3102	300	mg/l	SNI 6989 2.2019	Melebihi Baku Mutu
5	TSS	380	100	mg/l	SNI 6989 13.2019	Melebihi Baku Mutu
6	Cd	0,0059	0,1	mg/l	SNI 6989.16-2009	Sesuai
7	Hg	0,0055	0,005	mg/l	SNI 6989 16-2009	Sesuai
8	N-Total	23,1	60	mg/l	7.2/IK/GQA/WQ/064	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air lindi pada Inlet yang tersaji pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu. Parameter yang melebihi baku mutu yang ditetapkan yakni pH 9,1, BOD 2600 mg/L, COD 3102 mg/L, TSS 380 mg/L.

### 3.3 Analisis Kualitas Air Lindi pada Outlet IPAL TPA

Kualitas air lindi pada TPA Ngipik didapatkan dengan uji labolatorium lingkungan. Pengujian kualitas air lindi pada perencanaan ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 59 Tahun 2016 tentang Baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Pengujian kualitas air lindi pada inlet menggunakan delapan parameter yakni pH, BOD, COD, TSS, Cadmium, Merkuri dan N-Total. Berikut merupakan hasil pengujian kualitas air lindi yang tersaji dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Analisis Kualitas Air Lindi pada Outlet di TPA Ngipik

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan	Acuan Metode	Keterangan
1	Suhu	33,1	-	C°	SNI 06-6989.23-2005	Sesuai
2	pH	8,9	6-9	-	SNI 6989 11-2019	Sesuai
3	BOD	1218	150	mg/l	SNI 6989 72-2009	Melebihi Baku Mutu
4	COD	2634	300	mg/l	SNI 6989 2.2019	Melebihi Baku Mutu
5	TSS	170	100	mg/l	SNI 6989 13.2019	Melebihi Baku Mutu
6	Cd	0,0042	0,1	mg/l	SNI 6989.16-2009	Sesuai
7	Hg	<MDL*	0,005	mg/l	SNI 6989 16-2009	Sesuai
8	N-Total	0,73	60	mg/l	7.2/IK/GQA/WQ/064	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air lindi pada *Outlet* yang tersaji pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu. Parameter yang melebihi baku mutu yang ditetapkan yakni BOD 1218 mg/L, COD 2634 mg/L, TSS 170 mg/L.

### 3.4 Evaluasi Kondisi Eksisting IPAL TPA Ngipik

#### 1. Kondisi Eksisting

Berdasarkan survey di lapangan diketahui bahwasannya pada Tahun 2017 unit kolam aerasi dan *wetland* berhenti beroperasi dikarenakan berhentinya operasi. Untuk menggantikan unit yang sudah tidak beroperasi pada tahun 2018 terdapat penambahan 2 unit Anaerobic baffled reactor (ABR) Fabrikasi, akan tetapi unit tersebut hanya digunakan pada saat musim hujan agar air lindi yang dihasilkan tidak *overload*. Unit yang akan dievaluasi hanya bak ekualisasi dan ABR, untuk unit aerasi dan *wetland* tidak dilakukan evaluasi karena sudah tidak beroperasi (DLH Kabupaten Gresik, 2019). Hasil pengukuran dimensi pada survey di lapangan dapat diketahui pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Dimensi IPAL Kondisi Eksisting

No	Unit IPAL	Dimensi Unit IPAL Kondisi Lapangan					Volume Lahan yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )
		Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Freeboard (m)	Kedalaman Total (m)	
1	Unit Bak Ekualisasi	3.00	2.00	1.00	0.30	1.30	6.00
2	Unit Bak Anaerobik Baffled Reactor	20.75	5.50	3.00	0.30	3.30	114.13
Total Kebutuhan Lahan							120.13

Berdasarkan Tabel 4 hasil dimesni IPAL kondisi eksisting unit bak ekualisasi dan bak *anaerobic baffled reactor*. Bak ekualisasi dengan volume lahan 6 m<sup>2</sup> dengan Panjang 3 m, lebar 3 m dan kedalaman 1 m. Bak *anaerobic baffled reactor* dengan volume lahan sebesar 114,15 m<sup>2</sup> dengan panjang 20,75 m; lebar 5,5 m; dan kedalaman 3 m.

#### 2. Evaluasi Kondisi Eksisting

Evaluasi kondisi eksisting yang akan di evaluasi yaitu pada unit bak ekualisasi dan bak *anaerobic baffled reactor* dan menggunakan debit dari hasil perhitungan yang sebesar 237,75 m<sup>3</sup>/hari. Berikut dimensi unit IPAL hasil perhitungan sebagai disajikan pada Tabel 5 (Dirjen Cipta Karya, 2017).

**Tabel 5.** Dimensi IPAL Hasil Perhitungan

No	Unit IPAL	Dimensi Unit IPAL Kondisi Lapangan					Volume Lahan yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )
		Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Freeboard (m)	Kedalaman Total (m)	
1	Unit Bak Ekualisasi	3.00	3.00	1.00	0.30	1.30	9.00
2	Unit Bak Anaerobik Baffled Reactor	14.50	11.60	3.00	0.30	3.30	168.20
Total Kebutuhan Lahan							177.20



Berdasarkan Tabel 5 hasil dimensi perhitungan debit air lindi sebesar 237,75 m<sup>3</sup>/hari. ada perbedaan dengan hasil kondisi eksisting pada dimensi bak ekualisasi dan bak anaerobic baffled reactor. Bak ekualisasi dengan volume lahan 9 m<sup>2</sup> dengan Panjang 3 m, lebar 3 m dan kedalaman 1 m. bak anaerobic baffled reactor volume lahan sebesar 168,20 m<sup>2</sup> dengan Panjang 14,5 m, lebar 11,6 m dan kedalaman 3 m. Hasil *effluent* air lindi pada evaluasi unit bak ekualisasi dan anaerobic *baffled reactor* di TPA Ngipik dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Effluen Karakteristik Air Lindi pada IPAL di TPA Ngipik

Parameter	Inlet (mg/l)	Bak Ekualisasi		Kolam Anaerobik Baffled Reactor		Baku Mutu	Keterangan
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil		
Suhu	31,4	0%	31,4	0%	31,4	-	sesuai
pH	8,9	0%	8,9	0%	8,9	-	sesuai
BOD	2600	0%	2600	80%	520	150	Melebihi Baku Mutu
COD	3102	0%	3102	93%	217,14	300	Sesuai
TSS	380	0%	380	78%	84	100	Sesuai
Merkuri	0,0059	0%	0,0059	0%	0,0059	0,1	Sesuai
Kadmium	<MDL*	0%	<MDL*	0%	<MDL*	0,005	Sesuai
Total Nitrogen	23,1	0%	23,1	0%	23,1	60	Sesuai

Berdasarkan Tabel 6 hasil perhitungan effluent didapatkan dengan hasil effluent BOD sebesar 520 mg/L, effluent COD sebesar 217,14 mg/L, dan effluent TSS sebesar 84 mg/L. Bila dibandingkan dengan outlet dapat dilihat pada Tabel 5.7 didapatkan hasil *effluent* BOD sebesar 1218 mg/L, *effluent* COD sebesar 3102 mg/L, *effluent* TSS sebesar 170 mg/L. Hasil perhitungan *effluent* BOD, COD dan TSS lebih kecil karena dipengaruhi dari hasil debit air lindi. Namun hasil perhitungan tersebut telah melebihi baku mutu (Dirjen Cipta Karya, 2017).

### 3.5 Redesain Instalasi Pengolahan Air Lindi pada TPA Ngipik

#### 1. Pemilihan Alternatif Proses IPAL menggunakan Efisiensi Removal

Pada umumnya unit pengolahan air lindi yang digunakan di teknik lingkungan dapat dibagi dalam fisika, kimia, dan biologi. Unit operasi yang digunakan tergantung kepada karakteristik air lindi yang akan diolah. Adapun alternatif-alternatif proses pengolahan lindi yang direncanakan berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 sebagai berikut:

- a. Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan Biofilter (Alternatif -1)
- b. Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan Land Treatment/Wetland (Alternatif -2)
- c. Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dengan Aerated Lagoon (Alternatif -3)
- d. Koagulasi-Flokulasi, Sedimentasi, Kolam Anaerobik atau ABR (Alternatif -4)
- e. Koagulasi-Fokulasi, Sedimentasi I, Aerated Lagoon, Sedimentasi II (Alternatif -5)



Berdasarkan kelima alternatif di atas, kemudian dilakukan perhitungan efisiensi removal pencemar masing-masing alternatif dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perhitungan Alternatif Pemilihan Pengelolaan IPAL TPA Ngipik

Alternatif 1											
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Kolam Anaerobik*		Kolam Fakultatif *		Biofilter *			
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
BOD	2600	0%	2600 mg/l	70%	780 mg/l	70%	234 mg/l	95%	11,7 mg/l		
COD	3102	0%	3102 mg/l	65%	1085,7 mg/l	80%	217,14 mg/l	85%	32,571 mg/l		
TSS	380	0%	380 mg/l	80%	76 mg/l	85%	11,4 mg/l	65%	3,99 mg/l		
Alternatif 2											
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Kolam Anaerobik *		Kolam Fakultatif *		Wetland *			
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
TSS	2600	0%	2600 mg/l	70%	780 mg/l	70%	234 mg/l	60%	93,6 mg/l		
BOD	3102	0%	3102 mg/l	65%	1085,7 mg/l	80%	217,14 mg/l	80%	43,428 mg/l		
COD	380	0%	380 mg/l	80%	76 mg/l	85%	11,4 mg/l	60%	4,56 mg/l		
Alternatif 3											
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Kolam ABR *		Aerator Lagoon **		Pemisah Padatan **			
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
TSS	2600	0%	2600 mg/l	90%	260 mg/l	85%	39 mg/l	0%	39 mg/l		
BOD	3102	0%	3102 mg/l	85%	465,3 mg/l	85%	69,795 mg/l	0%	69,795 mg/l		
COD	380	0%	380 mg/l	80%	76 mg/l	85%	11,4 mg/l	0%	11,4 mg/l		
Alternatif 4											
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Koagulasi-Flokulasi **		Sedimentasi **		Anaerobik Pond **		Kolam ABR *	
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
TSS	2600	0%	2600 mg/l	0%	2600 mg/l	50%	1300 mg/l	70%	390 mg/l	90%	39 mg/l
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Koagulasi-Flokulasi **		Sedimentasi **		Anaerobik Pond **		Kolam ABR *	
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
BOD	3102	0%	3102 mg/l	0%	3102 mg/l	50%	1551 mg/l	65%	542,85 mg/l	85%	81,4275 mg/l
COD	380	0%	380 mg/l	0%	380 mg/l	50%	190 mg/l	80%	38 mg/l	80%	7,6 mg/l
Alternatif 5											
Parameter	Influent (mg/l)	Bak Ekualisasi *		Koagulasi-Flokulasi **		Aerator Lagoon **		Sedimentasi I **		Sedimentasi II **	
		Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil
TSS	2600	0%	2600 mg/l	0%	2600 mg/l	85%	390 mg/l	50%	195 mg/l	50%	97,5 mg/l
BOD	3102	0%	3102 mg/l	0%	3102 mg/l	85%	465,3 mg/l	50%	232,65 mg/l	50%	116,325 mg/l
COD	380	0%	380 mg/l	0%	380 mg/l	85%	57 mg/l	50%	28,5 mg/l	50%	14,25 mg/l

Keterangan:

\* : sumber dari (Dirjen Cipta Karya, 2017).

\*\* : sumber dari (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga yang terdapat pada Lampiran III)

**Tabel 8.** Rekapitulasi Nilai *Effluent* Outlet Alternatif

Parameter	Satuan (mg/l)	Baku Mutu	Rekap Perbandingan Alternatif				
			Outlet				
			alternatif 1	alternatif 2	alternatif 3	alternatif 4	alternatif 5
BOD	2600	150	11,7	93,6	39	39	97,5
COD	3102	300	32,571	43,428	69,795	81,4275	116,325
TSS	380	100	3,99	4,56	11,4	7,6	14,25

Berdasarkan Tabel 8 diatas, seluruh alternatif telah memenuhi baku mutu, akan tetapi dipilih alternatif kesatu karena menghasilkan kualitas pencemaran pada effluent yang paling kecil. Selain itu, alternatif pertama memiliki kelebihan yaitu:

- Unit anaerobic: konstruksi sederhana, biaya operasional mudah, dan efisiensi penyisihan BOD hingga 70%.
- Unit fakultatif: mengurangi konsentrasi mikroorganisme patogen hingga 60 sampai 99%, mampu mengelola beban yang berfluktuasi, serta operasi dan perawatan yang sederhana.
- Unit biofilter menggunakan media sarang tawon untuk efisiensi penyisihan BOD hingga 70 sampai 90%.

## 2. Perhitungan Detail Dimensi Redesain Instalasi Pengolahan Air Lindi

Berdasarkan hasil pemilihan alternatif efisiensi pengolahan air lindi, maka ditetapkan unit redesain yang akan direncanakan adalah sebagai berikut:

- Kolam Ekualisasi

Ekualisasi adalah instalasi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan operasional yang diakibatkan bervariasinya debit, dimana hal ini dapat meningkatkan kinerja dari proses pengolahan dari instalasi selanjutnya serta dapat menurunkan biaya perawatan dari instalasi lainnya. Hasil perhitungan unit disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Dimensi Unit Bak Ekualisasi

No	Kriteria	Satuan	Nilai perhitungan
1	Panjang	m	3
2	Lebar	m	3
3	Kedalaman Aktif	m	1
4	<i>Free Board</i>	m	0,3
5	Kedalaman Total	m	1,3
6	Volume	m <sup>3</sup>	9
4	Debit	m <sup>3</sup> /hari	237,75

b. Kolam Anaerobik

Unit pengolahan kolam anaerobik berperan sebagai penguraian kadungan organik Biochemical Oxygen Demand serta padatan tersuspensi dengan cara tanpa oksigen atau anaerob. Kolam anaerob dapat dikondisikan dengan mengurangi konsentrasi BOD yang melebihi kemampuan produksi oksigen dari hasil fotosintesis (Mara, 2003). Hasil perhitungan unit disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Dimensi Unit Bak Anaerobik

No	Kriteria	Satuan	Nilai perhitungan
1	Panjang	m	26
2	Lebar	m	13
3	Kedalaman Aktif	m	5
4	<i>Free Board</i>	m	0,3
5	Kedalaman Total	m	5,3
6	Volume	m <sup>3</sup>	1690
4	Debit	m <sup>3</sup> /hari	237,75

c. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif didesain untuk menyisihkan beban BOD permukaan rendah (100-400 kgBOD/ha.hari) dengan menggunakan alga yang tumbuh secara alami di permukaan kolam. Keberadaan alga pada kolam fakultatif membantu proses penyisihan BOD melalui oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis (Dirjen Cipta Karya, 2017). Hasil perhitungan unit disajikan pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Dimensi Unit Bak Fakultatif

No	Kriteria	Satuan	Nilai perhitungan
1	Panjang	m	32
2	Lebar	m	16
3	Kedalaman Aktif	m	2,5
4	<i>Free Board</i>	m	0,3
5	Kedalaman Total	m	2,8
6	Volume	m <sup>3</sup>	1.280
4	Debit	m <sup>3</sup> /hari	237,74

d. Kolam Biofilter

Biofilter merupakan salah satu unit pengolahan sekunder pada instalasi pengolahan air limbah. Biofilter memanfaatkan perkembangbiakan mikroorganisme yang melekat pada media filter untuk membantu mereduksi zat pencemar dalam air limbah. Biofilter memiliki efisiensi

removal BOD hingga 90% (Dirjen Cipta Karya, 2018). Hasil perhitungan dimensi unit bak biofilter disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Perhitungan Dimensi Unit Bak Biofilter

No	Kriteria	Satuan	Nilai perhitungan
1	Panjang Reaktor	m	5
2	Panjang Sekat	m	0,2
3	Panjang Total Reaktor	m	5,7
4	Kedalaman Reaktor	m	3
5	<i>Free Board</i>	m	0,3
6	Kedalaman Total	m	3,4
7	Panjang Media	m	5
8	Lebar Media	m	5
9	Tinggi Media	m	1,2
10	Panjang Zona Media	m	4,5
11	Lebar Media	m	5
12	Kedalaman Zona Media	m	3
13	Panjang Zona Aerasi	m	0,5
14	Lebar Aerasi	m	5
15	Kedalaman Zona Media	m	3

e. Kolam Outlet dan Desinfeksi

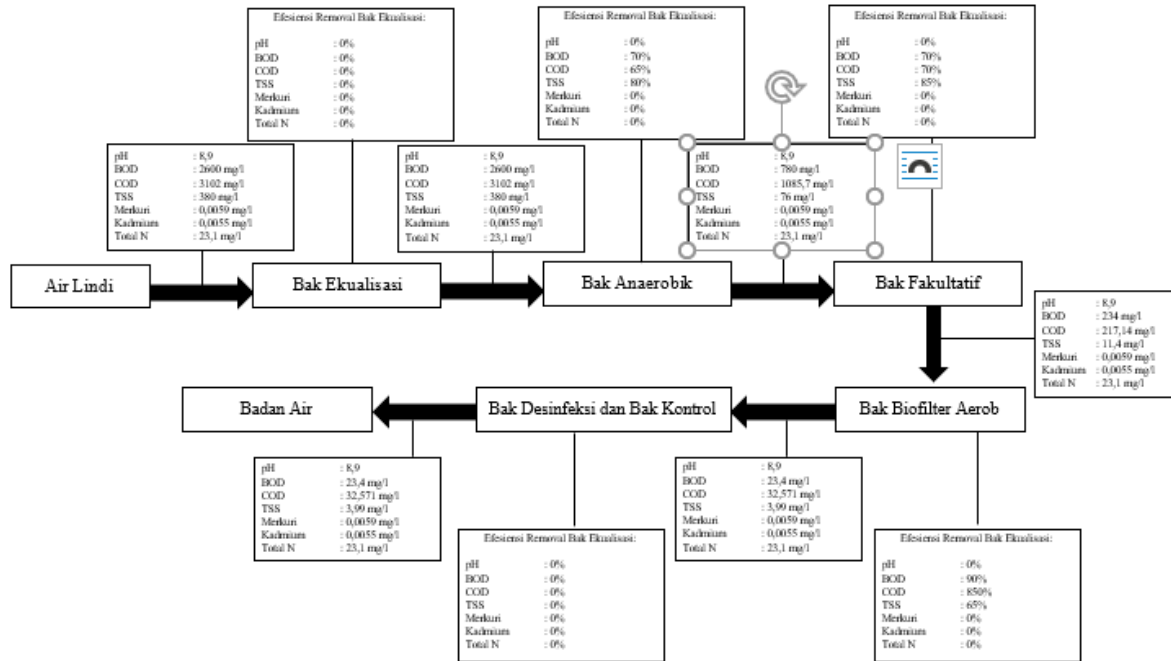
Bak kontrol berfungsi sebagai bak akhir untuk melihat hasil olahan air limbah sebelum dibuang menuju outlet badan penerima air. Selain itu pada bak kontrol ini juga akan ditambahkan unit pembubuh bahan desinfektan berupa Kaporit untuk membunuh mikroorganismen patogen sebelum dapat dibuang ke badan air penerima (Abbud, 2021). Hasil perhitungan unit disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Hasil Perhitungan Dimensi Unit Bak Desinfeksi

No	Kriteria	Satuan	Nilai perhitungan
1	Panjang	m	3
2	Lebar	m	3
3	Kedalaman Aktif	m	1
4	<i>Free Board</i>	m	0,3
5	Kedalaman Total	m	1,3
6	Volume	m <sup>3</sup>	9
4	Debit	m <sup>3</sup> /hari	237,75

### 3. Keseimbangan Massa

Data kesetimbangan massa digunakan untuk mengetahui data effluent dan juga data efisiensi removal tiap unit pengolahan. Hasil analisa kesetimbangan massa pada perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kesetimbangan Massa Redesain IPAL TPA Ngipik

### 3.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) yang digunakan pada perencanaan ini adalah AHSP 2016 yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28/PRT/M/2016. Analisis harga pekerjaan yang diterapkan dalam perencanaan ini mengacu pada HSPK Gubernur Jawa Timur Tahun 2021. Berikut merupakan rekapitan rencana anggaran biaya (RAB) yang terparap pada Tabel 14.

Tabel 14. Rekapitulasi RAB Redesain IPAL TPA Ngipik

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	2	3
A	Pekerjaan Persiapan	Rp 42.873.444,90
B	Pekerjaan Tanah	Rp 428.659.861,43
C	Pekerjaan Lantai Kerja	Rp 46.839.015,66
D	Pekerjaan Beton Bertulang	Rp 2.954.854.468,96
E	Pekerjaan Pipa	Rp 2.049.396,00
F	Pekerjaan Lain Lain	Rp 62.000.000,00
	JUMLAH	Rp 3.537.276.186,95
	PPN 10%	Rp 353.727.618,69
	TOTAL	Rp 3.891.003.805,64
	DIBULATKAN	Rp 3.891.004.000,00

Terbilang : Tiga Milliar Delapan Ratur Sembilan Puluh Satu Juta Empat Ribu Rupiah

Direncanakan RAB pekerjaan Redesain Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Ngipik Kabupaten Gresik yakni sebesar Rp. 3.891.004.000,-

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan dari perencanaan Instalasi Pengolahan Air Lindi TPA Ngipik sebagai berikut: disamakan dengan tujuan

1. Debit air lindi di TPA Ngipik berdasarkan perhitungan water balance method adalah sebesar 237,75 m<sup>3</sup>/hari.
2. Karakteristik air lindi TPA Ngipik adalah: pH (9,1), BOD (2600 mg/l), COD (3102 mg/l), TSS (380 mg/l), Merkuri (0,0059 mg/l), Kadmium (0,0055 mg/l), Total Nitrogen (23,1 mg/l). Kualitas effluent IPAL air lindi TPA Ngipik adalah pH (8,9), BOD (1218 mg/l), COD (2634 mg/l), TSS (170 mg/l), Merkuri (0,0042 mg/l), Kadmium (0,0055 mg/l), Total Nitrogen (0,73 mg/l).
3. Effluent IPAL TPA Ngipik yang melebihi baku mutu adalah BOD, COD, dan TSS, hal ini dikarenakan hanya bak ekualisasi dan bak ABR yang beroperasi.
4. Hasil redesain IPAL TPA Ngipik antara lain: Bak Ekualisasi, Bak Anaerobik, Bak Fakultatif, Bak Biofilter, dan Bak Desinfeksi atau Bak Kontrol.
5. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk redesain IPAL TPA Ngipik sebesar Rp. 3.891.004.000,00.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abbud, A. S. (2021). Pra Rancang Pengolahan Lindi TPA Studi Kasus TPA Mencirim Kota Binjai. *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara: Fakultas Teknik Lingkungan.
- Damanhuri, E., & Padi, T. (2015). Pengolahan Sampah Terpadu Edisi Kedua. Bandung: ITB PRESS.
- Damanhuri, E., & Padi, T. (2010). Diktat Pengolahan Sampah. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Dirjen Cipta Karya. (2017). Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja (Buku A). *Jakarta Utara: Kementrian Pekerjaan*.
- Dirjen Cipta Karya. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T (BUKU B). *Jakarta Utara: Kementrian Pekerjaan*, 1-140.

- Mara, D. (2003). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. *University of Leeds*, 1-311.
- Peraturan Menteri LHK Nomor P.59 Tahun. (2016). Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. *Jakarta: Pemerintahan Pusat*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03 Tahun. (2013). Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Peraturan Menteri PUPR No. 28. (2016). pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan Umum.
- Prameswari, P., & Purnomo, A. (2014). Perencanaan Pelayanan Air Limbah Komunal di Krasak Kecamatan Jatibaring Kota Indramayu. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol 3, No 2.
- SIPSN. (2021). Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*.
- Thomas , R. A., & Santoso, D. H. (2019). Potensi Pencemaran Air Lindi Terhadap Air Tanah dan Teknik Pengolahan Air Lindi di TPA Banyuroto Kabupaten Kulon Progo. *Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Jurnal Science Tech* Vol. 5, No. 2.
- Wang, K. L. (2018). Treatment of landfill leachate using activated sludge technology, A review. *Archaea*, 10(2).