



## Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi TPA Tobelo Marahai Di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara

Chatrin A. Toreh<sup>#a</sup>, Hendra Riogilang<sup>#b</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>#c</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>#a</sup>angeltoreh12@gmail.com, <sup>#b</sup>hendrariogilang001@gmail.com, <sup>#c</sup>steevarondonuwu@gmail.com

### Abstrak

Air lindi merupakan air dengan konsentrasi kandungan organik yang tinggi, terbentuk dalam *landfil* akibat adanya air hujan yang masuk. Setiap hari volume sampah yang dihasilkan di Kabupaten Halmahera Utara mencapai sekitar 82,345 L/orang perhari atau sampah mencapai 50 ton/hari. Bak penampungan Air Lindi semakin banyak dan berlimpah apabila hujan terjadi terus menerus. Semakin bertambah timbunan sampah setiap hari dan mempengaruhi kinerja instalasi pengolahan Air lindi di TPAS Tobelo Marahai Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi kapasitas pengolahan Air Lindi di TPAS Tobelo Marahai. Pengolahan dan analisis data yang dilakukan adalah menghitung besarnya debit lindi yang dihasilkan dari TPAS Tobelo Marahai dengan melakukan pengukuran secara langsung. Metodologi yang dilakukan adalah mengambil data di lapangan berupa TSS, TDS, COD, BOD kemudian sampel lindi yang diambil dilakukan pemeriksaan kadar kontaminan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Halmahera Utara dan diperoleh hasil TSS 38 mg/L, TDS 829 mg/L, BOD 141mg/L, dan nilai COD 304 mg/L, nilai ini sedikit melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu 300 mg/L serta melakukan perhitungan debit lindi dengan metode *Thornweite-Matter*. Hasil perhitungan perkolasi air tertinggi bulanan pada Februari dengan nilai perkolasi air 420m<sup>3</sup> sehingga memperoleh debit lindi rencana 430m<sup>3</sup>. Mengevaluasi kondisi instalasi pengolahan lindi eksisting sehingga kolam lindi yang direncanakan menggunakan metode pengolahan kombinasi antara lain kolam anaerobik, kolam stabilisasi, maturasi, dan biofilter. Penyelenggaraan prasarana dan sarana sampah sejenis rumah tangga dan kinerja dari instalasi pengolahan lindi. Mengoptimalkan instalasi pengolahan lindi TPAS Tobelo Marahai Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara.

*Kata kunci: air lindi, instalasi pengolahan, Tempat Pembuangan Akhir*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan permasalahan yang timbul di kota-kota besar yang ada di Indonesia. Dewasa ini pembangunan yang banyak dilaksanakan secara besar besaran, di daerah perkotaan di Indonesia telah membawa dampak negative terhadap lingkungan. Semakin meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk yang tinggi disertai kemajuan tingkat perekonomian, maka akan sangat mempengaruhi peningkatan jumlah volume sampah baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Apabila tidak dikelola dengan baik akan mempengaruhi tingkat kebersihan dan mencemari lingkungan yang pada akhirnya akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat. Beberapa alternatif cara pun dilakukan untuk mengelola sampah demi terwujudnya kota bersih dan tidak mengganggu lingkungan, salah satu sub sistem dalam pengelolaan sampah yaitu adanya Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah. Kasus pencemaran TPA yang secara potensial menimbulkan konflik sosial karena adanya pencemaran lindi (*leachate*). Kota Tobelo memiliki Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang berlokasi di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo, Kabupaten

Halmahera Utara dengan sistem open dumping. TPA ini mulai beroperasi sejak tahun 2006 sampai tahun 2017 di TPA Kali pitu, sejak tahun 2018 TPA berpindah ke TPA Marahai di desa gosoma di lakukan system control landfill sampai sekarang. Keberadaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai pengolahan akhir sampah baik yang akan didaur ulang sebagai kompos ataupun hanya ditimbun setelah disortir oleh pemulung. Dari penjelasan diatas, Pengambilan judul “Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi Tpa Tobelo Marahai di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara”, agar dapat mengevaluasi kapasitas kolam pengolahan yang sesuai untuk TPA Tobelo Marahai. Penelitian ini memperoleh data-data baik data Primer dan data Sekunder serta sebagai penerapan ilmu Teknik Lingkungan yang didapatkan selama masa kuliah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana Efektivitas pengolahan IPAL TPA Marahai di Desa Gosoma dan usulan perbaikan atau perencanaan kembali instalasi pengolahan air lindi.

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan sanitary landfill ini yang akan di bahas:

1. Data kualitas air lindi menggunakan data sekunder
2. RAB tidak ditinjau dalam penelitian ini
3. Detail kolam instalasi tidak ditinjau dalam gambar perencanaan
4. Lokasi perencanaan berada dalam TPA
5. Hanya mengevaluasi sistim pengolahan air lindi di TPA Tobelo Marahai

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi kapasitas instalasi pengolahan air lindi TPA di desa Gosoma dengan menggunakan system sanitary landfill;
2. Desain IPAL TPA Proyeksi untuk 10 tahun kedepan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mencegah terjadinya pencemaran air lindi pada air tanah didaerah TPA dan sekitarnya setelah mengaplikasikan IPAL sesuai sanitary landfill.
2. Memberikan informasi atau rekomendasi desain TPA yang dilengkapi dengan system IPAL yang sesuai dengan sanitary landfill.

## 2. Metode

### 2.1 Tempat Penelitian

Penelitian di lakukan di ruang lingkup TPA Tobelo Marahai Desa Gosoma, terletak pada lokasi Geografis. Lokasi penelitian berada dalam TPA di outlet kolam lindi TPA Tobelo Marahai Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara.

### 2.2 Metodologi Penelitian

Alat dan Bahan yang di perlukan untuk mendukung pengambilan data primer maupun data sekunder di lapangan berupa:

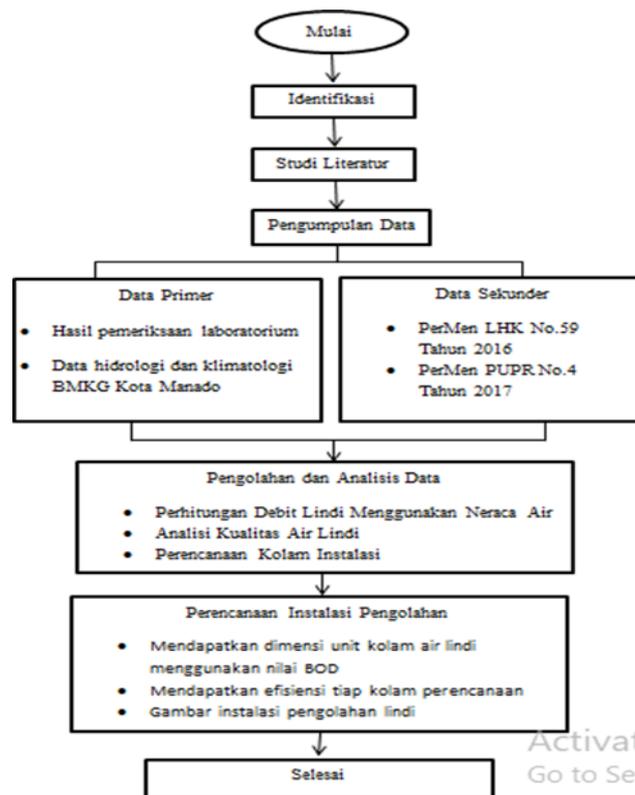
- botol sampling 1,5 Liter
- Sepatu Boots,
- masker,
- Hanscoon



Gambar 1 . Lokasi Penelitian

### 2.3 Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mengikuti alurr pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 2.4 Jenis Data

Dalam pelaksanaan suatu penelitian, di perlukan adanya ketersediaan data yang menunjang agar dapat di lakukan pengukuran parameter air lindi danmembandingkan hasil perbandingan dan baku mutu. Data dikumpulkan ini berupa data Primer dan Sekunder. Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan saat melakukan survey lapangan sedangkan data Sekunder data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari catatan terdahulu. Parameter-parameter yangbiasa digunakan dalam menentukan baku mutu kualitas lindi yang aman dibuang

ke badan air atau lingkungan sesuai PerMen LH No.59 Tahun 2016 tentang baku mutu kualitas lindi dan atau tempat pemrosesan akhir sampah. Sampel air lindi di TPA Tobelo Marahai yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari saluran Inlet instalasi pengolahan TPA Tobelo Marahai dan Outlet Instalasi pengolahan TPA Tobelo Marahai . Pengambilan sampel air lindi pada instalasi air pengolahan limbah (IPAL).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian Air Lindi

Semua aspek parameter menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu yang ditetapkan. Nilai TSS 58 mg/L termasuk rentang sedang dan melebihi baku mutu yaitu 40 mg/L. Nilai TDS 1615 mg/L termasuk rentang tinggi dan melebihi baku mutu yaitu 1000 mg/L. Nilai BOD 182 mg/L termasuk rentang sedang dan melebihi bakumutu 182 mg/L. Nilai COD 389 mg/L termasuk rentang tinggi dan melebihi baku mutu 300 mg/L. Air limbah telah mengalami pengolahan pada unit-unit proses yang terdapat dalam IPAL, lindi yang dialirkan ke sungai dan ke badan air dalam ha l ini laut Maluku merupakan tempat pembuangan air hasil olahan. Air lindi hasil olahan yang masuk ke kolam indikator air limbah hasil pengolahan, kemudian air limbah hasil olahan akan dialirkan ke badanair. Dalam sistem pengolahan air limbah, parameter pada outlet merupakan hal paling penting untuk dianalisis. Selain itu dikarenakan salah satu ketentuan pembuangan air limbah hasil olahan, dan juga karena kualitas air olahan pada outlet mempengaruhi kondisi badan air yang akan diterima. Berdasarkan hasil analisis laboratorium kualitas effluent IPAL TPA Tobelo adalah seperti yang terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah pada Outlet IPAL

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pemeriksaan	Metode Pengujian
1	TSS	mg/L	40	38	SNI 06-6989.3-2004
2	TDS	mg/L	1000	829	SNI06-6989.27-2005
3	BOD	mg/L	150	141	SNI 6989.72:2009
4	COD	mg/L	300	304	SNI 6989.2:2009

Berdasarkan data hasil anlisis laboratorium, selanjutnya dilakukan analisis untuk setiap parameter yang telah ditetapkan diantaranya sebagai berikut:

#### 1. TSS

Tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai TSS 38 mg/L pada outlet IPAL TPA Tobelo berada pada kadar yang aman untuk di buang ke badan air. Berdasarkan baku mutu lingkungan sudah ditetapkan oleh PERMEN LHK- RI No. 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/AtauKegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, dinyatakan nilai TSS aman dibuang ke badan air adalah 40 mg/L. Kadar TSS tinggi pada air sungai dan disebabkan air sungai menjadi keruh. Kekeruhan menghalangi sinar matahari terhalang masuk kedasar sungai disebabkan oleh proses fotosintesis terganggu. Proses fotosintesis terganggu karena turunnya kadar oksigen yang terlarut d a n dilepaskan ke dalam air sungai oleh tanaman. Kadar oksigen yang turun terlarut dalam air sungai yang mengganggu ekosistem sungai tersebut. Kadar oksigen yang dilarutkan dalam air sungai terus menerus menurun dan mengakibatkan tanaman serta organisme berada di sungai lama-lama dan mengalami kematian (Yulianti, 2019 dalam Alaerts &Sumestri, 2004)

#### 2. TDS

Tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai TDS 829 mg/L pada outlet IPAL TPA Tobelo berada pada kadar yang aman untuk di buang ke badan air. Berdasarkan baku mutu lingkungan sudah ditetapkan oleh PERMEN LHK- RI No. 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/AtauKegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, dinyatakan bahwa nilai TSS aman dibuang ke badan air adalah 1000 mg/L. Kadar TDS yang tinggi mempengaruhi salinitas dan daya hantar listrik di laut, sehingga nilai TDS IPAL dibuang ke sungai tinggi, maka akan meningkat nilai TDS di laut. Damayanti (2014)dalam Oktaviana (2008) apabila salinitas tinggi maka konsentrasi DO menjadi rendah, atau sebaliknya jika salinitas rendah DO menjadi tinggi. Dengan demikian, jika konsentrasi TDS tidak dijaga maka dapat menimbulkan efek beruntun dan

mengurangi ketersediaan oksigen terlarut (DO) untuk ikan budi daya.

### 3. BOD

Tabel diatas, dilihat kandungan BOD 141 mg/L pada effluent IPAL berada dibawah baku mutu, ditunjukkan nilai sangat aman untuk badan air, PERMEN LHK-RI No. 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah adalah 150 mg/L. Konsentrasi BOD yang rendah kemudian masuk ke IPAL, sebagian besar mempengaruhi efektifitas treatment yang terjadi pada tangki septik. Penggunaan tangki septik sebagai treatment awal sebelum air limbah dimasukan keunit IPAL akan terjadi hal yang efektif untuk dilakukan, karena pada tangki septik ini efisiensi BOD dapat mencapai 86% (Mara dan Silva, 1986).

### 4. COD

Konsentrasi COD effluent air limbah secara umum dapat dikatakan belum memenuhi baku mutu yang disyaratkan. Dengan nilai COD 304 mg/L, nilai ini sedikit melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu 300 mg/L. Jika dilihat dari efisiensi kadar COD dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan biologis perlu ditingkatkan. Nilai COD tinggi dikarenakan adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi kandungan oksigen terlarut yang didalamnya ada reaktor yang membantu bakteri menguraikan senyawa polutan dalam reactor (Nevya dkk, 2011).

## 3.2 Pengembangan Unit Pengolah Limbah

Hasil pengujian kualitas air lindi yang dilakukan, dilihat bahwa kualitas air berada pada outlet TPA yang melebihi baku mutu ditetapkan, maka dari itu diperlukan pengembangan unit pengolahan lindi supaya dapat mengurangi kontaminan lindi yang dihasilkan TPA sehingga lingkungan tidak tercemar. Dalam mengembangkan unit pengolah lindi, perlu diketahui bahwa jumlah timbulan sampah dihasilkan saat ini dan dimasa yang akan datang.

## 3.3 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk selama 10 tahun mendatang yaitu tahun 2030 dihitung pada tahun 2020. Menghitung proyeksi jumlah penduduk di tahun mendatang maka diperlukan data jumlah penduduk dan perlu diketahui persentasi pertumbuhan penduduknya. Persentasi pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{P_x - P_{x-1}}{P_{x-1}} \times 100$$

Dimana:

P = Persentasi pertumbuhan penduduk.

PX = Jumlah penduduk tahun yg dihitung P-nya.

PX-1 = Jumlah penduduk tahun sebelum PX

Data penduduk Kecamatan Tobelo diperoleh dari tahun 2016 – 2019 berdasarkan BPS Kabupaten Halmahera Utara (2016-2019) dan perhitungan perkiraan untuk penduduk tahun 2015 dengan hasil perhitungan pertumbuhan penduduk pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Persentase Penduduk Kecamatan Tobelo

No.	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan(%)
1	2015	33320	0
2	2016	34101	0,00
3	2017	34882	0,02
4	2018	35522	0,02
5	2019	36141	0,02
Pertumbuhan			0,02

Kemudian proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode eksponensial, geometri, aritmatik dan logaritma. Data penduduk dianalisis kemudian diambil metode dengan nilai koefisien korelasi (r) dan standar deviasi (sd) menggunakan rumus sebagai berikut:

metode eksponensial

$$= P_n = P_0 \times e^{rn}$$

metode geometri

$$= P_n = P_0 + (1 + r')^n$$

metode aritmatik

$$= P_n = P_0 + (r \times n) \quad r = \frac{P_0 - P_1}{T - T_1}$$

Dengan:

Pn = Jumlah penduduk tahun yang akan dihitung.

n = Selisih antara tahun yang dihitung dan tahun terakhir dalam data

r = Koefisien korelasi

P1 = Jumlah penduduk tahun pertama dalam data.

T = Tahun terakhir dalam data

e = Bilangan pokok sistem logaritma natural (2.7182818).

h = Jumlah waktu yang dihitung

Adapun perhitungan nilai r dan Sd tiap-tiap metode adalah sebagai berikut:

Metode Eksponensial

$$r = \frac{\text{Koefisien Korelasi Eksponensial} \quad [n(\Sigma XY)] - [(\Sigma)(\Sigma Y)]}{\sqrt{[n(\Sigma X^2) - (\Sigma X^2) \times [n(\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2]}}$$

Standar Deviasi Eksponensial

$$Sd = \frac{\sqrt{\Sigma Y - Yn^2}}{n - 2}$$

Metode Geometri

$$r = \frac{\text{Koefisien Korelasi Geometri} \quad [n(\Sigma X \ln Y)] - [(\Sigma)(\Sigma \ln Y)]}{\sqrt{[n(\Sigma X^2) - (\Sigma X^2) \times [n(\Sigma \ln Y^2) - (\Sigma \ln Y)^2]}}$$

Standar Deviasi Geometri

$$Sd = \frac{\sqrt{\Sigma Y - Yn^2}}{n - 2}$$

Metode Aritmatika

$$r = \frac{\text{Koefisien Korelasi Aritmatika} \quad [n(\Sigma XY)] - [(\Sigma X)(\Sigma Y)]}{\sqrt{[n(\Sigma X^2) - (\Sigma X^2) \times [n(\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2]}}$$

Standar Deviasi Aritmatika

$$Sd = \frac{\sqrt{\Sigma Y - Yn^2}}{n - 2}$$

Dengan:

r = Koefisien korelasi

X = Pertambahan tahun.

n = Jumlah data

Y = Jumlah penduduk dari data yang tersedia.

Sd = Standar deviasi

Yn = Jumlah penduduk hasil perhitungan proyeksi.

Untuk menentukan metode yang dipilih diperlukan perhitungan koefisien korelasi dan standar deviasi, berikut ini adalah hasil perhitungannya. Hasil analisis yang memperoleh nilai koefisien korelasi (r) dan standar deviasi (Sd) pada masing-masing metode ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Koefisien Korelasi dan Standar Deviasi

Metode	Nilai r	Nilai sd
Eksponensial	0,9993	50562,04
Geometri	0,0291	50562,04
Aritmatika	0,9993	49770,64

Metode proyeksi yang akan digunakan adalah metode dengan angka koefisien korelasi paling mendekati atau sama dengan 1 dan angka standar deviasi paling kecil. Pada perhitungan diatas diperoleh angka koefisien korelasi terbesar yaitu 0,9993 pada metode perhitungan aritmatik dan eksponensial, namun standar deviasi terkecil terdapat pada metode aritmatik dengan angka 49770,64 dan proyeksi penduduk dipilih adalah proyeksi metode aritmatik dengan jumlah penduduk proyeksi Kecamatan Tobelo pada tahun 2030 adalah 36.200 jiwa.

### 3.4 Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah yang diperlukan agar diketahui jumlah sampah di Kecamatan Tobelo tahun 2030, hal ini juga mengetahui jumlah sampah yang masuk ke TPA kemudian menghitung debit lindi. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Halmahera Utara, estimasi timbulan sampah (kg/orang/hari) di kecamatan Tobelo pada tahun 2018 adalah 82.345 ltr/orang/hari sehingga berat timbulan sampah perorang adalah:

$$\frac{\text{jumlah total sampah perhari (l)}}{\text{jumlah penduduk}} = \text{jumlah sampah ltr/orang/hari}$$

$$\frac{82.345}{35.552} = 2,32 \text{ ltr/orang/hari}$$

Sehingga proyeksi timbulan sampah proyeksi tahun 2030 adalah:

$$\text{Proyeksi timbulan} = \text{timbulan perorang} \times \text{penduduk proyeksi} \text{ Proyeksi timbulan} = 2,32 \times 36.200$$

$$\text{Proyeksi timbulan} = 83.984 \text{ ltr/hari} = 84 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Rencana volume sampah TPA Tobelo pada proyeksi penduduk tahun 2030 dengan jumlah penduduk Kecamatan Tobelo 36.200 jiwa adalah 84 m<sup>3</sup>/hari.

### 3.5 Debit Air Lindi Rencana

Perhitungan air lindi dihitung berdasarkan metode Thornhwaite-Mather, merupakan metode yang digunakan jika tidak terdapat data debit. Pengukuran debit lindi menggunakan metode Neraca air Thornwaite-Matter. Didalam perencanaan instalasi pengolahan lindi yang digunakan debit dengan nilai tertinggi dari hasil analisis. Rumus analisis metode neraca air adalah:

$$PERC = P - (RO) - (AET) - (\Delta ST)$$

Dimana:

- PERC = Perkolasi, air yang keluar dari sistem menuju lapisan dibawahnya, akhirnya menjadi lindi (leachate).
- P = Presipitasi rata-rata bulanan dari data tahunan.
- RO = Limpasan permukaan (run off) rata-rata bulanan dihitung dari presipitasi serta koefisien limpasan.
- AET = Aktual evapotranspirasi, menyatakan banyaknya air yang hilang secara nyata dari bulan ke bulan.
- $\Delta ST$  = Perubahan simpanan air dalam tanah dari bulan ke bulan, yang terkait dengan soil moisture storage

Menurut fungsi meteorologis perhitungan neraca air sangat berguna untuk mengevaluasi ketersediaan air pada suatu wilayah terutama untuk mengetahui kapan ada surplus dan defisit air. Neraca air umumnya dihitung dengan metoda Thornthwaite Mather. Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Thornthwaite sangat sederhana hanya menggunakan data suhu rata-rata bulanan mengacu pada rumus berikut ini:

$$ETp = 1,6 \left( \frac{10t}{1} \right)$$

Dimana :

ETp = Evapotranspirasi potensial dalam mm

t = temperature udara rata-rata bulanan

I = Head index tahunan atau musiman

a = koefisien tempat

Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks panas tahunan

$$I = \left( \frac{t}{5} \right)$$

Dimana:

I = indeks panas tahunan

t = suhu udara rata-rata bulanan

untuk mengetahui koefisien tempat mengacu pada rumus berikut

$$a = 0,000000675I^3 - 0,000077 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$$

Dimana:

a = koefisien tempat

I = indeks panas tahunan

Koreksi ETp baku memakai panjang hari (untuk lintang 0 adalah 1 hari = 12,1 jam = 12,1 jam siang dan jumlah perbulan adalah 30 hari, rumus yang digunakan adalah :

$$ETp = \left( \frac{X}{30} \right) \left( \frac{Y}{12,1} \right) ETp \text{ baku}$$

Dimana:

X = jumlah ahri dalam 1 bulan

Y = panjang hari dalam jam

Perhitungan kandungan air tanah (KAT) mengacu pada rumus berikut:

$$KAT = TLP + \left( 1,00041 - \left( \frac{1,0738}{AT} \right)^{APWL} \right) X AT$$

$$AT = KL - TLP$$

Dimana:

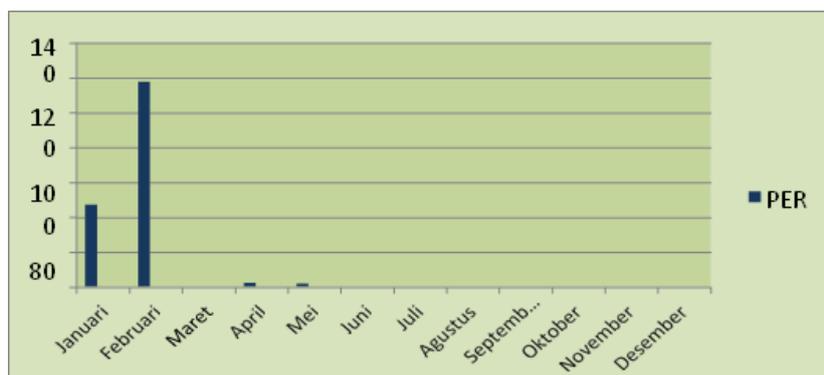
KAT = kandungan air tanah

KL = kapasitas lapang

TLP = titik layu permanen

AT = air tersedia

APWL = kehilangan air potensial



Gambar 3. Neraca Air Metode Thornwhite

Pada perkolasi air bulanan metode thornwaite, terlihat hasil perkolasi airtertinggi pada bulan Februari sehingga kemudian dilakukan analisis perhitungan debit banjir menggunakan rumus berikut :

$$\text{Nilai Perkolasi Harian } \left( \frac{mm}{hari} \right) = \frac{117,81}{28 \text{ hari}} = 4,20 \text{ m}^3$$

Dan didapat debit lindi rencana per 10 tahun adalah

$$\text{Debit lindi } \left( \frac{m^3}{hari} \right) = \frac{\text{nilai perkolasi} \times \text{luas landfill}}{1000}$$

$$\text{Debit lindi } \left( \frac{m^3}{hari} \right) = \frac{4,20 \times 102400}{1000} = 430 \text{ m}^3$$

Jadi, debit rencana lindi berdasarkan kapasitas luas lahan TPA Tobelo Marahai dan perhitungan neraca air metode Thornweite adalah 430 m<sup>3</sup>

### 3.6 Perencanaan IPAL

Perencanaan kolam lindi menggunakan standar Permen PU No. 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Durasi pengolahan lindi sampah dilakukan tiap 20 hari, sehingga sampah hari pertama dimasukkan ke bak pertama, sampah hari kedua dimasukkan ke hari kedua, dan seterusnya hingga hari ke-20. Setiap hari air lindi dihasilkan dan dialirkan ke unit penampungan air lindi, kemudian diresirkulasikan dmenggunakan pompa resirkulasi (durasi resirkulasi 6 jam/hari).

Kolam penampung lindi direncanakan untuk menampung air lindi yang dihasilkan dari 3 fase baru TPA Tobelo, kolam penampung sementara lindi direncanakan dengan rencana dimensi:

Dimensi penampungan Panjang, P	= 35
Lebar , L	= 35
Kedalaman, T	= 2
Volume desain	= 2.450 m <sup>3</sup>

#### a. Unit resirkulasi air lindi

Untuk meresirkulasikan air lindi dari unit penampung air lindi ke unit penampung sampah. Pompa celup. (*submersible pump*) diletakan didalam unit dan dicetak secara berkala

#### b. Perencanaan IPAL

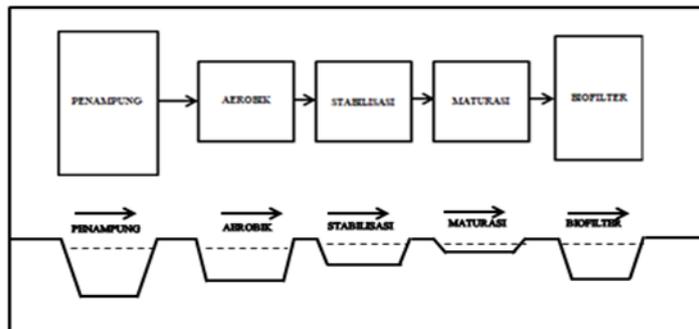
Metode gravitasi menggunakan aliran air dikarenakan pada lokasi TPA berada pada kemiringan cukup terjal sehingga tidak diperlukan pompa untuk mengalirkan air menuju kolam pengolahan. Metode yang digunakan dalam pengolahan lindi adalah kombinasi kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan biofilter yang sesuai standar berlaku dengan detail spesifikasi pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Spesifikasi Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Stabilisasi	Maturasi	Biofilter
1	Fungsi	Penyisihan BOD yang relatif tinggi (> 1000 mg/L), sedimentasi, stabilisasi influen	Penyisihan BOD	Penyisihan mikroorganisme patogen, nutrien	Menyaring effluent sebelum dibuang ke badan air
2	Kedalaman (m)	2	1,5	1,2	1
3	Panjang x lebar (m)	35 x 135	35 x 35	35 x 35	35 x 35
4	Penyisihan BOD (%)	60	75	80	75
5	Waktu detensi (hari)	20	10	8	5
6	Beban organik (kg/Ha hari)	400	125	15	60
7	pH	7	7	7	7
8	Material	Pasangan batu	Pasangan batu	Pasangan batu	Batu, Kerikil, Ijuk, Pasir

### 3.7 Pengembangan IPAL

Pengujian laboratorium dari hasil pengolahan IPAL TPA Tobelo eksisting, ditemukan nilai kadar COD lebih tinggi sedikit maka dari itu diperlukan pengembangan kapasitas pengolahan air lindi TPA Tobelo Marahai (Siswoyo & Habibi, 2018). Layout pengembangan IPAL ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Layout Pengembangan IPAL

## 4. Kesimpulan

Evaluasi kapasitas pengolahan air lindi TPA Tobelo Marahai di desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara menunjukkan:

- Untuk parameter TSS, TDS, BOD, COD adalah sesuai standar yang tertuang dalam Permen LHK No. P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2015 Tentang Baku Mutu Lindi bagi usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.
- Desain IPAL didapat 4 buah kolam *treatment* dengan ukuran 35 x 35 x 2 proyeksi 10 tahun untuk masa layanan TPA Tobelo dengan jumlah timbulan sampah 84m<sup>3</sup>/hari dan debit air lindi rencana 430 m<sup>3</sup>

## Referensi

- Adam, A. I., Mangangka, I. R., & Riogilang, H. (2021). *Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Mapanget Kota Manado*. TEKNO, (1978).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016, Baku Mutu Air Lindi bagi Usaha Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.
- Haumahu, S. A. Q., Riogilang, H., & Mangangka, I. R. (2021). Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi Dengan Proses Kombinasi Kolam Anaerobik, Fakultatif, dan Maturasi di TPA Aertembaga. TEKNO, 19(79).
- Ali, M, 2011 *Rembesan Air Lindi ( Leachate ) Dampak pada Tanaman dan Kesehatan*, UPN press, Surabaya
- APHA,, 1092, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 18<sup>th</sup> ed, *American Public Health Association, American Water Work Association and Water Environment Federation*, Washington
- Baker, L. & Denyes, M. J. 2004. Prediktor Perawatan Diri Pada Remaja Dengan Cystic Fibrosis: Tes Teori Orem Tentang perawatan Diri Dan Defisit Perawatan Diri. *Jurnal keperawatan Anak*. Vol. 23. Hal. 37-48. 2004
- Damanhuri, E., dan Tri, P. 2010. *Diklat Kuliah Pengelolaan Sampah*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Damayanti, H. O. (2014). Tinjauan Kualitas dan Dampak Ekonomi Konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) Air di Area Pertambakan Desa Bulumanis Kidul.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Penerbit Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 , Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha yang belum memiliki Baku Mutu Air Limbah yang ditetapkan.
- Siswoyo, E., & Habibi, G. F. (2018). Sebaran logam berat cadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air sungai dan sumur di daerah sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) Wukirsari Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental*
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Pengelolaan sampah*. Diklat kuliah TL, 3104, 10.

- Damanhuri, Enry. 2010. Diktat Kuliah TL Pengelolaan Sampah. Bandung:Institut Teknologi Bandung.
- Damanhuri, E. (2011). *Teknologi Pengelolaan Sampah*. Bandung : Institut Tekonologi Bandung.
- Damanhuri, E. (2016). *Pengelolaan Sampah*. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.