



## Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo

William Mawuntu<sup>#a</sup>, Hendra Riogilang<sup>#b</sup>, Cindy J. Supit<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>17021107005@student.unsrat.ac.id, <sup>b</sup>hendrariogilang001@gmail.com, <sup>c</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id

### Abstrak

Air Lindi merupakan lelehan hasil degradasi sampah yang berasal dari limpasan air hujan yang dapat menimbulkan pencemaran apabila tidak dilakukan pengelolaan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Toksisitas air lindi berasal dari kandungan senyawa kimia organik maupun anorganik serta sejumlah bakteri patogen yang terkandung di dalamnya. Penanganan air lindi di TPA Kulo belum memenuhi persyaratan sesuai dengan peraturan yang berlaku maka, harus dilakukan perencanaan desain instalasi pengolahan air lindi yang sesuai di TPA Kulo. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah air lindi yang dihasilkan dari TPA Kulo dan merekomendasikan desain pengolahan air lindi yang dapat mengolah dan menampung lindi secara maksimal di TPA Kulo. Metode pengumpulan dan analisis data pada penelitian ini diperoleh dengan cara meninjau langsung ke lokasi penelitian dan pengambilan sampel air lindi pada hasil pengolahan lindi dan mengumpulkan data dari instansi terkait dalam hal ini adalah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kulo. Hasil pengujian laboratorium pada kualitas air lindi TPA Kulo Tondano untuk kolam inlet parameter pH sebesar 8,20, parameter BOD 3260 mg/L, dan parameter COD 6140 mg/L. Untuk kolam outlet parameter pH sebesar 8,10 menunjukkan bahwa sudah memenuhi standar menurut PERMEN LHK-RI No.59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Sedangkan untuk parameter BOD didapat nilai 1600 mg/L, dan parameter COD 2900 mg/L dapat dikatakan jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan. Berdasarkan hasil perhitungan debit lindi menggunakan neraca air Thornwaite Matter didapatkan perkolasi tertinggi sebesar 133,08 mm pada bulan Januari dan diketahui luas area Landfill 33.000 m<sup>2</sup> maka diperoleh debit lindi sebesar 141 m<sup>3</sup>/hari. Perencanaan pengolahan air lindi menggunakan standar PerMen PU No.3 Tahun 2013.

*Kata kunci: air lindi, TPA Kulo, instalasi pengolahan*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sampah adalah suatu barang sisa yang dihasilkan dari aktivitas manusia, baik aktivitas sehari-hari atau aktivitas rumah tangga maupun dari kegiatan industri. Volume sampah yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Semakin banyak jumlah penduduk akan semakin banyak volume sampah yang dihasilkan. TPA Kulo berlokasi di desa Kulo Kecamatan Tondano Utara Kabupaten Minahasa. TPA Kulo telah beroperasi sejak 2016. TPA Kulo saat ini beroperasi dengan sistem pembuangan secara Controlled landfill. Air Lindi merupakan lelehan hasil degradasi sampah yang berasal dari limpasan air hujan yang dapat menimbulkan pencemaran apabila tidak dilakukan pengelolaan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Penanganan air lindi di TPA Kulo belum terkelola secara maksimal dikarenakan adanya Air Lindi berada pada permukaan tanah disekitar kolam Instalasi Pengolahan Lindi sehingga berdampak untuk terjadinya pencemaran Lindi, maka untuk mencegah terjadinya pencemaran

lindi ke sungai dan tanah yang ada disekitar TPA diperlukan adanya perencanaan desain kembali mengenai instalasi pengolahan lindi di TPA Kulo.

### 1.2. *Rumusan Masalah*

1. Bagaimana kondisi Eksisting TPA Kulo saat ini?
2. Bagaimana Kapasitas Air Lindi pada TPA Kulo?

### 1.3. *Batasan Masalah*

1. Kualitas Air Lindi yang digunakan adalah Air Lindi dari TPA Kulo.
2. Lokasi perencanaan berada di TPA Kulo Tondano tahun 2022.
3. Produksi sampah bisa dari data pemerintah Kabupaten Minahasa atau dilakukan prediksi sampah jumlah pertumbuhan penduduk.
4. RAB instalasi pengolahan lindi tidak ditinjau dalam penelitian.
5. Membuat Layout pengembangan Instalasi Pengolahan Lindi.

### 1.4. *Tujuan Penelitian*

1. Mengetahui jumlah Air Lindi yang dihasilkan dari TPA Kulo.
2. Merekomendasikan desain pengolahan air lindi yang dapat mengolah dan menampung air lindi secara maksimal di TPA Kulo untuk 10 tahun kedepan.

### 1.5. *Tujuan Penelitian*

1. Dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam pengolahan Air Lindi di TPA Kulo di masa yang akan datang.
2. Dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai sistem pengolahan lindi.
3. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi, diharapkan dapat memperkaya ilmu lingkungan dalam pengolahan lindi pada TPA.

## 2. **Metode**

### 2.1. *Tempat Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kelurahan Kulo, kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa provinsi Sulawesi Utara. sebagai lokasi tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah kota Tondano.

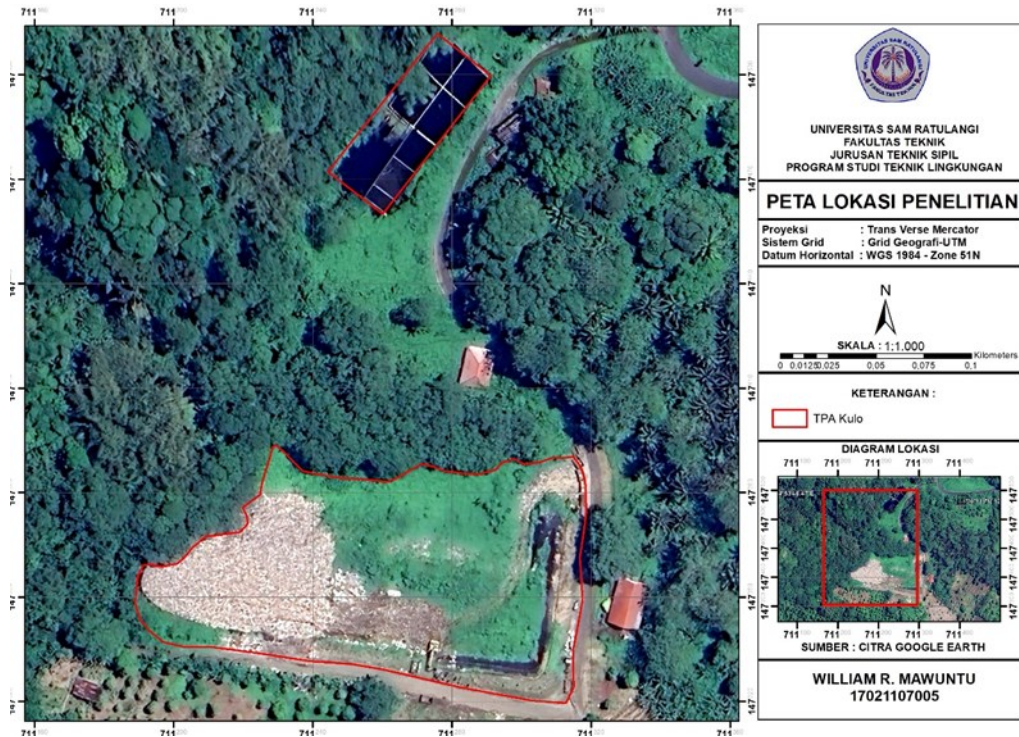
Alat yang digunakan untuk pengambilan data di lapangan yaitu:

- Botol Sampling 1,5 L
- Masker
- Sepatu Boots
- Laptop (Perangkat Komputer)

Untuk perangkat komputer diperlukan program atau aplikasi di dalamnya seperti Microsoft Word, Microsoft Excel, Google Earth.

### 2.2. *Metodologi Penelitian*

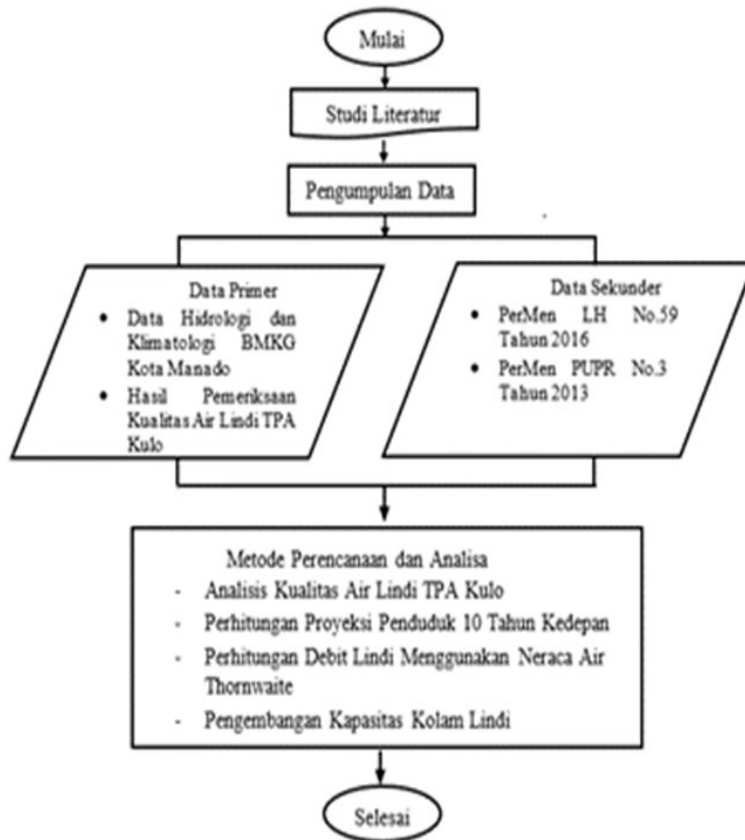
Pada penelitian ini, digunakan data primer dan sekunder. Data primer adalah data utama yang digunakan dalam penelitian, sedangkan data sekunder adalah data penunjang penelitian. Data primer pada penelitian ini diperoleh dengan cara meninjau langsung ke lokasi penelitian dan pengambilan sampel air lindi pada hasil pengolahan lindi. Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari instansi terkait dalam hal ini adalah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kulo. Parameter – parameter yang biasa 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 Tempat Pemrosesan Akhir.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.3. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Pengujian Air Lindi

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa
<b>Inlet Kolam Instalasi Pengolahan Lindi TPA Kulo</b>				
1	pH	-	6-9	8,20
2	BOD	mg/L	150	3260
3	COD	mg/L	300	6140
<b>Outlet Kolam Instalasi Pengolahan Lindi TPA Kulo</b>				
1	pH	-	6-9	8,10
2	BOD	mg/L	150	1600
3	COD	mg/L	300	2900

Berdasarkan data hasil analisis kualitas air lindi pada laboratorium, disimpulkan bahwa untuk parameter selanjutnya akan dilakukan analisis untuk setiap parameter, yaitu nilai pH, BOD, COD. Keseluruhan data ini merupakan data hasil pemeriksaan yang diperoleh dari kolam pengolahan lindi TPA Kulo Tondano.

1. Kadar pH Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai pH pada outlet kolam lindi berada pada kadar yang aman untuk di buang ke badan air. Berdasarkan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, dinyatakan bahwa derajat keasaman lindi yang aman dibuang ke badan air adalah yang berada dalam rentang pH 6-9. Berdasarkan data hasil pemeriksaan kualitas air limbah pada outlet IPAL yang dilakukan oleh Laboratorium WLN Manado, terlihat bahwa kadar pH air limbah berada pada kondisi normal, yaitu 8,10. Adanya angka baku mutu 6-9 untuk derajat keasaman ini adalah karena pada rentang tersebut air berada pada kondisi netral, tidak asam dan mendekati sifat basa. Kondisi terlalu asam atau terlalu basa pada air hasil olahan, akan merusak ekosistem badan air penerima. Jika kondisi air olahan yang dibuang ke badan air terlalu asam, maka akan mengganggu stabilitas ekosistem di badan air tersebut. Sedangkan jika air olahan yang masuk ke badan air penerima telah basa, maka badan air tersebut akan mengandung kesadahan yang tinggi dan hal ini juga akan mengganggu stabilitasi badan air penerima. Kadar pH yang keluar di outlet memiliki kondisi yang lebih baik dengan angka yang berada makin mendekati 7 dibanding yang masuk pada inlet.
2. BOD (Biological Oxygen Demand) Berdasarkan dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa kandungan BOD pada kolam outlet sangat tinggi. Dengan nilai BOD pada kolam outlet 1600 mg/L, berdasarkan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, dinyatakan bahwa ambang baku mutu BOD yang aman dibuang ke badan air adalah 150 mg/L. Tingginya nilai BOD pada effluent air lindi disebabkan oleh tingginya konsentrasi BOD pada inlet kolam lindi dan pengolahan lindi yang terjadi tidak efisien. Oleh karenanya, perlu untuk dilakukan pengembangan terhadap kolam pengolahan lindi dalam mengurangi kadar BOD yang sangat tinggi tersebut. Dengan melihat kadar BOD 1600 mg/L pada outlet IPAL maka pengolahan tidak mencapai baku mutu dan tidak aman untuk lingkungan sehingga perlu untuk dilakukan pengembangan terhadap kolam pengolahan lindi.
3. COD (Chemical Oxygen Demand) Konsentrasi COD pada kolam outlet lindi dapat dikatakan jauh melebihi baku mutu yang disyaratkan. Dengan nilai COD 2900 mg/L, nilai ini jauh lebih besar dari baku mutu yang diperbolehkan yaitu 300 mg/L. Jika dilihat dari efisiensi kadar COD dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan biologis tidak berjalan. Proses pengolahan air lindi dinilai tidak efektif untuk menurunkan kadar COD. Berdasarkan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh PERMEN LHK-RI No.59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi

Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, dinyatakan bahwa ambang baku mutu COD yang aman dibuang ke badan air adalah 300 mg/L.

### 3.2. Proyeksi Jumlah Penduduk

Sebelum menghitung proyeksi jumlah penduduk hingga tahun yang direncanakan, perlu dihitung persentasi pertumbuhan penduduk berdasarkan data penduduk yang diperoleh. Persentasi pertumbuhan penduduk dapat dilakukan menggunakan rumus:

$$P = \frac{P_X - P_{X-1}}{P_X} \times 100$$

Dimana :

- P = Presentasi jumlah penduduk  
 P<sub>X</sub> = Jumlah penduduk tahun yang dihitung persentasi pertumbuhannya.  
 P<sub>X-1</sub> = Jumlah penduduk tahun sebelum P<sub>X</sub>.

**Tabel 2.** Persentase Pertumbuhan Penduduk Tondano

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan
1	2011	64.715	0,0000
2	2012	64.948	0,0036
3	2013	66.543	0,0246
4	2014	67.914	0,0206
5	2015	68.453	0,0079
6	2016	69.622	0,0171
7	2017	70.467	0,0121
8	2018	71.286	0,0116
9	2019	66.670	-0,0648
10	2020	67.486	0,0122
<b>Jumlah</b>		<b>678.104</b>	<b>0,0450</b>
<b>Rata - rata</b>		<b>67.810</b>	<b>0,0045</b>
<b>Proyeksi</b>			<b>0,0045</b>

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dihitung menggunakan 4 metode, yaitu metode geometri, metode aritmatik, metode eksponensial, dan metode logaritma. Data penduduk dianalisis kemudian diambil metode dengan nilai koefisien korelasi (r) dan standar deviasi (sd) menggunakan rumus berikut:

1. Metode Geometri  $= P_n = P_0(1 + r)^n$
2. Metode Aritmatik  $= P_n = P_0 + (r \times n)$  dengan  $r = \frac{P_0 - P_1}{T_0 - T_1}$
3. Metode Eksponensial  $= P_n = P_0 \times e^{rn}$
4. Metode Logaritma  $= P_n = a + b \ln X$

$$\text{dengan } a = \frac{1}{n}((\Sigma Y) - b(\Sigma \ln X)); b = \frac{(\Sigma Y \ln X) - \frac{1}{n}(\Sigma \ln X)(\Sigma Y)}{(\Sigma \ln X^2) - \frac{1}{n}(\Sigma \ln X)^2}$$

Dimana:

- P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk tahun yang akan dihitung.  
 P<sub>0</sub> = Jumlah penduduk tahun terakhir dalam data.  
 r' = Rata-rata persentasi pertumbuhan penduduk dibagi 100.  
 n = Selisih antara tahun yang dihitung dan tahun terakhir dalam data.  
 r = Koefisien korelasi.  
 P<sub>1</sub> = Jumlah penduduk tahun pertama dalam data.  
 T<sub>0</sub> = Tahun terakhir dalam data.

- T1 = Tahun pertama dalam data.  
 e = Bilangan pokok system logaritma natural (2.7182818).  
 a dan b = Konstanta.  
 Y = Jumlah penduduk dari data yang tersedia.  
 X = Pertambahan tahun.  
 n' = Jumlah data.

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

1. Metode Geometri

$$r^2 = \frac{[n(\sum \ln Y)] - [(\sum X)(\sum \ln Y)]}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2] \times [n(\sum \ln Y^2) - (\sum \ln Y)^2]}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{(\sum Y - Y_n)^2}{n - 2}}$$

2. Metode Aritmatik

$$r^2 = \frac{[n(\sum XY)] - [(\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2] \times [n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{(\sum Y - Y_n)^2}{n - 2}}$$

3. Metode Eksponensial

$$r^2 = \frac{[n(\sum XY)] - [(\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2] \times [n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{(\sum Y - Y_n)^2}{n - 2}}$$

4. Metode Logaritma

$$r^2 = \frac{a(\sum Y) + b(\sum Y \ln X) - \frac{1}{n}(\sum Y)^2}{(\sum Y^2) - \frac{1}{n}(\sum Y)^2}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{(\sum Y - Y_n)^2}{n - 2}}$$

**Tabel 3.** Perbandingan Nilai Koefisien Determinasi dan Standar Error

	Aritmatika	Geometrik	Eksponensial	Logaritma
<b>R<sup>2</sup></b>	-0,359	-0,468	0,330	0,336
<b>STD</b>	2309,778	2401,044	1622,310	1614,353

Untuk menentukan 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 0,336300 dan standar deviasi terkecil dengan angka 1614,353 terdapat pada metode logaritma, sehingga proyeksi penduduk yang dipilih adalah proyeksi metode logaritma dengan jumlah penduduk proyeksi kota Tondano pada tahun 2030 adalah 73.904 jiwa.

### 3.3. Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah diperlukan untuk mengetahui jumlah sampah yang ada di Tondano pada tahun 2030, hal ini juga digunakan untuk mengetahui jumlah sampah yang masuk di TPA untuk menghitung debit lindi. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Minahasa, estimasi timbulan sampah (kg/orang/hari) di Tondano tahun 2020 adalah 62.700

ltr/orang/hari sehingga berat timbulan sampah per orang adalah:

$$\frac{\text{Jumlah total sampah perhari (l)}}{\text{Jumlah Penduduk}} = \text{Jumlah sampah ltr/org/hari}$$

$$\frac{62.700}{67.486} = 0.92$$

Sehingga proyeksi timbulan sampah proyeksi tahun 2030 adalah

Proyeksi Timbulan = Timbulan perorang x Penduduk Proyeksi

Proyeksi Timbulan = 0.92 x 73.904

Proyeksi Timbulan = 68.662 ltr/hari = 69 m<sup>3</sup>/hari

Sehingga rencana volume sampah TPA Kulo pada proyeksi penduduk tahun 2030 dengan jumlah penduduk Tondano 73.904 jiwa adalah 69 m<sup>3</sup>/hari.

### 3.4. Analisis Debit Lindi

Perhitungan analisis debit lindi menggunakan neraca air dengan menggunakan metode Thornwaite-Matter. Metode perhitungan didasari asumsi bahwa lindi dihasilkan dari air eksternal/curah hujan yang masuk ke dalam timbunan sampah (perkolasi). Beberapa factor lain seperti air hasil dekomposisi sampah, infiltrasi muka air tanah, dan aliran air permukaan lainnya dapat diabaikan. Faktor yang berpengaruh pada kuantitas perkolasi pada perhitungan neraca air seperti:

1. Presipitasi
2. Evotranspirasi
3. *Surface Run-Off*, dan
4. *Soil Moisture Stroage*

Penerapan dari cara perhitungan tinggi perkolasi (lindi) diuraikan dibawah ini menggunakan metode neraca air. Data klimatologi yang digunakan sebagai dasar perhitungan neraca air Thornwaite-Matter:

5. Data presipitasi (rata-rata bulanan dalam 10 tahun)
6. Data temperatur udara (rata-rata bulanan dalam 10 tahun)
7. Posisi geografis kolam lindi

Dalam menentukan debit air lindi yang akan masuk ke tiap instalasi pengolahan air lindi digunakan nilai perkolasi (PERC) terbesar tiap bulan. Berdasarkan **Tabel 4.11** perhitungan neraca air diatas, didapatkan nilai perkolasi terbesar pada bulan Januari yakni **133,08 mm/bulan** pada bulan Januari. Keakuratan data di cek kembali dengan cara, menyamakan hasil presipitasi pertahun dengan hasil penjumlahan PERC (*Percolation*) + AET (*Actual Evapotranspiration*) + ΔST (Perubahan Air) + Ro (*Run off*).

$$\text{Nilai Perlokasi Harian} \left( \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \right) = \left( \frac{133,08}{31 \text{ hari}} \right) = 4,29 \text{ mm/hari}$$

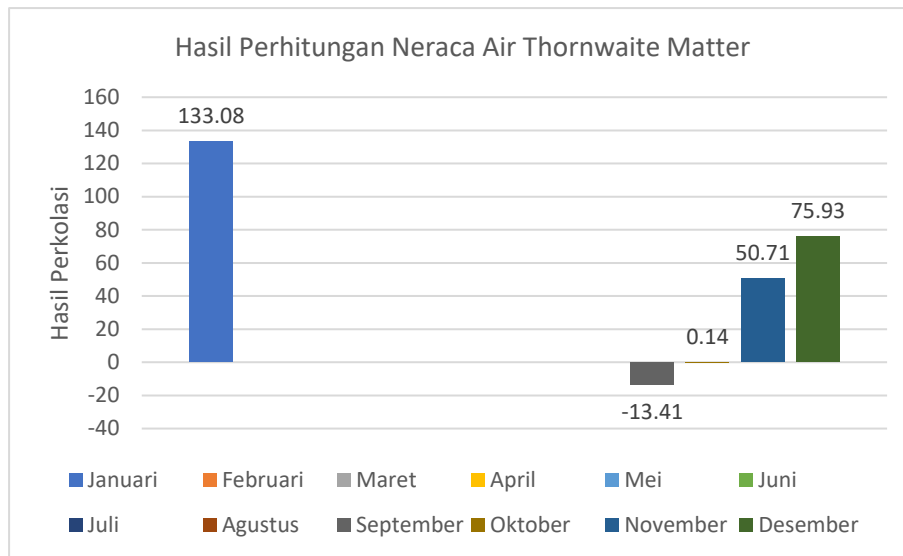
$$\text{Debit Lindi} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right) = \frac{\text{Nilai Perkolasi} \times \text{Luas Landfill m}^2}{1000}$$

$$\text{Debit Lindi} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right) = \frac{4,29 \frac{\text{mm}}{\text{hari}} \times 33.000\text{m}^2}{1000}$$

$$= 141 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Untuk mendapatkan desain perancangan instalasi pengolahan lindi menggunakan debit air lindi sebesar 141 m<sup>3</sup>/hari.



Gambar 3. Diagram Perhitungan Neraca Air

### 3.5. Perencanaan Pengolahan Air Lindi

Perencanaan pengolahan air 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. Berdasarkan standar tersebut, durasi pengolahan lindi sampah dilakukan tiap 20 hari, sehingga sampah hari pertama dimasukkan pada bak pertama, sampah hari kedua dimasukkan pada hari kedua, dan seterusnya hingga hari ke-20. Setiap hari air lindi yang dihasilkan akan dialirkan ke unit penampungan air lindi, untuk kemudian diresirkulasikan dengan pompa resirkulasi (durasi resirkulasi 6 jam/hari).

Volume penampung kolam lindi rencana adalah penampungan untuk 20 hari waktu tinggal yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Volume penampungan} &= \text{Debit lindi} \times 20 \text{ hari} \\ &= 141 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20 \text{ hari} \\ &= 2.820 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

Dimensi penampungan panjang, P	= 35
Lebar, L	= 30
Kedalaman, T	= 3
Volume desain	= 3.150 m <sup>3</sup>

#### a.) Unit resirkulasi lindi

Untuk meresirkulasikan air lindi dari unit penampung air lindi ke unit penampung sampah. Pompa celup (*submersible pump*) diletakkan di dalam unit ini dan dicek secara berkala.

#### b.) Perencanaan IPAL

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

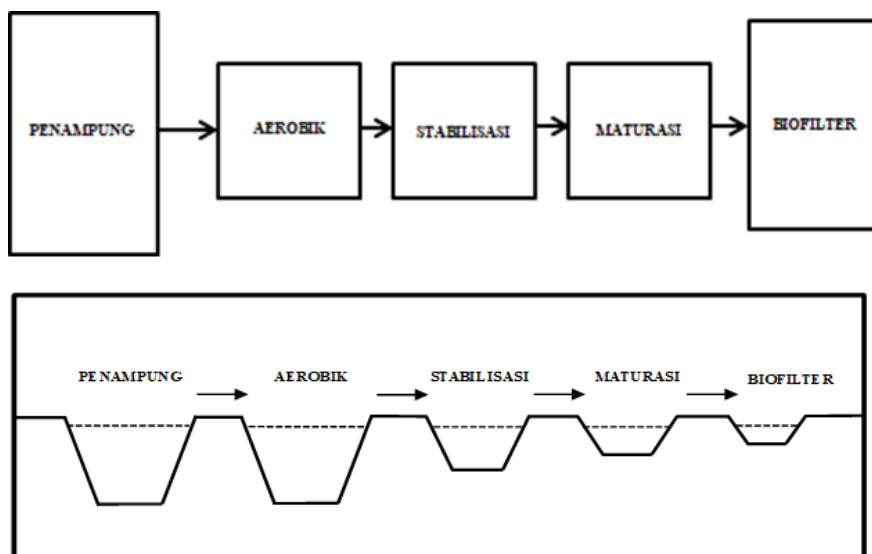


### 3.6. Perencanaan Pengolahan Air Lindi

Kolam IPAL (Instalasi Pengolahan Air Lindi) yang dibagi 4 kolam mempunyai proses dan fungsinya masing-masing yaitu Kolam Anaerobik, Kolam Stabilisasi, Kolam Maturasi, Kolam Biofilter.

**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, Pathogen, Nutrient	Menyaring Effluent Sebelum Dibuang Ke badan Air
2	Kedalaman (M)	3	1,5	1,2	1
3	Panjang X Lebar (M)	35 X 30	20 X 20	25 X 20	20 X 15
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



**Gambar 4.** Denah Instalasi Pengolahan Air Lindi

## 4. Kesimpulan

1. Perhitungan Debit Lindi menggunakan perhitungan Neraca Air metode Thornwaite-Matter dengan hasil perhitungan perkolasi air tertinggi bulanan pada bulan Januari dengan nilai perkolasi air 133,08 sehingga mendapatkan debit air lindi sebesar 141 m<sup>3</sup>/hari.
2. Perencanaan pengolahan air lindi menggunakan standar PerMen PU No.3 Tahun 2013. Kolam lindi yang direncanakan dibagi 4 kolam yaitu Kolam Anaerobik, Kolam Stabilisasi, Kolam Maturasi, Kolam Biofilter.

## Referensi

- Alamtaha, A. A., Riogilang, H., Supit, C. J., (2022). Analisis Penyebaran Kontaminan Atau Polutan Pada Air Tanah TPA Aertembaga Bitung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(10).
- Amien, S. M. (2012). *Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP: Materi I Bidang Sampah*.
- Damanhuri, E. (1996). *Teknik Pembuangan Akhir Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Damanhuri, E., Ismaria, R., & Padmi, T. (2006). *Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill*. Bandung: Teknik Lingkungan ITB
- Damanhuri, E. (2008). *Diktat Landfilling Limbah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Damanhuri, E. (2011). *Teknologi Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Damanhuri, E. (2016). *Pengelolaan Sampah*. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Fahrudin. A. (1989). *Pengaruh Sampah di TPA Dago, Kotamadia Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah Bebas di sekitarnya*. [Tesis]. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hadiwidodo, Mochtar. Wiharyanto Oktawan, Alloysius Riza Primadani, Bernadette Nusye Parasmita, dan Ismaryanto Gunawan. *Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter, Anaerob-Aerob, dan Wetland*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Hartono, R. A. P., Riogilang, H., Mangangka, I. R., (2022). Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan. *TEKNO*, 20(82).
- Harundja, W. D., Riogilang, H., Hendratta, L. A., (2023). Studi Penyebaran Kontaminan Pada Air Tanah TPA Airmadidi Terhadap Pemukiman. *TEKNO*, 21(85).
- Haumahu, S. A. Q., Riogilang, H., & Mangangka, I. R. (2021). Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi Dengan Proses Kombinasi Kolam Anaerobik, Fakultatif, dan Maturasi di TPA Sumompo. *TEKNO*, 19(79).
- Mahardika. (2010). *Mendeteksi Dampak Polutan Sampah Terhadap Air Tanah Pemukiman Sekitar TPA Dengan Menggunakan Metode Geolistrik*. *Jurnal Universitas Negeri Malang*.
- Parulian, Tohap. 2020. *Analisis Regresi Sederhana*. Sumatera Utara: Universitas Medan Area.
- Pemerintah Indonesia. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Pemerintah Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi dan/atau Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*
- Pemerintah Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Negara Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 *Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Polii, F. L. T., Riogilang, H., Sompie, OBA., (2022). Analisis Stabilitas Timbunan Pada Perencanaan Landfill Site di TPA Kota Tomohon. *TEKNO* 20(81).
- Priambodho, K. (2005). *Kualitas Air Lindi pada TPA Galuga Kabupaten Bogor*, Institut Pertanian Bogor.
- Rabbani, Zakky. (2017). *Perancangan Sistem Transmisi Air Bakudan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Kadungora-Leles Kabupaten Garut* [skripsi]. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung
- Riogilang, H. (2021). *Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado*. *MEDIA MATRASAIN*, 17(1), 5-8.
- Royadi, 2006. *Analisis Pemanfaatan TPA Sampah Pasca Operasi Berbasis Masyarakat (Studi Kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi)*. Disertasi Proram Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana IPB.
- Sakina, M., Riogilang, H., Riogilang, H., (2023). *Perencanaan Pengelolaan Air Buangan Di Kota Manado Dengan Teknologi Biocleaner (Studi Kasus Kecamatan Wenang)*. *TEKNO*, 21(85).
- Sembiring, S. (2018). *Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Terjun Kecamatan Medan Marelan Kota Medan*. Skripsi S1 Teknik Lingkungan Universitas Sumatera Utara.
- Sondang, M. R., Riogilang, H., Riogilang, H., (2023). *Analisis Aplikasi Eco-Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo*. *TEKNO*, 21(85).
- Toreh, C. A., Riogilang, H., Rondonuwu, S. G., (2023). *Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi TPA Tobelo Maharai di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara*. *TEKNO*, 21(85).
- Vesilind, P. A. Warrel, W. Reinhart, D. R. (2002). *Solid Waste Engineering*. NewYork: McGrawHill.
- Wijaya, S. A., Riogilang, H., Sompie, OBA., (2022). *Analisis Kapasitas Pengolahan Air lindi di TPA Aertembaga Kota Bitung*. *TEKNO*, 20(82).