



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157, Fax:022-720 2892  
Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail: [lpp@itenas.ac.id](mailto:lpp@itenas.ac.id)

---

**SURAT KETERANGAN**  
**MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**398/A.01/TL-FTSP/Itenas/VIII/2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.  
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas  
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Ranu Suwandani Manik  
NRP : 252019012  
Email : [Ranusuwan001@gmail.com](mailto:Ranusuwan001@gmail.com)

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti

Tempat : TPA Sarimukti, Provinsi Jawa Barat

Waktu : 20 Juni 2022 – 20 Agustus 2022

Sumber Dana : Mandiri

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung,

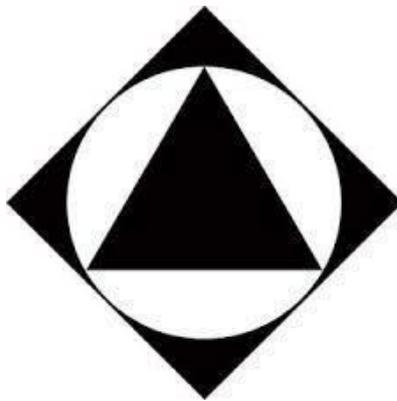
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan  
Itenas,

**itenas**  
TEKNIK LINGKUNGAN

**( Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T. )**  
NPP. 40909

**EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LINDI DI TPA SARIMUKTI**

**PRAKTIK KERJA**



Oleh:

**RANU SUWANDANI MANIK**

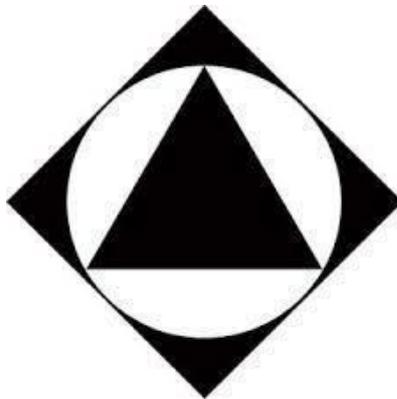
**252019012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG  
2023**

**EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LINDI DI TPA SARIMUKTI**

**PRAKTIK KERJA**

Diajukan untuk memenuhi salah persyaratan kelulusan Mata Kuliah  
TLB-490 Praktik Kerja



Oleh:

**RANU SUWANDANI MANIK**  
**252019012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

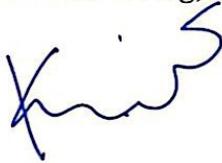
**EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LINDI DI TPA SARIMUKTI**

**PRAKTIK KERJA**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah TLB-490 Praktik  
Kerja  
Pada  
Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional

Bandung, Mei 2023  
Mengetahui/Menyetujui,

**Dosen Pembimbing,**



**Kancitra Pharmawati, S.T., M.T.**  
NIP/NIDK: 0421077802

**Koordinator Praktik Kerja,**



**Mila Dirgawati, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIDN/NIDK: 0409058001

**Program Studi Teknik Lingkungan  
Ketua,**



**DR. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.**  
NIP/NIDK. 0403047803

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan laporan praktik kerja ini. Penulisan laporan praktik kerja ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk kelulusan mata kuliah TLB-490 Praktik Kerja pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ibu Kancitra Pharmawati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan praktik kerja ini;
- (2) Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data evaluasi unit pengolahan air lindi di TPA Sarimukti yang saya perlukan;
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (4) Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan laporan praktik kerja ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan praktik kerja ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Bandung, Mei 2023

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi Nasional, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ranu Suwandani Manik  
NIM : 252019012  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Karya Ilmiah Lainnya\*: Laporan Praktik Kerja

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan laporan praktik kerja saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Bandung. Pada tanggal: .....

Yang menyatakan

Ranu Suwandani Manik  
NIM.252019012

## DAFTAR ISI

EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR LINDI DI TPA SARIMUKTI.....	i
EVALUASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR LINDI DI TPA SARIMUKTI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Lokasi Praktik Kerja.....	3
1.3 Waktu Pelaksanaan Praktik Kerja .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Maksud & Tujuan.....	4
1.5.1 Maksud.....	4
1.5.2 Tujuan .....	4
1.6 Metodologi .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Sampah .....	10
2.1.1 Sumber dan Timbulan Sampah .....	10
2.1.2 Pengelolaan Sampah .....	12
2.2 Lindi atau <i>Leacheate</i> .....	14
2.2.1 Sumber Lindi.....	14
2.2.2 Karakteristik Lindi .....	14
2.2.3 Mekanisme Pembentukan Lindi.....	16
2.2.4 Saluran Pengumpul Lindi.....	17
2.2.5 Sistem Penyaluran Lindi .....	18
2.2.6 Kondisi Pengolahan Lindi di Indonesia .....	19

2.3	Unit Instalasi Pengolahan Lindi .....	20
2.3.1	Kolam Stabilisasi .....	20
2.3.2	Bak Ekualisasi .....	22
2.3.3	Kolam <i>Anaerob Baffled Reactor</i> .....	23
2.3.4	Kolam Aerobik .....	24
2.3.5	Kolam <i>Clarifier Biologi</i> .....	24
2.3.6	<i>Dissolved Air Flotation</i> .....	25
2.3.7	<i>Thickener</i> .....	27
2.3.8	<i>Screw Press</i> .....	27
2.3.9	Filtrasi .....	28
2.3.10	<i>Effluent</i> .....	29
2.4	Karakteristik Kualitas Air Lindi .....	30
2.4.1	TSS .....	30
2.4.2	pH .....	30
2.4.3	N Total .....	31
2.4.4	BOD .....	32
2.4.5	COD .....	32
2.4.6	Kadmium .....	33
2.5	Kriteria Desain Instalasi Pengolahan Lindi .....	34
2.6	Bakumutu Lindi .....	35
BAB III GAMBARAN UMUM .....		36
3.1	TPA Sarimukti .....	36
3.1.1	Letak Geografis dan Batas Administrasi .....	37
3.1.2	Visi dan Misi TPA Sarimukti .....	38
3.1.3	Struktur Organisasi .....	39
3.1.4	Sarana dan Prasarana di TPA Sarimukti .....	39
3.1.5	Jumlah Penduduk .....	40
3.2	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat .....	41
3.2.1	Tugas Pokok dan Fungsi Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat .....	41
3.3	UPTD PSTR .....	41
3.3.1	Tugas Pokok dan Fungsi UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Provinsi Jawa Barat .....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		43
4.1	Sumber dan Timbulan Sampah .....	43
4.2	Teknik Operasional Pengolahan Lindi .....	44
4.2.1	<i>Landfill</i> .....	47
4.2.2	Kolam Stabilisasi .....	49
4.2.3	Bak Ekualisasi .....	55
4.2.4	Kolam <i>Anaerob Baffled Reactor</i> .....	57

4.2.5	Kolam Aerobik.....	65
4.2.6	Clarifier Biologi .....	73
4.2.7	<i>Dissolved Air Flotation</i> .....	77
4.2.8	Thickener.....	78
4.2.9	<i>Screw Press</i> .....	80
4.2.10	Filtrasi .....	81
4.2.11	Bak <i>Effluent</i> .....	82
4.3	Rekapitulasi Unit Instalasi Pengolahan Lindi .....	88
BAB 5 KESIMPULAN.....		96
5.1	Kesimpulan.....	96
5.2	Saran .....	97
DAFTAR PUSTAKA .....		98
LAMPIRAN.....		103

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Metodologi Perencanaan .....	5
<b>Gambar 2.1</b> Skema terjadinya lindi pada landfill tertutup.....	16
<b>Gambar 2.2</b> Contoh Pola Jaringan Pipa.....	17
<b>Gambar 3.1</b> Foto Udara IPL TPA Sarimukti.....	37
<b>Gambar 3.2</b> Foto Udara TPA Sarimukti.....	38
<b>Gambar 3.3</b> Struktur Organisasi TPA Sarimukti.....	39
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Data Timbulan Sampah di TPA Sarimukti pertahun.....	44
<b>Gambar 4.2</b> Skema IPL Eksisting TPA Sarimukti .....	45
<b>Gambar 4.3</b> Landfill di TPA Sarimukti .....	47
<b>Gambar 4.4</b> Kolam Stabilisasi di IPL TPA Sarimukti .....	49
<b>Gambar 4.5</b> Kolam Stabilisasi di IPL TPA Sarimukti .....	56
<b>Gambar 4.6</b> Kolam Anaerobik di IPL TPA Sarimukti .....	58
<b>Gambar 4.7</b> Kolam Aerobik di IPL TPA Sarimukti.....	65
<b>Gambar 4.8</b> <i>Clarifier Biologi</i> di IPL TPA Sarimukti .....	73
<b>Gambar 4.9</b> Dissolved Air Flotation di IPL TPA Sarimukti .....	77
<b>Gambar 4.10</b> Thickener di IPL TPA Sarimukti.....	78
<b>Gambar 4.11</b> Screw Press di IPL TPA Sarimukti .....	80
<b>Gambar 4.12</b> Sand filter dan Carbon Filter di IPL TPA Sarimukti.....	81
<b>Gambar 4.13</b> Bak Effluent di IPL TPA Sarimukti .....	82

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Besarnya Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya .....	11
<b>Tabel 2.2</b> Karakteristik Lindi Berdasarkan Perbedaan Umur Timbunan .....	16
<b>Tabel 2.3</b> Bentuk Sistem Saluran Lindi Berdasarkan Arah Aliran dan Letak Outlet Saluran.....	18
<b>Tabel 2.4</b> Kriteria Desain Unit Instalasi Pengolahan Lindi.....	34
<b>Tabel 2.5</b> Bakumutu Lindi.....	35
<b>Tabel 3.1</b> Jumlah Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti .....	40
<b>Tabel 3.2</b> Kepadatan Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti .....	41
<b>Tabel 4.1</b> Rekapitulasi Data Timbulan Sampah pertahun .....	43
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Stabilisasi .....	50
<b>Tabel 4.3</b> Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli Tahun 2021 (inlet)	51
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Bak Ekualisasi .....	57
<b>Tabel 4.5</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam ABR.	59
<b>Tabel 4.6</b> Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei Tahun 2021 (outlet kolam anaerobik).....	61
<b>Tabel 4.7</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Aerobik .....	67
<b>Tabel 4.8</b> Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Maret-Desember Tahun 2021 (outlet kolam aerobik).....	68
<b>Tabel 4.9</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Clarifier Biologi .....	75
<b>Tabel 4.10</b> Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Unit Pengolahan Thickener.....	79
<b>Tabel 4.11</b> Kualitas Lindi outlet IPL TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli dan Bulan Oktober Tahun 2022. ....	84
<b>Tabel 4.12</b> Rekapitulasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti	89

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam kehidupan ini, sampah menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan. Kegiatan yang dilakukan oleh manusia hampir semua berpotensi menghasilkan limbah dan sampah. Kegiatan konsumtif terhadap suatu barang menjadi kegiatan yang paling berpotensi untuk menghasilkan sampah. Pengelolaan menjadi suatu permasalahan bagi banyak kota besar di Indonesia, terutama pengelolaan/pemanfaatan sampah rumah tangga. Salah satu penyebab menumpuknya sampah diantaranya adalah pertumbuhan penduduk dan juga meningkatnya aktivitas masyarakat seiring berjalannya waktu. Perumahan, industri, dan pasar menjadi sumber sampah yang ada di kota tersebut. Permasalahan sampah akan mengancam kesehatan, lingkungan dan ekonomi di Indonesia apabila tidak ditangani dengan cepat dan tepat (Fitriyani, 2020).

Pengertian sampah menurut Undang-undang RI No.8, 2008 tentang Pengelolaan Sampah, adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan (Artiningsih et, al., 2008).

Tempat Pemrosesan Akhir atau TPA menjadi tempat penampungan berbagai macam sampah salah satunya adalah cairan yang timbul sebagai limbah akibat masuknya air eksternal ke dalam urugan atau timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis disebut sebagai lindi (Perdana, 2012). Air lindi dapat merembes ke dalam tanah, ataupun mengalir di permukaan tanah dan bermuara pada aliran air sungai. Polusi air tanah

akan disebabkan, apabila air lindi masuk melalui tanah dan batuan dan sampai ke kedalaman yang lebih jauh (Sari, 2012). Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan air lindi sebelum dibuang ke media lingkungan dengan cara memenuhi bakumutu atau ukuran batas pencemar (Permen LHK No.59, 2016).

TPA Sarimukti menjadi tempat penampungan sampah dari wilayah Bandung Raya yang memiliki luas sekitar 25,2 Ha dan memiliki 4 zona penampungan sampah serta wilayah pelayanan yang meliputi Kota Bandung, Kota Cimahi dan Kab. Bandung Barat dan juga Kab. Bandung. TPA Sarimukti mulai beroperasi sebagai TPA regional pada bulan Mei tahun 2006. Sebelumnya TPA Sarimukti ini hanya digunakan sebagai lahan untuk penanggulangan darurat sampah sebagai solusi kritis untuk pengelolaan sampah. TPA Sarimukti awalnya melayani Kota Bandung, Kota Cimahi dan Kabupaten Bandung Barat. Pada pertengahan tahun 2016 Kabupaten Bandung ikut membuang sampah ke TPA Regional Sarimukti karena terjadi konflik sosial di TPA Babakan Kabupaten Bandung. Luas TPA Regional Sarimukti adalah 25,2 Ha dimana lahan tersebut memiliki luas 21,2 Ha milik Perhutani dan 4 Ha hak milik (Saputra, 2021).

Pengolahan air lindi yang dilakukan di Instalasi Pengolahan Lindi atau IPL TPA Sarimukti belum menunjukkan hasil yang optimal jika dilihat dari kualitas lindi. Nilai BOD 190-1856 mg/l (bakumutu = 150 mg/l) dan nilai COD adalah 2.934-4515 mg/l (bakumutu = 150 mg/l) dengan kuantitas lindi yang sangat fluktuatif 4-14 L/detik akibat beban hidrolis (Q)/debit yang besar, beban organik yang tinggi juga diperkirakan berasal dari dekomposisi sampah organik pada tempat pengolahan kompos atau *landfill* serta masukan air eksternal. Oleh sebab itu, outlet IPL TPA Sarimukti belum memenuhi standar bakumutu yang ditetapkan (Safria et, al., 2021).

Pengolahan lindi sebagian besar TPA di Indonesia masih menggunakan teknologi sistem kolam. Hal ini dikarenakan sistem kolam memiliki desain

yang sederhana, pengoperasiannya yang relatif mudah, fleksibel dalam pengaturan aliran dan beban, menggunakan sinar matahari, dapat dibangun secara bertahap mulai dari yang sederhana hingga pengembangannya yang disesuaikan. Namun, pengolahan ini membutuhkan lahan yang luas. Dan juga waktu tinggal yang relatif lama yakni antara 30-50 hari (Said et, al., 2015).

Berdasarkan uraian tersebut, air lindi di pengolahan IPL TPA Sarimukti masih mencemari badan air penerima yaitu sungai yang dapat berdampak terhadap masyarakat sekitar. Oleh sebab itu, pentingnya melakukan evaluasi pengolahan lindi di TPA Sarimukti adalah agar pengolahan lindi yang ada di IPL TPA Sarimukti berjalan secara optimal dan tidak mencemari badan air penerima. Maka dari itu judul untuk Praktik Kerja kali ini adalah: “Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti”.

## **1.2 Lokasi Praktik Kerja**

Praktik Kerja ini dilaksanakan di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat.

## **1.3 Waktu Pelaksanaan Praktik Kerja**

Praktik Kerja ini dilaksanakan mulai tanggal 20 Juni sampai dengan 20 Agustus 2022.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Dilihat dari luasnya permasalahan sampah yang ada, ruang lingkup praktik kerja ini dibatasi pada sistem pengolahan lindi yang berasal dari TPA Sarimukti.

1. Mengidentifikasi parameter-parameter yang terdapat pada air lindi TPA Sarimukti sesuai dengan baku mutu yang berlaku (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah).

2. Membandingkan desain eksisting dengan Kriteria Desain sesuai dengan standar yang berlaku (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga)

## **1.5 Maksud & Tujuan**

### **1.5.1 Maksud**

Adapun maksud dari Pelaksanaan Praktik Kerja ini adalah mengevaluasi sistem pengolahan lindi di TPA Sarimukti dan merekomendasikan pengolahan lindi yang bekerja secara optimal dengan mengaitkan literatur yang ada dan peraturan yang berlaku.

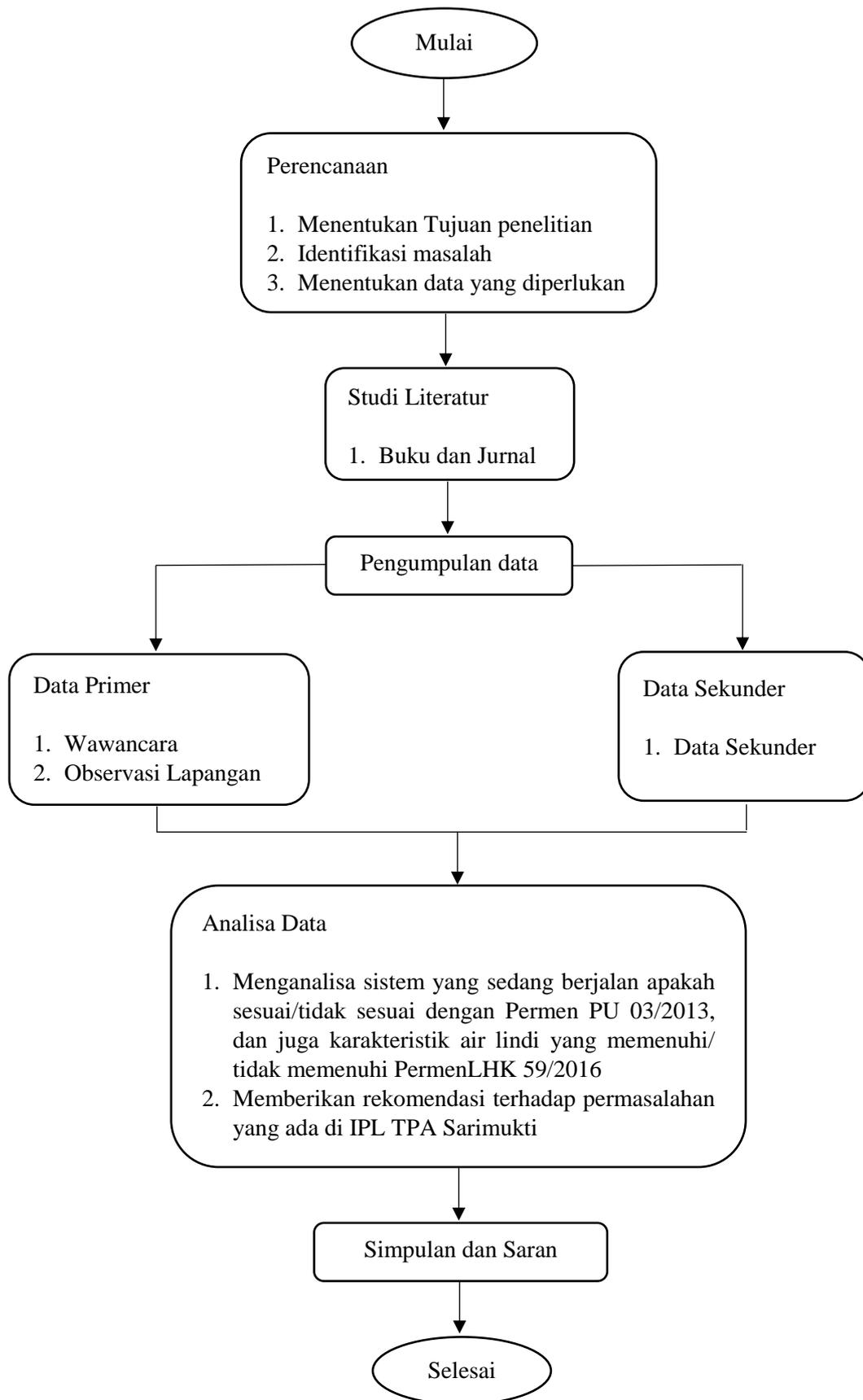
### **1.5.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari Praktik Kerja ini adalah:

1. Mengidentifikasi karakteristik air lindi yang diolah di IPL TPA Sarimukti.
2. Menganalisa setiap unit dalam pengolahan air lindi agar memenuhi bakumutu PermenLHK 59/2016.
3. Merekomendasikan proses yang sesuai dengan Permen PU 03/2013 dan literatur terkait, agar sistem pengolahan air lindi memenuhi bakumutu PermenLHK 59/2016 ketika dialirkan ke badan air penerima.

## **1.6 Metodologi**

Metodologi merupakan tata cara atau urutan kerja yang dilakukan dalam suatu perencanaan. Urutan kerja tersebut ditujukan sebagai tahapan perencanaan dan pelaksanaan yang akan dilakukan dari awal sampai akhir. Dengan adanya metodologi diharapkan suatu perencanaan dapat berjalan secara sistematis dan terorganisir. Metodologi disajikan pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Metodologi Perencanaan

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Ada 5 tahapan garis besar yang akan dilakukan pada Praktik Kerja kali ini, Tahap perencanaan, Studi Literatur, Pengumpulan Data, Analisa Data dan Penarikan Simpulan dan Saran. Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan yang akan dilakukan pada Praktik Kerja kali ini:

#### 1. Tahap Perencanaan

Tahapan perencanaan dalam Praktik Kerja ini memiliki tiga tahapan, yaitu:

##### a. Menentukan tujuan penelitian

Menentukan daerah yang akan dikumpulkan dan dianalisa data-datanya untuk perancangan perencanaan sistem penyaluran air limbahnya. Dalam hal ini daerah tersebut yaitu IPL TPA Sarimukti.

##### b. Identifikasi masalah

Menemukan permasalahan di sistem pengolahan air lindi yang sedang berlangsung atau beroperasi.

##### c. Menentukan data yang diperlukan

Tahapan ini adalah menentukan data yang diperlukan agar mempermudah dalam melakukan analisis.

#### 2. Tahap Studi Literatur

##### a. Studi Literatur

Mencari dan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam evaluasi dan efisiensi pengolahan lindi atau *leacheate* di TPA Sarimukti dari literatur yang relevan.

#### 3. Tahap Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dalam Praktik Kerja ini memiliki dua tahapan, yaitu:

##### a. Data Primer

##### 1. Wawancara

Pada tahap ini penulis melakukan wawancara kepada Koordinator TPA Sarimukti, pekerja DLH Provinsi Jawa Barat, maupun petugas lapangan TPA Sarimukti.

## 2. Observasi Lapangan

Pada tahap ini penulis melakukan penelitian langsung kelapangan untuk memahami proses dalam pemberian informasi dalam sistem pengolahan lindi yang ada di TPA Sarimukti.

### b. Pengumpulan Data Sekunder

Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk melakukan evaluasi dan efisiensi pengolahan lindi di TPA Sarimukti. Data sekunder merupakan data eksisting yang sudah tersedia. Data sekunder meliputi peta administrasi, peta wilayah, data kependudukan, hasil pengukuran debit, standar operasional pengolahan lindi di IPL TPA Sarimukti.

## 4. Tahap Analisa

Tahapan pengumpulan data dalam Praktik Kerja ini memiliki dua tahapan, yaitu:

### a. Analisa Kondisi Eksisting IPL TPA Sarimukti

Penulis dapat menganalisa mengenai sistem pengolahan lindi yang sedang berjalan di TPA Sarimukti dari permasalahan yang sudah teridentifikasi. Pada tahap ini implementasi unit pengolahan air lindi sudah sesuai atau tidak sesuai dengan Permen PU 03/2013 dan juga karakteristik air lindi sudah memenuhi atau tidak memenuhi PermenLHK 59/2016.

### b. Analisa Rekomendasi Pengolahan Lindi di IPL TPA Sarimukti

Pada tahap ini penulis memberikan rekomendasi dari permasalahan yang teridentifikasi berdasarkan literatur dan peraturan terkait yang berlaku.

## 5. Tahap Penarikan Simpulan dan Saran

Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data kemudian diperoleh simpulan dan saran mengenai hasil analisis data yang telah didapatkan.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penyusunan laporan Praktik Kerja ini adalah sebagai berikut:

#### BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan uraian mengenai Latar Belakang, Maksud dan Tujuan, Ruang Lingkup, waktu dan tempat pelaksanaan, Metodologi dan Sistematika Penulisan Laporan yang memberikan gambaran awal yang akan direncanakan untuk Evaluasi Sistem Pengolahan Lindi di TPA Sarimukti.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang teori yang mendasari dan berhubungan dalam pengelolaan lindi atau *leacheate*, dasar hukum yang digunakan untuk mengelola lindi sampai dengan kondisi eksisting wilayah.

#### BAB III GAMBARAN UMUM

Berisikan tentang Gambaran Umum wilayah TPA Sarimukti, Gambaran Umum Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, dan juga Gambaran Umum mengenai UPTD PSTR.

#### BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain yang berlaku (Permen PU No. 3 Tahun 2013), menganalisis dan menanggulangi hasil pengukuran parameter yang ada di air lindi yang melebihi baku mutu sesuai dengan peraturan yang sudah ditetapkan (PermenLHK No. 59 Tahun 2016), merekomendasikan unit pengolahan lindi yang sesuai dengan cara menambah atau mengurangi unit pengolahan, agar unit pengolahan lindi di IPL TPA Sarimukti berjalan secara optimal.

## BAB V KESIMPULAN

Berisikan tentang kesimpulan dari hasil analisis data dan pembahasan serta saran yang akan diberikan sebagai rekomendasi agar meningkatkan kinerja pengolahan lindi di TPA Sarimukti.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sampah**

Menurut Undang-undang RI No.8, 2008 Tentang Pengelolaan Sampah mendefinisikan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan (Artiningsih et, al., 2008).

##### **2.1.1 Sumber dan Timbulan Sampah**

Sumber sampah dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Damanhuri, 2010):

- **Pemukiman:** biasanya berupa rumah atau apartemen. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, logam, barang bekas rumah tangga, limbah berbahaya dan sebagainya.
- **Daerah komersial:** yang meliputi pertokoan, rumah makan, pasar, perkantoran, hotel, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain kertas, kardus, plastik, kayu, sisa makanan, kaca, logam, limbah berbahaya dan beracun, dan sebagainya.
- **Institusi:** yaitu sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan sama dengan jenis sampah pada daerah komersial.
- **Konstruksi dan pembongkaran bangunan:** meliputi pembuatan konstruksi baru, perbaikan jalan, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain kayu, baja, beton, debu, dan lain-lain.
- **Fasilitas umum:** seperti penyapuan jalan, taman, pantai, tempat rekreasi, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain rubbish, sampah taman, ranting, daun, dan sebagainya

- Pengolah limbah domestik seperti Instalasi pengolahan air minum, Instalasi pengolahan air buangan, dan insinerator. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain lumpur hasil pengolahan, debu, dan sebagainya.
- Kawasan Industri: jenis sampah yang ditimbulkan antara lain sisa proses produksi, buangan non industri, dan sebagainya.
- Pertanian: jenis sampah yang dihasilkan antara lain sisa makanan busuk, sisa pertanian

Kadang dimasukkan pula sampah dari sungai atau drainase air hujan, yang cukup banyak dijumpai. Sampah dari masing-masing sumber tersebut dapat dikatakan mempunyai karakteristik yang khas sesuai dengan besaran dan variasi aktivitasnya. Demikian juga timbulan (*generation*) sampah masing-masing sumber tersebut bervariasi satu dengan yang lain, seperti terlihat dalam standar pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Besarnya Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (Liter)	Berat (kg)
1	Rumah Permanen	/orang/hari	2,25-2,50	0,350-0,400
2	Rumah Semi Permanen	/orang/hari	2,00-2,25	0,300-0,350
3	Rumah non-permanen	/orang/hari	1,75-2,00	0,250-0,300
4	Kantor	/pegawai/hari	0,50-0,75	0,025-0,100
5	Toko/ruko	/petugas/hari	2,50-3,00	0,150-0,350
6	Sekolah	/murid/hari	0,10-0,15	0,010-0,020
7	Jalan Arteri Sekunder	/m/hari	0,10-0,15	0,020-0,100
8	Jalan Kolektor Sekunder	/m/hari	0,10-0,15	0,010-0,050
9	Jalan Lokal	/m/hari	0,05-0,10	0,005-0,025
10	Pasar	/m/hari	0,20-0,60	0,100-0,300

Sumber: Diktat Pengelolaan Sampah, Damanhuri, 2010

Rata-rata timbulan sampah biasanya akan bervariasi dari hari ke hari, antara satu daerah dengan daerah lainnya, dan antara satu negara dengan negara lainnya (Damanhuri, 2010). Variasi ini terutama disebabkan oleh perbedaan, antara lain :

- Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya.
- Tingkat hidup: makin tinggi tingkat hidup masyarakat, makin besar timbulan sampahnya.

- Musim: di negara Barat, timbulan sampah akan mencapai angka minimum pada musim panas.
- Cara hidup dan mobilitas penduduk.
- Iklim: di negara Barat, debu hasil pembakaran alat pemanas akan bertambah pada musim dingin.
- Cara penanganan makanannya.

Menurut Malina et al., (2017), bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

- Satuan timbulan sampah kota besar = 2,75 – 3,25 L/orang/hari, atau = 0,070 – 0,080 kg/orang/hari.
- Satuan timbulan sampah kota kecil = 2,5 – 2,75 L/orang/hari, atau = 0,625 – 0,70 kg/orang/hari.

### 2.1.2 Pengelolaan Sampah

Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah perkotaan, meliputi:

- Kepadatan dan penyebaran penduduk.
- Karakteristik fisik lingkungan dan sosial ekonomi.
- Timbulan dan karakteristik sampah.
- Budaya sikap dan perilaku masyarakat.
- Jarak dari sumber sampah ke tempat pembuangan akhir sampah.
- Rencana tata ruang dan pengembangan kota.
- Sarana pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhirsampah.
- Biaya yang tersedia.
- Peraturan daerah setempat. (Damanhuri, 2010).

Tahap pengelolaan dan pemusnahan sampah dilakukan dengan 2 metode:

- a. Metode yang memuaskan

1. Metode *Sanitary Landfill* (lahan urug saniter), yaitu pemusnahan sampah dengan membuat lubang di tanah kemudian sampah dimasukkan dan ditimbun dengan tanah sebagai lapisan penutup lalu dipadatkan. Cara ini memerlukan persyaratan harus tersedia tempat yang luas, tersedia tanah untuk menimbunnya, dan tersedia alat-alat besar.
  2. *Incineration* (dibakar), yaitu memusnahkan sampah dengan jalan membakar di dalam tungku pembakaran khusus. Manfaat sistem ini volume sampah dapat diperkecil sampai satu per tiga, tidak memerlukan ruang yang luas, panas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber uap, dan pengelolaan dapat dilakukan secara terpusat dengan jadwal jam kerja. Adapun akibat penerapan metode ini adalah memerlukan biaya besar, lokasi pembuangan pabrik sulit didapat karena keberadaan penduduk, dan peralatan-peralatan yang digunakan dalam insenerasi.
  3. *Composting* (dijadikan pupuk), yaitu mengelola sampah menjadi pupuk kompos; khususnya untuk sampah organik.
- b. Metode yang tidak memuaskan
1. Metode *Open Dumping*, yaitu sistem pembuangan sampah yang dilakukan secara terbuka. Hal ini akan menjadi masalah jika sampah yang dihasilkan adalah sampah organik yang membusuk karena menimbulkan gangguan pembauan dan estetika serta menjadi sumber penularan penyakit.
  2. Metode *Dumping in Water*, yaitu pembuangan sampah ke dalam air. Hal ini akan dapat mengganggu rusaknya ekosistem air. Air akan menjadi kotor, warnanya berubah, dan menimbulkan sumber penyakit yang ditularkan melalui air (*water borne disease*).
  3. Metode *Burning on premises (individual incineration)* yaitu pembakaran sampah dilakukan di rumah-rumah tangga.

Sedangkan menurut SNI 19-2454-2002 tentang Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, secara umum teknologi pengolahan sampah dibedakan menjadi 3 metode yaitu metode *Open Dumping* dan metode *Sanitary Landfill* (Lahan Urug Saniter) seperti yang dikemukakan di atas serta metode *Controlled Landfill* (Penimbunan terkendali). *Controlled Landfill* adalah sistem *open dumping* yang diperbaiki yang merupakan sistem pengalihan *open dumping* dan *sanitary landfill* yaitu dengan penutupan sampah dengan lapisan tanah dilakukan setelah TPA penuh yang dipadatkan atau setelah mencapai periode tertentu (Raffinet, 2020).

## **2.2 Lindi atau *Leachate***

Limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis sering disebut dengan Air lindi atau *leachate*. Dari sana juga dapat diidentifikasi bahwa kuantitas dan kualitas air lindi akan sangat bervariasi dan berfluktuasi (Said et, al., 2015).

### **2.2.1 Sumber Lindi**

*Leachate* yang ditimbulkan dari kadar air yang terkandung dari dalam sampah jumlahnya relatif kecil dan dapat diabaikan dalam perhitungan. Namun, cairan yang memasuki area *landfill* dari sumber-sumber eksternal, seperti drainase permukaan, air hujan, air tanah, dan cairan yang di produksi dari dekomposisi sampah menjadi proses terbentuknya *leachate* di kebanyakan *landfill* (Said et, al., 2015).

### **2.2.2 Karakteristik Lindi**

Tingginya kandungan organik, logam, asam, garam terlarut, dan mikroorganisme menjadi karakteristik khas yang dimiliki oleh lindi. Potensial kontaminasi yang melebihi dari beberapa limbah industri menjadikan lindi sangat berbahaya untuk lingkungan, hal itulah yang dapat disebabkan oleh karakteristik tersebut (Said et, al., 2015).

Penentuan kualitas desain dari lindi yang akan diolah di IPL (Instalasi Pengolahan Lindi) menjadi persoalan utama dalam pengolahan lindi. Sampling *leachate* yang dilakukan sangat mempengaruhi kualitas desain *leachate* (Said et al., 2015).

Komposisi zat kimia dari *leachate* berubah-ubah tergantung pada beberapa hal antara lain (Friadi et al., 2005):

1. Karakteristik dan komposisi sampah

Degradasi sampah dalam landfill dan juga kualitas *leachate* yang diproduksi mempengaruhi fraksi organik sampah secara alami. Proses degradasi dapat diperlambat oleh hadirnya zat-zat beracun bagi bakteri.

2. Jenis tanah penutup landfill

Jumlah *leachate* yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyak tidaknya air hujan yang masuk ke dalamnya, dimana hal itu juga dipengaruhi oleh porositas tanah penutup *landfill*. Untuk itu diperlukan persyaratan khusus bagi tanah penutup harian maupun tanah penutup akhir.

3. Musim

Pergantian musim akan memberikan dampak yang berbeda pada jumlah produksi *leachate* dan juga konsentrasinya. Dikarenakan air hujan yang masuk akan berperan sebagai pengencer, jumlah lindi akan menjadi lebih besar namun memiliki konsentrasi yang rendah pada saat musim penghujan, berbanding terbalik dengan pada saat musim kemarau.

4. pH dan kelembaban

Nilai pH akan mempengaruhi proses kimia yang merupakan basis dari transfer massa dalam sistem *leachate* sampah.

5. Umur timbunan (usia landfill)

Usia landfill dapat tercermin dari variasi komposisi *leachate* dan jumlah polutan yang terkandung. Umur landfill berpengaruh pada penentuan karakteristik *leachate* yang akan diatur oleh proses stabilisasi.

Perbedaan umur timbunan terhadap karakteristik lindi disajikan dalam **Tabel 2.2.**

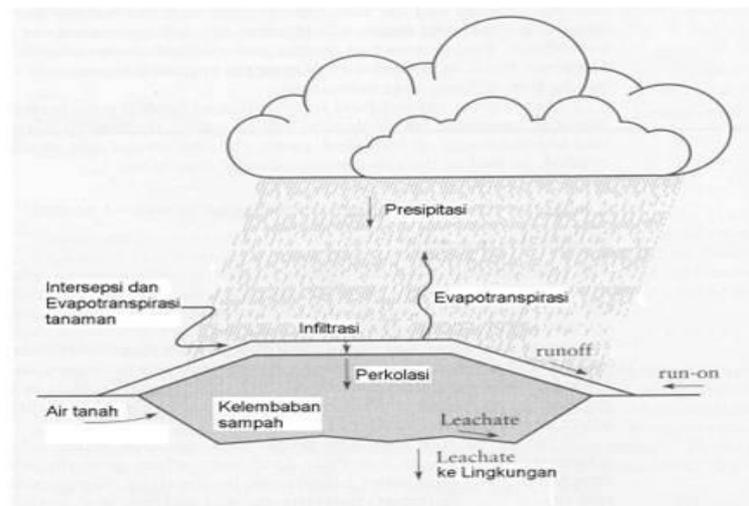
**Tabel 2.2** Karakteristik Lindi Berdasarkan Perbedaan Umur Timbunan

Parameter	Konsentrasi rata-rata		
	Muda ( < 5 tahun)	Sedang ( 5-10 tahun)	Tua ( >10 tahun)
pH	6,5	6,5-7,5	>7,5
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	10.000-20.000	-	50-100
COD (mg/L)	>10.000	4.000-10.000	<4.000
BOD <sub>5</sub> /COD	>0,3	0,1-0,3	<0,1
VFA (acetic acid) mg/L	9.000-25.000	-	50-100

Sumber: Kahar, 2018

### 2.2.3 Mekanisme Pembentukan Lindi

*Leachate* adalah limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Dari sana dapat diramalkan bahwa kuantitas dan kualitas *leachate* akan sangat bervariasi dan berfluktuasi yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Skema terjadinya lindi pada *landfill* tertutup

Sumber: Friadi et al., 2005

**Gambar 2.1** menunjukkan proses terjadinya *leachate* yang dimulai dengan air hujan yang jatuh dan sebagian mengalami run off (RO) dan sebagian lain terinfiltrasi ke dalam tanah. Sebagian yang terinfiltrasi akan menguap melalui tumbuhan dan sisanya akan bergerak ke bawah dan akan membentuk *leachate*. (Friadi et al., 2005).

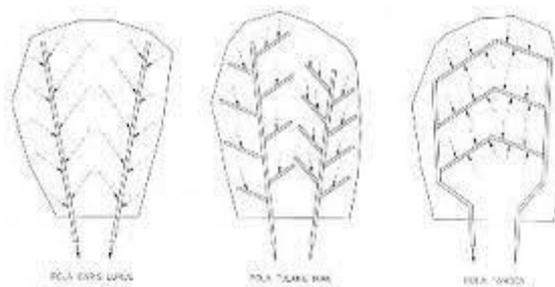
#### 2.2.4 Saluran Pengumpul Lindi

Menurut (Permen PUPR No.3, 2013), saluran pengumpul lindi terdiri dari saluran pengumpul sekunder dan primer.

- a. Kriteria saluran pengumpul sekunder adalah sebagai berikut :
  1. Dipasang memanjang ditengah blok / zona penimbunan
  2. Saluran pengumpul tersebut menerima aliran dari dasar lahan dengan kemiringan minimal 2%
  3. Saluran pengumpul terdiri dari rangkaian pipa PVC
  4. Dasar saluran dapat dilapisi dengan liner (lapisan kedap air)
- b. Kriteria saluran pengumpul primer:
 

Menggunakan pipa PVC/HDPE dengan diameter minimal 3'00 mm, berlubang (untuk pipa ke bak pengumpul lindi tidak berlubang saluran primer dapat dihubungkan dengan hilir saluran sekunder oleh bak kontrol, yang berfungsi pula sebagai ventilasi yang dikombinasikan dengan pengumpul gas vertikal).
- c. Syarat pengaliran lindi adalah:
 

Pengaliran lindi dilakukan seoptimal mungkin dengan metode gravitasi, dengan kecepatan pengaliran 0,6-3 m/det. Kedalaman air dalam saluran / pipa ( $d/D$ ) maksimal 80%, dimana  $d$  = tinggi air dan  $D$  = diameter pipa. Pola jaringan pipa pada IPL juga disajikan pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.2** Contoh Pola Jaringan Pipa  
*Sumber: Permen PU No 3 Lampiran 4, 2003:42*

- d. Perhitungan desain debit lindi adalah menggunakan model atau dengan perhitungan yang didasarkan atas asumsi. Hujan terpusat pada 4 jam

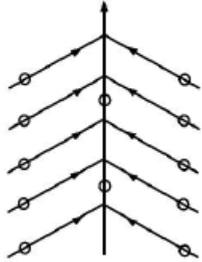
sebanyak 90% (Van Breen), sehingga faktor puncak = 5,4. Maksimum hujan yang jatuh 20-30% diantaranya menjadi lindi. Dalam 1 bulan, maksimum terjadi 20 hari hujan. Data presipitasi diambil berdasarkan data harian atau tahunan maksimum dalam 5 tahun terakhir.

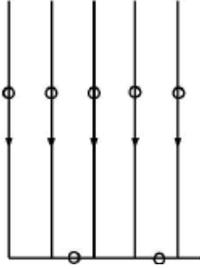
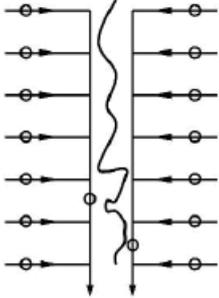
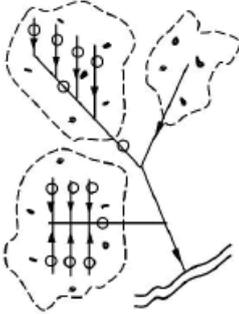
### 2.2.5 Sistem Penyaluran Lindi

Menurut Tchobanoglous (1993), terdapat beberapa bentuk sistem penyaluran lindi berdasarkan arah pengaliran dan letak outlet salurannya, seperti yang dicantumkan dalam **Tabel 2.3** bahwa kondisi geometri lahan, kemudian dalam instalasi dan perawatan, dan pertimbangan-pertimbangan lain dalam perencanaan, menjadi aspek yang harus dilihat dalam perencanaan bentuk sistem penyaluran lindi.

Pipa pengumpul (ukuran lebih kecil, mengumpulkan lindi di seluruh landfill) disebut pipa lateral, sedang pipa penyalur (ukuran lebih besar, mengumpulkan lindi dari pipa lateral) disebut pipa manifold dalam perencanaan. Bentuk sistem saluran lindi berdasarkan arah aliran dan letak outlet saluran disajikan pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Bentuk Sistem Saluran Lindi Berdasarkan Arah Aliran dan Letak Outlet Saluran

Sistem	Layout Sistem	Keterangan
Drain Layout I (Tulang Ikan)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arah aliran menuju bagian atas system</li> <li>- Outlet terletak pada bagian atas system</li> </ul>

Sistem	Layout Sistem	Keterangan
Drain Layout II		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arah aliran menuju bagian bawah system</li> <li>- Outlet terletak sejajar</li> </ul>
Drain Layout III		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arah aliran menuju bagian tengah system</li> <li>- Outlet terletak pada bagian tepi sistem</li> </ul>
Drain Layout IV		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arah menuju semua bagian sisi system</li> <li>- Outlet pada semua bagian system</li> <li>- Arah aliran saluran pengumpul</li> </ul>

Sumber: Tchobanoglous, 1993

### 2.2.6 Kondisi Pengolahan Lindi di Indonesia

Pada umumnya di Indonesia, Instalasi pengolahan lindi atau *leachate* yang ada di TPA-TPA tidak atau belum beroperasi sesuai dengan kriteria teknis yang ada. Kurang optimalnya operasi IPL di TPA disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut (Said et, al., 2015):

- Terbatasnya dana yang dialokasikan untuk pengoperasian dan pemeliharaan IPL di TPA.

Pada umumnya alokasi dana untuk pengelolaan sampah di TPA sudah sangat kecil, sehingga dana yang dialokasikan untuk O/M IPL semakin

kecil lagi. Sedangkan, untuk pengoperasian dan pemeliharannya, IPL memerlukan biaya yang tidak sedikit.

- b. Terbatasnya Sumber Daya Manusia yang kompeten yang dapat mengoperasikan IPL.

Tidak tersedia operator khusus yang bertugas untuk menjalankan IPL di sebagian besar TPA di Indonesia. Dikarenakan kebanyakan IPL menggunakan pengolahan secara biologis dimana mikroorganisme perlu kondisi yang spesifik untuk dapat bekerja dengan optimal. Maka dari itu, IPL yang ideal seharusnya dijalankan oleh SDM yang kompeten.

- c. Tidak ada kontrol dan monitoring yang baik untuk pengoperasian IPL. Seharusnya sebelum mulai dijalankan, harus dilakukan aklimatisasi selama kurang lebih 3 bulan untuk mendapatkan kondisi mikroorganisme yang optimal. Namun, mayoritas IPL di Indonesia dibiarkan berjalan begitu saja tanpa ada control yang baik.
- d. Kurang perhatiannya para pengambil kebijakan pada TPA.

Pengelolaan sampah belum menjadi prioritas untuk mendapatkan alokasi dana yang besar di daerah–daerah sampai saat ini. Hal tersebut dikarenakan masih rendahnya tingkat kesadaran para pengambil kebijakan untuk pengelolaan sampah pada umumnya dan IPL pada khususnya.

## **2.3 Unit Instalasi Pengolahan Lindi**

### **2.3.1 Kolam Stabilisasi**

Kolam stabilisasi limbah (*Waste Stabilization Ponds*) digunakan untuk memperbaiki kualitas air limbah dengan mengandalkan proses-proses alamiah yang mengolah air limbah dengan memanfaatkan keberadaan bakteri, alga, dan zooplankton untuk mereduksi bahan pencemar organik yang terkandung dalam air limbah. Selain itu juga, kandungan berbagai jenis mikroorganisme penyebab penyakit (*microorganism causing disease*) dapat dikurangi oleh kolam stabilisasi limbah dapat juga mengurangi

berbagai kandungan jenis mikroorganisme penyebab penyakit. Namun menurut Safria et al., (2021) kolam stabilisasi ini untuk menurunkan kadar BOD, sedimentasi dan juga sebagai stabilisasi influen (Hadi et al., 2011).

Reaksi biokimia yang disebabkan oleh mikroorganisme terjadi di dalam kolam stabilisasi. Reaksi biokimia yang terjadi pada kolam stabilisasi diantaranya sebagai berikut: (Pribadi, 2005)

- a. Oksidasi materi organik oleh bakteri aerob
- b. Oksigenasi permukaan kolam oleh aktivitas fotosintesis *algae*
- c. Reduksi zat organik oleh bakteri anaerob yang terjadi di zone dasar
- d. Transformasi nitrogen dan fosfor yang melibatkan aktivitas bakteri dan *algae*

Proses biologis yang mirip dengan aktivitas dasar mikrobiologi yang mendukung proses purifikasi pada badan air yang terkontaminasi oleh material *fecal* / materi organik lainnya merupakan pengolahan pada kolam stabilisasi (Pribadi, 2005).

Efisiensi pengolahan air buangan kolam stabilisasi tergantung pada faktor-faktor biologis seperti tipe air buangan dan beban organik. Oksidasi biologis dan fenomena *fotosintesis algae* menjadi aktivitas biologi terpenting yang ada di kolam stabilisasi. Aktivitas itu juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti temperature, angin, sinar *ultraviolet* dan kelembaban serta faktor fisik seperti *geometri* kolam dan *hidrodinamika* kolam (Pribadi, 2005).

Perlu dilakukan monitor terhadap kinerja kolam untuk menjamin berlangsungnya aktivitas mikrobiologi serta untuk dapat mengontrol beban terhadap kolam yang dapat menghambat proses stabilisasi. Sistem kolam efektif dapat diketahui dari informasi mengenai fungsi dan perilaku mikroorganisme yang berperan dalam proses pengolahan di kolam menjadi informasi agar sistem kolam efektif dapat diketahui (Pribadi, 2005).

Proses pengolahan utama yang terjadi di kolam stabilisasi adalah :

- a. Efek penampungan menyebabkan kolam mampu menanggulangi beban organik dan hidrolik yang sifatnya mendadak.
- b. Pengendapan pendahuluan menyebabkan zat yang dapat mengendap menumpuk pada bagian bawah di lapisan lumpur.
- c. Pengolahan / uraian zat organik yang ada dalam air limbah oleh bakteri secara aerobik dan anaerobik.

Timbulnya gas dengan bau tidak sedap sebagai hasil reaksi biokimia proses *anaerob* merupakan dampak negatif dari pengolahan limbah oleh kolam stabilisasi (Pribadi, 2005).

### 2.3.2 Bak Ekualisasi

Bak Ekualisasi di desain untuk menyamakan aliran, konsentrasi atau keduanya. Debit atau aliran dan konsentrasi limbah yang fluktuatif akan disamakan dalam bak equalisasi, sehingga dapat memberikan kondisi yang optimum pada pengolahan selanjutnya (Santoso, 2015).

Ukuran dan tipe bak ekualisasi tergantung pada kuantitas limbah dan perubahan aliran limbah. Bak ekualisasi harus berukuran cukup untuk mengurangi fluktuasi limbah yang disebabkan oleh perubahan program rencana produksi dan untuk mengurangi konsentrasi secara periodik pada bak pengumpul atau saluran (Santoso, 2015). Apabila ketika musim penghujan dan air lindi sering meluap di bak ekualisasi, maka dapat dilakukan upaya pengendalian dengan pembuatan drainase di dalam tanah yang berfungsi mengalirkan lindi untuk diolah di pengolahan selanjutnya (Alawiyah, 2007).

Selain itu juga ada beberapa tujuan yang dihasilkan dari proses ekualisasi yaitu sebagai berikut:

1. Mencegah shock loading pada proses biologis dikarenakan bak ekualisasi dapat mengurangi fluktuasi bahan organik.
2. Mengontrol pH atau meminimumkan kebutuhan bahan kimia yang diisyaratkan untuk proses netralisasi.

3. Meminimumkan aliran pada proses pengolahan fisik–kimia dan mengetahui rata-rata kebutuhan bahan kimia.
4. Memberikan kapasitas untuk mengontrol aliran limbah.
5. Mencegah tingginya konsentrasi bahan berbahaya yang masuk pada proses pengolahan biologis (Santoso, 2015).

### **2.3.3 Kolam *Anaerob Baffled Reactor***

Proses yang menggunakan kemampuan mikroba untuk mendegradasi bahan-bahan polutan organik merupakan pengolahan secara biologi. Pengolahan biologi yang memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik dalam kondisi tidak didapatkan atau sangat sedikit oksigen terlarut disebut dengan proses *anaerob* (Indriyati, 2005). Unsur organik yang terdapat dalam limbah cair digunakan bakteri sebagai makanan dalam proses mengubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Priyatna, 2018).

Sistem reaktor anaerobik lekat terendam dengan menggunakan media penyangga tetap (*Anaerobic Fixed Bed Reactor*) dapat digunakan sebagai salah satu cara pengolahan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan juga dapat mendegradasikan bahan organik dengan baik (Indriyati, 2005).

Keuntungan pengolahan *anaerob* adalah dalam prosesnya menghasilkan energi dalam bentuk biogas, lumpur yang dihasilkan sedikit, tidak memerlukan lahan yang besar dan tidak membutuhkan energi untuk aerasi (Indriyati, 2005).

Kekurangan yang utama pada sistem anaerobik adalah proses pertumbuhan mikroorganismenya lambat yang mempunyai waktu pertumbuhan dalam hitungan hari bila dibandingkan dengan mikroorganisme yang tumbuh pada proses *aerob* (Indriyati, 2005). Selain itu, pendangkalan pada kolam anaerobik dapat mengurangi kapasitas yang berakibat berkurangnya waktu

tinggal, juga akan berpengaruh pada proses reduksi kandungan organik oleh bakteri anaerob tidak terjadi secara optimal (Samina et al., 2013).

#### **2.3.4 Kolam Aerobik**

Mengurangi jumlah kandungan bahan aktif yang tersuspensi dan mengubahnya menjadi bentuk padatan yang diendapkan oleh flokulasi mikroorganisme menjadi tujuan dari proses pada kolam aerobik (*aerobik pond*). Oksigen melalui udara dibutuhkan pada kolam ini ketika proses penguraian sedang berlangsung. Membuat undakan pada kolam atau meninggikan pipa inlet dari muka air dalam kolam dapat dilakukan untuk penambahan oksigen ke dalam kolam. Terjunan dan golakan air yang terjadi juga dapat membantu menambah oksigen pada air dalam kolam ketika air jatuh ke kolam berikutnya yang lebih rendah. Konsentrasi BOD dapat diturunkan apabila ada 2 atau 3 kolam aerob atau aerasi (Priyatna, 2018).

Aerasi sendiri merupakan penambahan oksigen ke dalam air agar oksigen terlarut di dalam air semakin tinggi. Efektifitas aerasi ini sangat bergantung dengan seberapa luas permukaan air yang bersinggungan langsung dengan udara. Aerasi ini sangat penting terutama dengan pengolahan yang memanfaatkan bakteri aerob, dikarenakan bakteri aerob ini sangat memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya agar proses tersebut bekerja dengan secara optimal (Yuniarti et al., 2019).

Setelah melalui proses pengolahan, limbah cair pada kolam akhir (*final pond*) di buang ke sungai melalui outlet yang sudah dibuat dekat dengan kolam akhir (*final pond*). Tidak berbau, bersifat seperti humus, dan juga mudah dikeringkan menjadi keuntungan proses pencernaan aerobik (Priyatna, 2018).

#### **2.3.5 Kolam Clarifier Biologi**

*Clarifier* berfungsi untuk memisahkan sejumlah kecil partikel-partikel halus sehingga menghasilkan liquid yang jernih yang bebas partikel-partikel solid atau suspense yang merupakan bagian dari kotoran (*impurities*) yang

menyebabkan air menjadi keruh. Proses penghilangan suspended solid melalui mekanisme koagulasi, flokulasi dan sedimentasi dapat diartikan sebagai klarifikasi secara umum. Flok tersebut dapat dipisahkan dengan cara pengendapan gravitasi dari air yang mengandung bahan kimia dan flok lalu dialirkan ke *clarifier* melalui pipa vertical ditengah *clarifier*. Lumpur pada air limbah yang baru datang dibiarkan turun mengendap ke bawah sehingga terjadi pergantian sedangkan lumpur yang sudah mengendap di bagian paling bawah dipompakan kembali ke bak aerasi (Fikri, 2021).

*Clarifier* pada umumnya berbentuk tangki silinder dari beton dengan diameter 26 meter dan tinggi 3,65 meter. Pada bagian bawah tangki dipasang kran pembuang endapan (lumpur), sedangkan pada bagian tengah dan atas dipasang pipa kran kontrol untuk mengetahui ketinggian endapan dalam tangki. Fungsinya adalah sebagai tempat penggumpalan dan pengeluaran kotoran (lumpur) setelah bercampur (bereaksi) dengan bahan kimia pada tangki pemisah endapan (*clarifier tank*).

Pengolahan *clarifier* mempunyai kelemahan dalam prosesnya yaitu memerlukan rentang waktu yang lebih lama dari pada pengolahan menggunakan filtrasi dan juga membutuhkan tempat yang besar. Apabila rentang waktu atau waktu detensi yang dibutuhkan melebihi kriteria desain yang ditetapkan maka dapat mengakibatkan pengolahan yang berlebih tersebut tidak efektif secara waktu dan membuat pengolahan berjalan melebihi batas optimalnya (Sutanhaji et al., 2021). Sedangkan, untuk kelebihanannya yaitu membuat air yang benar-benar keruh diolah dengan sangat efektif sehingga secara kasat mata air menjadi jernih, juga memperpanjang umur proses filtrasi setelahnya (mis; *Sand Filter, Carbon Aktif, Softener, RO*) (Fikri, 2021).

### **2.3.6 Dissolved Air Flotation**

Penggunaan metode flotasi saat ini telah berhasil dikembangkan sebagai strategi alternatif untuk pengolahan air limbah. Flotasi atau proses

mengubah bahan tersuspensi, teremulsi, dan terlarut, serta bahan koloidal menjadi bahan yang mengambang (*floating*), dan merupakan proses pemisahan yang telah digunakan pada pengolahan mineral lebih dari satu abad yang lalu. Proses flotasi memungkinkan untuk memindahkan padatan yang terjebak dan minyak pada waktu tertentu dari berbagai macam air yang sangat keruh termasuk, aliran limbah industri *pulp*, industri tekstil dan bahan celup, industri makanan, limbah perkotaan, limbah dari industri kulit, limbah industri petrokimia, pengilangan minyak, dan industri baterai dan *elektroplating*.

Unit flotasi ini disebut *Dissolved Air Flotation* (DAF), menurut (UPTD PSTR, 2020) *Dissolved Air Flotation* atau DAF ini merupakan metode untuk memisahkan bahan pencemar seperti padatan tersuspensi, BOD, dan minyak dan lemak dengan cara flotasi atau bantuan gelembung udara.

Keunggulan dari metode flotasi udara terlarut (*Dissolved Air Flotation*) sudah banyak dikatakan oleh beberapa peneliti. Diantaranya yaitu, ekonomis dalam hal tempat, dan kemampuan untuk mengolah limbah yang jumlahnya besar dengan waktu detensi yang singkat. Selain itu juga, bau limbah yang mengganggu dapat diminimalisasi karena air limbah tidak terlalu lama di diamkan di dalam tangki dan karena adanya udara terlarut dalam keluaran limbah (Permana, 2008).

Prinsip fisika yaitu pemisahan partikel padatan yang mudah terapung dengan air menjadi prinsip dasar dari flotasi ini. Limbah yang diolah direaksikan dengan bahan pengikat terlebih dahulu pada flotasi. Penambahan bahan pengikat akan membuat partikel yang diflotasi menjadi *hidrofobik*. Setelah itu, *diffuser* akan membawa dan memisahkan limbah yang sudah diikat ke permukaan. Gelembung akan membawa partikel ke permukaan dan dikumpulkan menjadi *froth* lalu dibawa ke tempat pengumpulan. Flotasi memang menjadi cara yang paling efektif dalam hal biaya pada polutan dengan konsentrasi tinggi. Namun, flotasi memiliki

kelemahan yaitu gelembung tidak dapat membawa semua limbah secara permanen (Permana, 2008).

Dalam proses pengolahan limbah dengan metode flotasi, biasanya proses pengolahannya dibantu dengan penambahan beberapa bahan kimia (Permana, 2008). Unit DAF yang ada di IPL TPA Sarimukti ini menggunakan bahan kimia yaitu *Ferri Klorit*, kapur dan *Polimer Anionik* UPTD PSTR, (2020).

### 2.3.7 *Thickener*

*Thickener* merupakan proses pemisahan partikel padatan tersuspensi dari aliran fluida dengan memanfaatkan sifat pengendapan dari partikel. Partikel tersuspensi dapat dipisahkan melalui *thickener* dengan memanfaatkan dua buah gaya, yakni gaya *gravitasi* dan gaya *sentrifugal* (akibat pengadukan oleh *agitator*) (Yusuf et al., 2016).

Tujuan dari thickening ini adalah untuk mengurangi volume lumpur dengan membuang supernatannya (supernatant adalah cairan atau fase cair di dalam lumpur yang akan terpisah dengan padatannya) (UPTD PSTR, 2020).

Penambahan *flocculant* dilakukan untuk meningkatkan efisiensi proses sedimentasi pada *thickener*. *Flocculation* merupakan proses destabilisasi partikel koloid (atau partikel yang sebelumnya telah terbentuk pada proses koagulasi) hingga membentuk agregat. Proses *flocculation* hanya terjadi pada partikel yang telah terdestabilisasi (Yusuf et al., 2016).

### 2.3.8 *Screw Press*

*Screw press* merupakan mesin yang melanjutkan proses pemisahan minyak dari digester yang terdiri dari *double screw* yang membawa massa *press* keluar dan diaplikasikan tekanan lawan yang berasal dari *hydraulic double cone* (Hermanto, 2017).

Menurut (UPTD PSTR, 2020) fungsi dari *Screw Press* yaitu adalah untuk mengurangi kadar air di dalam lumpur yang dihasilkan dari unit pengolahan sebelumnya yaitu *thickener*. Adapun beberapa keuntungan menggunakan *screw press* yaitu:

- Meminimalisir bau dan kebisingan karena pengolahan bersifat tertutup
- Pemakaian air dan listrik sangat rendah
- Tidak membutuhkan banyak SDM untuk pengoperasiannya
- Mudah dalam segi pengoperasian dan perawatan

### 2.3.9 Filtrasi

Proses penyaringan secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak dapat mengendap di sedimentasi melalui media berpori merupakan pengertian dari filtrasi. Filtrasi diperlukan untuk media penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau. Proses filtrasi sendiri dibedakan menjadi 2 yaitu filtrasi pasir cepat dan filtrasi pasir lambat (Alifianna, 2018).

Ada dua jenis bahan filtrasi yang digunakan yaitu *sand filter* (pasir silika) dan juga *carbon filter* (karbon aktif). Pasir silika ini digunakan untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar/kecil di dalam air dan biasanya menjadi pre-filter untuk diproses dengan filter berikutnya. Sedangkan, karbon aktif dapat menyerap setiap kontaminan yang melaluinya (Azis et al., 2018).

Faktor yang mempengaruhi proses filtrasi antara lain (Alifianna, 2018):

#### 1. Debit

Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan. Debit yang akan lebih banyak dipengaruhi dikarenakan waktu kontak air dalam media lebih lama.

## 2. Ketebalan media

Ketebalan media adalah angka untuk ketebalan media filtrasi yang digunakan untuk pasir. Pada filter dengan media penyaringan tunggal atau ganda sering kali ada lapisan penyangga pada lantai dasar struktur filter.

## 3. Waktu kontak

Waktu kontak adalah waktu yang diperlukan untuk kontak dengan media atau waktu selama proses pengolahan dan ini juga mempengaruhi hasil di filtrasi.

Belum maksimalnya proses filtrasi dalam menurunkan kadar kekeruhan pada air lindi dapat disebabkan oleh adsorbat yang membuat jenuh media adsorpsi, sehingga kemampuan adsorpsi dalam menyaring polutan atau zat pencemar menjadi menurun. Jika adsorben sudah jenuh, maka adsorben ini tidak dapat berfungsi lagi sebagai adsorben dan harus diregenerasi atau diganti dengan yang baru (Tumimomor et al., 2020).

### 2.3.10 *Effluent*

*Effluent* adalah air yang keluar dari ke salah satu bagian dari bangunan pengolah atau dari bangunan pengolah secara keseluruhan (Sholichin, 2012). Bak ini memiliki fungsi untuk menurunkan kandungan pencemar melalui kemampuan tanah untuk menyerap zat pencemar (*filtrasi*) dan melalui aktivitas bakteri. Bak ini nantinya akan berfungsi sebagai bak uji sebelum lindi terolah dialirkan menuju badanair. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ikan sebagai media uji kualitas lindi yang telah melalui proses pengolahan (Safria et al., 2021). Apabila karakteristik air lindi pada bak *effluent* tidak memenuhi bakumutu maka perlu adanya pengolahan lanjutan atau peningkatan kualitas air lindi dengan teknologi tambahan (Hadiwidodo et al., 2012).

## 2.4 Karakteristik Kualitas Air Lindi

### 2.4.1 TSS

*Total Suspended Solid* (TSS) atau muatan padatan tersuspensi adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter  $> 1 \mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan miliopore dengan diameter pori  $0.45 \mu\text{m}$ . TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Penyebab TSS di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Sudarsono et al., 2016).

Secara fisik kekeruhan pada air dapat disebabkan oleh keberadaan TSS pada umumnya. Limbah cair tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi yang dapat menyebabkan pendangkalan dan juga dapat membuat proses fotosintesa mikroorganisme (fitoplanton) tidak dapat berlangsung dikarenakan menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air (Angrianto et al., 2021).

Proses fotosintesis ini merupakan salah satu penyedia oksigen terlarut dalam air, proses dekomposisi hanya dapat terjadi secara anaerobik apabila proses ini terhalang. Aktifitas mikroba yang hidup di bagian badan air yang anaerob selain menghasilkan sel-sel mikroba baru juga menghasilkan senyawa-senyawa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan  $\text{CH}_4$  serta senyawa lainnya seperti amin,  $\text{PH}_3$  dan komponen *fosfor*. *Asam sulfide* ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amin dan komponen fosfor adalah senyawa yang mengeluarkan bau menyengat yang tidak sedap, misalnya  $\text{H}_2\text{S}$  berbau busuk dan amin berbau anyir. Selain itu juga diketahui bahwa  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  hasil dekomposisi anaerob pada tingkat konsentrasi tertentu dapat beracun dan oleh karenanya membahayakan organisme lain, termasuk ikan (Angrianto et al., 2021).

### 2.4.2 pH

Nilai pH menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah perairan tersebut bersifat asam atau basa. Nilai pH perairan dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas

fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion di perairan tersebut. Biasanya nilai pH air lindi pada tempat pembuangan sampah perkotaan berkisar antara 1,5 – 9,5 (Ali, 2011).

Suatu lingkungan perairan yang memiliki nilai pH berkisar 6,5-7,5 dapat dikatakan baik untuk menjamin kehidupan karena memiliki pH yang netral (Angrianto et al., 2021).

pH yang jauh dari netral memiliki beberapa dampak negatif bagi makhluk hidup, misalnya penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman yang memiliki pH lebih kecil dari 7 (Angrianto et al., 2021).

### 2.4.3 N Total

Nitrogen adalah nutrisi penting dalam sistem biologis makhluk hidup. Proporsi nitrogen berupa nitrogen organik dan nitrogen amonia dalam air limbah, tergantung degradasi bahan organik yang berlangsung (REF). Senyawa nitrogen organik dapat ditransformasi menjadi nitrogen amonium dan dioksidasi menjadi nitrogen nitrit dan nitrat dalam sistem biologis makhluk hidup (Angrianto et al., 2021).

Amonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) merupakan senyawa-senyawa yang mengandung unsur nitrogen (N). Unsur N sebagai salah satu unsur makro yang penting dibutuhkan untuk pertumbuhan suatu organisme. Di dalam perairan, kebanyakan senyawa-senyawa nitrogen dijumpai dalam bentuk organik dan anorganik (Angrianto et al., 2021).

Jika kadar N-total melebihi baku mutu, maka dapat menyebabkan methaemoglobinemia, yaitu kondisi dimana hemoglobin (Hb) didalam darah sehingga darah menjadi kekurangan oksigen dan dikenal dengan penyakit “babie blues” pada bayi (REF). Hal ini dapat mengakibatkan pengaruh yang fatal serta dapat mengakibatkan kematian khususnya pada bayi. Selain itu, senyawa nitrogen berikatan dengan perak (*argentum*) sebagai senyawa debu, yang dapat menimbulkan iritasi pada kulit dan

menghitamkan kulit (*argyria*) karena ketika kedua senyawa ini saling berikatan, maka *argentum* akan menjadi sangat korosif. Kondisi tersebut mengakibatkan *argyria* dapat terjadi karena senyawa ini diakumulasikan di dalam selaput lendir dan kulit (Angrianto et al., 2021).

#### 2.4.4 BOD

*Biochemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik yang diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, sehingga sering disebut BOD5. Nilai BOD5 perairan dapat dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik. Nilai BOD5 ini juga digunakan untuk menduga jumlah bahan organik di dalam air limbah yang dapat dioksidasi dan akan diuraikan oleh mikroorganisme melalui proses biologi (Ali, 2011).

Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses biodegradable berlangsung apabila suatu badan air tercemar oleh zat organik, sehingga menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Angrianto et al., 2021).

#### 2.4.5 COD

COD menyatakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan, menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan dalam mengoksidasi air sampel. Bila BOD memberikan gambaran jumlah bahan organik yang dapat terurai secara biologis (bahan organik mudah urai, *biodegradable organic matter*), maka COD memberikan gambaran jumlah total bahan organik yang mudah urai maupun yang sulit terurai (*non biodegradable*). Analisa COD berbeda dengan analisa BOD5, namun perbandingan antara angka COD dengan

angka BOD5. Angka perbandingan yang semakin rendah menunjukkan adanya zat-zat yang bersifat racun dan berbahaya bagi mikroorganisme (Ali, 2011).

Tingginya COD menjadi indikator adanya pencemaran untuk menentukan kekuatan atau daya cemar air limbah (Angrianto et al., 2021). Bahan organik merupakan polutan utama yang terkandung dalam air lindi, selain itu, keberadaan polutan atau pencemar yang terkandung dalam lindi juga dipengaruhi oleh umur lindi. Semakin meningkat usia TPA maka konsentrasi COD yang terkandung di dalam lindi akan menurun (Rahayu, 2018).

Dampak yang dapat ditimbulkan dari tingginya kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) apabila langsung dibuang ke badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu adalah dapat membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan (Islamawati et al., 2018).

#### **2.4.6 Kadmium**

Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi adalah arsen, besi, kadmium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga dan timbal konsentrasi logam berat pada sampah padat perkotaan semakin lama semakin menurun secara dinamis, logam berat yang terdapat pada landfill mengalami kelarutan dimana pada awal operasional konsentrasi logam masih cukup tinggi, semakin lama landfill beroperasi maka logam mengalami proses pembilasan dan mengakibatkan perpindahan logam berat dari sampah yang tercemar ke lindi sehingga konsentrasi logam berat pada lindi semakin lama semakin menurun secara berkala (Sulistyo, 2011).

Kadmium yang terkandung dalam lindi merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, merupakan logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik

yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika terakumulasi dengan jumlah dan konsentrasi yang tinggi (Sulistiyono, 2011).

Semua logam berat dapat dikatakan sebagai bahan beracun yang akan meracuni makhluk hidup. Namun, meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam - logam berat tersebut dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut dalam jumlah yang sangat kecil/sedikit. Tetapi apabila kebutuhan yang sangat kecil tersebut tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan makhluk hidup (Sulistiyono, 2011).

## 2.5 Kriteria Desain Instalasi Pengolahan Lindi

Kriteria desain merupakan pedoman dalam melaksanakan dan mengembangkan suatu desain. Oleh karena itu, kriteria desain harus dapat didefinisikan dengan jelas dan sesuai dengan kondisi eksisting agar didapatkan output pengolahan sesuai baku mutu lingkungan. Kemudian, berdasar kriteria desain yang telah ditetapkan, akan dilaksanakan suatu penelitian untuk menguji efektivitas metode pengolahan yang akan diterapkan.

Efektif didefinisikan sebagai penurunan parameter kunci yang diamati paling optimal yang menunjukkan telah berkurangnya beban pencemar semaksimal mungkin yang bisa dicapai dari metode ini. Setelah desain selesai, akan dilanjutkan dengan persiapan penelitian, yaitu menyiapkan semua keperluan dan kebutuhan penelitian. Berikut merupakan kriteria desain sesuai dengan Permen PU No. 3 tahun 2013 pada tiap unit IPL yang ada di TPA Sarimukti yang dicantumkan pada **Tabel 2.4**.

<b>Tabel 2.4</b> Kriteria Desain Unit Instalasi Pengolahan Lindi	
<b>Unit Pengolahan</b>	<b>Kriteria Desain</b>
Kolam Stabilisasi	Kedalaman = 2,5-5 m Waktu detensi (Td) = 20-50 hari Organik Loading Rate = 224-560 Kg.Ha/hari Efisiensi = 50-85%

Unit Pengolahan	Kriteria Desain
Bak Ekualisasi	Kedalaman = 1,5-2 m Waktu detensi (Td) = 0,5-2 jam
Kolam Anaerob	Kedalaman = 2-4 m Waktu detensi (Td) = 1-2 hari Organik Loading Rate = 4-14 Kg.Ha/hari Efisiensi = 70-85%
Kolam Aerob	Kedalaman = 1,8-6 m Waktu detensi (Td) = 3-10 hari Organik Loading Rate = 0,32-0,64 Kg.Ha/hari Efisiensi = 80-95%
Clarifier Biologi	Waktu detensi (Td) = 2-4 jam H maks = 4,90 m Panjang maks = 75 m Diameter maks = 38 m Overflow Rate = 16-29 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .Hari Floor slope = mendekati datar / 1:12

Sumber: Permen PUPR No.3, 2013, Metcalf dan Eddy dalam Santoso, 2015, Ronald L. Droste, 1997

## 2.6 Bakumutu Lindi

Bakumutu merupakan ambang batas dari kadar unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam lindi akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Bakumutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah termuat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 seperti terlihat pada tabel sebagai berikut (Permen LHK No.59, 2016):

**Tabel 2.5** Bakumutu Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	150	mg/l
COD	300	mg/l
TSS	100	mg/l
Ntotal	60	mg/l
Merkuri	0,005	mg/l
Kadmium	0,1	mg/l

Sumber: Permenlhk Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **3.1 TPA Sarimukti**

Tempat Pengolahan dan Pemrosesan Akhir (TPPSA) Sarimukti berlokasi di daerah Sarimukti, Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Luas TPPSA Sarimukti adalah 25,2 Ha, meliputi 21,2 Ha (Tanah Perhutani) dan 4 Ha (Tanah Milik). TPSSA Sarimukti ini sering disebut dengan TPK (Tempat Pengolahan Kompos), karena tujuan awal pendiriannya adalah untuk mengolah sampah dari pasar untuk dijadikan produk berupa pupuk kompos (Nurfadilah et al., 2018).

Tempat Pengolahan Kompos (TPK) Sarimukti adalah Tempat Pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah (TPPAS) yang dikelola UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional Jawa Barat yang melayani sampah di wilayah Metropolitan Bandung Raya antara lain Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung Barat dan Kabupaten Bandung yang mulai beroperasi pada Tahun 2006. Semula TPA Sarimukti dioperasikan hingga tahun 2011, namun pemakaiannya diperpanjang hingga tahun 2023 dengan memaksimalkan pengolahan sampah secara *composting* dan *semi sanitary landfill* (Safria et al., 2021).

Di TPA Sarimukti terdapat instalasi pengolahan lindi yang didesain untuk mengolah lindi yang dihasilkan, IPL terletak pada elevasi yang terendah dari keseluruhan wilayah TPA agar lindi dapat mengalir secara gravitasi. Pipa saluran air lindi di TPA Sarimukti ini memiliki sistem perpipaan seperti tulang ikan atau drain layout I. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



**Gambar 3.1** Foto Udara IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: UPTD PSTR, 2022*

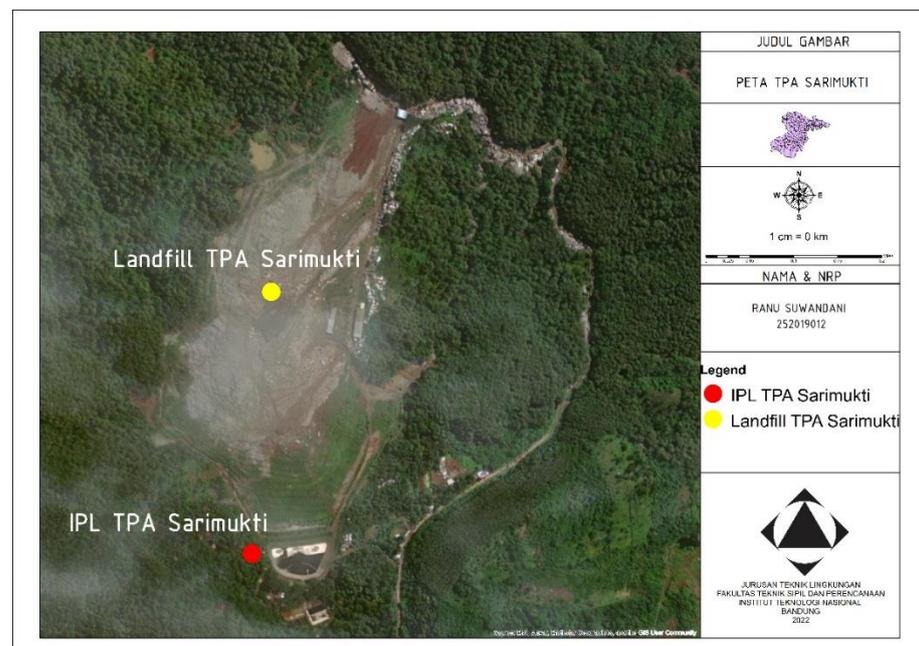
IPL TPA Sarimukti memiliki desain yang terletak paralel satu sama lain, dengan kolam pengolahan berjumlah 10 (sepuluh) unit yang terdiri dari:

- Kolam Stabilisasi
- Kolam Ekualisasi
- Kolam Anaerobik
- Kolam Aerobik 1 dan 2
- Kolam Clarifier Biologi
- Kolam Dissolved Air Floation
- Thickener
- Screw Press
- Filtrasi
- Effluent (UPTD PSTR, 2020)

### **3.1.1 Letak Geografis dan Batas Administrasi**

Berdasarkan kriteria regional, TPA Sarimukti tidak berada di daerah lindung/ cagar alam, dengan kondisi geologi dan kondisi hidrogeologi TPA Sarimukti terletak pada ketinggian 380 sampai 450 mdpl dan mempunyai muka air tanah dengan jenis akifer bebas sekitar 10m - 15m, serta TPA ini memiliki kemiringan lereng 10%-15% ke arah tenggara, sehingga kondisi

tersebut kurang tepat karena relatif bergelombang dan curam yang akan memudahkan terjadinya longsor dari penimbunan sampah menuju pemukiman warga Desa Sarimukti. Letak TPA Sarimukti untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



**Gambar 3.2** Foto Udara TPA Sarimukti

*Sumber: Google Earth, 2022*

Berikut merupakan batas Administrasi TPA Sarimukti, yaitu (UPTD PSTR, 2020):

- Utara: RPH Cipeundeuy, Jl Rajamandala-Cipeundeuy dan Desa Nanggaleng Kec. Cipeundeuy
- Timur: RPH Cipeundeuy dan Desa Kertamukti
- Selatan: RPH Cipatat dan Kp. Cipicung
- Barat: RPH Cipatat dan Desa Nanggaleng

### 3.1.2 Visi dan Misi TPA Sarimukti

#### 3.1.2.1 Visi

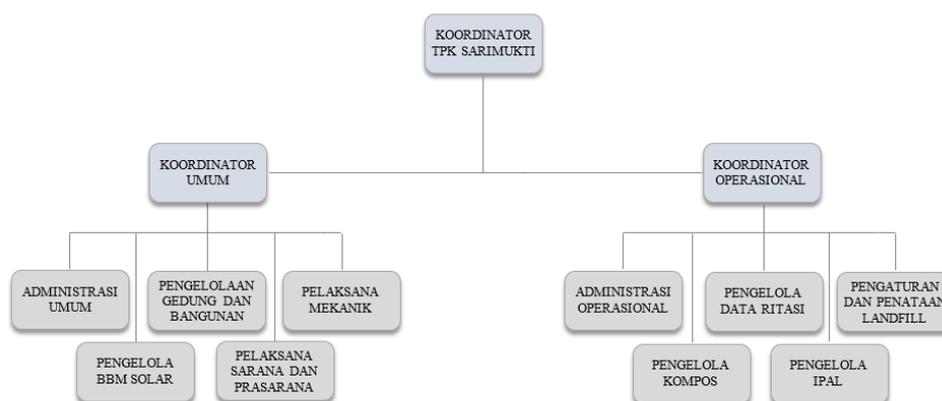
Terwujudnya penyelenggaraan pemrosesan akhir sampah di TPA Sarimukti yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

### 3.1.2.2 Misi

- Menerapkan teknologi pemrosesan akhir sampah di TPA Sarimukti yang tepat guna, ramah lingkungan dan berkelanjutan
- Mengembangkan profesionalisme kelembagaan dan SDM dengan kompetensi manajemen pemrosesan akhir sampah di TPA Sarimukti
- Mengembangkan dan meningkatkan peran serta masyarakat, kerjasama dan kemitraan
- Mengembangkan system pembiayaan pengelolaan sampah yang mampu mendukung penyelenggaraan operasional TPA secara optimal

### 3.1.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi TPA Sarimukti dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



**Gambar 3.3** Struktur Organisasi TPA Sarimukti

*Sumber: Dinas Lingkungan Hidup, 2022*

### 3.1.4 Sarana dan Prasarana di TPA Sarimukti

Sarana dan prasarana yang terdapat di TPA Sarimukti terdiri dari sarana utama dan sarana penunjang yang terdiri dari (UPTD PSTR, 2020):

#### a. Sarana Utama

- Landfill
- Instalasi Pengolahan Lindi (IPL)
- Jalan Operasi
- Drainase
- Sumur Pantau

b. Sarana Penunjang

- Kantor Pengelola
- Jembatan Timbang
- Kantor pencatat jembatan timbang
- Garasi alat berat
- Hanggar composting
- Gudang penyimpanan bahan dan alat

### 3.1.5 Jumlah Penduduk

TPA Sarimukti melayani pembuangan sampah di beberapa wilayah Provinsi Jawa Barat yaitu Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kota Cimahi. Oleh karena itu, jumlah penduduk yang ada di wilayah tersebut sangat mempengaruhi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan ke TPA Sarimukti. Berikut ini adalah Tabel tentang data jumlah Penduduk dari beberapa wilayah yang pembuangan sampahnya dibuang ke TPA Sarimukti dalam 5 Tahun Terakhir yang dicantumkan pada **Tabel 3.1** untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Lampiran IV** untuk jumlah penduduk yang membuang sampah ke TPA Sarimukti 10 tahun terakhir.

**Tabel 3.1** Jumlah Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti

No	Kota/ Kabupaten	Jumlah Penduduk				
		2016	2017	2018	2019	2020
1.	Kota Bandung	2.481	2.498	2.504	2.508	2.444
2.	Kabupaten Bandung	3.534	3.658	3.717	3.775	3.624
3.	Kabupaten Bandung Barat	1.629	1.666	1.684	1.700	1.788
4.	Kota Cimahi	586	601	608	614	568

*Sumber: Badan Pusat Statistik (Provinsi Jawa Barat dalam angka, 2021)*

Kepadatan penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti disajikan pada **Tabel 3.2** dalam 5 tahun terakhir, namun untuk melihat kepadatan penduduk yang membuang sampah ke TPA Sarimukti dalam 10 tahun terakhir dapat dilihat pada **Lampiran V**.

**Tabel 3.2** Kepadatan Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti

No	Kota/ Kabupaten	Kepadatan Penduduk				
		2016	2017	2018	2019	2020
1.	Kota Bandung	14.854	14.898	14.932	14.957	14.577
2.	Kabupaten Bandung	2.034	2.069	2.103	2.135	2.050
3.	Kabupaten Bandung Barat	1.262	1.276	1.289	1.302	1.370
4.	Kota Cimahi	15.127	15.307	15.478	15.643	14.474

*Sumber: Badan Pusat Statistik (Provinsi Jawa Barat dalam angka, 2021)*

### 3.2 Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat

Dinas Lingkungan Hidup merupakan perangkat daerah di Provinsi Jawa Barat yang mempunyai tugas pokok melaksanakan tata lingkungan, pengendalian pencemaran lingkungan, konservasi dan pengendalian perubahan iklim serta penataan hukum lingkungan.

#### 3.2.1 Tugas Pokok dan Fungsi Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat

Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat ini mempunyai tugas pokok melaksanakan urusan pemerintahan bidang lingkungan hidup, meliputi tata lingkungan, pengendalian pencemaran lingkungan, konservasi serta melaksanakan tugas pembantuan sesuai bidang tugasnya, berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan. Dalam menyelenggarakan tugas pokok, dinas lingkungan hidup mempunyai fungsi:

- a. Penyelenggaraan perumusan kebijakan teknis bidang lingkungan hidup yang menjadi kewenangan daerah provinsi
- b. Penyelenggaraan pengelolaan lingkungan hidup yang menjadi kewenangan daerah provinsi
- c. Penyelenggaraan administrasi dinas
- d. Penyelenggaraan evaluasi dan pelaporan dinas
- e. Penyelenggaraan fungsi lain sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya

### 3.3 UPTD PSTR

UPTD di lingkungan Dinas Lingkungan Hidup terdiri dari:

- a. UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup

- b. UPTD Pengelolaan Sampah TPA (Tempat Pembuangan Akhir)/TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu) Regional, membawahkan:
  - 1. Satuan Pelayanan TPPAS (Tempat Pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah) Regional Wilayah Metropolitan Bandung.
  - 2. Satuan Pelayanan TPPAS Regional Wilayah Bogor dan Depok.
  - 3. Satuan Pelayanan TPPAS Regional Wilayah Cirebon, Indramayu, Majalengka, dan Kuningan.
  - 4. Satuan Pelayanan TPPAS Regional Wilayah Bekasi, Karawang, dan Purwakarta.

### **3.3.1 Tugas Pokok dan Fungsi UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Provinsi Jawa Barat**

UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional mempunyai tugas pokok menyelenggarakan kegiatan teknis operasional dan/atau kegiatan teknis penunjang tertentu di bidang pengelolaan sampah TPA/TPST Regional meliputi pelayanan operasional serta perencanaan teknis dan evaluasi.

Dalam menyelenggarakan tugas pokok, UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional mempunyai fungsi:

- a. Penyelenggaraan pengkajian bahan kebijakan teknis Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional
- b. Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional meliputi Pelayanan Operasional dan Perencanaan Teknis dan Evaluasi.
- c. Penyelenggaraan evaluasi dan pelaporan UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional
- d. Penyelenggaraan fungsi lain sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sumber dan Timbulan Sampah

Sampah yang ada di TPA Sarimukti berasal dari limbah domestik seperti sampah pasar, permukiman, perkantoran, kawasan pertokoan, restoran, dan ruang publik atau ruang terbuka hijau dan fasilitas umum lainnya. Sumber sampah ini dapat diklasifikasikan menjadi pemukiman, daerah komersial, institusi, konstruksi dan pembongkaran bangunan, fasilitas umum, pengolahan limbah domestik yang menimbulkan lumpur hasil pengolahan debu dan sebagainya, kawasan industri, dan pertanian Damanhuri, (2010). Rekapitulasi timbulan sampah yang dihasilkan di TPA Sarimukti dicantumkan dalam **Tabel 4.1**.

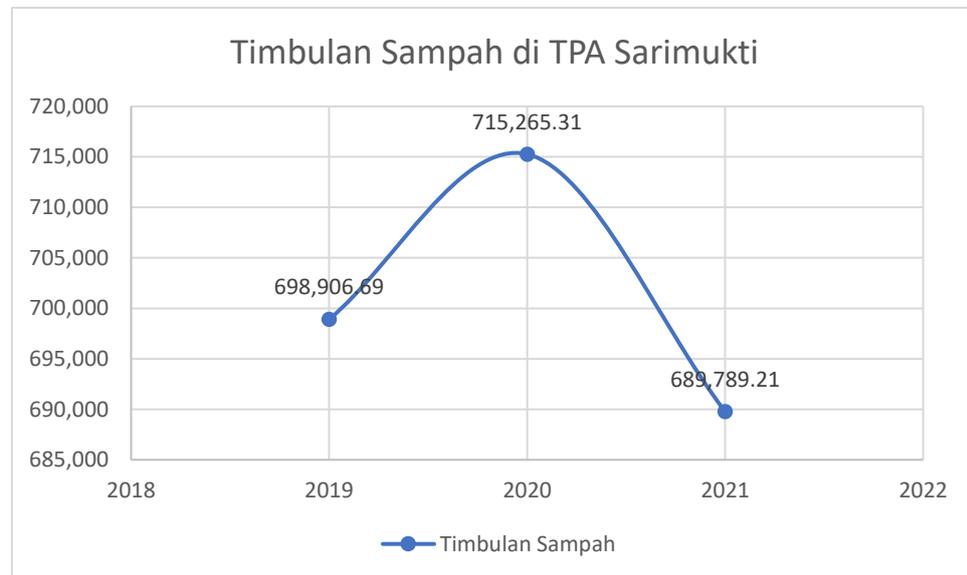
**Tabel 4.1** Rekapitulasi Data Timbulan Sampah pertahun

No	Tahun	Timbulan Sampah	
		$m^3$	Ton
1.	2019	1.525.965	698.906,690
2.	2020	1.559.607	715.265,306
3.	2021	1.464.446	689.789,212

*Sumber: Dinas Lingkungan Hidup UPTD PSTR, 2022*

Berikut pada **Tabel 4.1** merupakan tabel rekapitulasi timbulan sampah di TPA Sarimukti pada tahun 2019-2021, dimana pada tahun 2019 timbulan sampah yang dihasilkan adalah 698.906,690 Ton, lalu pada tahun 2020 timbulan sampah yang dihasilkan adalah 715.265,306 Ton, dan pada tahun 2021 timbulan sampah yang dihasilkan sebesar 689.789,212 Ton dan yang paling banyak menimbulkan sampah terjadi pada tahun 2020 untuk data timbulan sampah yang lebih lengkap dapat dilihat pada **Lampiran I, II, dan III** tentang timbulan sampah yang masuk ke TPA Sarimukti. Timbulan

sampah dapat lebih mudah dipahami melalui grafik yang disajikan pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Grafik Data Timbulan Sampah di TPA Sarimukti pertahun

*Sumber: Dinas Lingkungan Hidup UPTD PSTR, 2022*

Kondisi ini mungkin dapat dipengaruhi oleh pandemi yang terjadi pada awal tahun 2020, sehingga timbulan sampah yang dihasilkan pada tahun 2020 lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya atau sesudahnya, hal ini dapat disebabkan oleh cara hidup dan mobilitas penduduk pada masing-masing tahun tersebut (Damanhuri, 2010).

Dikarenakan pada tahun 2020 terjadi pandemi Covid-19, maka banyak masyarakat yang membeli kebutuhan pokok maupun makanan sehari-hari secara *instant* dimana hampir semua makanan tersebut menghasilkan sampah yang tidak sedikit. Oleh sebab itu, sampah yang dihasilkan pun menjadi lebih banyak dari biasanya.

#### 4.2 Teknik Operasional Pengolahan Lindi

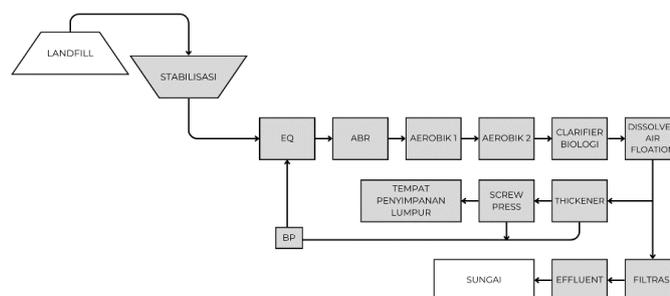
Sebelum air lindi di proses di IPL, air lindi tersebut dikumpulkan dan disalurkan melalui saluran pengumpul lindi yang terletak dibawah landfill

TPA Sarimukti. Dalam perencanaan bentuk sistem penyaluran lindi harus melihat berbagai aspek, seperti kondisi geometri lahan, kemudian dalam instalasi dan perawatan (Tchobanoglous, 1993).

Saluran pengumpul lindi di TPA Sarimukti ini menggunakan pipa PVC/HDPE dan juga terdapat di setiap zona, kondisi tersebut sudah memenuhi kriteria saluran pengumpul lindi yang tercantum pada (Permen PUPR No.3, 2013).

Sistem penyaluran lindi yang ada di TPA Sarimukti ini menggunakan tulang ikan atau drain layout 1 untuk lebih detailnya dapat dilihat pada **Tabel 2.3** seperti yang dikatakan oleh Tchobanoglous (1993) bahwa arah aliran dari sistem ini menuju bagian atas serta outlet dari sistem ini terletak di bagian atas pada gambar yang tercantum di **Tabel 2.3**.

Proses pengolahan terhadap timbulan air lindi di TPA Sarimukti dilakukan menggunakan kolam stabilisasi, kolam ekualisasi/bak pengumpul, kolam anaerobik, kolam aerobik 1 dan 2, *clarifier biologi*, *dissolved air flotation*, *filtrasi*, *thickener*, *screw press*, tempat penyimpanan lumpur dan bak effluent. Pengolahan lindi tersebut diharapkan dapat menjadi tempat untuk menampung aliran lindi dan berfungsi sebagai tempat pengolahan air lindi. Setelah keluar dari pengolahan tersebut diharapkan air lindi tidak mencemari badan air penerima yaitu sungai. Lebih jelasnya skema dari pengolahan lindi yang ada di TPA Sarimukti dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Skema IPL Eksisting TPA Sarimukti

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (UPTD PSTR), 2022

Instalasi pengolahan lindi yang ada di TPA Sarimukti terletak pada elevasi yang terendah dari keseluruhan wilayah TPA agar lindi dapat mengalir secara gravitasi. IPL TPA Sarimukti memiliki desain yang terletak paralel satu sama lain, dengan kolam pengolahan berjumlah 10 (sepuluh) unit.

Unit pengolahan air lindi di IPL TPA Sarimukti yang pertama adalah kolam stabilisasi yang diharapkan dapat menurunkan kadar BOD, sedimentasi dan stabilisasi influent (Safria et al., 2021). Setelah itu air lindi melewati bak ekualisasi agar debit air yang masuk ke unit pengolahan selanjutnya stabil (Santoso, 2015), lalu masuk ke unit pengolahan biologi yang pertama yaitu kolam anaerob dimana di unit pengolahan ini bahan-bahan polutan organik didegradasi (Indriyati, 2005). Setelah air lindi melewati kolam anaerob lalu unit pengolahan selanjutnya yaitu kolam aerob dimana kolam ini dapat mengurangi jumlah kandungan bahan aktif yang tersuspensi dan dapat menurunkan kadar BOD (Priyatna, 2018). Selanjutnya masuk ke tahapan unit pengolahan *clarifier biologi*, kolam ini berfungsi untuk memisahkan sejumlah kecil partikel-partikel halus sehingga menghasilkan liquid yang jernih yang bebas partikel-partikel solid atau suspensi (Fikri, 2021).

Unit pengolahan kimia pertama di IPL TPA Sarimukti yaitu *Dissolved Air Flotation* dimana kolam ini bekerja untuk memisahkan bahan pencemar seperti padatan tersuspensi, BOD, dan minyak dan lemak dengan cara flotasi atau bantuan gelembung udara (UPTD PSTR, 2020). Setelah bahan pencemar di air lindi dipisahkan di kolam DAF, tahapan selanjutnya yaitu air lindi menuju kolam *thickener* yang berfungsi untuk memisahkan padatan partikel tersuspensi dari aliran fluida dengan memanfaatkan sifat pengendapan dari partikel (Yusuf et al., 2016), lalu lumpur yang sudah dipisahkan oleh *thickener* masuk ke unit pengolahan *screw press* yang dapat mengurangi kadar air didalam lumpur tersebut (UPTD PSTR, 2020). Lalu air yang terpisah dari lumpurnya disaring oleh unit filtrasi, di IPL TPA Sarimukti unit filtrasi ini menggunakan *sand filter* dan *carbon filter* dengan

harapan dapat memisahkan atau menyaring partikel yang tidak dapat mengendap di sedimentasi melalui media berpori (Alifianna, 2018).

Akhir dari unit pengolahan air lindi di IPL TPA Sarimukti adalah bak *effluent* dimana air yang keluar dari ke salah satu bagian dari bangunan pengolah atau dari bangunan pengolah secara keseluruhan dengan harapan sudah memenuhi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK 59/2016 (Sholichin, 2012).

#### 4.2.1 *Landfill*

*Landfill* TPA Sarimukti terletak pada ketinggian 380 sampai 450 mdpl dan mempunyai muka air tanah dengan jenis akuifer bebas sekitar 10m – 15m, serta TPA ini memiliki kemiringan lereng 10% - 15% kearah tenggara (UPTD PSTR, 2020), sehingga kondisi tersebut kurang tepat karena relatif bergelombang dan curam dan dapat mengakibatkan terjadinya longsor dari penimbunan sampah menuju pemukiman warga Desa Sarimukti. Untuk lebih jelasnya kondisi *landfill* TPA Sarimukti dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



**Gambar 4.3** *Landfill* di TPA Sarimukti

*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

*Landfill* di TPA Sarimukti ini melayani sampah di wilayah Metropolitan Bandung Raya antara lain Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung Barat, dan Kabupaten Bandung yang mulai beroperasi pada tahun 2006, semula TPA Sarimukti dioperasikan hingga tahun 2011, namun

pemakaiannya diperpanjang hingga tahun 2023 dengan memaksimalkan pengolahan sampah secara *composting* dan *semi sanitary landfill* (Safria et al., 2021).

*Sanitary landfill* itu merupakan pemusnahan sampah dengan membuat lubang di tanah kemudian sampah dimasukkan dan ditimbun dengan tanah sebagai lapisan penutup lalu dipadatkan (Raffinet, 2020). Namun pada kenyataan di lapangan TPA Sarimukti ini tidak melakukan pengurugan atau penimbunan sampah dengan menggunakan tanah urug dikarenakan kurangnya fasilitas alat berat yang tersedia di lapangan dan juga pasokan tanah untuk melakukan pengurugan.

TPA Sarimukti juga sudah tidak melakukan pengolahan sampah secara *composting* dikarenakan longsoran sampah yang terjadi pada tahun 2018 membuat bangunan hanggar kompos di TPA Sarimukti ini hancur dan tidak dapat digunakan kembali. Padahal seperti yang kita tahu bahwa pengurugan dan pengomposan merupakan salah satu aktivitas utama dalam menangani sampah di lokasi TPA, seperti yang tercantum dalam Permen PUPR No.3 (2013) bahwa terdapat 4 aktivitas utama dalam penanganan sampah di TPA, yaitu pemilahan sampah, daur ulang sampah non-hayati (anorganik), pengomposan sampah hayati (organik), dan pengurugan/penimbunan sampah residu dari proses di atas di lokasi pengurugan atau penimbunan.

Dikarenakan tidak adanya pemilahan sampah, daur ulang, pengomposan, dan juga pengurugan, *landfill* TPA Sarimukti ini seperti menggunakan metode *open dumping* yaitu sistem pembuangan sampah yang dilakukan secara terbuka. Hal ini dapat menyebabkan beberapa dampak bahwa metode *open dumping* dapat menimbulkan gangguan pembauan dan estetika serta menjadi sumber penularan penyakit (Raffinet, 2020).

#### 4.2.2 Kolam Stabilisasi

Kolam stabilisasi ini menjadi unit pengolahan pertama yang ada di IPL TPA Sarimukti. Untuk lebih jelasnya kondisi kolam stabilisasi di IPL TPA Sarimukti dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4.4** Kolam Stabilisasi di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Berdasarkan hasil pengamatan, kondisi dari bangunan kolam ini terlihat tidak baik, kondisi fisik dari bangunan ini sudah banyak yang hancur dan dikarenakan tanggul yang ada di kolam stabilisasi ini hancur sehingga tanah dasar kolam stabilisasi ini naik keatas dan menyebabkan rusaknya bangunan kolam stabilisasi tersebut. Lubang inlet pun tertimbun sehingga tidak dapat mengalirkan air lindi yang seharusnya keluar dari lubang tersebut dan pada akhirnya membuat lubang inlet baru.

Lindi yang terkumpul di unit ini juga berwarna hitam pekat, sedikit berbuih dan tercium aroma yang pekat. Hal itu merupakan salah satu dampak negatif dari pengolahan kolam stabilisasi bahwa pengolahan ini menimbulkan gas dengan bau tidak sedap (Pribadi, 2005). Selain itu juga, tidak adanya pengadukan agar lindi menjadi homogen dapat membuat kebutuhan oksigen tidak terpenuhi sehingga kandungan BOD dan COD menjadi tinggi (UPTD PSTR, 2020). Perbandingan antara kriteria desain dengan kondisi desain eksisting dicantumkan pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4.2** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Stabilisasi

No	Parameter	Satuan	Desain Eksisting	Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
1	Debit (Q)	Lt/det	8			
2	Luas Permukaan	m <sup>2</sup>	1,932			
3	Kedalaman	m	3,00	2,5 – 5,0	Permen PU 3/2013	Memenuhi
4	Volume	m <sup>3</sup>	5796			
5	Waktu Detensi (Td)	Hari	8,39	20 – 50	Permen PU 3/2013	Tidak memenuhi
		Jam	201,36	480 - 1200	Permen PU 3/2013	Tidak memenuhi

*Sumber:* UPTD PSTR, 2020

Perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain Kolam Stabilisasi yang ada di IPL TPA Sarimukti, dapat dilihat bahwa parameter kedalaman sudah memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No 3 Tahun 2013. Namun, parameter lainnya yaitu waktu detensi belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No 3 Tahun 2013.

Hal tersebut dapat menyebabkan tidak optimalnya penyisihan BOD dikarenakan efisiensi penyisihan BOD sangat dipengaruhi oleh waktu detensi (Safria et al., 2021). Biasanya pada Kriteria Desain Permen PU ini terdapat parameter Organik Loading Rate (OLR), namun tidak dilakukan perhitungan karena tidak adanya data konsentrasi COD pada titik inlet dan outlet kolam stabilisasi (UPTD PSTR, 2020). Selanjutnya, kualitas lindi TPA Sarimukti dari Bulan Januari-Juli Tahun 2021 yang diukur di titik inlet disajikan pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3** Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli Tahun 2021 (inlet)

NO	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji IPAL							Bakumutu PermenLHK 59/2016
			Jan-21	Feb-21	Mar-21	Apr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	
			INLET	INLET	INLET	INLET	INLET	INLET	INLET	
1	TSS	µg/L	42,33	21	29	18	11	31	28	100
2	pH	-	8,1	8,2	8,1	8	8	8	7,9	6,0-9,0
3	N Total	mg/L	1655	2271	208	2852	3069	2417	2779	60
4	BOD	mg/L	216	-	214	523	612	696	583	150
5	COD	mg/L	2.815	3.357	2.460	5.038	4.864	3.588	4.576	300
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2022

Hasil pemeriksaan laboratorium dapat dilihat pada **Tabel 4.3** yang merupakan hasil pemantauan inlet IPL TPA Sarimukti pada bulan Januari hingga Juli 2021. Kandungan BOD, N Total, dan COD masih melebihi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah, hal ini juga dikarenakan belum adanya pengolahan untuk menurunkan kandungan parameter tersebut pada air lindi di TPA Sarimukti. Kualitas desain leachate juga sangat bergantung pada sampling leachate yang dilakukan (Said et al., 2015). Pada umumnya karakteristik *leachate* cairannya berwarna coklat, mempunyai kandungan organik (BOD dan COD) tinggi, kandungan logam berat biasanya juga tinggi dan berbau septik.

- ***Total Suspended Solid (TSS)***

Hasil pengukuran parameter *Total Suspended Solid (TSS)* pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 masih memenuhi bakumutu yang ditetapkan PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Januari 2021 yaitu sebesar 42,23 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada bulan Mei 2021 yaitu sebesar 11 mg/L.

Penyebab nilai TSS yang tinggi adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Sudarsono et al., 2016). Sedangkan dari hasil pengamatan, tingkat kekeruhan yang terjadi di unit pengolahan kolam stabilisasi di IPL TPA Sarimukti disebabkan oleh adanya limpasan air eksternal.

Namun apabila kandungan TSS melebihi bakumutu maka akan menimbulkan beberapa dampak yang merugikan. Kandungan zat tersuspensi tinggi dapat menyebabkan pendangkalan dan juga dapat menghalangi proses fotosintesa mikroorganisme menjadi tidak berlangsung (Angrianto et al., 2021).

- **pH atau derajat keasaman**

Nilai pH dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion (Ali, 2011). Hasil pengukuran parameter pH yang didapat di inlet kolam stabilisasi TPA Sarimukti yang tercantum pada **Tabel 4.3** masih memenuhi bakumutu PermenLHK No 59 Tahun 2016 dan hampir setiap bulan menunjukkan angka 8.

Hal ini menunjukkan bahwa lindi mempunyai sifat yang cenderung basa seperti yang dikatakan oleh untuk TPA dengan timbunan yang tua atau lebih dari >10 tahun akan memiliki pH lindi yang lebih besar dari 7,5 (Kahar, 2018). Namun apabila nilai pH ini tidak memenuhi bakumutu dan cenderung bersifat asam atau nilai pH kurang dari 7 misalnya dapat

mengalami penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman bagi para makhluk hidup (Angrianto et al., 2021).

- ***Biological Oxygen Demand (BOD)***

Hasil pengukuran parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) di inlet kolam stabilisasi seperti yang tercantum pada **Tabel 4.3** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016, hal ini disebabkan karena pada inlet unit kolam stabilisasi ini belum ada proses pengolahan untuk menurunkan konsentrasi BOD. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Juni 2021 yaitu sebesar 696 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Maret 2021 yaitu sebesar 214 mg/L.

BOD itu sendiri adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik. Nilai BOD juga dapat dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Ali, 2011). Berdasarkan hasil pengamatan, tingginya konsentrasi BOD juga dapat disebabkan karena tidak adanya pemilahan atau pengolahan sampah organik di TPA.

Pengolahan sampah organik di TPA Sarimukti awal mulanya dilakukan dengan cara pengomposan, namun pengolahan tersebut tidak lagi dilakukan dikarenakan hanggar pengomposan yang hancur, disebabkan oleh angin puting beliung dan juga terkena longsoran sampah, sehingga sampah langsung dibuang ke *landfill*, hal itu juga yang membuat tingginya kandungan BOD pada air lindi. Dampak dari hal tersebut dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Angrianto et al., 2021).

- ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

Hasil pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand (COD)* di inlet kolam stabilisasi seperti yang tercantum pada **Tabel 4.3** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan April 2021 yaitu sebesar 5.038 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Januari 2021 yaitu sebesar 2.815 mg/L.

Tingginya COD menjadi indikator adanya pencemaran untuk menentukan kekuatan atau daya cemar air limbah (Angrianto et al., 2021). Konsentrasi COD yang terkandung di dalam lindi akan menurun seiring meningkatnya usia TPA (Rahayu, 2018), sedangkan berdasarkan hasil pengukuran yang ada pada **Tabel 4.3** konsentrasi COD cenderung tidak menurun, hal ini disebabkan karena tidak ada pengolahan sampah organik di TPA Sarimukti, sehingga sampah yang dibuang ke *landfill* menghasilkan lindi dengan konsentrasi COD yang tinggi seperti yang dikatakan oleh Ali (2011) bahwa nilai COD merupakan jumlah total bahan organik yang mudah terurai maupun yang sulit terurai (*non biodegradable*).

Dampak dari tingginya konsentrasi COD, adalah dapat membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan apabila langsung dibuang ke badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu (Islamawati et al., 2018).

- **Kadmium**

Hasil pengukuran parameter kadmium pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 masih memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Hal ini disebabkan karena sampah di TPA Sarimukti berasal dari sampah domestik dan juga konsentrasi logam berat pada sampah padat perkotaan semakin lama semakin menurun secara dinamis, semakin lama

*landfill* beroperasi maka logam mengalami proses pembilasan dan mengakibatkan konsentrasi logam berat pada lindi semakin lama semakin menurun secara berkala (Sulistiyono, 2011). Namun, apabila nilai parameter kadmium tidak memenuhi baku mutu maka berpotensi menjadi bahan toksik yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika terakumulasi dengan jumlah dan konsentrasi yang tinggi karena kadmium ini merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, dan juga merupakan logam berat (Sulistiyono, 2011).

Kolam stabilisasi ini perlu dilakukan redesain kembali dengan harapan dapat memenuhi kriteria desain yang sudah ditetapkan dan dapat dimaksimalkan sebagai pre treatment. Berdasarkan hasil pengamatan, kolam stabilisasi ini juga pola alirannya tidak merata, dan adanya masukan lain selain dari titik inlet utama, sehingga fungsi sebagai sedimentasi dan stabilisasi influen tidak berjalan sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan. Proses redesain pada unit pengolahan ini tidak mudah karena tanggul yang menahan *landfill* sudah ambles dan memerlukan biaya yang besar. Namun, apabila tidak segera dilakukan redesain dapat berpotensi mengalami longsoran sampah dari *landfill* ke arah IPL TPA Sarimukti. Maka dari itu redesain pada unit pengolahan ini harus diimplementasikan dengan memperhatikan kondisi eksisting di unit tersebut.

#### **4.2.3 Bak Ekualisasi**

Bak ekualisasi ini berfungsi untuk menyamakan aliran, konsentrasi atau keduanya, sehingga dapat memberikan kondisi yang optimum pada pengolahan selanjutnya (Santoso, 2015). Berikut merupakan kondisi eksisting bak ekualisasi yang ada di IPL TPA Sarimukti yang dicantumkan dalam **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.5** Bak Ekualisasi di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Menurut UPTD PSTR (2020) di dalam laporan review DED peningkatan IPAL TPK Sarimukti II, bak ekualisasi ini sesekali sering meluap apabila ada limpasan air dari eksternal, sehingga bak ekualisasi ini lebih baik apabila dibuat dengan mempertimbangkan ukuran dan tipe bak ekualisasi yang disesuaikan dengan kuantitas limbah dan perubahan air limbah (Santoso, 2015).

Selain itu juga, ada beberapa tujuan yang dapat dihasilkan dari proses ekualisasi ini diantaranya adalah dapat mencegah shock loading pada proses biologis, mengontrol pH atau meminimumkan kebutuhan bahan kimia, meminimumkan aliran pada proses pengolahan fisik–kimia dan mengetahui rata-rata kebutuhan bahan kimia, memberikan kapasitas untuk mengontrol aliran limbah, mencegah tingginya konsentrasi bahan berbahaya yang masuk pada proses pengolahan biologis (Santoso, 2015).

Jadi pada bak ekualisasi ini tidak ada pengolahan atau penambahan bahan kimia, seperti yang dikatakan sebelumnya oleh Santoso (2015) hanya untuk menyamakan aliran atau menghomogenkan konsentrasi air lindi saja agar dapat dapat memberikan kondisi yang optimum sebelum selanjutnya diolah ke unit selanjutnya yaitu kolam *Anaerob Baffled Reactor* (ABR). Berikut merupakan Tabel Desain eksisting bak ekualisasi yang ada di IPL TPA Sarimukti dibandingkan dengan kriteria desain Permen PU 03/2013 yang dicantumkan dalam **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Bak Ekualisasi

No	Parameter	Satuan	Desain Eksistin g	Kriteria Desain	Keterangan
1	Panjang	m	12		
2	Kedalaman air minimum	m	2,2	1,5 - 2	Tidak sesuai
3	Lebar	m	3,5		
4	Volume	m <sup>3</sup>	92,4		
5	Waktu Detensi (Td)	Hari	0,08		
		Jam	1,92	0,5-2	Tidak sesuai

*Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2021 dan Metcalf dan Eddy dalam Santoso, 2015*

Keadaan bak ekualisasi di IPL TPA Sarimukti menunjukkan bahwa parameter kedalaman dan waktu detensi tidak sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan. Dampak dari hal tersebut dapat membuat bak ekualisasi tidak bekerja secara maksimal dan bisa menyebabkan *shock loading* dan juga tingginya konsentrasi bahan berbahaya yang masuk pada proses pengolahan biologis (Santoso, 2015). Oleh sebab itu, perlu dibuat bak ekualisasi yang baru atau dengan melakukan pelebaran bak ekualisasi (UPTD PSTR, 2020), tentunya dengan ukuran dan tipe yang dapat memenuhi kuantitas dan juga perubahan air limbah yang ada di IPL TPA Sarimukti (Santoso, 2015). Selain menyesuaikan dengan ukuran dan tipe bak ekualisasi, upaya pengendalian air lindi agar tidak meluap pada saat musim penghujan juga dapat dilakukan dengan pembuatan drainase dalam tanah untuk mengalirkan air lindi ke unit pengolahan selanjutnya (Alawiyah, 2007).

#### 4.2.4 Kolam *Anaerob Baffled Reactor*

Kolam *Anaerob Baffled Reactor* (ABR) ini memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik dalam kondisi tidak didapatkan atau

sangat sedikit oksigen terlarut (Indriyati, 2005). Kondisi eksisting kolam ABR yang ada di IPL TPA Sarimukti dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



**Gambar 4.6** Kolam *Anaerobik* di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Berdasarkan hasil pengamatan, Kolam *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) ini tidak berjalan dengan baik dikarenakan pemberian nutrisi untuk mikroorganisme agar menguraikan zat organik tidak dilakukan. Padahal kolam ABR ini sangat memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Indriyati, 2005). Lalu kondisi eksisting selanjutnya yaitu banyaknya lumpur dan tidak adanya pola pembuangan lumpur. Tidak adanya pola pembuangan lumpur akan berakibat terjadinya pendangkalan pada kolam ABR tersebut. Pendangkalan juga dapat mengurangi kapasitas kolam ABR yang berakibat berkurangnya waktu tinggal. Selain itu, berpengaruh juga pada proses reduksi kandungan organik oleh bakteri anaerob yang membuat pengolahan pada unit tersebut tidak terjadi secara optimal (Samina et al., 2013). Perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain kolam ABR dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam ABR

No	Parameter	Satuan	Desain Eksisting		Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
			Min	Max			
1	Debit (Q)	Lt/det	4	14,20			
2	Kedalaman	M		3,00	2,00 – 4,00	Permen PU 3/2013	Memenuhi
3	Beban COD tersisihkan/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup> .hari	0,01	0,16	4,00-14,00	Permen PU 3/2013	Tidak Memenuhi
4	Efisiensi	%	1	4	70-85	Permen PU 3/2013	Tidak memenuhi
5	Waktu Detensi (Td)	Hari	4,55	1,28	1-2	Permen PU 3/2013	Memenuhi
		Jam	109,31	30,79	24-48		

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (UPTD PSTR), 2022

Keadaan Kolam ABR (*Anaerobik Baffled Reactor*) menunjukkan bahwa parameter kedalaman, dan waktu detensi sudah memenuhi kriteria desain yang sudah ditetapkan oleh Permen PU No 3 Tahun 2013. Namun, parameter efisiensi dan beban COD yang tersisihkan masih belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan oleh Permen PU No 3 Tahun 2013.

Bisa dilihat pada **Tabel 4.5** bahwa waktu detensi yang dicapai hingga 4,55 hari hanya mampu menyisihkan Beban COD sebesar 0,01 kg/m<sup>3</sup>. hari dengan efisiensi penyisihan sebesar 1%, dan kondisi debit maksimal waktu detensi yang dicapai selama 1,28 hari, beban COD yang tersisihkan hanya sebesar 0,16 kg/m<sup>3</sup>. hari. Maka dari itu Beban COD yang tersisihkan masih belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan oleh Permen PU No 3 Tahun 2013 yaitu ada pada rentang 4,0-14,0 kg/m<sup>3</sup>. hari.

Seperti yang sudah dikatakan sebelumnya bahwa hal itu disebabkan karena pada kolam ABR ini tidak ada pemberian nutrisi sehingga perkembangan mikroorganisme dalam menguraikan zat organik menjadi lambat. Selain itu juga dikarenakan memang pengolahan kolam ABR itu memiliki kekurangan bahwa proses pertumbuhan mikroorganisme pada pengolahan ini sangat lambat hingga mempunyai waktu pertumbuhan dalam hitungan hari (Indriyati, 2005).

Hal tersebut dapat berpengaruh pada proses reduksi kandungan organik yang membuat pengolahan pada unit tersebut tidak terjadi secara optimal (Indriyati, 2005), sehingga BOD yang tersisihkan tidak dapat memenuhi kriteria desain yang sudah ditetapkan di Permen PU No 3 Tahun 2013. Dapat dilihat pada **Tabel 4.6** yang merupakan hasil tabel Kualitas Lindi outlet kolam anaerobik TPA Sarimukti pada periode Bulan Maret-Desember pada tahun 2021.

**Tabel 4.6** Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei Tahun 2021 (outlet kolam anaerobik)

NO	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji IPAL					Kadar Maksimum / Bakumutu PermenLHK 59/2016
			Jan-21	Feb-21	Mar-21	Apr-21	May-21	
			ANAEROB	ANAEROB	ANAEROB	ANAEROB	ANAEROB	
1	Zat Padat Tersuspensi/ TSS	mg/L	42,5	28	30	24	20	100
2	pH	-	8,3	8,4	8,3	8,3	8,3	6,0-9,0
3	N Total	mg/L	1812	1957	193	2151	2295	60
4	BOD	mg/L	291	-	186	289	544	150
5	COD	mg/L	3.333	2.714	2.218	3.587	3.948	300
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
<b>KONDISI LINGKUNGAN</b>								
1	Suhu	C	29,5	27,2	30	31,4	31,2	-
2	Kelembaban	%	72,8	80,9	53,6	58,1	71,7	-

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2021

Hasil pengukuran parameter dapat dilihat pada **Tabel 4.6** yang merupakan hasil pemantauan outlet kolam anaerobik IPL TPA Sarimukti pada bulan Januari hingga Mei 2021. Kandungan BOD, N Total, dan COD masih melebihi baku mutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Kualitas desain leachate juga sangat bergantung pada sampling *leachate* yang dilakukan. Pada umumnya karakteristik *leachate* cairannya berwarna coklat, mempunyai kandungan organik (BOD dan COD) tinggi, kandungan logam berat biasanya juga tinggi dan berbau septik (Said et al., 2015).

- ***Total Suspended Solid (TSS)***

Hasil pengukuran parameter *Total Suspended Solid (TSS)* pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei tahun 2021 masih memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Januari 2021 yaitu sebesar 42,5 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada bulan May 2021 yaitu sebesar 20 mg/L.

Penyebab nilai TSS yang tinggi adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Sudarsono et al., 2016). Sedangkan dari hasil pengamatan, tingkat kekeruhan yang terjadi di unit pengolahan kolam ABR di IPL TPA Sarimukti disebabkan karena tidak adanya pola pembuangan lumpur di unit tersebut. Namun apabila kandungan TSS melebihi baku mutu maka akan menimbulkan beberapa dampak yang merugikan. Kandungan zat tersuspensi tinggi dapat menyebabkan pendangkalan dan juga dapat menghalangi proses fotosintesis mikroorganisme menjadi tidak berlangsung (Angrianto et al., 2021).

- **pH atau derajat keasaman**

Nilai pH dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion (Ali, 2011). Sedangkan dari hasil pengamatan, pH air yang ada di kolam ABR tidak

dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis karena unit pengolahan ini dilakukan secara tertutup. Hasil pengukuran parameter pH yang didapat di inlet kolam stabilisasi TPA Sarimukti yang tercantum pada **Tabel 4.6** masih memenuhi baku mutu PermenLHK No 59 Tahun 2016 dan hampir setiap bulan menunjukkan angka 8.

Hal ini menunjukkan bahwa lindi mempunyai sifat yang cenderung basa untuk TPA dengan timbunan yang tua atau lebih dari >10 tahun akan memiliki pH lindi yang lebih besar dari 7,5 (Kahar, 2018). Namun apabila nilai pH ini tidak memenuhi baku mutu dan cenderung bersifat asam atau nilai pH kurang dari 7 misalnya dapat mengalami penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman bagi para makhluk hidup (Angrianto et al., 2021).

- ***Biological Oxygen Demand (BOD)***

Hasil pengukuran parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) di outlet kolam anaerobik seperti yang tercantum pada **Tabel 4.6** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan May 2021 yaitu sebesar 544 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Maret 2021 yaitu sebesar 186 mg/L.

BOD itu sendiri adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Nilai BOD juga dapat dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Ali, 2011).

Pada unit pengolahan kolam ABR ini konsentrasi BOD sudah mulai berkurang dibandingkan pada kondisi inlet di kolam stabilisasi, namun dikarenakan tidak ada pemberian nutrisi kepada mikroorganisme, unit pengolahan ini belum bekerja secara maksimal, konsentrasi BOD yang tersisihkan juga belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No.3 Tahun 2013. Dampak dari tingginya konsentrasi BOD dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air

dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Angrianto et al., 2021).

- ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

Hasil pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) di outlet kolam anaerobik seperti yang tercantum pada **Tabel 4.6** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai parameter COD sudah mulai berkurang dibandingkan pada saat pengukuran di inlet kolam stabilisasi. Hal ini menunjukkan bahwa unit pengolahan kolam ABR berpengaruh terhadap penurunan nilai parameter COD. Namun, pengolahan ini belum maksimal dikarenakan nilai COD yang diukur di outlet kolam ABR ini masih belum memenuhi bakumutu yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil pengamatan, tingginya konsentrasi COD disebabkan karena tidak adanya pemberian nutrisi pada mikroorganisme untuk menguraikan zat organik yang ada pada air lindi, padahal kolam ABR ini sangat memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Indriyati, 2005), yang nantinya digunakan bakteri sebagai makanan dalam proses mengubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Priyatna, 2018).

Dampak dari tingginya kadar COD, adalah dapat membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan apabila langsung dibuang ke badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu (Islamawati et al., 2018).

- **Kadmium**

Hasil pengukuran parameter kadmium pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 masih memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Hal ini disebabkan karena sampah di TPA Sarimukti berasal dari sampah domestik dan juga konsentrasi logam berat pada sampah padat

perkotaan semakin lama semakin menurun secara dinamis, semakin lama landfill beroperasi maka logam mengalami proses pembilasan dan mengakibatkan konsentrasi logam berat pada lindi semakin lama semakin menurun secara berkala (Sulistiyono, 2011). Namun, apabila nilai parameter kadmium tidak memenuhi bakumutu maka berpotensi menjadi bahan toksik yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika terakumulasi dengan jumlah dan konsentrasi yang tinggi karena kadmium ini merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, dan juga merupakan logam berat (Sulistiyono, 2011).

Pada tahap unit pengolahan di kolam ABR ini harus dilakukan pemberian nutrisi agar mikroorganisme dapat berkembang dan tumbuh secara baik untuk menguraikan atau mendegradasikan zat organik sehingga dapat menurunkan konsentrasi BOD dan COD yang tinggi serta mengaktifkan kembali pola pembuangan lumpur, agar tidak terjadi pendangkalan sehingga unit pengolahan kolam ABR dapat bekerja secara optimal.

#### 4.2.5 Kolam Aerobik

Kolam aerobik (*aerobic pond*) ini bertujuan untuk mengurangi jumlah kandungan bahan aktif yang tersuspensi dan mengubahnya menjadi bentuk padatan yang diendapkan oleh flokulasi mikroorganisme (Priyatna, 2018). Kolam aerobik sendiri merupakan unit pengolahan ketiga pada IPL TPA Sarimukti. Kondisi eksisting unit pengolahan kolam aerobik dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



**Gambar 4.7** Kolam Aerobik di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Kolam aerobik ini memerlukan oksigen melalui udara pada kolam saat proses penguraian sedang berlangsung (Priyatna, 2018). Oleh sebab itu, pada unit pengolahan ini digunakan aerator untuk meningkatkan kandungan oksigen yang ada di kolam tersebut atau yang kita biasa sebut dengan proses aerasi.

Proses aerasi ini sangat penting dilakukan karena pada unit pengolahan kolam aerobik ini memanfaatkan bakteri aerob, bakteri aerob ini sangat memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya agar proses tersebut bekerja dengan secara optimal (Yuniarti et al., 2019). Sedangkan dari hasil pengamatan, dari 17 alat aerator hanya 1 yang masih berfungsi tentunya hal ini menyebabkan kandungan BOD tinggi karena kebutuhan oksigen yang dibutuhkan tidak terpenuhi pada pengolahan tersebut. Padahal sudah jelas bahwa efektifitas dari proses aerasi ini akan bekerja dengan secara optimal apabila semakin luas permukaan air yang bersinggungan dengan udara (Yuniarti et al., 2019).

Oleh karena itu, pola aliran udara di kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini belum merata. Selain itu, kolam aerobik yang ada di IPL TPA Sarimukti ini tidak memiliki pola pembuangan lumpur, hal itu dapat berdampak pada tingkat kekeruhan air lindi yang ada di unit pengolahan tersebut. Maka dari itu, perlu adanya perbaikan pada kolam ini dengan mengfungsikan kembali aerator agar pola aliran udara merata, dan pola pembuangan lumpur juga dapat berjalan dengan baik.

Unit pengolahan aerobik ini memiliki kelebihan yaitu hasil proses pencernaan aerobik ini tidak berbau, bersifat seperti humus, dan juga mudah dikeringkan (Priyatna, 2018). Namun, apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting di lapangan, kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini mengeluarkan bau yang tidak sedap. Perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain pada kolam aerobik yang ada di IPL TPA Sarimukti ini dicantumkan pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.7** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Kolam Aerobik

No	Parameter	Satuan	Desain Eksisting		Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
			Min	Max			
1	Debit (Q)	Lt/det	4	14,20			
2	Kedalaman	M		3,00	1,80 – 6,00	Permen PU 3/2013	Memenuhi
3	Beban COD tersisihkan/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup> .hari	0,12	0,13	0,32-0,64	Permen PU 3/2013	Tidak Memenuhi
4	Efisiensi	%	26	7	80-95	Permen PU 3/2013	Tidak memenuhi
5	Waktu Detensi (Td)	Hari	8,69	2,45	3-10	Permen PU 3/2013	Tidak Memenuhi
		Jam	208,54	58,74	72-240		

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (UPTD PSTR), 2022

Keadaan kolam aerobik menunjukkan bahwa parameter kedalaman sudah memenuhi kriteria desain, sedangkan waktu detensi masih terlihat belum mencapai kriteria desain saat kondisi debit maksimum, yang berdampak pada parameter *organic loading rate* (OLR) atau beban organik/COD yang tersisihkan menjadi tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No. 3 Tahun 2013. Efisiensi penurunan parameter pencemar yang mampu dicapai dengan nilai tertinggi adalah sebesar 26% terjadi pada kondisi debit minimum dengan nilai OLR 0,12 kg/m<sup>3</sup> .hari yang artinya belum memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam Permen PU 3/2013 yaitu 0,32-0,64 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil pengamatan, hal tersebut dapat disebabkan karena pada kolam aerobik ini tidak ada pemberian nutrient dan juga pemberian oksigen atau proses aerasi. Padahal sudah jelas bahwa kolam aerobik ini memanfaatkan bakteri aerob yang memerlukan kandungan oksigen untuk proses metabolismenya. Dampak yang dihasilkan dari hal tersebut adalah tingginya kandungan BOD dan COD karena proses yang dilakukan di pengolahan tersebut tidak berjalan dengan baik. Kualitas Lindi outlet kolam aerobik IPL TPA Sarimukti pada periode Bulan Januari-Mei pada tahun 2021 tercantum dalam **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.8** Kualitas Lindi TPA Sarimukti Bulan Maret-Desember Tahun 2021 (outlet kolam aerobik)

NO	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji IPAL					Kadar Maksimum / Bakumutu PermenLHK 59/2016
			Jan-21	Feb-21	Mar-21	Apr-21	May-21	
			AEROB	AEROB	AEROB	AEROB	AEROB	
1	Zat Padat Tersuspensi/ TSS	µg/L	44,5	45,33	98	46	154	100
2	pH	-	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	6,0-9,0
3	N Total	mg/L	1763	1848	193	2127	2320	60
4	BOD	mg/L	261	-	124	217	405	150
5	COD	mg/L	2.846	2.452	2.056	3.063	3.283	300
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,005	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1
KONDISI LINGKUNGAN								

NO	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji IPAL					Kadar Maksimum / Bakumutu PermenLHK 59/2016
			Jan-21	Feb-21	Mar-21	Apr-21	May-21	
			AEROB	AEROB	AEROB	AEROB	AEROB	
1	Suhu	C	29,5	27,2	30	31,4	31,3	-
2	Kelembaban	%	72,8	80,9	53,6	58,1	71,4	-

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2021

Hasil pengukuran parameter dapat dilihat pada **Tabel 4.8** yang merupakan hasil pemantauan outlet kolam aerobik IPL TPA Sarimukti pada bulan Januari hingga Mei 2021. Kandungan TSS, BOD, N Total, dan COD masih melebihi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Kualitas desain *leachate* juga sangat bergantung pada sampling *leachate* yang dilakukan. Pada umumnya karakteristik *leachate* cairannya berwarna coklat, mempunyai kandungan organik (BOD dan COD) tinggi, kandungan logam berat biasanya juga tinggi dan berbau septik (Said et al., 2015)

- ***Total Suspended Solid (TSS)***

Hasil pengukuran parameter *Total Suspended Solid (TSS)* pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei tahun 2021 ada yang memenuhi dan juga tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Januari 2021 yaitu sebesar 44,5 mg/L. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Mei 2021 yaitu sebesar 154 mg/L, dimana nilai ini tidak memenuhi bakumutu PermenLHK No.59 Tahun 2016 yaitu sebesar 100 mg/l.

Penyebab nilai TSS yang tinggi adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Sudarsono et al., 2016). Sedangkan dari hasil pengamatan, tingkat kekeruhan yang terjadi di unit pengolahan kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini disebabkan karena tidak adanya pola pembuangan lumpur yang mengakibatkan waktu detensi tidak memenuhi kriteria desain sehingga membuat tingginya tingkat kekeruhan.

Dampak yang akan disebabkan oleh kandungan TSS yang melebihi bakumutu adalah menyebabkan pendangkalan dan juga dapat menghalangi proses fotosintesa mikroorganisme (Angrianto et al., 2021). Padahal seperti yang kita tahu bahwa unit pengolahan kolam aerobik ini sangat mengandalkan mikroorganisme dan kandungan oksigen untuk menguraikan zat organik (Priyatna, 2018).

- **pH atau derajat keasaman**

Nilai pH dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion (Ali, 2011). Hasil pengukuran parameter pH yang didapat di outlet kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti yang tercantum pada **Tabel 4.8** masih memenuhi bakumutu PermenLHK No 59 Tahun 2016 dan hampir setiap bulan menunjukkan angka 8. Hal ini menunjukkan bahwa lindi mempunyai sifat yang cenderung basa untuk TPA dengan timbunan yang tua atau lebih dari >10 tahun akan memiliki pH lindi yang lebih besar dari 7,5 (Kahar, 2018).

Namun apabila nilai pH ini tidak memenuhi bakumutu dan cenderung bersifat asam atau nilai pH kurang dari 7 misalnya dapat mengalami penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman bagi para makhluk hidup (Angrianto et al., 2021).

- ***Biological Oxygen Demand (BOD)***

Hasil pengukuran parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) di outlet kolam aerobik seperti yang tercantum pada **Tabel 4.8** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021. Dapat dilihat bahwa pada unit pengolahan kolam aerobik ini konsentrasi BOD sudah mulai berkurang dibandingkan dengan konsentrasi BOD pada unit sebelumnya. Namun, hanya pada Bulan Maret kandungan BOD yang sudah memenuhi bakumutu yang ditetapkan dalam PermenLHK No 59 Tahun 2016 dan nilai ini menjadi konsentrasi terendah yaitu sebesar 124 mg/L. Sebaliknya tidak memenuhi bakumutu PermenLHK No 59 Tahun 2016, konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan May 2021 yaitu sebesar 405 mg/L.

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik (Ali, 2011). Sedangkan dari hasil pengamatan, kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini tidak melakukan pemberian nutrisi kepada mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dan juga kurangnya aerator yang membuat kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik tidak terpenuhi. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi BOD yang ada di IPL TPA Sarimukti. Dampak dari hal tersebut dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Angrianto et al., 2021).

- ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

Hasil pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) di outlet kolam aerobik seperti yang tercantum pada **Tabel 4.8** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei tahun 2021. Parameter COD

merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik pada unit pengolahan tersebut (Ali, 2011). Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran yang tercantum pada **Tabel 4.8** nilai parameter COD sudah mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai parameter COD pada unit sebelumnya yaitu kolam ABR. Namun, nilai yang dihasilkan pada kolam aerobik ini juga masih sangat tinggi sekali yaitu sebesar 3.283 mg/L pada konsentrasi tertinggi dan sebesar 2.056 mg/L pada konsentrasi terendah hingga melebihi baku mutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.

Berdasarkan hasil pengamatan, tingginya konsentrasi COD disebabkan karena tidak adanya pemberian nutrisi pada mikroorganisme untuk menguraikan zat organik yang ada pada air lindi. Selain itu, kurangnya aerator yang membuat kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik tidak terpenuhi. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi COD yang ada di IPL TPA Sarimukti. Dampak dari hal tersebut, adalah dapat membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan apabila langsung dibuang ke badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu (Islamawati et al., 2018).

- **Kadmium**

Hasil pengukuran parameter kadmium pada tabel kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 masih memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Hal ini disebabkan karena sampah di TPA Sarimukti berasal dari sampah domestik dan juga konsentrasi logam berat pada sampah padat perkotaan semakin lama semakin menurun secara dinamis, semakin lama *landfill* beroperasi maka logam mengalami proses pembilasan dan mengakibatkan konsentrasi logam berat pada lindi semakin lama semakin menurun secara berkala (Sulistyo, 2011). Namun, apabila nilai parameter

kadmium tidak memenuhi bakumutu maka berpotensi menjadi bahan toksik yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika terakumulasi dengan jumlah dan konsentrasi yang tinggi karena kadmium ini merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, dan juga merupakan logam berat (Sulistiyono, 2011).

Pada tahap unit pengolahan kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini perlu dilakukan pemberian nutrisi dan menambahkan alat aerator agar oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dapat terpenuhi, sehingga dapat menurunkan kadar BOD dan COD yang sangat tinggi (Yuniarti et al., 2019). Serta mengaktifkan kembali pola pembuangan lumpur agar tidak terjadi pendangkalan dan menghambat proses fotosintesis pada mikroorganisme yang berakibat meningkatnya tingkat kekeruhan, seperti yang dikatakan oleh (Angrianto et al., 2021).

#### 4.2.6 Clarifier Biologi

Kolam *Clarifier Biologi* ini adalah kolam untuk memisahkan sejumlah kecil partikel-partikel halus sehingga menghasilkan liquid yang jernih dan juga bebas partikel-partikel solid (Fikri, 2021). Unit pengolahan ini merupakan unit pengolahan selanjutnya setelah kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti. Kondisi eksisting dari kolam *clarifier biologi* yang ada di IPL TPA Sarimukti disajikan pada **Gambar 4.8**.



**Gambar 4.8** *Clarifier Biologi* di IPL TPA Sarimukti  
Sumber: Hasil Pengamatan, 2022

Flok yang dihasilkan pada kolam *clarifier biologi* ini dipisahkan dengan cara gravitasi dan dibagian bawah tangki dipasang kran pembuang endapan (lumpur), sedangkan untuk bagian tengah dan atas dipasang pipa kran *control* untuk mengetahui ketinggian endapan dalam tangki (Fikri, 2021). Berdasarkan hasil pengamatan, hal tersebut sudah sesuai dengan kondisi unit pengolahan *clarifier biologi* ini yang ada di IPL TPA Sarimukti. Perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain unit pengolahan *clarifier biologi* dicantumkan dalam **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.9** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain *Clarifier Biologi*

No	Parameter	Satuan	Desain Eksisting	Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
1	Debit (Q)	Lt/det	1500			
2	H tabung dan kerucut	m	4,5	4,9	Ronald L. Droste, 1997	Memenuhi
3	Diameter	m	10	38	Ronald L. Droste, 1997	Memenuhi
4	Kemiringan kerucut	°	22,5°	1:12	Ronald L. Droste, 1997	Memenuhi
5	Waktu Detensi (Td)	Hari	0,17			
		Jam	4,3	2-4	Ronald L. Droste, 1997	Tidak Memenuhi

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (UPTD PSTR), 2022 ; Ronald L. Droste, 1997

Berdasarkan perbandingan desain eksisting dan kriteria desain yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9** H tabung dan kerucut, diameter, kemiringan kerucut, memenuhi kriteria desain yang ditetapkan, dikarenakan tidak terdapat kriteria desain menurut Permen PU No. 13 Tahun 2013 tentang unit pengolahan *clarifier biologi* ini maka digunakan kriteria desain yang bersumber dari buku (Ronald L. Droste, 1997) yang tercantum dalam jurnal (Rahardiyan, 2019)

Waktu detensi yang dihasilkan oleh unit pengolahan *clarifier biologi* yang ada di IPL TPA Sarimukti ini tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan karena melebihi rentang yang sudah ditentukan yaitu 2-4 jam. Unit pengolahan *clarifier* ini mempunyai kelemahan dalam prosesnya yaitu memerlukan rentang waktu yang lebih lama dari pada pengolahan menggunakan *filtrasi* dan juga membutuhkan tempat yang besar (Fikri, 2021). Hal ini juga dapat disebabkan karena kandungan zat organik yang diukur pada outlet kolam aerobik seperti yang dicantumkan dalam **Tabel 4.8** sangat tinggi.

Unit pengolahan ini juga memiliki kelebihan untuk membuat air yang benar-benar keruh diolah dengan sangat efektif sehingga secara kasat mata air menjadi jernih, juga memperpanjang umur proses filtrasi setelahnya (mis; *Sand Filter, Carbon Aktif, Softener, RO*) (Fikri, 2021). Sedangkan dari hasil pengamatan, air lindi yang dihasilkan dari unit pengolahan ini masih keruh, berwarna hitam pekat dan juga menimbulkan aroma yang tidak sedap dan dapat membuat proses *filtrasi* menjadi sering melakukan proses *backwash* karena tingkat kekeruhan yang dapat diidentifikasi secara kasat mata masih tinggi.

Pada tahap unit pengolahan ini, semua sudah memenuhi kriteria desain yang ditetapkan hanya waktu detensi yg terlalu lama dikarenakan pengolahan sebelumnya yaitu kolam aerobik tidak dapat menurunkan parameter pencemar dengan baik, sehingga air lindi yang ada di *clarifier biologi* masih berwarna hitam pekat dan juga berbau. Waktu detensi yang melebihi kriteria desain juga dapat mengakibatkan pengolahan yang berlebih tersebut tidak efektif secara waktu dan membuat pengolahan berjalan melebihi batas optimalnya (Sutanhaji et al., 2021). Sebaiknya melakukan perbaikan pada kolam aerobik agar air lindi yang selanjutnya diolah di unit pengolahan *clarifier biologi* ini sudah tidak berwarna hitam pekat, berbau dan memiliki kandungan zat organik yang begitu tinggi dan juga mengatur debit air lindi

yang masuk ke unit pengolahan ini agar waktu detensi tidak melebihi kriteria desain yang ditetapkan.

#### 4.2.7 *Dissolved Air Flotation*

*Dissolved Air Flotation* (DAF) merupakan metode untuk memisahkan zat atau bahan pencemar seperti *total suspended solid*/padatan tersuspensi (TSS), *biochemical oxygen demand* (BOD) dan minyak atau lemak (*oil and greases*) dari air dengan metode bantuan gelembung udara (UPTD PSTR, 2020). Kondisi eksisting DAF yang ada di IPL TPA Sarimukti dicantumkan pada **Gambar 4.9**.



**Gambar 4.9** *Dissolved Air Flotation* di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Unit pengolahan DAF ini memerlukan bahan kimia untuk menurunkan parameter pencemar (Permana, 2008), seperti konsentrasi BOD dan COD yang tinggi yang diukur di pengolahan sebelumnya yaitu pada outlet kolam aerobik yang dicantumkan pada **Tabel 4.8**. Unit pengolahan DAF yang ada di IPL TPA Sarimukti ini menggunakan bahan kimia seperti *Ferri Klorit*, dan *polimer anionik* sebagai koagulan, dan kapur serta NaOH sebagai flokulan (UPTD PSTR, 2020). Sedangkan dari hasil pengamatan, pemberian bahan kimia pada unit pengolahan DAF yang ada di IPL TPA Sarimukti ini tidak dilakukan karena masih dalam tahap pengembangan atau uji coba, sehingga air lindi yang sudah melewati proses ini masih saja berwarna hitam pekat dan menimbulkan aroma yang tidak sedap.

Mahalnya biaya untuk melakukan penambahan bahan kimia pada unit ini menjadi faktor mengapa tidak dilakukan penambahan kimia pada unit pengolahan ini. Hal ini sama seperti yang diceritakan oleh Said & Hartaja, (2015) bahwa banyak kondisi pengolahan TPA di Indonesia yang dananya terbatas untuk pengoperasian dan pemeliharaan IPL di TPA. Padahal, unit pengolahan DAF ini memiliki keunggulan yaitu air lindi yang sudah melewati pengolahan ini akan jernih karena unit ini dapat memisahkan kandungan BOD, COD, minyak dan lemak dengan cara flotasi. Selain itu, juga bau limbah yang dihasilkan dapat diminimalisasi karena adanya udara terlarut dalam keluaran limbah (Permana, 2008).

Pada tahap unit pengolahan ini sebaiknya segera dioperasikan dan melakukan penambahan bahan kimia yaitu koagulan dan flokulan agar kualitas air lindi dapat memenuhi bakumutu PermenLHK 59/2016 dan tidak berdampak terhadap lingkungan sehingga dapat dibuang ke badan air penerima dengan aman.

#### 4.2.8 Thickener

*Thickener* merupakan proses pemisahan partikel padatan tersuspensi dari aliran fluida dengan memanfaatkan sifat pengendapan dari partikel (Yusuf et al., 2016). Unit pengolahan *thickener* yang ada di IPL TPA Sarimukti disajikan pada **Gambar 4.10**.



**Gambar 4.10** *Thickener* di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Unit pengolahan *thickener* ini mengolah hasil lumpur yang dihasilkan oleh unit pengolahan *dissolved air flotation*, dengan memanfaatkan gaya gravitasi (Yusuf et al., 2016). Tujuan unit pengolahan *thickener* ini adalah untuk mengurangi volume lumpur dengan membuang supernatannya (UPTD PSTR, 2020). Sedangkan dari hasil pengamatan, dikarenakan unit pengolahan DAF belum melakukan proses penambahan kimia maka kondisi air lindi pada unit ini masih berwarna hitam pekat dan menimbulkan aroma yang tidak sedap.

Berdasarkan hasil pengamatan, pada tahap ini hanya melakukan proses pengendapan saja. Namun, untuk efisiensi pengendapan pada unit pengolahan *thickener* ini dapat ditingkatkan dengan cara melakukan penambahan bahan kimia (Yusuf et al., 2016). Berikut merupakan tabel perbandingan desain eksisting dengan kriteria desain unit pengolahan *thickener* yang dicantumkan dalam **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10** Perbandingan Desain Eksisting dengan Kriteria Desain Unit Pengolahan Thickener

No	Parameter	Satuan	Desain Eksisting	Kriteria Desain	Sumber	Keterangan
1	Dimensi	m	3,8			
2	Kedalaman Bak	m	5,1	3,5-5,0	Qasim, 1985	Tidak Memenuhi
3	Volume	m <sup>3</sup>	36,29			
4	Td	jam	4			

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018, dan Qasim, 1985.

Berdasarkan **Tabel 4.10** dapat dilihat bahwa kedalaman bak yang dimiliki unit pengolahan *thickener* ini adalah 5,1 m, dikarenakan tidak terdapat kriteria desain menurut Permen PU No. 13 Tahun 2013 tentang unit pengolahan *thickener* ini maka digunakan kriteria desain yang bersumber dari (Qasim, 1985) yang tercantum pada Buku-B SPALDTS.

Hal ini tentu saja melebihi nilai rentang yang ditetapkan kriteria desain (Qasim, 1985) yang tercantum pada buku B SPALDT-S yaitu sebesar 3,5-

5,0 m. Dampak yang dapat disebabkan oleh hal tersebut adalah bahan kimia yang diperlukan oleh unit pengolahan *thickener* menjadi lebih banyak. Pada tahap unit pengolahan ini, lebih baik apabila proses *thickener* menambahkan *flocculant* untuk meningkatkan efisiensi proses sedimentasi (Yusuf et al., 2016).

#### 4.2.9 *Screw Press*

*Screw press* berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam lumpur yang dihasilkan dari pengolahan *thickener* (UPTD PSTR, 2020). Berikut ini merupakan kondisi eksisting *screw press* yang ada di IPL TPA Sarimukti yang dicantumkan pada **Gambar 4.11**.



**Gambar 4.11** *Screw Press* di IPL TPA Sarimukti  
*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Unit pengolahan *screw press* ini memiliki keunggulan antara lain adalah dapat meminimalisir bau dan kebisingan karena pengolahan bersifat tertutup, pemakaian air dan listrik sangat rendah, tidak membutuhkan banyak SDM untuk pengoperasiannya, mudah dalam segi pengoperasian dan perawatan (UPTD PSTR, 2020).

Sedangkan dari hasil pengamatan, unit pengolahan *screw press* di IPL TPA Sarimukti ini belum dioperasikan karena masih dalam tahap uji coba sehingga belum ada lumpur yang diolah di pengolahan ini. Namun, nantinya lumpur hasil pengolahan ini akan dikembalikan ke area *landfill* dan kadar air yang terpisah akan dikembalikan ke bak penampung yang selanjutnya akan disalurkan kembali ke unit pengolahan *thickener*.

Pada tahap unit pengolahan ini, sebaiknya tahap pengembangan di IPL TPA Sarimukti dipercepat agar unit pengolahan screw press ini dapat beroperasi dan memisahkan kandungan lumpur dan air dengan baik.

#### 4.2.10 Filtrasi

Unit pengolahan filtrasi yang ada di IPL TPA Sarimukti ini berfungsi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak dapat mengendap di sedimentasi melalui media berpori (Alifianna, 2018). Berikut merupakan unit pengolahan filtrasi yang ada di IPL TPA Sarimukti yang terdiri dari *sand filter* dan *carbon filter* dicantumkan pada **Gambar 4.12**.



**Gambar 4.12** *Sand filter* dan *Carbon Filter* di IPL TPA Sarimukti  
Sumber: Hasil Pengamatan, 2022

Unit pengolahan filtrasi di IPL TPA Sarimukti terdiri dari 2 jenis *filter* yaitu *carbon filter* dan *sand filter*. Pasir silika ini digunakan untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar/kecil di dalam air. Sedangkan, *carbon filter* menyerap setiap kontaminan yang melaluinya agar dapat menurunkan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau (Azis et al., 2018).

Namun, berdasarkan hasil pengamatan, secara kasat mata air lindi yang dihasilkan masih berwarna dan juga berbau. Hal itu disebabkan karena pada unit pengolahan sebelumnya yaitu DAF belum dioperasikan karena masih dalam tahap pengembangan dan uji coba sehingga tidak dilakukan

penambahan bahan kimia yang membuat air lindi masih berwarna hitam pekat dan menimbulkan aroma yang tidak sedap.

Hal itu juga berpengaruh terhadap pengolahan *filtrasi* ini, karena tingkat kekeruhan pada air lindi masih tinggi membuat komponen filter yaitu pasir silika dan juga karbon mudah jenuh, sehingga kemampuan adsorpsi dalam menyaring polutan menjadi menurun. Hal ini yang membuat unit pengolahan filtrasi harus dilakukan backwash secara berkala karena apabila adsorben sudah jenuh, maka adsorben ini dapat menjadi tidak berfungsi lagi dan harus diregenerasi atau diganti dengan yang baru (Tumimomor et al., 2020).

#### 4.2.11 Bak Effluent

Kondisi eksisting bak *effluent* di IPL TPA Sarimukti unit pengolahan sebelum air lindi dibuang ke badan air penerima (BAP) dapat dilihat pada

#### Gambar 4.13



**Gambar 4.13** Bak Effluent di IPL TPA Sarimukti

*Sumber: Hasil Pengamatan, 2022*

Bak *Effluent* merupakan unit terakhir pada sistem pengolahan lindi di TPA Sarimukti. Sebelum menjadi Bak *Effluent* sebelumnya unit ini difungsikan sebagai Kolam Land Treatment. Kolam ini seharusnya digunakan untuk menurunkan kandungan pencemar dengan kemampuan tanah yang dapat menyerap zat pencemar (*filtrasi*) melalui aktivitas bakteri, kolam ini juga menggunakan ikan sebagai media uji sebelum air lindi dibuang ke badan air penerima (Safria et al., 2021).

Sedangkan dari hasil pengamatan, tidak ada media *filtrasi* apapun pada unit pengolahan ini karena penyaringan dilakukan pada unit pengolahan sebelumnya yaitu *filtrasi*, dan juga pada kolam ini tidak terdapat media uji yaitu ikan sebelum dibuang ke badan air penerima. Namun, pada kolam sebelah bak effluent dan terdapat air bersih yang digunakan untuk untuk proses *backwash* pada unit pengolahan *filtrasi*. Kualitas Lindi outlet IPL TPA Sarimukti pada periode Bulan Januari-Juli dan Bulan Oktober pada tahun 2022, dapat dilihat pada **Tabel 4.11**

**Tabel 4 11** Kualitas Lindi outlet IPL TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli dan Bulan Oktober Tahun 2022.

NO	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji IPAL								Kadar Maksimum / Bakumutu PermenLH K 59/2016
			Jan-22	Feb-22	Mar-22	Apr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Oct-22	
			OUTLET	OUTLET	OUTLET	OUTLET	OUTLET	OUTLET	OUTLET	OUTLET	
1	TSS	µg/L	15	21	69,7	136	34	130	100	23	100
2	pH	-	8,2	8,2	8,1	8,3	8,5	8,3	8,1	8,1	6,0-9,0
3	N Total	µg/L	1595	3009	1812	1982	4374	1220	1595	1837	60
4	BOD	µg/L	356	261	1087	276	281	134	213	636	150
5	COD	µg/L	2.827	2.668	4.262	2.767	2.623	1.351	1.942	2765	300
6	Kadmium (Cd)	µg/L	< 0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2022

Hasil pengukuran parameter dapat dilihat pada **Tabel 4.12** yang merupakan hasil pemantauan outlet IPL TPA Sarimukti pada bulan Januari hingga Juli serta Bulan Oktober tahun 2021. Kandungan TSS BOD, N Total, dan COD masih melebihi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah, hal ini dapat disebabkan karena adanya limpasan air yang masuk kedalam unit pengolahan air lindi sehingga memengaruhi hasil konsentrasi parameter pada outlet IPL TPA Sarimuktii.

Kualitas desain *leachate* juga sangat bergantung pada sampling *leachate* yang dilakukan. Pada umumnya karakteristik *leachate* cairannya berwarna coklat, mempunyai kandungan organik (BOD dan COD) tinggi, kandungan logam berat biasanya juga tinggi dan berbau septik (Said et al., 2015).

- **Total Suspended Solid (TSS)**

Hasil pengukuran parameter *Total Suspended Solid (TSS)* pada **Tabel 4.12** kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Mei tahun 2021 ada yang memenuhi dan juga tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Januari 2022 yaitu sebesar 15 mg/L. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Juni 2021 yaitu sebesar 130 mg/L, dimana nilai ini tidak memenuhi bakumutu PermenLHK No.59 Tahun 2016 yaitu sebesar 100 mg/l..

Penyebab TSS di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Sudarsono et al., 2016). Seperti yang didapat dari hasil pengamatan, bahwa hal itu disebabkan karena adanya limpasan air eksternal yang masuk ke bak *effluent*.

Dampak yang akan disebabkan oleh kandungan TSS yang melebihi bakumutu adalah menyebabkan pendangkalan dan juga dapat menghalangi proses fotosintesa mikroorganisme (Angrianto et al., 2021). Padahal unit ini merupakan unit terakhir yang ada di IPL TPA Sarimukti yang seharusnya semua parameter pencemar sudah memenuhi bakumutu sebelum dibuang ke badan air penerima khususnya tingkat kekeruhan yaitu kandungan TSS ini.

- **Ph atau derajat keasaman**

Nilai pH dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion (Ali, 2011). Hasil pengukuran parameter pH yang didapat di outlet kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti yang tercantum pada **Tabel 4.12** masih memenuhi bakumutu PermenLHK No 59 Tahun 2016 dan hampir setiap bulan menunjukkan angka 8.

Hal ini menunjukkan bahwa lindi mempunyai sifat yang cenderung basa untuk TPA dengan timbunan yang tua atau lebih dari >10 tahun akan memiliki pH lindi yang lebih besar dari 7,5 (Kahar, 2018). Namun apabila nilai pH ini tidak memenuhi bakumutu dan cenderung bersifat asam atau

nilai pH kurang dari 7 misalnya dapat mengalami penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman bagi para makhluk hidup (Angrianto et al., 2021).

- ***Biological Oxygen Demand (BOD)***

Hasil pengukuran parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) di outlet IPL TPA Sarimukti seperti yang tercantum pada **Tabel 4.12** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juni dan juga Bulan Oktober tahun 2022 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Maret 2022 yaitu sebesar 1087 mg/L dan konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Juni 2022 yaitu sebesar 134 mg/L.

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik (Ali, 2011). Sedangkan dari hasil pengamatan, tingginya konsentrasi BOD pada unit pengolahan IPL TPA Sarimukti yang terakhir ini adalah karena pada unit pengolahan sebelumnya tidak dapat berjalan dengan baik. Seharusnya konsentrasi BOD di bak *effluent* ini harus sudah memenuhi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016, agar air lindi yang sudah diolah dibuang ke badan air penerima dengan aman.

Dampak dari hal tersebut dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Angrianto et al., 2021)

- ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

Hasil pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) di outlet IPL TPA Sarimukti seperti yang tercantum pada **Tabel 4.12** mengenai kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2022 tidak memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016.

Parameter COD yaitu merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik pada unit pengolahan tersebut (Ali, 2011). Sedangkan dari hasil pengamatan, tingginya konsentrasi COD

disebabkan karena pengolahan pada unit-unit sebelumnya belum berjalan dengan begitu baik. Pada unit pengolahan sebelumnya kandungan COD di air lindi dapat diturunkan namun konsentrasi yang menurun belum signifikan dan masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.

Dampak dari hal tersebut, adalah dapat membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan apabila langsung dibuang ke badan air penerima tanpa diolah terlebih dahulu (Islamawati et al., 2018).

- **Kadmium**

Hasil pengukuran parameter kadmium pada **Tabel 4.12** kualitas lindi TPA Sarimukti Bulan Januari-Juli tahun 2021 masih memenuhi PermenLHK No 59 Tahun 2016. Hal ini disebabkan karena sampah di TPA Sarimukti berasal dari sampah domestik dan juga konsentrasi logam berat pada sampah padat perkotaan semakin lama semakin menurun secara dinamis, semakin lama landfill beroperasi maka logam mengalami proses pembilasan dan mengakibatkan konsentrasi logam berat pada lindi semakin lama semakin menurun secara berkala (Sulistyo, 2011).

Namun, apabila nilai parameter kadmium tidak memenuhi baku mutu maka berpotensi menjadi bahan toksik yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika terakumulasi dengan jumlah dan konsentrasi yang tinggi karena kadmium ini merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, dan juga merupakan logam berat (Sulistyo, 2011).

Pada tahap ini seharusnya air lindi sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan, dan karakteristik warna dari lindi sudah tidak berwarna hitam pekat dan juga tidak berbau. Kolam bak effluent ini semestinya menjadi tempat indikator para makhluk hidup seperti ikan untuk menguji kelayakan bahwa air lindi sudah aman apabila dibuang ke badan air penerima (BAP)

(Safria et al., 2021). Dikarenakan karakteristik air lindi yang belum memenuhi baku mutu PermenLHK No.59 Tahun 2016 pada bak *effluent* IPL TPA Sarimukti, maka perlu adanya pengolahan lanjutan untuk meningkatkan kualitas air lindi dengan teknologi tambahan (Hadiwidodo et al., 2012).

#### **4.3 Rekapitulasi Unit Instalasi Pengolahan Lindi**

Berikut merupakan tabel rekapitulasi unit instalasi pengolahan lindi yang ada di TPA Sarimukti dicantumkan dalam **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / bakumutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
Kolam Stabilisasi	Permen PU 3/2013 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kedalaman 2,50 – 5,00 m</li> <li>• Waktu Detensi (Td) = 20 – 50 hari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi dari bangunan kolam ini terlihat tidak baik, kondisi fisik dari bangunan ini sudah banyak yang hancur.</li> <li>• Tanggul yang ada di kolam stabilisasi ini hancur sehingga tanah dasar kolam stabilisasi ini naik keatas dan menyebabkan rusaknya bangunan kolam stabilisasi tersebut.</li> <li>• Lubang inlet pun tertimbun sehingga tidak dapat mengalirkan air lindi yang seharusnya keluar dari lubang tersebut dan pada akhirnya membuat lubang inlet baru.</li> <li>• Lindi yang terkumpul di unit ini juga berwarna hitam pekat, sedikit berbuih dan tercium aroma yang pekat.</li> <li>• Parameter kedalaman Kolam Stabilisasi adalah 3m sehingga sudah memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No 3 Tahun 2013.</li> <li>• Waktu detensi Kolam Stabilisasi adalah 8,39 hari atau 201,36 jam sehingga belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No 3 Tahun 2013</li> <li>• Didapatkan kandungan BOD tertinggi dengan nilai sebesar 696 mg/l, N Total 3069 mg/l, dan COD 5038 mg/l sehingga masih melebihi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li> <li>• Nilai tertinggi yang didapatkan untuk parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) adalah 42,33 µg/l, pH 7,9 – 8,2, dan cadmium 0,1 mg/l masih memenuhi bakumutu yang ditetapkan PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li> </ul>	  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolam stabilisasi ini perlu dilakukan redesain kembali yang dapat diimplementasikan dengan kondisi eksisting tersebut dengan harapan dapat memenuhi kriteria desain yang sudah ditetapkan dan dapat dimaksimalkan sebagai pre treatment dan juga mencegah potensi terjadinya longsoran sampah yang diakibatkan oleh tanggul yang sudah hancur.</li> </ul>
	PermenLHK 59/2016 <ul style="list-style-type: none"> <li>• TSS = 100</li> <li>• pH = 6-9</li> <li>• BOD = 150</li> <li>• COD = 300</li> <li>• N Total = 60</li> <li>• Kadmium = 0,1</li> </ul>			

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / bakumutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
Bak Ekualisasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kriteria Desain menurut: (Metcalf dan Eddy, 2003) Kedalaman Air minimum = 1,5 – 2 m</li> <li>Waktu Detensi (Td) = 0,5 – 2 jam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bak ekualisasi ini sesekali sering meluap apabila ada limpasan air dari eksternal.</li> <li>Parameter kedalaman air minimum di bak ekualisasi IPL TPA Sarimukti diketahui yaitu 2,2m dan itu tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan menurut (Metcalf dan Eddy, 2003).</li> <li>Begitu juga dengan waktu detensi di bak ekualisasi IPL TPA Sarimukti yang diketahui adalah 2,13 jam dan itu tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan menurut (Metcalf dan Eddy, 2003).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Perlu dibuat bak ekualisasi yang baru atau dengan melakukan pelebaran bak ekualisasi, tentunya dengan ukuran dan tipe yang dapat memenuhi kuantitas dan juga perubahan air limbah yang ada di IPL TPA Sarimukti (Santoso, 2015). Selain itu juga upaya agar tidak terjadi peluapan dari air eksternal ketika musim penghujan dapat diimplementasikan dengan membuat drainase dalam tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air lindi ke unit pengolahan selanjutnya (Alawiyah, 2007).</li> </ul>
Kolam Anaerob	<p>Permen PU 3/2013</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kedalaman 2,50 – 5,00</li> <li>Waktu Detensi (Td) = 20 – 50 hari</li> <li>Organic Loading Rate = 224 – 560 Kg.Ha/hari</li> <li>Efisiensi = 50 – 85%</li> </ul> <p>PermenLHK 59/2016</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TSS = 100</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pemberian nutrisi untuk mikroorganismenya agar menguraikan zat organik tidak dilakukan.</li> <li>Banyaknya lumpur dan tidak adanya pola pembuangan lumpur.</li> <li>Parameter kedalaman kolam ABR ini adalah 3m, lalu ada waktu detensi selama 4,55 hari atau 109,31 jam dan sudah memenuhi kriteria desain yang ditetapkan oleh Permen PU No 3 Tahun 2013.</li> <li>Parameter efisiensi didapatkan sebesar 4% kondisi maksimum dan beban COD yang tersisihkan adalah 0,16 Kg/m<sup>3</sup>.hari dalam keadaan maksimum jadi masih belum memenuhi kriteria desain yang ditetapkan oleh Permen PU No 3 Tahun 2013.</li> <li>Kandungan BOD didapatkan pada kondisi maksimum dengan nilai sebesar 544 mg/l, N Total sebesar 2295 mg/l, dan COD sebesar 3948 mg/l jadi nilai tersebut masih melebihi</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Harus dilakukan pemberian nutrisi agar mikroorganismenya dapat berkembang dan tumbuh secara baik untuk menguraikan atau mendegradasi zat organik sehingga dapat menurunkan konsentrasi BOD dan COD yang tinggi.</li> <li>Mengaktifkan kembali pola pembuangan lumpur, agar tidak terjadi pendangkalan sehingga unit pengolahan kolam ABR dapat bekerja secara optimal.</li> </ul>

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / baku mutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH = 6-9</li> <li>BOD = 150</li> <li>COD = 300</li> <li>N Total = 60</li> <li>Kadmium = 0,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li> <li>Kandungan TSS didapatkan pada kondisi maksimum dengan nilai sebesar 42,5 mg/l, pH 8,3, dan kadmium sebesar 0,1 mg/l maka dari itu nilai parameter tersebut masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li> </ul>		
Kolam Aerob	<p>Permen PU 3/2013</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kedalaman 2,50 – 5,00</li> <li>Waktu Detensi (Td) = 20 – 50 hari</li> <li>Organic Loading Rate = 224 – 560 Kg.Ha/hari</li> <li>Efisiensi = 50 – 85%</li> </ul> <p>PermenLHK 59/2016</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TSS = 100</li> <li>pH = 6-9</li> <li>BOD = 150</li> <li>COD = 300</li> <li>N Total = 60</li> <li>Kadmium = 0,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dari 17 alat aerator hanya 1 yang masih berfungsi.</li> <li>Tidak memiliki pola pembuangan lumpur.</li> <li>Tidak ada pemberian nutrient dan juga pemberian kandungan oksigen dengan proses aerasi</li> <li>Parameter kedalaman di kolam aerob ini adalah 3m dan sudah memenuhi kriteria desain Permen PU No. 3 Tahun 2013.</li> <li>Waktu detensi yang didapatkan adalah sebesar 2,45 hari atau 58,74 jam dan masih terlihat belum mencapai kriteria desain saat kondisi debit maksimum, yang berdampak pada beban organik/COD</li> <li>Parameter <i>organic loading rate</i> (OLR) atau beban organik/COD yang tersisihkan adalah 0,13 Kg/m<sup>3</sup>.hari jadi tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan pada Permen PU No. 3 Tahun 2013.</li> <li>Didapatkan kandungan BOD di nilai tertinggi yaitu 405 mg/l, TSS sebesar 154 mg/L, N Total sebesar 2.320 mg/l, dan COD sebesar 3.283 mg/l dimana dari hasil tersebut diketahui masih melebihi baku mutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Perlu adanya perbaikan pada kolam ini dengan mengfungsikan kembali aerator agar pola aliran udara merata, dan pola pembuangan lumpur juga dapat berjalan dengan baik.</li> <li>Pada tahap unit pengolahan kolam aerobik di IPL TPA Sarimukti ini perlu dilakukan pemberian nutrisi dan menambahkan alat aerator agar oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dapat terpenuhi, sehingga dapat menurunkan kadar BOD dan COD yang sangat tinggi.</li> </ul>

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / bakumutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
Clarifier Biologi	Kriteria Desain menurut: (Ronald L. Droste, 1997) <ul style="list-style-type: none"> <li>• H Kedalaman = 4,9 m</li> <li>• Diameter = 38 m</li> <li>• Kemiringan Kerucut = 1:12</li> <li>• Waktu Detensi (Td) = 2 – 4 jam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai parameter pH dan Kadmium memiliki nilai 8,4 dan 0,01 dalam nilai tertinggi sehingga masih dapat memenuhi bakumutu yang ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li> <li>• Air lindi yang dihasilkan dari unit pengolahan ini masih keruh, berwarna hitam pekat dan juga menimbulkan aroma yang tidak sedap.</li> <li>• Dapat membuat proses <i>filtrasi</i> menjadi sering melakukan proses <i>backwash</i> karena tingkat kekeruhan yang dapat diidentifikasi secara kasat mata masih tinggi.</li> <li>• Desain eksisting <i>clarifier</i> ini memiliki H tabung dan kerucut 4,5m, diameter 10m, kemiringan kerucut 22,5°, jadi memenuhi kriteria desain yang ditetapkan menurut (Ronald L. Droste, 1997).</li> <li>• Waktu detensi yang dihasilkan oleh unit pengolahan <i>clarifier biologi</i> yang ada di IPL TPA Sarimukti adalah sebesar 0,17 hari atau 4,3 jam dan ini tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan menurut (Ronald L. Droste, 1997) dan juga dapat mengakibatkan pengolahan yang berlebih tersebut tidak efektif secara waktu dan membuat pengolahan berjalan melebihi batas optimalnya (Sutanhaji et al., 2021).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebaiknya melakukan perbaikan pada kolam aerobik agar air lindi yang selanjutnya diolah di unit pengolahan <i>clarifier biologi</i> ini sudah tidak berwarna hitam pekat, berbau dan memiliki kandungan zat organik yang begitu tinggi.</li> </ul>
	Dissolved Air Flotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemberian bahan kimia pada unit pengolahan DAF yang ada di IPL TPA Sarimukti ini tidak dilakukan.</li> <li>• Air lindi yang sudah melewati proses ini masih saja berwarna hitam pekat dan menimbulkan aroma yang tidak sedap.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebaiknya segera dioperasikan dan melakukan penambahan bahan kimia yaitu koagulan dan flokulan agar parameter pencemar yang ada pada air lindi bisa berkurang.</li> </ul>	

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / bakumutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahalnya biaya untuk melakukan penambahan bahan kimia pada unit ini.</li> </ul>		
<i>Thickener</i>	Kriteria menurut (Qasim, 1985) <ul style="list-style-type: none"> <li>Kedalaman Bak = 3,5 – 5,0 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kondisi air lindi pada unit ini masih berwarna hitam pekat dan menimbulkan aroma yang tidak sedap.</li> <li>Tahap ini hanya melakukan proses pengendapan saja.</li> <li>Tidak adanya penambahan bahan kimia di unit pengolahan ini.</li> <li>Kedalaman bak pada unit pengolahan thickener adalah 5,1m jadi tidak memenuhi kriteria desain yang ditetapkan (Qasim, 1985).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebih baik apabila proses <i>thickener</i> menambahkan <i>floculant</i> untuk meningkatkan efisiensi proses sedimentasi.</li> </ul>
<i>Screw Press</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Belum dioperasikan karena masih dalam tahap uji coba sehingga belum ada lumpur yang diolah di pengolahan ini.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tahap pengembangan di IPL TPA Sarimukti dipercepat agar unit pengolahan screw press ini dapat beroperasi dan memisahkan kandungan lumpur dan air dengan baik.</li> </ul>

Unit Pengolahan	Kriteria Desain / bakumutu	Kondisi eksisting / permasalahan	Gambar Kondisi Eksisting	Rekomendasi
				
<i>Filtrasi</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secara kasat mata air lindi yang dihasilkan masih berwarna dan juga berbau.</li> <li>• Karena tingkat kekeruhan pada air lindi masih tinggi membuat komponen filter yaitu pasir silika dan juga karbon mudah jenuh</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harus dilakukan backwash secara berkala.</li> <li>• Regenerasi atau penggantian adsorben yang baru.</li> </ul>
Bak Effluent	PermenLHK 59/2016 <ul style="list-style-type: none"> <li>• TSS = 100</li> <li>• pH = 6-9</li> <li>• BOD = 150</li> <li>• COD = 300</li> <li>• N Total = 60</li> <li>• Kadmium = 0,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada media filtrasi apapun pada unit pengolahan ini karena penyaringan dilakukan pada unit pengolahan sebelumnya yaitu <i>filtrasi</i>.</li> <li>• Pada kolam ini tidak terdapat media uji yaitu ikan sebelum dibuang ke badan air penerima.</li> <li>• Pada unit ini didapatkan bahwa Kandungan TSS pada kondisi maksimum sebesar 136 mg/l, BOD 1087 mg/l, N Total sebesar 4374 mg/l, dan COD sebesar 4262 mg/l dan nilai ini masih melebihi bakumutu yang</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolam bak effluent ini semestinya dapat digunakan menjadi indikator para makhluk hidup seperti ikan untuk menguji kelayakan bahwa air lindi sudah aman apabila dibuang ke badan air penerima (BAP).</li> <li>• Perlu adanya pengolahan lanjutan untuk meningkatkan kualitas air lindi dengan teknologi tambahan (Hadiwidodo et al., 2012).</li> </ul>

<b>Unit Pengolahan</b>	<b>Kriteria Desain / bakumutu</b>	<b>Kondisi eksisting / permasalahan</b>	<b>Gambar Kondisi Eksisting</b>	<b>Rekomendasi</b>
		<p>ditetapkan pada PermenLHK No 59 Tahun 2016.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Parameter pH berada pada rentang 8,1-8,5 dan kadmium memiliki nilai sebesar 0,01 dan nilai ini masih memenuhi bakumutu yang ditetapkan PermenLHK No 59 Tahun 2016.</li></ul>		

*Sumber: Hasil Analisa, 2023*

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil praktik kerja mengenai evaluasi unit instalasi pengolahan lindi di TPA Sarimukti Provinsi Jawa Barat Tahun 2022, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pengukuran, kandungan parameter pencemar seperti TSS, N Total, BOD, dan COD tidak memenuhi bakumutu yang ditetapkan dalam PermenLHK No.59 Tahun 2016 ketika dibuang ke badan air penerima. Kandungan pH di IPL TPA Sarimukti cenderung bersifat basa karena dipengaruhi oleh lama usia TPA lebih dari 10 tahun. Kandungan kadmium yang ada di IPL TPA Sarimukti memenuhi bakumutu yang ditetapkan karena kebanyakan sampah dihasilkan dari sampah domestik.
2. Berdasarkan hasil pengamatan, dari 10 unit pengolahan hampir semuanya terkendala baik dari segi biaya, terbatasnya sumber daya manusia yang berkompeten dalam mengoperasikan maupun melakukan perawatan terhadap IPL yang ada di TPA Sarimukti.
3. Berdasarkan Analisa setiap parameter yang terukur, air lindi yang belum memenuhi bakumutu dan dibuang ke badan air penerima akan berdampak pada membahayakan kesehatan para makhluk hidup, menimbulkan kerusakan baik pada bangunan maupun pada tanah, merusak kehidupan biota air, menimbulkan aroma yang tidak sedap serta merusak pemandangan.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan kegiatan praktik kerja mengenai evaluasi unit instalasi pengolahan lindi di TPA Sarimukti Provinsi Jawa Barat Tahun 2022, terdapat saran yang diberikan, yaitu:

1. Melakukan redesain atau perbaikan kepada setiap unit agar parameter pencemar yang ada pada air lindi dapat diturunkan dan memenuhi bakumutu PermenLHK 59/2016.
2. Melakukan pengukuran atau pengecekan air lindi terhadap nilai parameter pencemar di setiap unit pengolahan agar dapat dilihat unit apa saja yang belum optimal dalam mengolah air lindi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alawiyah, T. (2007). *Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Lindi (Leachate) TPA Piyungan dengan Metode Elektrokoagulasi.*
- Alifianna. (2018). *KEMAMPUAN MEDIA ZEOLIT DALAM MENURUNKAN KADAR Fe.*
- Ali, M. (2011). *REMBESAN AIR LINDI (LEACHATE) DAMPAK PADA TANAMAN PANGAN DAN KESEHATAN.*
- Angrianto, N. L., Manusawai, J., & Sinery, A. S. (2021). Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan di areal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *Cassowary*, 4(2), 221–233. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.79>
- Azis, I. M., Arnas, Y., & Acton, I. S. (2018). IMPLEMENTASI SAND FILTER DAN CARBON FILTER DALAM MENGOPTIMALKAN KUALITAS AIR BERSIH DI ASRAMA TOWER. *Ilmiah Aviarsi Langit Biru*, 11, 1–68.
- Citra Malina, A., Suhasman, Muchtar, A., & Sulfahri. (2017). KAJIAN LINGKUNGAN TEMPAT PEMILAHAN SAMPAH DI KOTA MAKASSAR. In *Jurnal Inovasi dan Pelayanan Publik Makassar* (Vol. 1, Issue 1).
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *PENGELOLAAN SAMPAH.*
- Droste, R.L., 1997, *Theory And Practice of Water And Waste Water Treatment*, New York: John Willey And Sons.
- Fikri, M. (2021). *PENGGUNAAN TEKNOLOGI CLARIFIER TANK PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT.*
- Fitrianan, R. E. R. (2020). Regina Emia Recta Fitrianan PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF MENGENAI KLASIFIKASI DAN PENGOLAHAN SAMPAH MENURUT JENISNYA BERBASIS 2D. *JMP Online*, 4(8), 485–498.

- Friadi, Y., Marsudi, & Yusuf, W. (2005). *DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN LEACHATE (IPL) DI TPA ENTIKONG KABUPATEN SANGAU*. Carolrhoda Books.
- Hadi, W., Hermana, J., & Mangkoedihardjo, S. (2011). *Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*.
- Hadiwidodo, M., Oktiawan, W., Primadani, A. R., Parasmita, B. N., & Gunawan, I. (2012). *PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES KOMBINASI BIOFILTER ANAEROB-AEROB DAN WETLAND*.
- Hermanto, S. (2017). *TEKNIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT PERANCANGAN SCREW PRESS*.
- Indriyati. (2005). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ORGANIK SECARA BIOLOGI MENGGUNAKAN REAKTOR ANAEROBIK LEKAT DIAM*. In *Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi ..... JAI* (Vol. 1, Issue 3).
- Islamawati, D., Hanani Darundiati, Y., & Astorina Dewanti, N. (2018). *STUDI PENURUNAN KADAR COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND) MENGGUNAKAN FERRI KLORIDA ( $FeCl_3$ ) PADA LIMBAH CAIR TAPIOKA DI DESA NGEMPLAK MARGOYOSO PATI* (Vol. 6). <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Kahar, A. (2018). *PENGARUH TEMPERATUR DAN pH TERHADAP COD, BOD DAN VFA PADA PENGOLAHAN LINDI TPA SAMPAH KOTA DALAM BIOREAKTOR ANAEROBIK*. In *Pros. Semnas KPK* (Vol. 1).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU B*.
- Komang Ayu Artiningsih, N., & Prawata Hadi, S. (2008). *PERAN SERTA MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA (Studi Kasus di Sampangan & Jomblang, Kota Semarang)*.
- Metcalf and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment And Reuse*, Fourth Edition, Internasional Edition, New York : McGraw –Hill.

- Nurfadilah, A. R., Nugrahayati, E., & Janah, S. Z. (2018). *PENGELOLAAN SAMPAH SKALA KOTA DI TPPSA SARIMUKTI*.
- Pahing Perdana, Y. (2012). *ANALISA TIMBULAN LINDI PADA BERBAGAI UMUR SAMPAH PERKOTAAN MENGGUNAKAN KOLOM LANDFILL PARALEL*. 1–82.
- Permana, D. (2008). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR YANG MENGANDUNG AMONIA DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM LAMPUNG SEBAGAI BAHAN PENGIKAT DENGAN METODE FLOTASI UDARA : STUDI KASUS PENGARUH pH, KOAGULAN PAC, DAN SURFAKTAN SLS*.
- Permen LHK No.59. (2016). *PERMEN LHK NO 59 TAHUN 2016*.
- Permen PUPR No.3. (2013). *PERMEN PUPR NO 3 TAHUN 2013*.
- Pribadi, L. R. (2005). *EVALUASI KINERJA KOLAM FAKULTATIF 2B DALAM MENURUNKAN KADAR BOD & COD PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR BOJONGSOANG BANDUNG*.
- Priyatna, M. S. (2018). *ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PELARUT FOSFAT (BPF) PADA LIMBAH SLUDGE PABRIK KELAPA SAWIT*.
- Purnama Sari, F. (2012). *SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH DENGAN MEMANFAATKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)*.
- Qasim, Syed R (1985). *Waste Water Treatment Plants Planning, Design, and Operations*. Usa : Cbs College Publishing.
- Raffinet, Z. (2020). *LAPORAN KERJA PRAKTIK MONITORING HARIAN IPAL DI TPA BATUAN DINAS LINGKUNGAN HIDUP KABUPATEN SUMENEP*.
- Rahardiyana, D. S. (2019). *PERENCAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PADA PABRIK TAHU MAJU JAYA, PIYUNGAN, BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA*.
- Rahayu, R. (2018). *PENYISIHAN KONSENTRASI COD DALAM PROSES SEEDING DAN AKLIMATISASI SECARA ANAEROB DENGAN SISTEM CURAH MENGGUNAKAN FLUIDIZE BED REACTOR* (Vol. 17).
- Safria, P., & Perdana, A. (2021). Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lindi di TPK Sarimukti. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(1), 11–22. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i1.11-22>

- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2015). *PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES BIOFILTER ANAEROB-AEROB DAN DENITRIFIKASI Leachate Treatment Using Anaerobic-Aerobic Biofilter and Denitrification Process* (Vol. 8, Issue 1).
- Samina, Setiani, O., & Purwanto. (2013). *EFEKTIVITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DOMESTIK DI KOTA CIREBON TERHADAP PENURUNAN PENCEMAR ORGANIK DAN E-COLI*.
- Santoso, A. (2015). *PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN ALTERNATIF MEDIA BIOFILTER (STUDI KASUS : KEJAWAN GEBANG KELURAHAN KEPUTIH SURABAYA)*.
- Saputra, M. L. (2021). Kelayakan Pengembangan TPA Sarimukti Sebagai Kawasan Industri Sampah (KIS) (Berdasarkan Aspek Ekonomi). In *FTSP Series*.
- Sholichin, M. (2012a). *Pengelolaan Air Limbah: TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH*.
- Sholichin, M. (2012b). *TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH*.
- Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2016). STUDI DISTRIBUSI TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI PERAIRAN PANTAI KABUPATEN DEMAK MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT. In *Jurnal Geodesi Undip* (Vol. 6, Issue 1).
- Sulistiyono, A. (2011). *ANALISA TIMBULAN LOGAM BERAT, (Pb DAN Cd) PADA LINDI BERBAGAI UMUR SAMPAH PERKOTAAN DENGAN MENGGUNAKAN KOLOM LANDFILL PARALEL*.
- Sutanhaji, A. T., Suharto, B., & Darmawan, A. R. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik di Inkubator Bisnis Permata Bunda Kota Bontang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 65–73. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.2>
- Tchobanoglous. (1993). *HANDBOOK OF SOLID WASTE MANAGEMENT*.
- Tumimomor, F., Palilingan, S., & Pungus, M. (n.d.). *PENGARUH FILTRASI TERHADAP NILAI pH, TDS, KONDUKTANSI DAN SUHU AIR LIMBAH LAUNDRY* (Vol. 1, Issue 1).

- Undang-undang RI No.8. (2008). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 18 TAHUN 2008 TENTANG PENGELOLAAN SAMPAH*.  
<http://www.legalitas.org/incl-php/buka.php?d=2000+8&f=UU18-2008.htm>
- UPTD PSTR. (2020). *REVIEW DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED) IPAL TPK SARIMUKTI II*.
- Yuniarti, D. P., Komala, R., & Aziz, S. (2019). *PENGARUH PROSES AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DI PTPN VII SECARA AEROBIK* (Vol. 4, Issue 2).
- Yusuf, M., Widayati, S., & Solihin. (2016). *Prosiding Teknik Pertambangan Analisis Perbandingan Antara Kondisi Normal Dengan Kondisi Pemompaan Langsung Ke Sump Discharge Ball Mill Dari Underflow Fines Thickener Untuk Meningkatkan Efisiensi Milling di PT Antam Tbk. UBPE Pongkor, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. 2.*

# LAMPIRAN

## Lampiran I-Timbulan Sampah yang Masuk Ke TPA Sarimukti Tahun 2019

TAHUN / BULAN	KOTA / KABUPATEN								JUMLAH TOTAL	
	BANDUNG		CIMAHI		KAB. BANDUNG		KAB. BANDUNG BARAT			
	KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS	
	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON
JANUARI 2019	88.265	41.818,504	17.250	6.852,020	14.224	6.221,796	11.731	4.707,164	131.470	59.599,484
FEBRUARI 2019	77.337	36.800,036	13.802	5.498,276	12.601	5.569,200	10.563	4.278,288	114.303	52.145,800
MARET 2019	83.459	40.453,812	17.136	6.810,608	13.647	6.143,256	10.953	4.442,984	125.195	57.850,660
APRIL 2019	80.407	38.104,752	16.349	6.497,876	13.275	5.902,876	10.618	4.327,316	120.649	54.832,820
MEI 2019	85.937	40.669,440	17.074	6.762,532	15.591	6.897,716	11.014	4.493,916	129.616	58.823,604
JUNI 2019	81.230	38.462,228	15.461	6.117,076	12.239	5.391,652	9.956	4.034,576	118.886	54.005,532
JULI 2019	89.702	42.520,604	17.045	6.746,348	14.419	6.465,508	10.971	4.547,228	132.137	60.279,688
AGUSTUS 2019	87.591	41.228,580	16.708	8.099,408	13.845	6.969,814	10.928	5.051,172	129.072	61.348,974
SEPTEMBER 2019	87.075	40.997,490	16.933	6.945,750	14.099	6.452,942	10.488	4.347,924	128.595	58.744,106
OKTOBER 2019	91.748	43.576,848	18.193	7.245,196	14.180	6.412,672	11.555	4.707,640	135.676	61.942,356
NOVEMBER 2019	87.800	41.633,190	16.844	6.798,202	13.372	6.160,578	10.363	4.320,160	128.379	58.912,130
DESEMBER 2019	90.321	42.840,952	17.317	6.906,284	14.003	6.396,012	10.346	4.278,288	131.987	60.421,536
<b>Σ</b>	<b>1.030.872</b>	<b>489.106,436</b>	<b>200.112</b>	<b>81.279,576</b>	<b>165.495</b>	<b>74.984,022</b>	<b>129.486</b>	<b>53.536,656</b>	<b>1.525.965</b>	<b>698.906,69</b>

## Lampiran II-Timbulan Sampah yang Masuk Ke TPA Sarimukti Tahun 2020

TAHUN / BULAN	KOTA / KABUPATEN								JUMLAH TOTAL	
	BANDUNG		CIMAHI		KAB. BANDUNG		KAB. BANDUNG BARAT			
	KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS	
	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON
JANUARI 2020	90.245	42.785,736	17.852	7.105,728	14.868	6.802,992	10.809	4.393,004	133.774	61.087,460
FEBRUARI 2020	81.043	38.458,896	16.595	6.567,372	13.596	6.270,348	9.589	4.000,780	120.823	55.297,396
MARET 2020	87.889	41.679,512	17.786	7.093,352	15.094	6.892,480	11.231	4.662,420	132.000	60.327,764
APRIL 2020	82.792	39.297,132	16.826	6.632,108	16.036	7.360,124	12.021	5.008,948	127.675	58.298,312
MEI 2020	80.795	38.331,328	17.587	6.991,964	14.107	6.389,348	11.238	4.571,504	123.727	56.284,144
JUNI 2020	84.360	40.033,028	17.601	7.016,716	15.913	7.212,828	12.778	5.249,328	130.652	59.511,900
JULI 2020	87.147	41.369,636	17.826	7.207,592	16.095	7.278,992	12.601	5.159,840	133.669	61.016,060
AGUSTUS 2020	86.720	41.294,428	16.614	6.965,784	15.710	7.319,452	12.190	5.043,696	131.234	60.623,360
SEPTEMBER 2020	86.393	41.191,136	15.174	6.641,628	15.049	6.979,588	12.273	5.055,120	128.889	59.867,472
OKTOBER 2020	88.134	41.938,390	16.582	6.984,356	15.286	7.076,160	12.843	5.287,408	132.845	61.286,314
NOVEMBER 2020	84.794	40.327,672	16.726	7.052,416	14.667	6.734,924	12.193	5.005,140	128.380	59.120,152
DESEMBER 2020	88.329	42.042,700	17.329	7.283,276	17.045	7.764,988	13.236	5.454,008	135.939	62.544,972
<b>Σ</b>	<b>1.028.641</b>	<b>488.749,594</b>	<b>204.498</b>	<b>83.542,292</b>	<b>183.466</b>	<b>84.082,224</b>	<b>143.002</b>	<b>58.891,196</b>	<b>1.559.607</b>	<b>715.265,306</b>

## Lampiran III-Timbulan Sampah yang Masuk Ke TPA Sarimukti Tahun 2021

TAHUN / BULAN	KOTA / KABUPATEN								JUMLAH TOTAL	
	BANDUNG		CIMAHI		KAB. BANDUNG		KAB. BANDUNG BARAT			
	KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS		KUANTITAS	
	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON	M <sup>3</sup>	TON
JANUARI 2021	86.326	41.060,712	17.038	7.177,604	15.973	7.259,476	13.673	5.639,172	133.010	61.136,964
FEBRUARI 2021	78.805	37.494,044	14.655	6.106,128	14.500	6.481,216	13.088	5.350,240	121.048	55.431,628
MARET 2021	85.683	40.727,036	16.925	7.021,476	16.581	7.384,188	13.941	5.688,676	133.130	60.821,376
APRIL 2021	83.250	39.645,088	16.244	6.814,416	16.080	7.261,856	13.001	5.385,940	128.575	59.107,300
MEI 2021	81.403	38.754,492	13.839	5.825,764	14.307	6.376,020	12.984	5.321,680	122.533	56.277,956
JUNI 2021	81.745	38.909,668	14.066	5.906,208	15.495	6.833,456	12.803	5.258,848	124.109	56.908,180
JULI 2021	85.516	40.678,484	15.099	6.312,236	16.541	7.289,940	12.201	5.057,024	129.357	59.337,684
AGUSTUS 2021	85.970	40.889,352	16.435	7.003,864	15.384	7.112,392	11.758	5.052,264	129.547	60.057,872
SEPTEMBER 2021	83.494	39.727,436	15.725	6.804,896	15.492	7.278,992	11.218	4.968,012	125.929	58.779,336
OKTOBER 2021	83.869	39.933,068	15.668	6.786,332	15.177	7.099,540	11.300	5.026,084	126.014	58.845,024
NOVEMBER 2021	69.240	32.962,524	11.174	4.788,560	11.122	6.072,332	9.246	4.729,536	100.782	48.552,952
DESEMBER 2021	76.168	36.221,220	14.244	6.185,620		7.217,112		4.908,988	90.412	54.532,940
<b>Σ</b>	<b>981.469</b>	<b>467.003,124</b>	<b>181.112</b>	<b>76.733,104</b>	<b>166.652</b>	<b>83.666,520</b>	<b>135.213</b>	<b>62.386,464</b>	<b>1.464.446</b>	<b>689.789,212</b>

## Lampiran IV-Jumlah Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti

No	Kota/ Kabupaten	Jumlah Penduduk										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Kota Bandung	2.394	2.437	2.462	2.458	2.471	2.481	2.481	2.498	2.504	2.508	2.444
2.	Kabupaten Bandung	3.178	3.235	3.307	3.405	3.470	3.534	3.534	3.658	3.717	3.775	3.624
3.	Kabupaten Bandung Barat	1.510	1.537	1.563	1.589	1.609	1.629	1.629	1.666	1.684	1.700	1.788
4.	Kota Cimahi	541	551	561	571	579	587	586	601	608	614	568

Lampiran V-Kepadatan Penduduk dari wilayah yang membuang sampah ke TPA Sarimukti

No	Kota/ Kabupaten	Kepadatan Penduduk										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Kota Bandung	14.283	14.491	14.634	14.613	14.736	14.750	14.854	14.898	14.932	14.957	14.577
2.	Kabupaten Bandung	1.798	1.841	1.882	1.938	1.962	2.011	2.034	2.069	2.103	2.135	2.050
3.	Kabupaten Bandung Barat	1.157	1.151	1.170	1.189	1.232	1.219	1.262	1.276	1.289	1.302	1.370
4.	Kota Cimahi	13.781	13.371	13.608	13.859	14.744	14.237	15.127	15.307	15.478	15.643	14.474

## Lampiran VI-Form Penilaian

## Form Penilaian Praktik Kerja oleh Perusahaan

Nama : **RANI SUWANDANI**  
 NRP : **25-2019-012**  
 Tempat Kerja Praktek : **OLH Provinsi Jawa Barat**  
 Periode Kerja Praktek : **2022**  
 Nama Pembimbing Lapangan : **Oiki**

No.	Kompetensi	Nilai (skala 0 – 100)	Keterangan
1	Menguasai prinsip-prinsip dasar/konsep teori sains alam dan aplikasi matematika*	92	
2	Menguasai proses pencegahan pencemaran lingkungan, prinsip dasar teknologi pengendalian lingkungan, dan konsep aplikasinya*	90	
3	Mengaplikasikan teknologi untuk mengendalikan dan menyelesaikan permasalahan lingkungan*	91	
4	Kemampuan Manajemen diri (waktu, tugas)	88	
5	Kemauan belajar/mengembangkan diri	90	
6	Kemampuan komunikasi lisan dan tulisan	92	
7	Kemampuan bekerja dalam kelompok	95	
8	Kemampuan mengatasi/ menyelesaikan masalah	91	
9	Kemampuan berinisiasi / kewirausahaan	90	
10	Kemampuan dalam perencanaan dan pengorganisasian pekerjaan/tim kerja	93	

\*Disesuaikan dengan topik dan bidang praktik kerja.

Catatan tambahan:

Penilai  
  
 Nama/Tanggal  
**Atin Azalina** 12 Sept 2022

## Lampiran VII-Hasil Dokumentasi Lapangan

Bak Penampung setelah unit pengolahan *thickener* IPL TPA Sarimukti

Kolam Backwash unit pengolahan Filtrasi IPL TPA Sarimukti



Kantor Petugas Lapangan IPL TPA Sarimukti



*Landfill* TPA Sarimukti



Kegiatan Diskusi bersama Pembimbing di DLH Provinsi Jawa Barat



Rapat bersama UPTD PSTR di DLH Provinsi Jawa Barat



Kunjungan ke TPA Sarimukti

## Lampiran VIII-Dokumentasi Kegiatan Bimbingan Praktik Kerja

	<b>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b> <small>Jl. PKH. Hasan Mustapa No.23 Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215, Fax: +62-22-7202892          Website: http://www.itenas.ac.id, e-mail: baku@itenas.ac.id</small>	FRM_PMB_02/ITENAS

**KARTU ASISTENSI/ BIMBINGAN  
KERJA PRAKTEK**

SEMESTER : VII (Tujuh) / TAHUN AJARAN: 2022 / 2023

NAMA/ NIM MAHASISWA : Ranu Suwandani Manik / 25 2019 012  
 JUDUL KERJA PRAKTEK : Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti  
 NAMA PEMBIMBING : Kancitra Pharmawati, S.T., M.T.  
 JURUSAN : Teknik Lingkungan

Pertemuan ke-	Tanggal	Uraian Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing	Tanda Tangan Mahasiswa
1	22 Juli 2022	Penjelasan proposal KP mengenai topik persampahan	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
2	04 Agustus 2022	Membuat latar belakang, maksud & tujuan, ruang lingkup, metodologi, dan sistematika penulisan	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
3	15 Agustus 2022	Revisi metodologi dan gambaran umum TPA Sarimukti	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
4	01 September 2022	Revisi latar belakang, mengenai air lindi, maksud & tujuan, ruang lingkup, metodologi dan sistematika penulisan	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
5	27 September 2022	Revisi tujuan mengenai perbandingan kriteria desain dan parameter parameter air lindi dan format penulisan	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
6	19 oktober 2022	Menganalisis per unit dan dikaitkan dengan studi literatur yang ada di Bab II	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
7	10 November 2022	Revisi format penulisan, daftar gambar dan tabel, sitasi	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
8	23 November 2022	Menambahkan dampak yang disebabkan oleh unit IPL berdasarkan literatur	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
9	10 Januari 2023	Membandingkan uji kualitas air lindi dengan peraturan terkait	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
10	27 Januari 2023	Membuat kesimpulan yang menjawab tujuan di Bab I dan membuat tabel rekapitulasi hasil analisis Bab IV	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
11	28 Februari 2023	Menambahkan gambar unit di tabel rekapitulasi dan menambahkan alternatif rekomendasi serta menecerai hasil capaian	<i>Kancitra</i>	<i>Ranu</i>
12				

## Lampiran IX-Notulensi Seminar Praktik Kerja

**NOTULENSI SEMINAR PRAKTIK KERJA****Jumat, 12 Mei 2023**

**Judul Praktik Kerja** : Evaluasi Unit Instalasi Pengolahan Air Lindi di TPA Sarimukti

**Nama Mahasiswa** : Ranu Suwandani (252019012)

**Notulensi** : Rachel Devina S. Kalua (252019081)

**Dosen Pembimbing** : Kancitra Pharmawati, S.T., M.T.

**Dosen Penguji** : Ir. Rachmawati S.Dj., M.Env.Stud., Ph.D.

**Jam Mulai** : 14.14 PM

**Kehadiran Mahasiswa :**

No	Nama	NRP
1	Rachel Devina S. K	252019081
2	Abelda Salsabila	252019028
3	Novi Lisnawati	252019030
4	Gina Salsabila	252019014
5	Aljabar Azis	252019093
6	Zidan Fachreza	252019022
7	Neti Ayuni	252019076
8	Syelfa Azhura	252019069
9	Gena Gisela K	252019067
10	Frederica Dinda	252019090
11	Amalia Nuraini	252019018
12	Fitriana Khodijah	252019077
13	Arynda Dewi	252019053
14	Nurul Putri	252019107

No	Nama	NRP
15	Alnisa Geronimo	252019088
16	Laila Syifa	252019091
17	Kamilia Fatin	252019066
18	Rezi Amalia	252019102
19	Nila Thania	252019099
20	Nabila Aprilyani	252019087
21	Zannuba Dien	252019092
22	Shelvy Putri	252019089
23	Anisa Dwiputri	252019011
24	Salma Desnita	252109035
25	Yuditya Putri	252019009
26	Guido I.P	252019020

**Sesi Tanya Jawab Mahasiswa :**

No	Penanya	Pertanyaan	Jawaban
1	Rezi Amalia (252019102)	Musim hujan berpengaruh tidak terhadap pengolahan lindi?	Berdasarkan literatur, ya berpengaruh karena kuantitasnya naik, tapi konsentrasinya turun, kalau musim kemarau sebaliknya.
2	Anisa Dwiputri (252019011)	Di proses filtrasi tadi merekomendasikan perlunya dilakukan <i>backwash</i> secara berkala, kalo boleh tau air untuk <i>backwash</i> nya itu dari air bersih pipa atau darimana ya?	Dari kolam <i>backwash</i> (peta lokasi IPL TPA Sarimukti), dari air hujan sehingga bersih.

No	Penanya	Pertanyaan	Jawaban
3	Zidan Fachreza (252019022)	Di unit DAF tadi ada koagulan, kalau boleh tahu koagulannya disana apa ya? sama kenapa pakai koagulan itu?	Berdasarkan hasil wawancara, koagulan yang dipakai ada 2, flokulan 1, flokulannya kapur. <i>Ferri klorit</i> mudah di dapat.
4	Arynda Dewi (252019053)	Di bak effluent tidak memenuhi baku mutu, langsung dibuang ke BAP, BAPnya dijadikan sumber air warga atau tidak?	Berdasarkan hasil wawancara, di kantor TPA Sarimuktnya itu kuning, kemungkinan tercemar dari air lindinya.

**Sesi Diskusi dengan Dosen Penguji Dr. IR. Rachmawati S.Dj., M.Env.Stud. :**

No	Pertanyaan dan <i>Comment</i>	Jawaban
1	Yang pertama PPT keseluruhan bagus, <i>backgroundnya</i> bagus. Yang kedua bagus karena per poin, harusnya bikin kolom saja memenuhi atau tidak, jangan dari laporan yaitu membaca saja.	
2	Kalau ada hujan, volume banyak, konsentrasi kecil, konsentrasi apa? Semua parameter? Limbah yang masuk ke TPA limbah apa saja?	Karakteristik air lindi, karena mengalami pengenceran Limbah domestik
3	Saya tidak setuju. Karena tadi ada cadmium, berarti ada metal, kalau untuk metal pasti melarutkan jadi makin banyak	
3	Harus cek ejaan, di tujuan nomor3, merekomendasikan proses yang	

No	Pertanyaan dan <i>Comment</i>	Jawaban
	sesuai. Ternyata ranu hanya menganalisis proses yang ada, berarti itu bukan merekomendasikan proses yang baru.	
4	Metodologi, studi literatur hanya untuk mengumpulkan data, ketika ranu menganalisis tidak ada studi literatur, padahal kalau kalian menganalisis ada studi literatur, harus dimasukkan lagi. Harus konsisten, analisis atau analisa. Jangan masukkan pertanyaan, (pada poin analisis data).	
5	RPH itu apa? Dijelaskan dan penulisan <i>google earth</i> harus miring.	
6	Slide peta, gausah masukin hiasan, full peta saja. Bak stabilisasi kenapa tidak ada di dalam peta? Kalau bisa yang ada.	
7	Air yang di filtrasi masuk darimana?	Dari air bersih
8	Aliran di DAF masuknya dari mana ke mana? Atas ke bawah atau bawah ke atas?	Bawah ke atas
	Fungsinya?	Untuk menurunkan BOD, COD, Minyak dan Lemak

No	Pertanyaan dan <i>Comment</i>	Jawaban
	Yang bener minyak dan lemak, kalau dari aliran yang masuk ke filtrasi yang mana?	Yang tidak terlalu atas
	Yang ke thickener?	Lumpur di bawah
9	Air backwash dari mana?	Air Hujan
	Media filter?	Dari pasir silica dan karbon aktif
	Air hujan bersih?	Dibanding air lindi bersih
10	Berapa kali backwashnya?	2x
	Dalam berapa periode?	Kurang tau Ibu
	Cari tau dan tambahkan	
11	Kenapa pake silica dan karbon aktif	Silica menyaring, karbon aktif untuk kontaminannya
	Filter menangkap lumpur yg tidak bisa ditangkap, itu dimana?	Di clarifier
	Kenapa clarifier bulat? Yang masuk clarifier dari mana saja?	Aerobik kedua
12	Kenapa tidak persegi?	Kalau misalkan persegi lumpurnya numpuk di sudut sudut
	Pelajari lagi	
13	Beda stabilisasi dan ekualisasi	Stabilisasi memperbaiki kualitas air lindi secara alamiah pake mikroorganisme, Ekualisasi menyamakan aliran dan mencegah konsentrasi bahan pencemar tidak masuk.
	Caranya?	Dari bak satu ke yang lain makin bersih
	Caranya? Ada berapa bak?	3 Bak

No	Pertanyaan dan <i>Comment</i>	Jawaban
	Harusnya pake ekualisasi aja karena ada penambahan mikroorganisme	
14	Kenapa disebut clarifier biologi? Ada proses biologi? Dinamakan clarifier saja	Karena tangki pengendapan dan melalui proses biologi Tidak ada
15	Apa yang masuk ke bak penampung baru balik ke ekualisasi, kenapa dibalikkan? Mikroorganismenya diapain? Karakteristik air gimana?	Untuk diolah lagi dan mikroorganisme yang sudah berpengalaman (?) Mikroorganismenya masih ada
	Karena air udah bersih, sebenarnya buat ngencerin ekualisasi	
	Kolam stabilisasi yang tidak memenuhi?	Waktu detensi
	Yang diukur di kolam stabilisasi inlet atau?	Inlet
16	Kriterianya tidak sesuai, cek lagi yang tidak memenuhi masuk atau keluar? Cek lagi penulisan titik dan tidak usah berulang ulang menyebutkan peraturan. Rekomendasinya?	Desain kembali karena kolamnya sudah hancur
	Hasil samplangnya darimana? Kolam yang hancur?	Belum terlalu hancur
	Kalau hancur emang harus di bangun lagi, bukan rekomendasi lagi	

No	Pertanyaan dan <i>Comment</i>	Jawaban
17	Bak Ekualisasi, tadi tidak ada kriteria di PerMen PU, sesuai fungsinya, kenapa tidak ada kriteria desain untuk parameter, kenapa cuma unit? Soalnya katanya untuk menganalisis proses. Debitnya tidak ada kriterianya.	
	Anaerob baffle reactor, kenapa disebut baffle? Ada gambar?	Ada sekatnya
	Kenapa banyak bafflenya? Nanti cari lagi	
	Clarifier karena bukan biologi bisa didapat dari Qasim	
18	DAF juga sama, thickener banyak di Qasim, Screw press juga, kenapa filtrasi ngga ada?	Mereka tidak melakukan pengukuran
19	Bak Effluen kan tidak memenuhi di TPA Sarimukti, padahal IPLT punya kita sendiri aja memenuhi, kenapa tidak berhasil? Ketika pake aerob ada apa? Cuma mikroorganisme?	Dikasi nutrisi
	Ada media atau ngga?	Ngga
	Sehingga itu kelemahannya dan harus dievaluasi	