

**LAPORAN
PENELITIAN DOSEN
UNIVERSITAS SAHID JAKARTA**



**EFEKTIFITAS PENGOLAHAN LUMPUR TINJA
DI IPAL DURI KOSAMBI**

Tim Peneliti :

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Ibnu Fazhar, ST, M.Si | NIDN: 0330017101 (Ketua) |
| 2. Laila Febrina, ST., M.Si | NIDN: 0321027404 (Anggota) |

**FAKULTAS TEKNIK
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

PENELITIAN DOSEN UNIVERSITAS SAHID JAKARTA

Judul Penelitian : Efektifitas Pengolahan Lumpur Tinja di IPAL Duri Kosambi
Rumpun Ilmu : Ilmu Lingkungan
Ketua Peneliti :
a. Nama : Ibnu Fazhar, ST, MT
b. NIDN : 0330017101
c. Jabatang Fungsional : Asisten Ahli
d. Jabatan Struktural :
e. Program Studi : Teknik Lingkungan
f. Alamat e-mail :
g. Nomor HP :
Anggota Peneliti :
a. Nama : Dra. Laila Febrina, M.Si
b. NIDN : 0321027404
c. Jabatang Fungsional : Asisten Ahli
d. Jabatan Struktural :
e. Program Studi : Teknik Lingkungan
f. Alamat e-mail :
g. Nomor HP :
Biaya :
a. Usahid : Rp. 4.000.000
b. Sumber lain :
Waktu Penelitian : 8 bulan
Lokasi Penelitian :
Jumlah Mahasiswa terlibat : 1 orang

Jakarta, 12 Oktober 2016.



Mengetahui,
Dekan

(Ir. Farhat Umar, M.Si)
NIK: 19910142

Ketua Peneliti,


(Ibnu Fazhar, ST.MT)
NIDN: 0330017101



Menyetujui,
Kepala LPPM

(Prof. Dr. Ir. Giyatmi, M.Si)
NIK: 19940236

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL		
DAFTAR GAMBAR		
DAFTAR LAMPIRAN		
RINGKASAN		
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1. Pengertian Limbah Tinja	5
	2.2. Pengelolaan Lumpur Tinja	10
	2.3. Alternatif Teknologi Pengolahan Limbah Domestik	12
	2.4. Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (IPLT)	20
BAB 3	METODE PELAKSANAAN	27
	3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	27
	3.2. Tahapan Penelitian	28
	3.3. Metode Pengumpulan Data	29
	3.4. Analisa Data	42
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
	4.1. IPLT Duri Kosambi	44
	4.2. IPLT Konvensional	46
	4.3. IPLT Mekanikal	58
	4.4. Biaya Ekonomi IPLT Duri Kosambi	72
	4.5. Hasil Analisa Laboratorium	73
	4.6. Perhitungan Efektifitas Sistem Pengolahan IPLT Duri Kosambi	76
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	84
	5.1. Kesimpulan	84
	5.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN-LAMPIRAN		88

DAFTAR TABEL

1	Karakteristik Fisika Kimia Lumpur Tinja	7
2	Karakteristik Bahan Logam Lumpur Tinja	7
3	Karakteristik Bahan Organik Lumpur Tinja	8
4	Mikroorganisme Dalam 1 Gr Feses	9
5	Zona-Zona Lumpur	19
6	Perbedaan LLTT, Layanan Berkala dan <i>On-Call</i>	24
7	Penelitian Terkait Dengan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja	25
8	Baku Mutu Air Limbah Domestik	30
9	Pengenceran Contoh Uji	33
10	Contoh Uji dan Larutan Pereaksi Untuk Berbagai Tabung	35
11	Analisa Data	42
12	Volume Pembuangan Lumpur Tinja di IPLT Duri Kosambi	45
13	Kondisi Lumpur Tinja Di IPLT Duri Kosambi	45
14	Dimensi Kolam <i>Aerobic Sludge Diegester</i>	50
15	Dimensi Kolam <i>An-Aerobic Sludge Diegester</i>	52
16	Dimensi Kolam Fakultatif	54
17	Dimensi Kolam Maturasi	55
18	Dimensi Kolam <i>Final 1a</i>	57
19	Dimensi Kolam <i>Final 1b</i>	57
20	Dimensi Bak Penampung Lumpur	63
21	Dimensi <i>Break Tank</i>	66
22	Dimensi <i>Sludge Drying Bed</i> ...	67
23	Dimensi Kolam Aerasi	68
24	Dimensi Kolam Sedimentasi	69
25	Dimensi Kolam <i>Final 1a</i>	71
26	Dimensi Kolam <i>Final 1b</i>	71
27	Biaya Ekonomi IPLT Konvensional Duri Kosambi	72
28	Biaya Ekonomi IPLT Mekanikal Duri Kosambi	73
29	Hasil Analisa Laboratorium Pada <i>Influent</i> IPLT Duri Kosambi	73
30	Hasil Analisa Laboratorium Pada <i>Effluent</i> Hasil Olahan Konvensional	74
31	Hasil Analisa Laboratorium Pada <i>Effluent</i> Hasil Olahan Mekanikal	75
32	Perhitungan Efektivitas Pengolahan Secara Konvensional	76
33	Perhitungan Efektivitas Pengolahan Secara Mekanikal	77

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram Sistem Pengolahan Limbah Tinja Sistem Terpusat	10
2	Diagram Sistem Pengolahan Limbah Tinja Sistem Setempat	11
3	<i>Cubluk</i> Kembar	14
4	Sistem Tangki Septik	16
5	Zona-Zona Tangki Septik	18
6	Skematik Pengolahan Lumpur Tinja	20
7	Alternatif Teknologi Pengolahan	21
8	Pola Penyelenggaraan LLTT	22
9	Periode Penyedotan LLTT	22
10	Diagram Pengolahan LLTT	23
11	Diagram Alir Penelitian	28
12	<i>Flow</i> Prose IPLT Secara Konvensional Dan Titik Sampling	31
13	<i>Flow</i> Proses IPLT Mekanikal Dan Titik Sampling	31
14	Grafik Volume Pembuangan Lumpur Tinja Pada IPLT Duri Kosambi	45
15	Diagram Alir Proses Konvensional	47
16	<i>Screen/Saringan</i> IPLT Konvensional	48
17	<i>Aerobic Sludge Diegester</i> IPLT Konvensional	49
18	<i>Scum</i> Dan Lumpur Pada <i>Aerobic Sludge Diegester</i>	50
19	<i>An-Aerobic Sludge Diegester</i>	52
20	Kolam Fakultatif IPLT Konvensional	53
21	Kolam Maturasi	55
22	Kolam Final	57
23	Diagram Alir Proses Mekanikal	60
24	Mesin SAP	61
25	Penerimaan Lumpur Tinja Ke Mesin SAP	62
26	Bak Pengumpul	63
27	Mesin <i>Screw Press</i>	64
28	Break Tank	65
29	<i>Sluge Drying Bed</i>	66
30	Kolam Aerasi	68
31	Kolam Sedimentasi	69
32	Kolam <i>Final</i>	70
33	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter pH ₂	78
34	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter BOD	79
35	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter COD	79
36	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter TSS	80
37	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter Amonia	81
38	Grafik Hasil Pengolahan Dilihat Dari Parameter <i>Total Coliform</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Biodata ketua dan anggota tim pengusul
- 2 Justifikasi Anggaran
- 3 Surat Pernyataan Penyandang Dana Selain USAHID (bila ada)

RINGKASAN

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Duri Kosambi memiliki luas 6 Ha dengan pengolahan adalah 900 m³/hari. IPLT Duri Kosambi terdiri dari dua sistem pengolahan yaitu secara konvensional dengan kapasitas 600 m³/hari dan secara mekanikal dengan kapasitas 300 m³/hari. Kedua sistem pengolahan ini diharapkan akan menghasilkan hasil olahan dalam bentuk limbah cair dan *cake*/lumpur yang akan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu PP No. 68 tahun 2016 untuk kemudian dibuang ke lingkungan. Untuk memaksimalkan pengolahan lumpur tinja pada IPLT Duri Kosambi agar menghasilkan hasil olahan yang sesuai dengan baku mutu, pada studi ini dilakukan pengujian efektivitas dari kedua sistem pengolahan yaitu secara konvensional dan secara mekanikal untuk mengetahui pengolahan manakah yang lebih efektif untuk mengelola lumpur tinja pada IPLT Duri Kosambi. Kondisi eksisting pada IPLT Duri Kosambi sesuai dengan hasil analisa laboratorium menyatakan bahwa kandungan *coliform* pada kedua sistem pengolahan masih melebihi baku mutu yang ditetapkan. *Total coliform* pada pengolahan secara konvensional adalah 76.000/1000 ml dan pengolahan secara mekanikal adalah 3900/1000 ml. Oleh karena itu direkomendasikan perlu adanya studi lanjutan untuk menurunkan *total coliform* pada IPLT Duri Kosambi.

Kata kunci: IPLT Duri Kosambi, Lumpur Tinja, Mekanikal dan Konvensional

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.1. Latar Belakang

Kepadatan penduduk DKI Jakarta setiap tahun semakin meningkat. Akses sanitasi di wilayah DKI Jakarta masih kurang dimana banyak masyarakat yang tidak memiliki fasilitas toilet yang bersih dan layak (PD PAL JAYA, 2016). Banyak tangki septik rumah tangga yang tidak pernah melakukan penyedotan selama bertahun-tahun sehingga dapat mencemari air tanah (PD PAL JAYA, 2016). Data dari BPLHD tahun 2014 menyatakan bahwa sungai Ciliwung tercemar bakteri E coli sebanyak dua juta per 100 ml air, seharusnya berdasarkan baku mutu 2.000 per 100 ml. Rendahnya pengelolaan limbah tinja menyebabkan 50 persen air tanah di Jakarta tercemar bakteri E Coli. Berdasarkan penelitian penulis di lapangan pada tahun 2017, masih banyak penduduk yang tidak memiliki tangki septik dan mengalirkan langsung ke badan air atau sungai. Sebanyak 37.602 keluarga di DKI Jakarta, berdasarkan data pemantauan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat atau STBM, masih membuang air besar sembarangan.

Pemerintah Indonesia telah menyatakan bahwa 85% peningkatan sanitasi untuk mencapai target Universal Akses 2015-2019 berasal dari peningkatan sistem sanitasi secara individu (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tahun 2014). Dimana dalam peningkatan sistem sanitasi secara individu, sistem pengelolaan lumpur tinja (*Septage Management*) turut mengambil peran. Pemerintah dalam melakukan kegiatan sistem pengelolaan lumpur tinja telah memperkenalkan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) yang merupakan kerja sama antara PD PAL JAYA dengan *Indonesia-Urban Water, Sanitation and Hygiene* (IUWASH) dan *United States Agency for International Development* (USAID) untuk melayani sistem *on site* masyarakat. Layanan penyedotan lumpur tinja merupakan layanan yang diberikan PD PAL Jaya kepada masyarakat pengguna tangki septik rumah tangga dan IPAL bangunan komersial.

Layanan ini bertujuan untuk mengurangi potensi pencemaran lingkungan dan terciptanya tingkat pengoperasian infrastruktur pengolahan lumpur tinja yang lebih baik. Oleh karena itu salah satu aspek penting dalam pelaksanaan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) adalah keberadaan dan kondisi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang menerima lumpur tinja dari mobil tinja.

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah instalasi pengolah air limbah yang didesain untuk menerima lumpur tinja melalui mobil atau gerobak tinja (tanpa perpipaan). Lumpur akan diolah menjadi lumpur kering yang disebut dengan *cake* dan air olahan/*effluent* yang sudah aman dibuang ataupun dimanfaatkan kembali. Lumpur kering dapat dimanfaatkan menjadi pupuk dan *effluent* dapat digunakan untuk keperluan irigasi. Lumpur tinja dari *septic tank*, MCK komunal, maupun IPAL akan diangkut menggunakan truk penyedot tinja dan diolah di IPLT.

Untuk wilayah DKI Jakarta memiliki dua IPLT yaitu IPLT Pulo Gebang dan IPLT Duri Kosambi. Lumpur tinja yang diolah pada IPLT berasal dari tangki tinja milik penduduk DKI Jakarta. Dalam pengolahannya, kedua IPLT ini memiliki pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal. IPLT Duri Kosambi memiliki dua sistem pengolahan yaitu sistem pengolahan secara konvensional dan sistem pengolahan secara mekanikal. Kinerja kedua sistem pengolahan ini diharapkan dapat menghasilkan limbah cair yang telah memenuhi standar baku mutu lingkungan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik dan menghasilkan lumpur (*sludge*) dengan penghilangan konsentrasi air sebanyak 100%. Pada pengolahan lumpur di instalasi pengolahan lumpur tinja duri kosambi belum pernah dilakukan uji efektifitas kedua sistem pengolahan baik secara konvensional maupun mekanikal. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti akan melakukan pengujian terhadap efektivitas dari kedua sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi baik secara konvensional maupun secara mekanikal kemudian akan membandingkan sistem pengolahan manakah yang lebih efektif untuk diterapkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini berupa pertanyaan penelitian, antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting proses pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Duri Kosambi?
2. Apakah hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal telah memenuhi baku mutu yang telah di persyaratkan ?
3. Hasil pengolahan dengan sistem apakah yang lebih efektif untuk digunakan dalam proses pengolahan lumpur tinja di IPLT Duri Kosambi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi eksisting proses pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal pada instalasi pengolahan lumpur tinja duri kosambi.
2. Mengetahui apakah hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.
3. Menganalisis hasil pengolahan dengan sistem apakah yang lebih efektif untuk digunakan dalam pengolahan lumpur tinja di IPLT Duri Kosambi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi aktual proses pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal pada IPLT Duri Kosambi, apakah hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal telah memenuhi standar baku mutu yang dipersyaratkan dan untuk mengetahui hasil pengolahan dengan sistem apakah yang lebih efektif untuk digunakan dalam pengolahan lumpur tinja di IPLT Duri Kosambi.

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka mengenai instalasi pengolahan lumpur tinja dan karakteristik lumpur tinja.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode dan prosedur dalam pengambilan data untuk mengetahui dari kedua sistem pengolahan secara konvensional dan secara mekanikal pengolah lumpur tinja dengan sistem apakah yang lebih efektif digunakan pada IPLT Duri Kosambi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penyajian data dan analisis dari hasil penelitian terhadap kedua sistem pengolahan secara konvensional dan secara mekanikal.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang dilakukan terkait tujuan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Pengertian Limbah Tinja

Tinja adalah bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia melalui anus sebagai sisa dari proses pencernaan makanan di sepanjang sistem saluran pencernaan (*tractus digestifus*) (Suparmin, 2002). Tinja atau feses merupakan salah satu sumber penyebaran penyakit yang multikompleks. Orang yang terkena diare, kolera dan infeksi cacing biasanya mendapatkan infeksi ini melalui tinja. Seperti halnya sampah, tinja juga mengundang kedatangan lalat dan hewan-hewan lainnya. Lalat yang hinggap diatas tinja (feses) yang mengandung kuman-kuman dapat menularkan kuman-kuman itu lewat makanan yang dihinggapinya, dan manusia lalu makanan tersebut sehingga berakibat sakit. Beberapa penyakit yang akibat tinja manusia antara lain tipus, disentri, (gelang, kremi, tambang, pita, *schistosomiasis* dan sebagainya.

Limbah tinja maupun air limbah pada dasarnya terdiri dari kandungan zat padat dan air. Aneka ragam komposisi organik dan anorganik padat dan terlarut, bermacam bakteri (mikroorganisme) terkandung di dalamnya. Untuk mudahnya karakteristik diklasifikasikan dalam kualitas fisika, kimia dan biologi. Kualitas kimia meliputi: zat padat (TS, TSS), warna, bau dan temperatur. Kualitas kimia meliputi: pH, klorida, oksigen, karbondioksida, hidrogen sulfide, amoniak, metana, biasanya kualitas dinyatakan dengan konsentrasi. Kualitas biologi meliputi: bakteri seperti coli tinja dan ganggang (*algae*) (Balai Pelatihan Air Bersih dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Bekasi, 2012).

Instalasi pengolahan lumpur tinja, yang selanjutnya disebut IPLT, adalah instalasi pengolah air limbah yang didesain untuk hanya menerima lumpur tinja melalui mobil atau gerobak tinja (tanpa perpipaian) dimana gerobak tinja atau mobil tinja tersebut membawa atau mengangkut tinja yang berasal dari *septic tank* atau tangki

septik milik masyarakat. Sedangkan *septictank* berasal dari kata *septic*, yang berarti pembusukan secara aerobik. Nama *septictank* dipergunakan karena sistem ini terlibat proses pembusukan yang dilakukan oleh kuman-kuman pembusuk yang sifatnya anaerob.

Septictank bisa terdiri atas dua bak atau lebih, dapat pula terdiri dari satu bak saja tetapi diatur sedemikian rupa (misalnya dengan memasang beberapa sekat/tembok penghalang) sehingga dapat memperlambat pengaliran air kotor di dalam bak tersebut. Di dalam bak bagian pertama akan terdapat proses penghancuran, pembusukan dan pengendapan sehingga di dalam bak tersebut dapat kita lihat adanya 3 macam lapisan, yaitu:

1. Lapisan yang terapung yang terdiri dari kotoran-kotoran padat
2. Lapisan cair
3. Lapisan endapan (lumpur).

2.2 Jenis Limbah Tinja

Berdasarkan jenisnya, limbah tinja dapat digolongkan menjadi:

1. Air limbah yang berasal dari kakus disebut juga *black water*.
2. Air limbah yang berasal dari kamar mandi, tempat mencuci pakaian, tempat mencuci piring dan peralatan dapur disebut sebagai *grey water*.

2.3 Karakteristik Lumpur Tinja

Lumpur tinja (*septage*) adalah material berupa padatan dan cairan yang merupakan hasil pemompaan dari tangki septik. Material yang terkandung dalam lumpur tinja berupa padatan zat-zat organik, lemak/minyak, pasir (*grit*) yang berpotensi sebagai tempat tumbuh berbagai virus penyebab penyakit, seperti bakteri dan parasit. Kandungan zat organik dalam lumpur tinja yang masih tinggi menyebabkan perlunya pengolahan (*treatment*) terhadap lumpur tinja. Bila lumpur tinja langsung diaplikasikan ke tanah, maka akan berbahaya bagi tanah, tumbuhan, hewan dan manusia (Winy, et al., 2012). Menurut beberapa literatur, lumpur tinja memiliki beberapa karakteristik, yaitu:

a. Karakteristik fisika dan kimia

Tabel 2.1 Karakteristik Fisika Kimia Lumpur Tinja

Karakteristik	Konsentrasi (mg/L)		
	Rata-rata	Minimum	Maksimum
<i>Total Solid</i>	34.106	1.132	130.475
<i>Total volatile solid</i>	23.100	353	71.402
<i>Total suspended solid</i>	12.862	310	93.378
<i>Volatile suspended solid</i>	9.027	95	51.500
<i>Biochemical oxygen demand</i>	6.480	440	78.600
<i>Chemical Oxygen Demand</i>	31.900	1.500	703.000
<i>Total nitrogen</i>	588	66	1.060
<i>Ammonia nitrogen</i>	97	3	116
<i>Total phosphorus</i>	210	20	760
Alkalinitas	970	522	4.190
Lemak	5.600	208	23.368
Ph	-	1,5	12,6

Sumber: U.S. Environment Protection Agency, 1994

b. Karakteristik bahan logam

Tabel 2.2 Karakteristik Bahan Logam Limpur Tinja

Parameter	Konsentrasi		
	Rata-rata	Minimum	Maksimum
Besi	39,3	0,2	2,74
Sink	9,97	<0,001	444

Parameter	Konsentrasi		
	Rata-rata	Minimum	Maksimum
Mangan	6,09	0,55	17,1
Barium	5,76	0,002	202
Tembaga	4,84	0,01	261
Timah hitam	1,21	<0,025	118
Nikel	0,526	0,01	37
Kromium	0,49	0,01	34
Sianida	0,469	0,001	1,53
Kobalt	0,406	<0,003	3,45
Arsenik	0,141	0	3,5
Perak	0,099	<0,003	5
Kadmium	0,097	0,005	8,1
Timah	0,076	<0,015	1
Merkuri	0,005	0,0001	0,742

Sumber: *U.S. Environment Protection Agency, 1994*

c. Karakteristik bahan organik

Tabel 2.3. Karakteristik Bahan Organik Lumpur Tinja

Parameter	Konsentrasi (mg/L)		
	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Metil Alkohol	15,8	1	396
Isopropil Alkohol	14,1	1	391
Aseton	10,6	0	210
Metil Etil Keton	3,65	1	240
Toluen	0,17	0,005	1,95
Metilen Klorida	0,101	0,005	2,2
Etil Benzene	0,067	0,005	1,7
Benzene	0,062	0,005	3,1

Sumber: *U.S. Environment Protection Agency, 1994*

d. Karakteristik mikroorganismenya

Unit pengolahan lumpur tinja mempertimbangkan kandungan mikroorganismenya di dalamnya. Adapun jenis kuman yang sering ditemukan dalam tiap gram *faeces* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4. Mikroorganismenya dalam 1 gr *faeces*

Jenis	Jumlah
<i>Salmonella sp</i>	1 juta
<i>Vibrio kolera</i>	1 juta
<i>Virus poliomyelitis</i>	1 juta
<i>Amoeba</i>	10.000
<i>Escherichia coli</i>	1 miliar

Sumber: Pramudiarja, 2011

Karakteristik lumpur tinja ini sebenarnya sangat bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Variasi ini disebabkan oleh beberapa faktor menurut *Metecalf and Eddy* (2004), yaitu:

1. Jumlah pemakai
2. Kebiasaan makan dan minum
3. Sumber lumpur tinja seperti dari tangki septik, joko, *vaulttoilet*, atau sumber ini akan menentukan kesegaran (*freshness*) lumpur tinja tersebut
4. Desain dan ukuran tangki septik
5. Kondisi cuaca/iklim
6. Frekuensi penyedotan/pengambilan lumpur tinja
7. Adanya infiltrasi air hujan ataupun air tanah

Sedangkan kualitas lumpur tinja per orang per hari yang didapat dari literatur sangat bervariasi angkanya, dari yang terendah 0,3 liter/org/hari sampai angka tertinggi 13 liter/org/hari. Angka yang paling banyak dilaporkan adalah 0,5-1,0 liter/org/hari.

2.4 Pengelolaan Lumpur Tinja

Untuk memilih teknologi pada sarana domestik harus disesuaikan dengan kondisi fisik dan sosial budaya setempat. Sistem yang dapat diterapkan untuk menangani dan mengelola air buangan pada suatu daerah terbagi atas 2 sistem yaitu Sistem sanitasi terpusat (*off site sanitation*) dan Sistem sanitasi setempat (*on site sanitation*).

2.4.1. Sistem sanitasi terpusat (*off site sanitation*)

Sistem terpusat yaitu sistem dimana air limbah dari seluruh daerah pelayanan dikumpulkan dalam riol pengumpul, yang kemudian dialirkan ke dalam riol kota menuju tempat pengolahan dan baru dibuang ke badan air penerima.



Gambar 2.1. Diagram Sistem Pengolahan Limbah Tinja Sistem Terpusat (*Off Site*)

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013

Pengolahan dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sarana yang diperlukan dalam sistem terpusat ini adalah jaringan pipa atau saluran air limbah dan bangunan pengolahan air limbah (*Waste Water Treatment Plant*).

A. Kelebihan sistem air limbah terpusat

Adapun kelebihan sistem pengolahan air limbah terpusat sebagai berikut:

1. Menyediakan pelayanan yang baik
2. Sesuai untuk daerah dengan kepadatan tinggi

3. Pencemaran terhadap air tanah dan bahan air dapat dihindari
4. Memiliki masa guna yang lebih lama
5. Dapat menampung skema air limbah.

B. Kekurangan sistem air limbah terpusat

Adapun kekurangan sistem pengolahan air limbah terpusat adalah sebagai berikut :

- a. Memerlukan biaya investasi, operasi dan pemeliharaan yang tinggi.
- b. Menggunakan teknologi tinggi.
- c. Tidak dapat dilakukan oleh perseorangan.
- d. Manfaat secara penuh diperoleh setelah selesai jangka panjang.
- e. Waktu yang lama dalam perencanaan dan pelaksanaan.
- f. Memerlukan pengelolaan, operasi dan pemeliharaan yang baik.

2.4.2. Sistem Sanitasi Setempat (*on site sanitation*)

Sistem setempat adalah sistem dimana pada daerah tersebut tidak ada sistem riol kota, dan air buangan yang dihasilkan ditangani di saerah setempat.



Gambar 2.2. Diagram Sistem Pengolahan Limbah Tinja Sistem setempat (on site sistem)

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013

Pengolahan secara sistem setempat diterapkan dengan menggunakan cubluk individu, cubluk komunal dan tangki septik yang dilengkapi dengan bidang resapan. Saran tangki septik digunakan untuk mengalirkan air limbah ke jaringan perpipaan air buangan.

A. Kelebihan sistem air limbah setempat

Adapun kelebihan sistem pengolahan air limbah setempat adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan teknologi sederhana.
2. Memerlukan biaya yang rendah.
3. Masyarakat dan tiap-tiap keluarga dapat menyediakan sendiri.
4. Pengoperasian dan pemeliharaan oleh masyarakat.
5. Manfaat dapat dirasakan secara langsung.

B. Kekurangan sistem air limbah setempat

Adapun kekurangan sistem pengolahan air limbah setempat adalah sebagai berikut:

- a. Tidak dapat diterapkan pada setiap daerah, misalkan tergantung pada sifat permeabilitas tanah, tingkat kepadatan dan lain-lain.
- b. Fungsi terbatas hanya dari buangan kotoran manusia, tidak melayani air limbah kamar mandi dan air bekas mencuci.
- c. Operasi dan pemeliharaan sulit dilaksanakan
Pengolahan lumpur tinja oada skala kota besar menggunakan pengolahan terpusat (*off site sanitation*), sedangkan untuk kota skala kecil dan sedang menggunakan sistem pengolahan limbah tinja setempat (*on site sanitation*) (Nasrullah, 2006).

2.5. Alternatif Teknologi Pengolahan Limbah Domestik

2.5.1 Alternatif Teknologi Sistem Terpusat

Teknologi IPAL dengan sistem terpusat secara umum dapat dibagi menjadi tiga, yaitu aerob, anaerob dan campuran. Pada prinsipnya pengolahan limbah aerob dan anaerob terletak pada ketidakhadiran oksigen untuk metabolisme mikroorganisme (bakteri). Pada proses aerob, kehadiran oksigen diperlukan sedangkan pada proses anaerob tidak diperlukan. Adapun proses di Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat skala permukiman dibagi menjadi:

- a. Sistem Pengolahan Anaerob

Teknologi ini paling banyak dipilih untuk sistem skala permukiman berbasis masyarakat sampai saat ini. Hal ini berdasarkan pertimbangan kemudahan operasional karena tidak memerlukan injeksi oksigen ke dalam unit pengolahan septik individual atau IPAL komunal/skala permukiman yang dikenal memakai prinsip pengolahan anaerob.

b. Sistem Pengolahan Aerob

Teknologi ini paling efisien untuk sistem perkotaan (*sewerage*), karena dianggap lebih efisien untuk skala pelayanan penduduk yang besar. Pada sistem yang dikelola oleh institusi, penggunaan peralatan mekanikal seperti *blower* atau aerator pada unit pengolahan dapat dikelola dengan baik oleh operator yang terlatih.

c. Sistem Pengolahan Kombinasi *Aerob–Anaerob*

Sistem kombinasi merupakan pilihan paling banyak dipilih untuk sistem pengolahan lumpur tinja (IPLT) atau IPAL karena lebih efisien dalam pengoperasian dan pemeliharaan, serta menambah daya tampung/kapasitas sistem.

2.5.2 Alternatif Teknologi Sistem Setempat

Pada sistem setempat (*on site*) ada dua jenis sarana yang dapat diterapkan yakni sistem individual dan komunal. Pada skala individual sarana yang digunakan adalah:

a. Sistem Cubluk

Cubluk merupakan sistem pembuangan yang paling sederhana terdiri atas lubang yang digali secara manual dengan dilengkapi dinding rembes air yang dibuat dari pasangan bata berongga, anyaman bambu dan bahan-bahanlainnya (Sugiharto, 1987), pada umumnya cubluk berbentuk lingkaran, ataupun berbentuk kotak persegi dengan diameter atau garis tengah melintang sepanjang 0,5-1 m, cubluk memiliki kedalaman 1-3 m.

Hanya sedikit air yang digunakan untuk menggelontor kotoran/ tinja ke dalam cubluk dikarenakan kotoran biasanya langsung jatuh dari atas bangunan cubluk

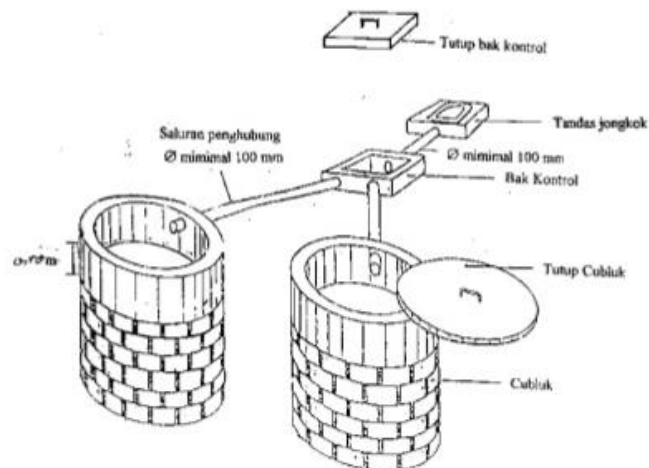
yang dibangun secara sederhana. Cubluk biasanya didesain untuk waktu 5-10 tahun, beberapa jenis cubluk antara lain:

1) Cubluk Tunggal

Cubluk tunggal dapat digunakan untuk daerah yang memiliki ketinggian muka air tanah $> 1\text{m}$ dari dasar cubluk. Cubluk ini cocok untuk daerah dengan kepadatan < 200 jiwa/ha. Pemakaian cubluk dihentikan apabila sudah tersisi 75% dari kapasitas yang ada, apabila masih digunakan melebihi batas tersebut maka di khawatirkan timbul pencemaran seperti bau, kotoran/tinja meluber ke atas permukaan.

2) Cubluk Ganda/kembar

Cubluk Kembar dapat digunakan untuk daerah dengan kepadatan penduduk < 50 jiwa/Ha dan memiliki muka air tanah $> 2\text{m}$ dari dasar cubluk. Pemakaian lubang cubluk pertama dihentikan setelah terisi 75% dan selanjutnya cubluk kedua dapat disatukan. Jika lubang cubluk kedua telah terisi 75%, maka tinja yang ada di lubang pertama dapat dikosongkan secara manual dan dapat digunakan untuk pupuk tanaman. Setelah itu lubang cubluk dapat difungsikan kembali.



Gambar 2.3. Cubluk Kembar

Sumber: Pusat Litbang Pemukiman, Kementrian Perumahan Umum dan Perumahan Rakyat, 2013

b. Sistem Tangki Septik Individu

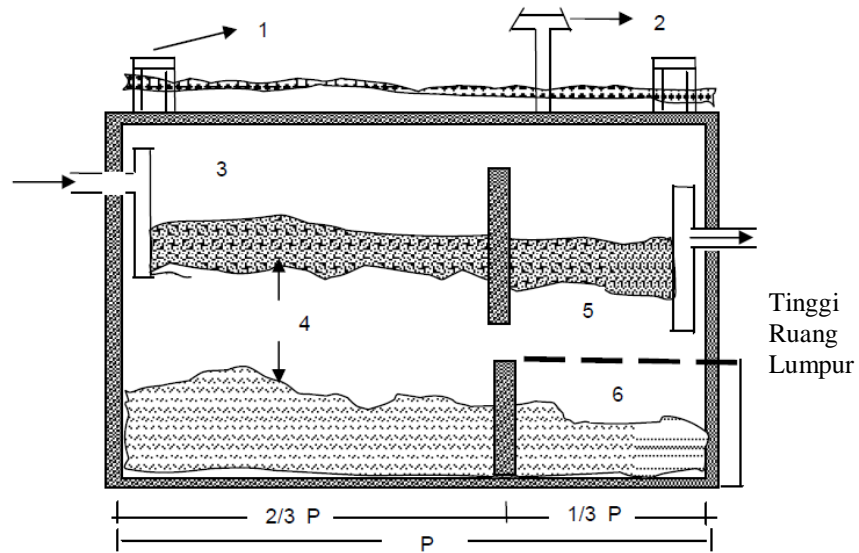
Sistem tangki septik individu adalah sistem konvensional yang banyak digunakan oleh masyarakat pada umumnya yaitu terdiri dari satu buah tangki septik berbentuk kotak, maupun lingkaran dan satu buah untuk resapan untuk menampung *effluent* dari tangki septik. Prinsip operasional tangki septik adalah pemisahan partikel dan cairan partikel yang mengendap (lumpur) dan juga partikel yang mengapung (*scum*) disisihkan dan diolah dengan proses dekomposisi anaerobik. Pada umumnya bangunan tangki septik dilengkapi dengan sarana pengolahan *effluent* berupa bidang resapan (sumur resapan).

Berdasarkan SNI 03-2398-2002 tangki septik dapat di desain dengan bentuk persegi panjang mengikuti kriteria disain sebagai berikut:

- a) Perbandingan antara panjang dan lebar adalah (2-3): 1
- b) Lebar minimum tangki adalah 0,75m
- c) Panjang minimum tangki adalah 1,5m
- d) Kedalaman air efektif di dalam tangki antara (1-2,1) m
- e) Tinggi tangki septik adalah ketinggian air dalam tangki ditambah dengan tinggi ruang bebas (*free board*) yang berkisar antara (0,2-0,4) m
- f) Penutup tangki septik yang terbenam ke dalam tanah maksimum sedalam 0,4 m.

Bila panjang tangki lebih besar dari 2,4 m atau volume tangki lebih besar dari 5,6 m³, maka interior tangki dibagi menjadi 2 (dua) kompartemen yaitu kompartemen *inlet* dan kompartemen *outlet*. Proporsi besaran kompartemen *inlet* berkisar 75% dari besaran total tangki septik.

Penentuan dimensi tangki septik dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu dengan melakukan perhitungan ataupun dengan menggunakan tabel yang terdapat di dalam SNI 03-2398-2002. Pembagian kompartemen tangki septik dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar Tangki Septik Konvensional

Keterangan Gambar:

- | | | |
|-----------------------|---------------|--------------------|
| 1. Lubang pemeriksaan | 3. Pipa udara | 5. Ruang bebas air |
| 2. Ruang jernih | 4. Kerak | 6. Lumpur |

Gambar 2.4. Sistem Tangki Septik
Sumber SNI 03-2398-2002

Proses pengolahan limbah domestik yang terjadi pada tangki septik adalah proses pengendapan dan stabilisasi secara anaerobik. Tangki septik bisa dianggap sebagai proses pengolahan awal (primer). Tangki septik tidak efektif untuk mengurangi jumlah bakteri dan virus yang ada pada limbah domestik. Jarak antara resapan dan sumber air untuk keamanannya disyaratkan minimal 10 m (tergantung aliran air tanah dan kondisi porositas tanah).

2.6 Penentuan Dimensi Tangki Septik

Untuk menentukan dimensi tangki septik, yang pertama harus diketahui adalah kapasitas atau debit air limbah domestik yang akan diolah. Debit air limbah rata-rata yang akan diolah ini dapat diperkirakan dari banyaknya konsumsi air bersih yang digunakan oleh rumah tangga, jumlah orang yang dilayani dan jenis air

limbah yang akan diolah. Debit air limbah rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = (q \times p) / 1.000$$

Dengan :

Q rata-rata = Debit/kapasitas rata-rata air limbah yang akan diolah tangki septik (m³/hari)

q = Laju timbulan air limbah (liter/orang/hari)

p = Jumlah pemakai (orang)

Besarnya laju timbulan air limbah bergantung pada jenis air limbah yang akan diolah. Oleh karena itu, besarnya laju timbulan air limbah (q) adalah sebagai berikut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2011).

1. Bila tangki septik hanya menerima dari kakus saja (sistem terpisah) maka q merupakan gabungan dari limbah tinja dan air penggelontoran yang besarnya antara (5-40) liter/orang/hari.
2. Bila tangki septik menerima air limbah tercampur (sistem tercampur), maka q merupakan gabungan limbah tinja dan air limbah lainnya dari kegiatan rumah tangga seperti mandi, cuci, masak dan lainnya yang besarnya adalah 80% dari konsumsi air bersih pemakai yang besarnya antara (45-150) liter/orang/hari.
3. Waktu detensi (Td) dibutuhkan agar padatan yang terkandung di dalam air limbah dapat terpisah dan mengendap pada dasar tangki septik. Minimum waktu detensi yang dibutuhkan untuk proses tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Waktu detensi untuk tangki septik dengan sistem terpisah:

$$Td = 2,5 - 0,3 \log (p-q) \geq 5 \text{ hari}$$

Waktu detensi untuk tangki septik dengan sistem tercampur:

$$Td = 1,5 - 0,3 \log (p-q) \geq 2 \text{ hari}$$

Dengan :

Td = Waktu detensi minimum (hari)

q = Laju timbulan air limbah (liter/orang/hari)

p = Jumlah pemakai (orang)

Di dalam tangki septik akan terbagi beberapa zona mengikuti proses degradasi yang terjadi. Zona tersebut adalah zona buih dan gas, zona pengendapan, zona stabilisasi, dan zona lumpur. Fungsi dan besarnya zona tersebut adalah sebagai berikut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2013):

1. Zona buih (*scum*) dan gas untuk membantu mempertahankan kondisi anaerobik di bawah permukaan air limbah yang akan diolah. Zona ini disediakan setinggi (25-30) cm atau 20% dari kedalaman tangki.
2. Zona pengendapan sebagai tempat proses pengendapan padatan mudah mengendap (*settleable*). Volume zona pengendapan ($V_{\text{pengendapan}}$) ditentukan dengan persamaan :

$$V_{\text{pengendapan}} = Q_{\text{rata-rata}} \times T_d \times 37,5 \text{ cm}^3$$

Dengan:

$Q_{\text{rata-rata}}$ = Debit air limbah rata-rata yang akan diolah (m^3/hari)

T_d = Waktu detensi (hari)



Gambar 2.5. Zona-zona dalam Tangki Septik
Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2013

Zona stabilisasi adalah zona yang disediakan untuk proses stabilisasi lumpur yang baru mengendap melalui proses pencernaan secara anaerobik (*anaerobic digestion*). Volume zona ini ditentukan berdasarkan kecepatan stabilisasi lumpur dan jumlah pemakai tangki septik. Volume zona stabilisasi dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2013).

$$V_{\text{stabilisasi}} : R_s \times p$$

Dengan:

$$R_s = \text{Kecepatan stabilisasi} = 0,0425 \text{ m}^3/\text{orang}$$

$$P = \text{Jumlah pemakai (orang)}$$

1. Zona lumpur merupakan zona tempat terakumulasinya lumpur yang lebih stabil dan harus dikuras secara berkala. Volume zona lumpur bergantung pada kecepatan akumulasi lumpur, periode pengurasan dan jumlah pemakai tangki septik. Volume zona (V_{lumpur}) ini dapat diketahui dengan persamaa sebagai berikut:

$$V_{\text{lumpur}} = R_{\text{lumpur}} \times N \times P$$

Dengan:

$$R_{\text{lumpur}} = \text{Kecepatan akumulasi lumpur matang, (0,03-0,04) m}^3/\text{orang/tahun}$$

$$N = \text{Frekuensi pengurasan (2-3) tahun}$$

$$P = \text{Jumlah pemakai (orang)}$$

Tabel 2.5. Zona-Zona Lumpur

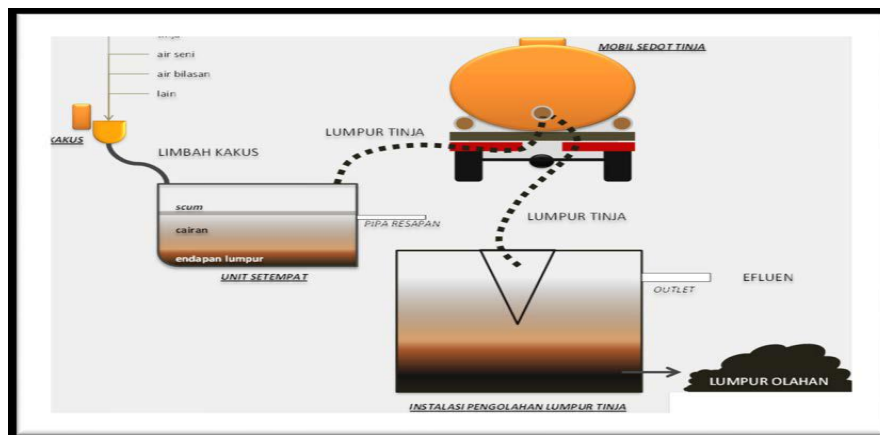
No	Jumlah Pemakai (KK)	Zona Basah (m ³)	Zona Lumpur (m ³)	Zona Ambang Batas (m ³)	Penerima Tangki (m)	Lebar Tangki (m)	Tinggi Tangki (m)	Volume Total (m ³)
1.	1	1,30	0,45	0,40	1,60	0,80	1,60	2,10
2.	2	2,40	0,90	0,60	2,10	1,00	1,00	3,90
3.	3	3,60	1,35	0,90	2,50	1,30	1,80	5,80
4.	4	4,80	1,80	1,20	2,80	1,40	2,00	7,80
5.	5	6,00	2,25	1,40	3,20	1,50	2,00	9,60
6.	10	12,00	4,50	2,90	4,40	2,20	2,00	19,40

Sumber : SNI 03-2398-2002

2.7 Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (IPLT)

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah pengolahan air limbah yang dirancang hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang berasal dari sistem setempat yang diangkut melalui sarana pengangkut lumpur tinja. Lumpur akan diolah menjadi lumpur kering yang disebut dengan *cake* dan air olahan/*effluent* yang sudah aman dibuang ataupun dimanfaatkan kembali. Lumpur kering dapat dimanfaatkan menjadi pupuk dan efluen dapat digunakan untuk keperluan irigasi. Lumpur tinja dari *septic tank*, MCK komunal, maupun IPAL akan diangkut menggunakan truk penyedot tinja dan diolah di IPLT.

IPLT merupakan tempat pengolahan lumpur tinja yang disedot melalui mekanisme penyedotan terjadwal maupun penyedotan tidak terjadwal. Oleh karena itu kinerja unit-unit pengolahan di IPLT merupakan prasyarat bagi keberhasilan suatu pengelolaan lumpur tinja. Selain itu, IPLT yang berfungsi optimal juga dapat menjamin keamanan terhadap lingkungan. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014) berikut ini terlampir skema pengelolaan lumpur tinja dari sistem *on-site* menuju IPLT



Gambar 2.6. Skematik Pengelolaan Lumpur Tinja
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014

Unit – unit pengolahan di IPLT terdiri atas :

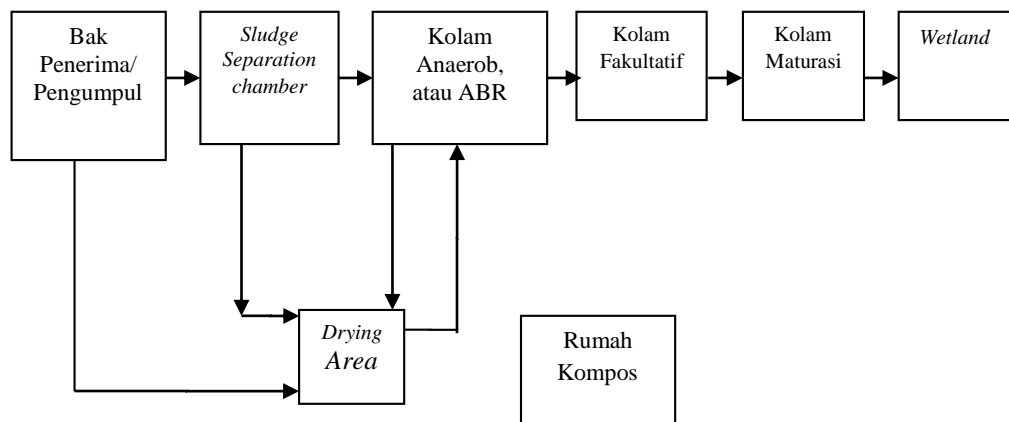
1. Unit Pengumpul : unit ini berfungsi untuk menghomogenkan lumpur tinja yang masuk ke IPLT mengingat karakteristik lumpur tinja yang tidak selalu seragam antar tangki septik. Selain itu, pada dasarnya fungsi utama tangki

ekualisasi adalah untuk mengatur agar debit aliran lumpur yang masuk ke unit berikutnya menjadi konstan dan tidak berfluktuasi.

2. Unit penyaringan : berfungsi untuk memisahkan atau menyaring benda-benda kasar di dalam lumpur tinja. Pemisahan atau penyaringan dapat dilakukan dengan menggunakan *bar screen* manual atau mekanik.
3. Unit pemisahan partikel diskrit : berfungsi untuk memisahkan partikel diskrit agar tidak mengganggu proses selanjutnya. Unit pemisahan partikel diskrit di antaranya *Sludge Separation Chamber* (SSC) dan *Imhoff Tank*.
4. Unit stabilisasi : berfungsi untuk menurunkan kandungan organik dari lumpur tinja, baik secara anaerobik maupun aerobik. Unit stabilisasi di antaranya kolam anaerobik, kolam fakultatif, dan kolam maturasi.
5. Unit Pemekatan : berfungsi untuk memisahkan padatan dengan cairan yang dikandung lumpur tinja, sehingga konsentrasi padatannya akan meningkat atau menjadi lebih kental. Unit pemekatan berupa *Sludge Separation Chamber* (SSC) dan *Imhoff Tank*.
6. Unit pengeringan lumpur : berfungsi untuk menurunkan kandungan air dari lumpur hasil olahan, baik dengan mengandalkan proses penguapan atau proses mekanis. Unit pengering lumpur berupa bidang pengering lumpur.

(Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014)

Alternatif teknologi pengolahan:



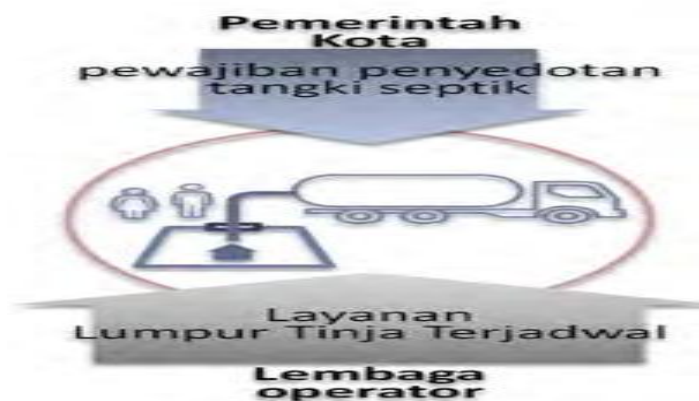
Gambar 2.7. Alternatif Teknologi Pengolahan

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014

2.8 Layanan Lumpur Tinja Terjadwal

Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) adalah mekanisme pelayanan penyedotan lumpur tinja yang dilakukan secara periodik atau terjadwal yang diterapkan pada sistem pengolahan air limbah setempat dan komunal yang kemudian diolah pada instalasi yang ditetapkan serta terkait dengan metode pembayaran yang telah ditetapkan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

Pola penyelenggaraan Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) dilaksanakan oleh pemerintah Daerah. Dalam pelaksanaannya, Pemerintah daerah dapat bekerja sama dengan badan usaha. Pemerintah pusat berperan dalam mendukung keberhasilan penyelenggaraan LLTT melalui pengaturan berupa penyediaan pedoman pelaksanaan dan pengaturan lainnya; pembinaan berupa peningkatan kualitas sistem setempat, pendampingan pelaksanaan LLTT dan penguatan kelembagaan IPLT dan pengawasan pelaksanaan LLTT.



Gambar 2.8. Pola Penyelenggaraan LLTT
Sumber IUWASH 2016

Penyedotan lumpur tinja dalam LLTT tidak dilakukan karena adanya permintaan dari pengguna tangki septik. Suka atau tidak suka, perlu atau tidak perlu, penyedotan lumpur tinja dalam LLTT akan dilakukan sesuai jadwalnya. Walau secara pastinya akan ditentukan oleh pemerintah setempat, periode penyedotan LLTT umumnya berkisar antara 2 – 5 tahun sekali.



Gambar 2.9. Periode Penyedotan LLTT
Sumber IUWASH, 2016

Periode penyedotan (*desludging period*) adalah rentang waktu antara penyedotan pertama dengan penyedotan selanjutnya. Artinya, dengan periode penyedotan 3 tahun, suatu tangki septik akan mendapat layanan penyedotan di tahun 2017, 2020, 2023 dan seterusnya.

LLTT hanya dapat diberikan oleh lembaga yang ditunjuk pemerintah setempat untuk mengoperasikan layanan tersebut. Lembaga operator LLTT tersebut yang nantinya akan menentukan jadwal penyedotan tangki septik untuk tiap bangunan pelanggannya. Dalam pelaksanaan operasinya, mungkin saja lembaga pengelola operasi LLTT ini akan melibatkan pengusaha sedot tinja untuk menjadi mitra operasinya.



Gambar 2.10. Diagram Pengolahan LLTT
Sumber: IUWASH, 2016

Dalam rantai pengelolaan lumpur tinja, LLTT menghubungkan upaya pengendalian tangki septik dengan layanan pengolahan lumpur tinja. Kinerja kolektif ketiganya akan menentukan keberhasilan sistem pengelolaan lumpur tinja dalam memperbaiki kualitas lingkungan.

Diminta atau tidak oleh pengguna tangki septik, penyedotan lumpur tinja dalam LLTT akan dilakukan sesuai jadwal yang ditentukan lembaga operatornya. Berbeda dengan layanan *on-call*, penyedotan tangki septik dalam layanan *on-call* hanya diberikan jika ada permintaan dari pengguna tangki septik. LLTT juga berbeda dengan layanan sedot tinja berkala atau berlangganan yang sudah sering ditawarkan oleh banyak penyedia jasa sedot tinja. Layanan berkala (*periodic desludging*) dilakukan sesuai kesepakatan antara penyedia jasa dengan pemilik tangki septik.

Tabel 2.6. Perbedaan Layanan Terjadwal, Layanan Berkala dan Layanan *On-call*

	Layanan Terjadwal	Layanan Berkala	Layanan <i>On-Call</i>
Sifat	Diwajibkan	Tidak diwajibkan	Tidak diwajibkan
Waktu pelaksanaan	Sesuai periode dan jadwal yang ditentukan aturan.	Sesuai kesepakatan pengguna tangki septik dan penyedia layanan.	Sesuai kebutuhan pengguna tangki septik
Pelanggan	Terdaftar (sebelum layanan diberikan)	Terdaftar (saat layanan diberikan)	Tidak terdaftar
Aturan kewajiban	Perlu	Tidak perlu	Tidak perlu
Pelaksana	Lembaga pengelola yang ditunjuk pemerintah	Penyedia jasa sedot tinja	Penyedia jasa sedot tinja

Sumber: IUWASH 2016

2.9. Penelitian Terkait Dengan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja

No	Judul	Peneliti	Tujuan Penelitian	Hasil
1.	Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supiturang Kota Malang. (Jurnal, 2016)	Steffie Starina, Riyanto Harribowo, Tri Budi Prayogo.	Tujuan dari studi ini untuk mengevaluasi kinerja IPLT sehingga diperoleh sistem operasi IPLT yang efektif dan <i>effluent</i> yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu air yang telah ditentukan sehingga air limbah yang dibuang dapat diterima oleh badan air.	Kinerja IPLT Supiturang pada kondisi eksisting dinilai belum efektif. <ol style="list-style-type: none"> 1. IPLT Supiturang mengalami penurunan kinerja unit pengolah limbahnya dikarenakan terdapat bangunan yang tidak berfungsi akibat kerusakan pada dinding bangunan. 2. Selain itu kurang maksimalnya unit pengolah limbah dalam bekerja sehingga effluen limbah tidak diolah secara maksimal dan menghasilkan parameter yang belum memenuhi baku mutu air.
2..	Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih, Surabaya. (Jurnal, 2016)	Gaby Dian dan Helly Herumurti	Evaluasi kinerja dan rekomendasi optimasi untuk meningkatkan kinerja unit pengolahan pada IPLT Keputih dalam mengolah volume lumpur tinja yang terlayani, sehingga kualitas effluen dapat memenuhi baku mutu.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Kapasitas desain IPLT Keputih adalah 400 m³/hari dan debit influen lumpur eksisting sebesar 137 m³/hari. 3. Rekomendasi optimasi untuk peningkatan kinerja unit pengolahan IPLT Keputih adalah sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Solid Separation Chamber</i> (SSC) Kandungan <i>solid outlet</i> direkomendasikan menjadi 20%. Tidak terjadi <i>overflow</i> pada SSC karena

No	Judul	Peneliti	Tujuan Penelitian	Hasil
				semua lumpur mengalir melewati media penyaring dan masuk menuju pipa <i>underdrain</i> pada dasar SSC menuju <i>sump well</i> .
3.	Studi Kelayakan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Jurnal, 2007)	Nasrullah	Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kelayakan pembangunan IPLT Kota Salatiga dari aspek teknis.	Pembangunan IPLT di Kota Salatiga dapat dikatakan layak secara teknis karena pengguna tangki septik di Kota Salatiga meningkat dan berpotensi melakukan pengurusan lumpur tinja secara rutin sehingga desain instalasi dapat optimal melakukan pengolahan sampai akhir tahun perencanaan.
4.	Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Limbah Tinja Kota Pekalongan (Jurnal, 2009)	Irawan Wisnu Wardhana dan Wina Karunia	Tujuan dari penelitian adalah 1. Mengevaluasi operasional IPLT yang ada di Kota Pekalongan meliputi aspek teknis dan non teknis. 2. Menentukan langkah perbaikan dari hasil evaluasi IPLT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unit pengolahan IPLT akan dilakukan optimalisasi berupa perbaikan atau redesain. 2. Perbaikan sarana dan prasarana IPLT dilakukan dengan menambah sarana komunikasi pada kantor operasional, perbaikan jalan, dan penambahan jumlah truk tinja.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

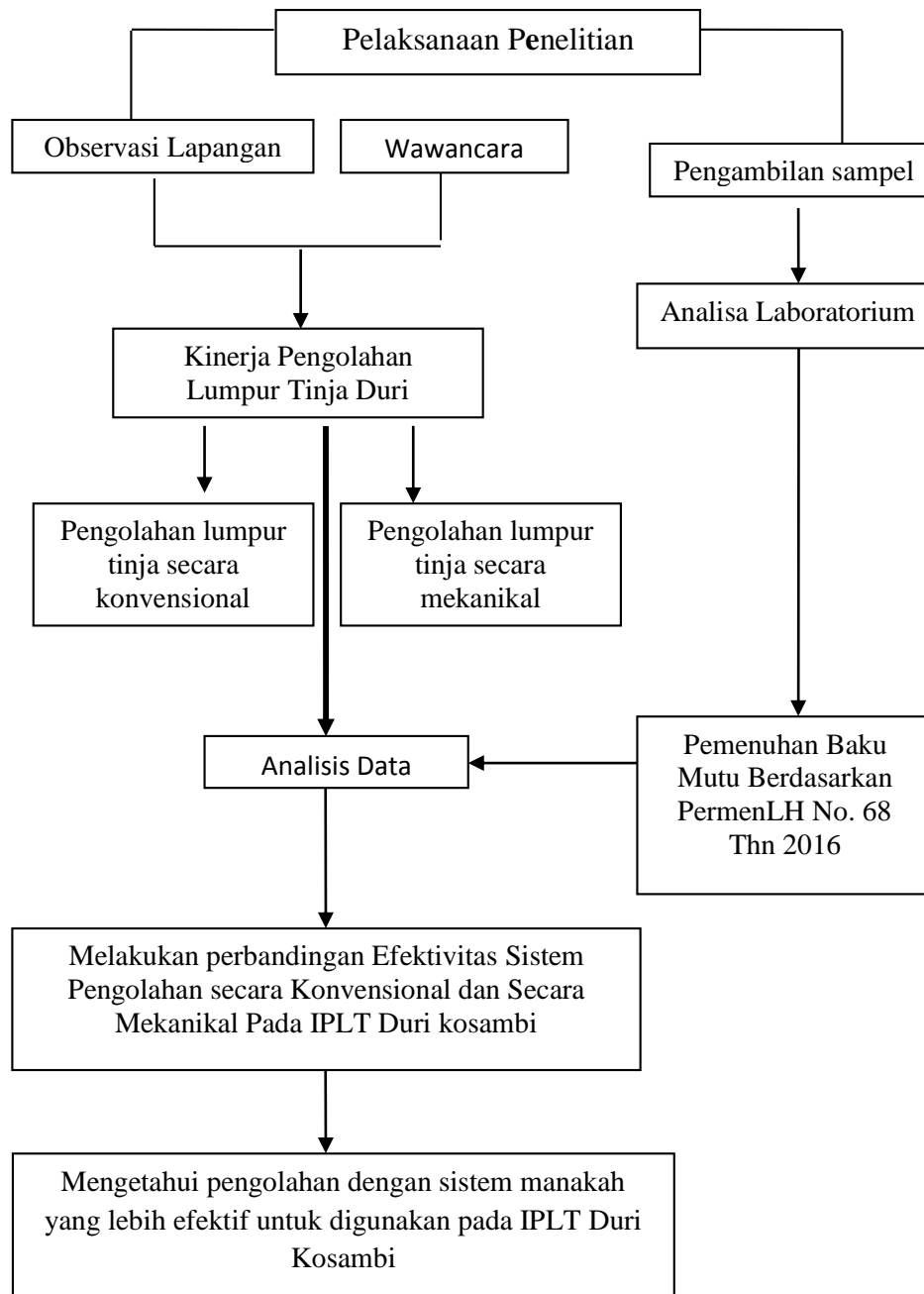
Metode Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yaitu melalui kegiatan observasi, wawancara, pengukuran lapangan dan analisa laboratorium dengan tujuan untuk mengetahui pengolahan lumpur tinja dengan sistem manakah yang lebih efektif digunakan dalam pengolahan lumpur tinja Duri Kosambi.

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Duri Kosambi, Jakarta Barat. Peneliti mengambil lokasi ini karena Instalasi pengolahan lumpur tinja di Duri Kosambi dalam pengolahannya memiliki dua pengolahan yaitu pengolahan lumpur tinja secara mekanikal dan secara konvensional. Penelitian ini akan dilaksanakan pada Bulan November 2017- Januari 2018. Tidak menutup kemungkinan apabila data yang diperoleh sudah cukup untuk diolah maka akan lebih cepat, dan apabila belum cukup untuk diolah maka peneliti akan memperpanjang waktu.

3.3. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian dilakukan beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini adalah beberapa tahapan tersebut yang digambarkan dalam bentuk diagram alir:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.4. Metode Pengumpulan Data

3.4.1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati kondisi aktual proses pengolahan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Duri Kosambi secara konvensional dan secara mekanikal baik dari inlet, proses sampai *outlet* untuk menentukan titik lokasi sampling. Lokasi sampling dilakukan di beberapa kolam pengolahan lumpur tinja.

3.4.2. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara dengan pekerja lapangan untuk mengetahui masalah-masalah atau kendala yang terjadi pada proses pengolahan.

3.4.3. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan oleh peneliti di kedua proses pengolahan yaitu secara konvensional dan secara mekanikal di *inlet*, proses pengolahan dan *outlet* proses pengolahan lumpur tinja. Prosedur pengambilan sampel dilakukan sebagai berikut:

- a. Pengambilan sampel pada limbah cair hasil olahan pada instalasi pengolahan lumpur tinja:
 1. Disiapkan botol/jerigen sampel berkapasitas 2 liter sebanyak 3 buah.
 2. Botol/jerigen sampel dibersihkan dan dibilas terlebih dahulu dengan limbah cair sebelum diisi.
 3. Masing-masing botol/jerigen sampel diisi dengan limbah cair.
 4. Label ditempelkan pada botol/jerigen sampel tersebut mengenai:
 - a. Waktu pengambilan sampel (hari, tanggal dan jam)
 - b. Tempat pengambilan sampel (*inlet* dan *outlet*)
 - c. Parameter yang diperiksa yaitu pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak, Amoniak dan *Total Coliform*.
 5. Sampel segera dikirimkan ke laboratorium untuk dianalisa. Berikut standar baku mutu yang digunakan untuk menganalisa hasil pemeriksaan laboratorium dapat dilihat pada tabel berikut ini.

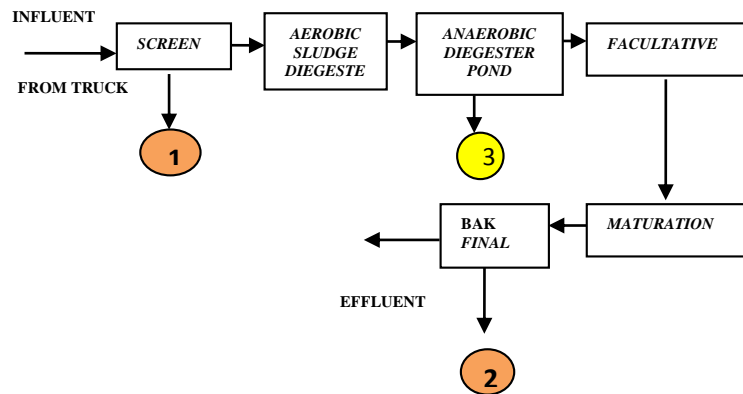
**Tabel 3.1. Baku Mutu Air Limbah Domestik Nomor
68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016**

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1.	pH	-	6-9
2.	BOD	mg/L	30
3.	COD	mg/L	100
4.	TSS	mg/L	30
5.	Minyak & lemak	mg/L	5
6.	Amoniak	mg/L	10
7.	Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000

- b. Prosedur pengambilan sampel pada hasil olahan berupa lumpur pada instalasi pengolahan lumpur tinja.
1. Disiapkan botol sampel berkapasitas 500 gram/ 500 ml sebanyak 2 buah.
 2. Botol sampel dibersihkan dan dibilas terlebih dahulu dengan limbah cair sebelum diisi.
 3. Masing-masing botol sampel diisi dengan lumpur.
 4. Label ditempelkan pada botol sampel tersebut mengenai:
 - a. Waktu pengambilan sampel (hari, tanggal dan jam).
 - b. Tempat pengambilan sampel (*inlet* dan *outlet*)
 - c. Parameter yang akan diperiksa yaitu konsentrasi kadar air.
 5. Sampel segera dikirimkan ke laboratorium untuk dianalisa.

3.4.4. Sampling

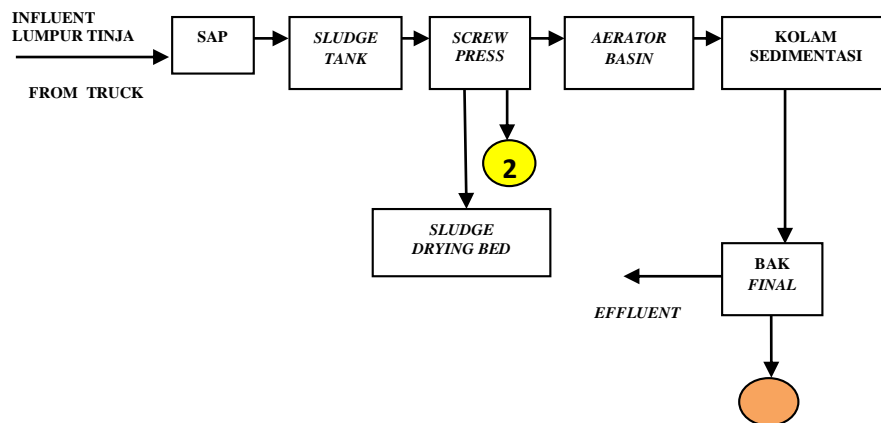
Pada penelitian ini, peneliti akan melakukan sampling pada proses pengolahan lumpur tinja yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Keterangan:

- 1 = Inlet lumpur tinja pada proses pengolahan secara konvensional
- 2 = Outlet limbah cair hasil proses pengolahan secara konvensional
- 3 = Lumpur hasil proses pengolahan secara konvensional

Gambar 3.2. Flow Proses IPLT Secara Konvensional dan Titik Sampling



Keterangan:

- 1 = Outlet limbah cair hasil proses pengolahan secara mekanikal
- 2 = Lumpur hasil proses pengolahan secara mekanikal

Gambar 3.3. Flow Proses IPLT Secara Mekanikal dan Titik Sampling

3.5. Metode Analisa

3.5.1. Analisa Laboratorium

3.5.1.1. Metode pengujian Lumpur Tinja sesuai dengan parameter berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016:

1. Uji derajat keasaman (pH) dalam air dan air limbah dengan menggunakan pH meter

A. Persiapan Pengujian

- a. Dilakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- b. Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, kondisikan contoh uji sampai suhu kamar.

B. Prosedur

- a. Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya elektroda dibilas dengan air suling.
- b. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- c. Elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Hasil pembacaan skala atau angka dicatat dari tampilan dari pH meter.

2. Cara uji BOD dalam air dan Air limbah

A. Larutan air pengencer

- a. Disiapkan air bebas mineral yang jenuh oksigen atau minimal 7,5 mg/L, dalam botol gelas yang bersih, kemudian atur suhunya pada kisaran $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- b. Setiap 1 L air bebas mineral jenuh oksigen ditambahkan ke dalam masing-masing 1 mL larutan nutrisi yang terdiri dari larutan buffer fosfat, MgSO_4 , CaCl_2 dan FeCl_3 .
- c. Bibit mikroba ditambahkan ke dalam setiap 1 L air bebas mineral.

B. Larutan contoh uji

- a. Dalam labu ukur, dilakukan pengenceran contoh uji dengan larutan pengencer hingga 1 Liter. jumlah pengenceran sangat tergantung pada karakteristik contoh uji, dan dipilih pengenceran yang diperkirakan

dapat menghasilkan penurunan oksigen terlarut minimal 2,0 mg/L dan sisa oksigen terlarut minimal 1,0 mg/L setelah inkubasi 5 hari.

- b. Pengenceran contoh uji dapat dilakukan berdasarkan factor pengenceran seperti dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Pengenceran Contoh Uji

Jenis contoh uji	Jumlah contoh uji (%)	Faktor pengenceran
Limbah industri yang sangat pekat	0,01 – 1,0	10000 – 100
Limbah yang diendapkan	1,0 – 5,0	100 – 20
Efluen dari proses biologi	5,0 - 25	20 – 4
Air sungai	25 - 100	4 – 1

Sumber: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Biochemical Oxygen Demand (5210)*

C. Pengujian

- 2 buah botol DO disiapkan dan masing-masing botol ditandai dengan notasi A₁; A₂.
- Larutan contoh uji (2) dimasukkan kedalam masing-masing botol DO sampai meluap, kemudian masing masing botol ditutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.
- Dilakukan pengocokan beberapa kali, kemudian ditambahkan air bebas mineral pada sekitar mulut botol DO yang telah ditutup.
- Botol A₂ disimpan di dalam lemari incubator 20°C ± 1 °C selama 5 hari.
- Dilakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A₁ dengan meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Membrane electrode method (4500-O G)* dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Hasil

pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran.

- f. Diulangi pengerjaan 3 butir e untuk botol A₂ yang telah diinkubasi 5 hari ± 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A₂).
- g. Dilakukan pengerjaan 3 butir a sampai f untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji (2). Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B₁) dan nilai oksigen terlarut: (B₂).
- h. Dilakukan pengerjaan 3 butir a sampai f untuk penetapan control standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamate. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (C₁) dan nilai oksigen terlarut: (C₂).

3. Cara uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan reflukstertutup secara spektrofotometri

A. Persiapan Pengujian

- a.* Pembuatan larutan pencerna kisaran konsentrasi tinggi.

Ditambahkan 10.216 g K₂Cr₂O₇ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam kedalam 500 ml air suling. tambahkan 167 ml H₂SO₄ pekat dan 33.3 g HgSO₄. Dilarutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan diencerkan sampai 1000 ml.

- b.* Pembuatan larutan pencerna kisaran konsentrasi rendah.

Ditambahkan 1.022 g K₂Cr₂O₇ yang telah dikeringkan pada suhu 150 °C selama 2 jam kedalam 500 ml air suling. Ditambahkan 167 ml H₂SO₄ pekat dan 33.3 g HgSO₄ . Dilarutkan dan dinginkan pada suhu ruang. Diencerkan sampai 1000 ml.

- c.* ***Pembuatan pereaksi asam sulfat.***

Ditambahkan serbuk Ag_2SO_4 teknis kedalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5.5 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1 kg H_2SO_4 pekat atau 10.12 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1000 ml H_2SO_4 pekat. Dibiarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut dan diaduk.

B. Persiapan contoh uji.

- a. Contoh uji dihomogenkan
- b. Tabung refluks dan tutupnya dicuci dengan H_2SO_4 20 % sebelum digunakan.
- c. Pipet volume contoh uji dan ditambahkan larutan pencerna dan ditambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut :

Tabel 3.3 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam tabung.

Tabung Pencerna	Contoh Uji (m/L)	Larutan Pencerna (m/L)	Larutan Pereaksi Asam Sulfat (m/L)	Total volume (m/L)
ukuran :				
16 x 100 mm	2.5	1.50	3.5	7.5
20 x 150 mm	5.0	3.0	7.0	15.0
25 x 150 mm	10.0	6.0	14.0	30.0

- d. Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen.
- e. Tabung disimpan pada COD reactor yang telah dipanaskan pada suhu 150 °C, dilakukan refluks selama 2 jam.

C. Prosedur kerja.

- a. Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.

- b. Suspensi dibiarkan mengendap dan dipastikan bagian yang akan diukur benar- benar jernih.
- c. Contoh dan larutan standar diukur pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
- d. Pada panjang gelombang 600 nm, digunakan air suling sebagai larutan blanko.
- e. Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, dilakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm. Absorbansi blanko yang tidak direfluks yang mengandung kromat diukur dengan peraksi air sebagai pengganti contoh uji.

4. Uji *Total Suspended Solid* (TSS) secara *gravimetric*

A. Prosedur

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Contoh uji diaduk dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- d. Kertas saring atau saringan dicuci dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi diperlukan pencucian tambahan.
- e. Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan *Gooch* pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan di dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g. Tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator diulangi dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat

lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg

B. Perhitungan

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 10^3}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

Keterangan:

A : berat kertas saring + residu kering, mg;

B : berat kertas saring, mg.

5. Cara uji minyak dan lemak secara gravimetri dalam air dan air limbah

A. Prosedur

- a. Contoh uji dipindahkan ke corong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya.
- b. Botol contoh uji dibilas dengan 10 mL pelarut organik ke dalam corong pisah 1.
- c. Dikocok dengan kuat selama 2 menit. Lapisan dibiarkan memisah, lapisan air dikeluarkan dan ditampung kedalam corong pisah ke-2.
- d. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembus pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, dilakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm. Bahan yang disentrifugasi dipindahkan kembali ke corong pisah 1.
- e. Lapisan air dan emulsi sisa atau padatan digabungkan dalam corong pisah 2. Diekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 10 mL tiap kalinya, sebelumnya dicuci dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut. Lapisan dibiarkan memisah, lapisan air dikeluarkan.
- f. Langkah pada butir diulangi jika terdapat emulsi dalam tahap ekstraksi berikutnya.
- g. Hasil ekstrak digabungkan ke dalam corong pisah 1. Diekstraksi 1 kali lagi dengan pelarut 10 ml, lapisan pelarut dikeluarkan melalui corong

yang telah dipasang kertas saring dan 10 g Na₂SO₄ anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut, ke dalam cawan bersih yang telah ditimbang.

- h. Hasil ekstraksi dikeringkan dalam oven pada suhu 80 ° C selama ± 30 menit, hingga pelarut menguap dan terdapat residu dalam cawan.
- i. Cawan dipindahkan kedalam desikator selama ± 15 menit, kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik.
- j. Hasil penimbangan cawan dan residu minyak dan lemak dicatat ke dalam buku analisa.

B. Perhitungan

Jumlah minyak-lemak dalam contoh uji:

$$\text{Kadar minyak-lemak (mg /L)} = \frac{(A-B) \times 10^6}{\text{mL contoh uji}}$$

Keterangan:

A : berat labu + ekstrak, g;

B : berat labu kosong, g.

6. Cara uji Amonia (NH₃-N) dalam air dan Air limbah

A. Metode Titrasi :

Dilakukan destilasi sampel dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Diukur 500 mL contoh uji atau sesuai dengan perkiraan kadar NH₃-N dalam contoh uji ke dalam labu destilasi;
- b. Ditambahkan 25 mL larutan penyangga borat;
- c. pH ditepatkan sampai 9,5 dengan penambahan NaOH 6 N;
- d. Alat penyuling dipasang dan dilakukan penyulingan dengan kecepatan 6-10 mL/menit;
- e. Hasil sulingan (destilat) ditampung dalam labu erlenmeyer yang berisi 50 mL larutan asam borat sampai 200 mL (Ujung kondensor harus tercelup dalam larutan);
- f. Encerkan menjadi 500 mL dengan penambahan air suling.

B. Untuk sampel dengan kadar Amonium lebih besar dari 5 mg/L (metode Titrasi)

- a. Standarisasi H_2SO_4 0.02 N dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 1. Pipet 10 mL Na_2CO_3 0.05 N, kemudian dititrasi dengan menggunakan indikator metil jingga
 2. Volume asam sulfat yang digunakan dicatat.
- b. Amonia hasil destilasi dititrasi dengan larutan penitar H_2SO_4 0.02 N dengan menggunakan indikator campuran sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi ungu
- c. Volume asam sulfat yang digunakan dicatat.

C. Perhitungan

Kadar Amonia metode Titrasi :

Hitung normalitas asam sulfat dengan cara sebagai berikut :

$$N_{H_2SO_4} = \frac{V_{Na_2CO_3} \times N_{Na_2CO_3}}{V_{H_2SO_4}}$$

Hitung kadar amonia dalam destilat dengan cara sebagai berikut :

$$mg - N / L = \frac{V_{H_2SO_4} \times N_{H_2SO_4} \times 14 \times 1000}{V_{contoh\ uji}}$$

7. Uji Pengujian Total Coliform dengan metode MPN

Untuk menghitung bakteri *Coliform* (*Total Colifrom*) dapat digunakan metode MPN (*Most Probable Number*) atau APM (Angka Paling Mungkin) dengan acuan APHA9221 B-2005. Untuk menguji Total Coliform dilakukan beberapa tahap pengujian, yaitu:

A. Uji Pendugaan

Uji pendugaan adalah uji khas bakteri *coliform* dengan menggunakan media laktosa, di mana bakteri mampu menggunakan laktosa sebagai sumber karbon ditandai dengan terbentuknya asam dan gas yang dapat dideteksi dengan indikator tertentu, sedangkan untuk mendeteksi adanya gas digunakan tabung durham

terbalik, hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya asam dan gas lalu dilanjutkan ke uji penegasan.

1. Pengerjaan contoh dilakukan secara aseptik, dengan cara didekatkan dengan api.
2. Dipipet contoh masing-masing 10 mL kedalam tabung medium.
3. Dipipet contoh masing-masing 1 mL kedalam tabung medium.
4. Dipipet contoh masing-masing 0,1 mL ke dalam tabung medium.
5. Tabung digoyang-goyangkan sehingga contoh tercampur dengan medium secara merata.
6. Di inkubasi semua tabung pada suhu 35°C selama 24 jam.
7. Dicatat tabung-tabung yang menunjukkan reaksi positif, yaitu terbentuk asam dan gelembung gas.
8. Tabung-tabung yang belum menunjukkan adanya gelembung gas diinkubasikan kembali pada suhu 35°C selama 24 jam.

B. Uji Penegasan

Uji penegasan merupakan uji lanjutan dari uji pendugaan adanya bakteri *coliform* secara pasti, uji ini menggunakan media BGLBB yang berisi tabung durham terbalik, dimana media ini digunakan dengan tujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan mengiatkan pertumbuhan bakteri gram negati, hasil yang positif ditandai dengan adanya gas dalam tabung durham, nilai ini ditunjukkan sebagai angka rujukan pada daftar JPT.

1. Pengerjaan inokulasi dilakukan secara aseptis, dengan cara di dekatkan dengan api.
2. Digoyang-goyangkan tabung dari hasil uji pendugaan yang menunjukkan reaksi positif.
3. Dari tabung-tabung tersebut, diinokulasikan sebanyak 1 mL kedalam tabung reaksi medium BGLBB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) untuk uji *Total coliform*.
4. Tabung-tabung tersebut diinkubasikan pada suhu 35°C selama 48 jam.
5. Adanya gelembung gas menunjukkan *Total coliform* positif.

6. Dihitung jumlah *Total coliform* per 100 mL contoh dengan menggunakan daftar Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT)
7. Apabila hasil tabung tidak terdapat pada kombinasi tabung yang positif pada tabel JPT, maka jumlah bakteri per 100 mL harus dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah bakteri (JPT/100 mL)} = \frac{A \times 100}{\sqrt{B} \times C}$$

Keterangan : A : jumlah tabung yang positif

B : jumlah (mL) contoh dalam tabung negatif

C : Volume (mL) contoh dalam semua tabung

8. Apabila volume semua contoh tidak sesuai dengan ketentuan tabel JPT, maka jumlah bakteri per 100 mL dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah bakteri (JPT/100 mL)} = \frac{Z \times 100}{Y}$$

Keterangan : Z : jumlah bakteri dari tabel JPT

Y : Volume (mL) contoh terbesar

3.5.1.2. Metode pengujian sampel *cake*/lumpur

Parameter yang akan diuji pada lumpur hasil olahan, yaitu:

1. Kadar Air

Untuk pengujian sampel lumpur yang dihasilkan pada proses pengolahan lumpur tinja IPLT Duri Kosambi, peneliti ingin mengetahui kandungan air pada *cake* atau lumpur untuk mengetahui proses pengolahan manakah yang lebih efisien untuk menghasilkan lumpur dengan penghilangan konsentrasi air lebih tinggi. Pengujian kadar air mengacu pada metode APHA 2540 G.

3.5.2. Analisa Data

Analisa data dilakukan untuk memperoleh kualitas hasil olahan lumpur tinja. Penentuan parameter uji berdasarkan pada peraturan Menteri Lingkungan dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Setelah mendapatkan hasil analisa laboratorium dengan parameter pH, BOD, COD, TSS,

minyak dan lemak, amoniak dan *total coliform*, maka peneliti akan menghitung perbandingan kedua sistem pengolahan secara konvensional dan secara mekanikal dengan menggunakan rumus efisiensi menurut *Metcalf and Eddy*, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{S_o - S_i}{S_o} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Efisiensi

S_o = Konsentrasi Influen

S_i = Konsentrasi Efluen

Tabel 3.4. Analisis Data

No.	Tujuan	Cara Memperoleh Data	Cara Analisis Data
1.	Mengetahui kondisi eksisting proses pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal pada instalasi pengolahan lumpur tinja Duri Kosambi.	Dengan Observasi Lapangan, wawancara dengan pekerja lapangan IPLT Duri Kosambi.	Membandingkan proses pengolahan tinja secara mekanikal dan secara konvensional.
2.	Mengetahui apakah hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal telah memenuhi baku mutu yang telah dipersyaratkan.	1. Dengan melakukan pengambilan limbah cair lumpur tinja sampling pada titik <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pada pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal pada IPLT Duri Kosambi. 2. Dengan melakukan pengambilan sampling pada lumpur hasil olahan	1. Analisa hasil laboratorium dengan membandingkan hasil laboratorium dilihat dari parameter BOD, COD, TSS dan <i>Total Coliform</i> dengan baku mutu. 2. Analisa hasil pengujian laboratorium terhadap lumpur, berapa persen penghilangan

No.	Tujuan	Cara Memperoleh Data	Cara Analisis Data
		pada sistem konvensional dan sistem mekanikal IPLT Duri Kosambi.	konsentrasi air yang terdapat pada <i>cake</i> / lumpur.
3.	Menganalisis hasil pengolahan dengan sistem apakah yang efektif untuk digunakan dalam pengolahan lumpur tinja di IPLT Duri Kosambi.	Dengan menganalisis hasil pengujian laboratorium.	Menghitung perbandingan kedua sistem pengolahan secara konvensional dan secara mekanikal dengan rumus efisiensi menurut <i>metcalf and eddy</i> yaitu: Efisiensi $= \frac{S_o - S_i}{S_o} \times 100\%$ Keterangan: E = Efisiensi So= Konsentrasi Influen Si = Konsentrasi Efluen

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. IPLT Duri Kosambi

IPLT Duri Kosambi merupakan instalasi pengolahan lumpur tinja yang dikelola oleh PD PAL Jaya sejak Januari 2016. Sebelumnya IPLT Duri Kosambi dikelola oleh Dinas Kebersihan DKI Jakarta. Berdasarkan Perda DKI Jakarta No. 3 tahun 2013, maka IPLT yang ada di DKI Jakarta yaitu IPLT Pulo Gebang dan IPLT Duri Kosambi yang dikelola oleh Dinas kebersihan dialihkan ke PD PAL Jaya. Pada penelitian ini, peneliti mengambil lokasi penelitian di IPLT Duri Kosambi karena pada pengelolaan lumpur tinja di IPLT Duri Kosambi dan IPLT Pulo Gebang, yang mengoperasikan sistem konvensional dan mekanikal hanya pada IPLT Duri Kosambi, sedangkan IPLT Pulo Gebang hanya mengelola lumpur tinja dengan proses secara konvensional.

IPLT Duri Kosambi memiliki luas 6 Ha dengan kapasitas pengolahan 900 m³/hari. IPLT Duri Kosambi terdiri atas 2 instalasi yaitu IPLT Konvensional dengan kapasitas 300 m³/hari dan IPLT Mekanikal dengan kapasitas 600 m³/hari. IPLT Duri Kosambi melayani pembuangan lumpur tinja yang berasal dari tangki septik rumah tangga baik yang disedot oleh pihak swasta maupun pihak PD PAL Jaya. Untuk tangki septik yang disedot oleh PD PAL Jaya, pihak PD PAL Jaya menerapkan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (LLTT) sehingga tangki septik rumah tangga milik masyarakat akan disedot secara berkala dan secara terjadwal oleh pihak PD PAL Jaya dengan metode pembayaran yang diterapkan. Layanan lumpur tinja terjadwal ini bertujuan untuk meningkatkan akses sanitasi di wilayah DKI Jakarta.

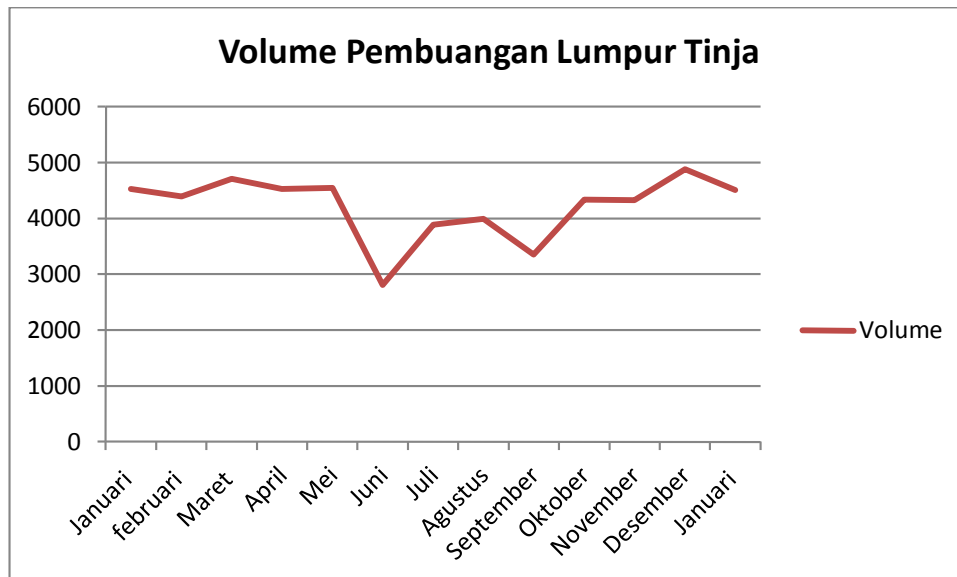
4.2. Volume Lumpur Tinja Yang Masuk ke IPLT Duri Kosambi

Volume Lumpur Tinja Yang Masuk ke IPLT Duri Kosambi pada bulan Januari 2017-Januari 2018 yang merupakan gabungan dari sistem pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan sistem pengolahan lumpur tinja secara mekanikal dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Volume pembuangan Lumpur Tinja di IPLT Duri Kosambi

No	Bulan	Volume (m ³)
1.	Januari	4528
2.	Februari	4394
3.	Maret	4706
4.	April	4529
5.	Mei	4547
6.	Juni	2809
7.	Juli	3890
8.	Agustus	3987
9.	September	3353
10.	Oktober	4333
11.	November	4322
12.	Desember	4884
13.	Januari	4505

Sumber: PD PAL Jaya,2018



Gambar 4.1. Grafik Volume Pembuangan Lumpur Tinja Pada IPLT Duri Kosambi
Sumber: PD PAL Jaya, 2018

Berdasarkan hasil analisa laboratorium terhadap sampel lumpur tinja yang diambil pada tanggal 27 Februari 2018, maka kondisi Lumpur tinja yang masuk pada IPLT Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2. Kondisi Lumpur Tinja Yang Masuk ke IPLT Duri Kosambi

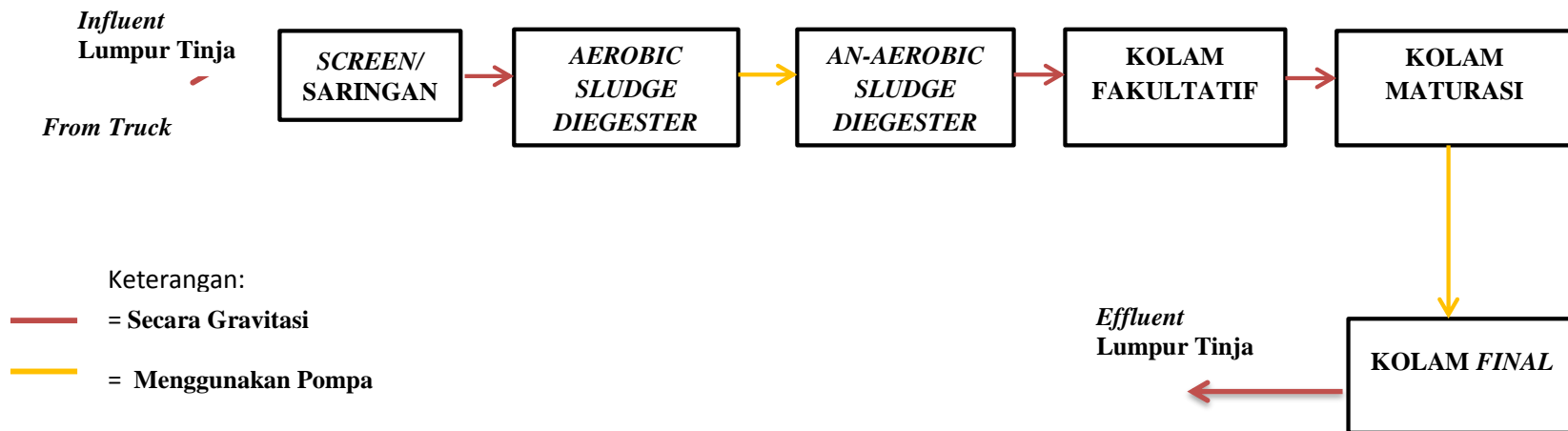
No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku mutu
1.	pH	-	7,6	-
2.	BOD	mg/L	374	5.000
3.	COD	mg/L	860	-
4.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	756	15.000
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	< 5	-
6.	Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	107,52	-
7.	<i>Total Coliform</i>	MPN/100 ml	180.000	-

Sumber: Hasil analisa laboratorium, 2018

Kondisi lumpur tinja yang masuk ke IPLT telah memenuhi standar yang mengacu pada Petunjuk Teknis No.CT/AL/Op-TC/003/98 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Tata Cara Pengoperasian IPLT Sistem Kolam dilihat dari parameter BOD₅ dan TSS yaitu kadar BOD maksimal adalah 5.000 mg/L dan untuk TSS yaitu 15.000 mg/L. Persyaratan teknis dalam operasional IPLT memuat ketentuan tentang kualitas dan kuantitas *influent* lumpur tinja yang akan masuk ke tiap unit pengolahan di dalam IPLT agar mendapatkan efisiensi pengolahan sesuai dengan yang telah direncanakan. Oleh karena itu, lumpur tinja yang masuk ke dalam Instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) Duri Kosambi dapat langsung diolah pada IPLT Duri Kosambi karena telah memenuhi persyaratan tata cara pengoperasian IPLT Sistem Kolam.

4.3. IPLT Konvensional

IPLT Konvensional Duri Kosambi merupakan IPLT yang memiliki kapasitas pengolahan 300 m³/hari. Berikut adalah unit-unit pengolahan pada IPLT Konvensional. Sistem pengolahan secara konvensional dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2. Diagram alir proses Konvensional
 Sumber: PD PAL Jaya, 2018

4.3.1. *Screen/ Saringan*

Unit *screen/saringan* berfungsi untuk menghilangkan padatan/benda kasar atau kotoran yang terbawa dalam lumpur tinja yang berasal dari mobil tinja. Pada *screen/saringan*, proses dilakukan dengan pemisahan padatan besar dan air. Padatan besar seperti sampah plastik dipisah dan diangkat secara manual. Air yang telah terpisah dengan padatan kemudian masuk ke bak *Aerobic Sludge Diegester*.



Gambar 4.3. *Screen/ Saringan* IPLT Konvensional
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kondisi *Screen/ saringan* pada IPLT Konvensional Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

1. Unit berfungsi baik.
2. Kondisi area di penerimaan lumpur terlihat bersih, terdapat 2 orang pekerja, secara rutin membersihkan tempat penerimaan lumpur. Performa *screen* baik, tipe *screen* yang digunakan *incline screen* dengan *opening*±1 mm. Padatan ditahan di saringan dengan baik dan dikelola dengan baik oleh petugas yang setiap saat membersihkan/memindahkan padatan dari *screen* ke sampah padatan. Sampah padatan ini secara berkala dipindahkan ke lokasi penampungan sementara, di dekat *screen*. Sampah padatan juga diletakkan di tempat penampung lumpur unit *decanter* (unit ini tidak digunakan). Pemindahan sampah dan lumpur dilakukan secara manual ke

truk untuk selanjutnya di pindahkan dengan truk ke penampung lumpur di SDB (*Sludge Drying Bed*). Sampah/lumpur hasil *screening* diangkat dan dipindahkan ke SDB 1 minggu sekali.

4.3.2. *Aerobic Sludge Diegester*

Aerobic sludge digester merupakan sistem pengolahan yang berfungsi untuk menguraikan senyawa organik yang terdapat di lumpur tinja menggunakan mikroba *aerobic* berupa tangki aerasi dengan aerator apung atau *diffuser*.



Gambar 4.4. *Aerobic Sludge Diegester* IPLT Konvensional
Sumber: Dokumentasi Penulis

- Tipe : Bak *concrete* dengan bagian dasar mempunyai kemiringan dan sebagian berpenutup.
- Jumlah : 8 kompartemen, 7 kompartemen dipakai, 1 kompartemen dibiarkan terbuka tidak digunakan berisi air berwarna hijau dijadikan kolam ikan.
- Kelengkapan : *Diffuser*, *blower* tipe ring (8 unit, @15 KW), pompa *summersible* (2 unit)

Tabel 4.3. Dimensi Kolam *Aerobic Sludge Diegester*

Dimensi	Meter (m)
Panjang	14
Lebar	5
T air	2,5
T bak	3
Jumlah bak	8

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Terdapat 8 kompartemen untuk *Aerobic Digester*. 7 kompartemen digunakan sedangkan 1 kompartemen digunakan sebagai kolam ikan. 2 kompartemen berfungsi untuk menerima lumpur tinja dari truk secara langsung (pada unit *screen*).

Kompartemen awal, banyak *scum* dan lumpur karena semua padatan dan lumpur tertampung disini. Hal ini sangat tidak baik karena kotoran, pasir, minyak dan lemak dapat menyumbat *diffuser*. Terdapat 8 blower berukuran 15 KW untuk suplai udara. *Blower* dari *Gardner Denver GD G-BH1 2BH1810*. *Blower* yang digunakan 2 sampai 3 blower secara bergantian dari jam 8.00 – 16.00/ hari.. *Blower* selain berfungsi untuk transfer oksigen juga diperlukan untuk *mixing*. Berikut ini gambar *scum* dan lumpur pada kompartemen awal *aerobic sludge diegester*.



Gambar 4.5. Scum dan Lumpur pada aerobic sludge diegester
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kondisi *aerobic sludge diegester* pada IPLT Konvensional Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

1. Masing-masing kompartemen *aerobic sludge digester* terdapat *valve* atau katup yang dihubungkan dengan pompa yang akan mentransfer cairan tersebut ke kolam *anaerobic sludge digester*.
2. Tipe pompa transfer *submersible* dan tidak terlihat dari atas karena tertutup air, dimana air tersebut berfungsi sebagai pendingin, tidak ada spesifikasi untuk pompa ini. Hanya saja diinformasikan, dimensi pompa ini sangat besar dengan diameter ± 2 m dan memang diameter *outlet* dari pompa tersebut 6 inci.
3. Terdapat 8 *blower* yang dioperasikan secara bergantian (sesuai *valve* yang dibuka). Masing-masing 15 KW dengan merk *Gardner Denver*. *Blower* yang digunakan 2-3 *blower* secara bergantian dari jam 08.00-16.00/ hari dan terjadi pengadukan.
4. Tidak terlihat FOG baik di penerimaan lumpur maupun di *aerobic sludge digester*.
5. Volume *aerobic sludge digester* masing-masing kompartemen adalah 187,5 m³ dan terdapat 8 unit, total 1500 m³ dengan demikian waktu tinggal desain 5 hari (jika kapasitas 300 m³/hari). Dari *aerobic sludge digester*, aliran dipompakan ke kolam *anaerobic*. Tidak ada proses pemisahan antara supernatan dan padatannya di proses *aerobic sludge digester*. Dengan demikian cairan beserta padatannya mengalir ke kolam *anaerobic*. Dengan kondisi ini, sistem di *aerobic sludge digester* bukan proses *Sequencing Batch Reaktor* (SBR) karena tidak ada *sequence* pemisahan antara padatan dan airnya. *Sequencing Batch Reaktor* (SBR) bekerja secara *batch* (tidak kontinu) dimana aerasi dan pengendapan berlangsung di tangki yang sama, sehingga unit ini tidak membutuhkan unit sedimentasi.

4.3.3. *An-Aerobic Sludge Diegester*

Anaerobic sludge diegester berfungsi untuk menguraikan senyawa organik yang terdapat di lumpur tinja tanpa bantuan oksigen. Di unit lumpur akan mengendap ke bawah karena tidak ada pengadukan.



Gambar 4.6. *An-Aerobic Sludge Diegester*
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : kolam batu kali lapis *concrete*

Jumlah: 1 unit

Luas : 1.400 m²

Tabel 4.4 Dimensi Kolam *An-Aerobic Sludge Diegester*

Deskripsi	Meter (m)
Panjang atas	50
Panjang bawah	47
Lebar atas	28
Lebar bawah	25
T air	3,1
T bak	3,3

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Waktu tinggal lumpur pada unit *anaerobic sludge diegester* adalah 3 hari sehingga telah memenuhi kriteria desain untuk waktu tinggal lumpur dengan suhu rata-rata di DKI Jakarta 24°C adalah 1-2 hari. Lumpur akan tertinggal di kolam *anaerobic sludge digester*. Lumpur yang mengendap selanjutnya akan dipindahkan ke unit SDB (*Sludge Drying Bed*), dan air-nya masuk ke dalam kolam fakultatif

secara gravitasi. Kondisi *aerobic sludge diegester* terlihat pada permukaan kolam tidak terdapat lapisan lemak dan terdapat banyak lumpur.

4.3.4. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif bertujuan untuk menguraikan dan menurunkan konsentrasi bahan organik yang ada di dalam limbah yang telah diolah pada kolam *anaerobic*.

Dari ujung *bak anaerobic*, menggunakan gravitasi, airnya saja tanpa padatan, masuk ke ujung bak proses fakultatif, sehingga terhindar dari *short circuit* (aliran langsung dari *inlet* menuju *outlet*). Di bak ini, air mengalami pengolahan secara biologi *anaerobic-aerobic* sejak awal air limbah masuk sampai keluar.



Gambar 4. 7. Kolam Fakultatif IPLT Konvensional
Sumber:Dokumentasi Penulis

Tipe : Kolam batu kali
Jumlah : 1 unit
Kelengkapan : Jaringan injeksi udara

Tabel 4.5. Dimensi Kolam Fakultatif

Dimensi Kompartemen	Meter (m)
Panjang atas	50
Panjang bawah	47
Lebar atas	16,5
Lebar bawah	14
T air	2,1
T bak	3,1

Sumber: PD PAL Jaya

Berdasarkan desainnya kolam fakultatif difungsikan untuk mendegradasi air limbah yang bebannya tidak terlalu tinggi (100-400 kg BOD/Ha/hari) pada suhu udara antara 20-25°C, hal ini dilakukan agar jumlah populasi alga dalam perairan tetap terjaga, mengingat sumber oksigen terbesar kolam (yang sangat diperlukan oleh bakteri *aerob* untuk mendegradasi bahan *anaerob*) berasal dari fotosintesis *algae*. Karena keberadaan alga inilah kolam fakultatif terlihat berwarna hijau, walau terkadang kolam dapat terlihat berwarna sedikit merah jika beban *anaerob* yang masuk terlalu tinggi, hal ini disebabkan oleh munculnya bakteri *sulphide-oxidizing photosynthetic* yang berwarna ungu.

Terlihat dibagian awal dari kolam fakultatif, permukaannya berwarna kehitaman dan semakin ketengah semakin kurang warna hitamnya dan berangsur-angsur jernih. Pada bagian akhir bak terlihat berwarna agak jernih kecoklatan, bahkan sudah terlihat adanya *algae*. Hal ini menandakan kualitas air sudah semakin membaik.

HRT untuk kolam fakultatif IPLT Duri Kosambi adalah 11 hari untuk 300 m³/hari. Umumnya HRT adalah 4-20 hari, dengan demikian bak ini memenuhi syarat untuk HRT-nya. Air secara gravitasi akan masuk ke dalam proses pengolahan selanjutnya yaitu kolam maturasi.

4.3.5. Kolam Maturasi

Air limbah dari kolam *facultative* secara gravitasi, masuk ke kolam maturasi melalui *gutter* (di ujung bak dan terdapat penyaring untuk menahan lumpur sehingga yang masuk ke kolam maturasi hanya air) kemudian mengalir melewati kolam maturasi sampai diujung bak maturasi sehingga terhindar dari *short circuit* (aliran langsung dari *inlet* menuju *outlet*).



Gambar 4.8. Kolam Maturasi
Sumber: Dokumentasi Penulis

Material : kolam batu kali dengan 1 sekat
Jumlah : 1 unit
Kelengkapan : Terdapat jaringan udara

Kolam maturasi bertujuan untuk menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dan BOD yang masih tersisa didalamnya dari kolam fakultatif. Efisiensi penurunan BOD pada kolam maturasi yaitu >60%. Waktu retensi hidrolik (HRT) pada kolam maturasi IPLT Duri Kosambi adalah 11 hari, sehingga telah memenuhi kriteria desain untuk kolam fakultatif yaitu 5-15 hari.

Tabel 4.6. Dimensi Kolam Maturasi

Dimensi	Meter (m)
Panjang atas	50
Panjang bawah	47
Lebar atas	16,5
Lebar bawah	14,5
T air	2,1

Dimensi	Meter (m)
T bak	3,1

Kondisi kolam maturasi pada IPLT Konvensional Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

1. Di awal kolam maturasi air terlihat berwarna agak jernih kecoklatan dan sedikit berwarna kehijauan. Di akhir bak, lebih jernih dan air berwarna kehijauan dari tumbuhnya lumut. Dengan tumbuhnya lumut, menandakan kualitas air olahan mempunyai karakteristik kandungan organik (*COD soluble* dan *BOD soluble*) dibawah 100 mg/l namun kandungan senyawa N dan fosfatnya tinggi.
2. Level bak tidak terisi penuh dengan kondisi ini sudah lama. Diindikasikan ini mengalami kebocoran.
3. Air dari kolam maturasi akan dipompakan menuju bak *final* atau bak akhir pengolahan.

4.3.6. Kolam Final

Pada Kolam Final, unit juga berfungsi sebagai *pond* untuk pengurangan BOD dan SS. Terdapat 2 kolam yang bila digabungkan akan memberikan volume 1.156 m³ dengan HRT (waktu retensi hidrolis) sekitar 1,3 hari untuk debit 300 m³/hari.

Tujuan pada kolam final ini ditambah sekat sehingga menjadi 2 kolam yaitu berdasarkan pertimbangan bahwa HRT (waktu retensi hidrolis) di Final tank cukup besar maka unit ini juga setidaknya berfungsi sebagai unit pengendapan kedua, dengan perkiraan penghilangan TSS 60% dan BOD adalah sekitar 15%.



Gambar 4.9. Kolam *Final*
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : kolam batu kali dilapisi *concrete*.

Jumlah : 2 unit (dimodifikasi dengan ditambahkan sekat di masing-masing bak, sehingga bak menjadi 4 bagian).

Kelengkapan : Sub *Surface aerator* 3 unit (2 rusak), berkapasitas @ 2,2 Kw.

Tabel 4.7. Dimensi Kolam *Final 1a*

Dimensi Kolam <i>Final 1a</i>	Meter (m)
Panjang atas	38
Panjang bawah	35
Lebar atas	20
Lebar bawah	17
T air	1,7
T bak	2,5

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Tabel 4.8. Dimensi Kolam *Final 1b*

Dimensi Kolam <i>Final 1b</i>	Meter (m)
Panjang atas	38
Panjang bawah	35
Lebat atas	20
Lebar bawah	17

Dimensi Kolam <i>Final 1b</i>	Meter (m)
T air	1,3
T bak	2,5

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Di kolam *final 1* terlihat berwarna bening kehijauan mirip dengan kolam sebelumnya namun lebih jernih. Di dalam kolam final 2 air terlihat lebih jernih namun lebih kehijauan. Di dalam kolam ini terdapat ikan-ikan yang hidup. Pada percobaan Dua hari sebelumnya di tanam ikan mas ke dalam kolam final 2. Tidak ada ikan mas mati dalam dua hari itu meski dikolam ini tidak terdapat alat penambah udara *blower* atau aerator. Hal ini menunjukkan nilai *organic* (COD *soluble* dan BOD *soluble*) sudah rendah dibawah 120 mg/L dan nilai DO telah tinggi dengan sendirinya. DO tinggi dengan sendirinya karena kandungan organik telah rendah, sehingga oksigen yang disuplai dari kontak udara dengan permukaan air di *pond* masih berlebih.

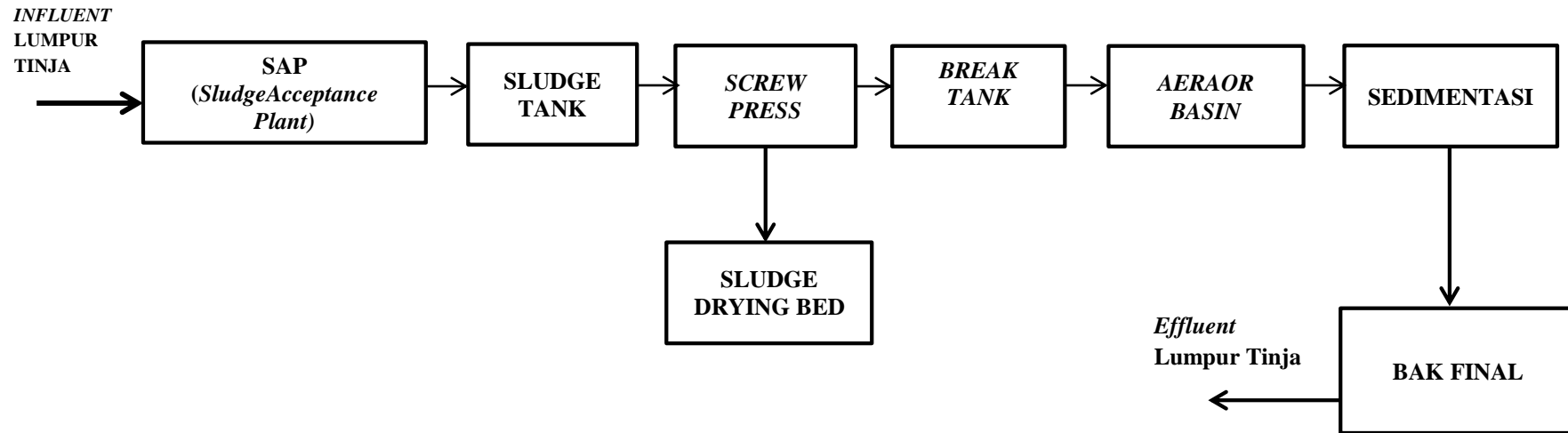
4.4. IPLT Mekanikal

Rancangan desain IPLT Duri Kosambi dengan pengolahan secara mekanikal, dianggap bahwa *influent* lumpur tinja sudah stabil. Oleh karena itu tidak terdapat *sludge digester* baik secara aerobik maupun anaerobik. Padatan terkandung dipisahkan dengan dua mesin yaitu SAP (*Sludge Acceptance Plant*) dan *screw press*. Sedangkan airnya diolah dengan menggunakan sistem *aerobic activated sludge*. Kapasitas design: $Q = 600 \text{ m}^3/\text{hari}$. (Sumber PD PAL Jaya, 2017).

Pada penerimaan lumpur tinja dari mobil tinja ke mesin SAP, tidak semua lumpur tinja yang berasal dari mobil tinja masuk ke dalam mesin penerimaan lumpur (mesin SAP) karena terdapat perbedaan elevasi antara outlet dari truk tangki ke intake alat SAP IPLT Mekanikal Di IPLT Duri kosambi tidak terdapat fasilitas unit *fertilizer* (pupuk).

Sistem pengolahan secara mekanikal pada IPLT Duri Kosambi dapat dilihat pada gambar 4.10. Berikut ini adalah kondisi eksisting pada IPLT dengan pengolahan secara mekanikal IPLT Duri Kosambi:

- a. Jumlah volume buangan yang masuk pada IPLT Duri Kosambi dengan pengolahan secara mekanikal masih jauh dibawah desainnya, yaitu hanya sekitar $150 \text{ m}^3/\text{hari}$ sampai $270 \text{ m}^3/\text{hari}$ (50 sampai 90 truk per hari) dengan rata-rata $180 \text{ m}^3/\text{hari}$. Waktu beroperasinya IPLT Duri Kosambi dengan pengolahan secara mekanikal pada pukul 08:00–15.00, selanjutnya akan masuk ke sistem pengolahan secara konvensional.
- b. Pengemudi truk lebih suka *unloading* di IPLT lama, karena dapat langsung dialirkan ke bak *aerobic sludge digester* dengan waktu *unloading* sekitar 3-4 menit. Di SAP, karena mempunyai kapasitas terbatas yaitu sekitar $12,5 \text{ m}^3/\text{jam}$, sehingga dibutuhkan waktu unloading sekitar 14-15 menit dengan asumsi volume di truk adalah 3 m^3 .
- c. Kapasitas design: $Q = 600 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Sumber PDPAL Jaya, 2017)



Gambar Diagram alir proses Mekanikal
 Sumber: PD PAL Jaya, 2018

4.4.1. Mesin SAP (*Sludge Acceptance Plant*)

Fungsi dari alat SAP (*Sludge Acceptance Plant*) ini adalah untuk memisahkan padatan yang terkandung di dalam lumpur tinja baik padatan besar maupun pasir. Terdapat 2 *outlet* padatan tersaring, yaitu satu sebagai pengeluaran pertama untuk sampah seperti pembalut, plastik, rambut dan lain-lain, dan satunya lagi adalah untuk pasir. Sistem pemisahan dengan *screen* ditempatkan didalam mesin SAP. Ukuran *screen* untuk sampah openingnya cukup besar yaitu sekitar 3 cm, sedangkan *opening screen* untuk pasir adalah sekitar 1 mm. padatan yang tersaring dialirkan dengan *screw* ke titik pengeluaran. Padatannya diperlakukan sebagai sampah dan dibuang ke tempat pembuangan, sedangkan airnya masuk ke proses pemisahan padatan tersuspensi dengan airnya di mesin *screw press* kemudian masuk ke bak pengumpul.



Gambar 4.11. Mesin SAP (*Sludge Acceptance Plant*)
Sumber: Dokumentasi Penulis

Fungsi : Mesin pemisah sampah, kerikil dan pasir

Merk dan type : Huber – Rotamat R.3.3.

Capacity : 12,5 m³/jam

Jumlah : 3 unit

Kelengkapan : Hose penerima sambungan lumpur tinja berikut dengan alat control tekanan dan *flow meter*.

Kondisi mesin SAP (*Sludge Acceptance Plant*) pada IPLT Duri Kosambi pada pengamatan yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut:

1. Elevasi *outlet* dari truk tangki ke *intake* alat SAP tidak sesuai. Padahal perpindahan cairan dari truk ke mesin SAP secara gravitasi. Elevasi truk terlalu rendah, sehingga hanya sebagian lumpur yang dapat dialirkan. Dengan demikian elevasi kedudukan truk harus dibuat lebih tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya perbaikan titik pembuangan dari truk pembawa ke penerima SAP. Elevasi ideal agar lumpur dapat dialirkan adalah 0,30 meter. Gambar penerimaan lumpur dari mobil tinja ke mesin SAP dapat dilihat pada gambar 4.12.
2. Mesin SAP dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 4.12. Penerimaan lumpur tinja ke mesin SAP
Sumber: Dokumentasi Penulis

4.4.2. Bak Pengumpul

Bak pengumpul berfungsi sebagai pengumpul lumpur dari mesin SAP sebelum masuk ke proses selanjutnya. Di bak ini, setiap harinya petugas memisahkan lumpur dari sampah plastik secara manual karena sisa lumpur tinja dari mobil tinja yang tidak dapat masuk ke mesin SAP karena perbedaan elevasi outlet mobil tinja dengan *intake* mesin SAP sehingga lumpur tinja dialirkan langsung ke bak pengumpul. Lumpur tinja yang berada di bak penampungan lumpur ini selanjutnya akan dipompakan ke proses selanjutnya yaitu ke mesin *screw press*.



Gambar 4.13. Bak Pengumpul
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : *Rectangular*
 Concrete : *concrete*
 Jumlah : 1 unit
 Kelengkapan : Pompa transfer ke *Screw Press* (2 unit) tipe *monopump*

Tabel 4.9. Dimensi Bak Penampung lumpur

Dimensi	Meter (m)
Panjang	31
Lebar	5,3
T air	1,8
T bak	4

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Kondisi Bak penampung lumpur pada pengamatan di lapangan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Unit ini berada di belakang bangunan SAP.
2. Di dalam bak terdapat *sludge*. *Sludge* harusnya di *mixer* agar terjadi pencampuran merata di seluruh bak. Dan harus cepat dipompakan kembali ke unit *Screw Press* karena volumenya yang kecil yaitu sekitar 264 m³. Umumnya HRT adalah sekitar 15-20 jam, namun kondisi eksisting hanya sekitar 10 jam.

4.4.3. Screw Press (*Sludge Dewatering*)

Dari bak pengumpul lumpur, lumpur dipompakan ke mesin pengolah lumpur, yaitu yang memisahkan padatan dan cairannya, dengan menggunakan *screw press*. Sebelum masuk *screw press*, lumpur ditambahkan polimer kationik sebanyak 1 kg per 1000 liter air agar *suspended solid* terkandung saling diikat menjadi flok besar. Didalam *screw press* terdapat *screw* yang dibungkus oleh *screen/saringan*, air akan menembus saringan, sedangkan padatannya akan terbawa oleh *screw* keluar mesin sambil di *press*. Keluar dari mesin *screw press* sudah berbentuk *cake* dengan TS (*Total Solids*) sekitar 20-30%.

Presentase kandungan *solid* semakin tinggi jika polimer yang ditambahkan juga lebih tinggi. Airnya masuk ke *break tank* kemudian ke bak aerasi, untuk diolah lebih lanjut secara biologi. Lumpur hasil *screwpress* ditransfer ke unit *sludge drying bed* untuk dikeringkan lebih lanjut. Pemandahan *cake* dari *screw press* ke *cake drying bed* dengan menggunakan *belt conveyor*, ditampung di tempat penampungan sementara dan secara manual dipindahkan ke *cake drying bed*. *Sludge drying bed* dapat dikatakan *cake drying bed* bukan *sludge drying bed* dikarenakan fasilitas bukan berupa bak berisi kerikil dan pasir, namun berupa lantai yang diberi dinding sekitar 1 m. Untuk air hasil hasil *screw press* dialirkan ke *break tank*.



Gambar 4.14. Mesin Screw Press
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : Mesin pemisah padatan halus dari lumpur.
Jumlah : 4 unit
Kelengkapan : *Polimer mixing plant*.

Kondisi eksisting *screw press* pada pengolahan secara mekanikal IPLT Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan adalah *Huber Screw Press* RoS 3.2 Size 440 dengan kapasitas 10 m³/jam dan hasil olahan maksimal 140 kg DS/jam dapat mengurangi lumpur sekitar 80-90% dan menghasilkan *sludge cake* sekitar 18-24% padatan.
2. Proses pembuatan larutan polimer dilakukan pada bagian *chemical plant*. Pada *chemical plant*, pembuatan larutan polimer dilakukan dengan pencampuran polimer (berbentuk padatan) dan air, perlu dilakukan dengan dosis 1 kg polimer kationik/1000 liter air.
3. Apabila dosis polimer tidak optimal, maka proses penangkapan padatan akan semakin rendah dan *sludge cake* yang terbentuk akan rendah persen padatannya.

4.4.4. *Break Tank*

Air dari *screw press* dialirkan ke *break tank*. *Break tank* berfungsi untuk menampung air limbah hasil pemisahan lumpur. Disini harus dilakukan pencampuran secara merata supaya homogen dan tidak diperbolehkan padatan mengendap ditangki ini. Pada *break tank* terdapat aerator dan selanjutnya air dari *break tank* dipompakan ke kolam aerasi.



Gambar 4.15. *Break Tank*
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : *Rectangular*
Concrete : *concrete*

Jumlah : 1 unit
Kelengkapan : 1 unit aerator

Tabel 4.10. Dimensi *Break Tank*

Dimensi	Meter (m)
Panjang	31
Lebar	5,3
T air	1,8
T bak	4

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Kondisi *break tank* pada pengamatan di lapangan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Air terlihat keruh, masih terdapat padatan tersuspensi pada air dari hasil olahan *screw press* sehingga pada *break tank* terdapat 1 unit aerator yang berfungsi sebagai pengadukan lambat dengan tujuan agar menghilangkan padatan tersuspensi.

4.4.5. *Sludge Drying Bed* (SDB)

SDB ini dapat disebut *cake drying bed* bukan *sludge drying bed*, dikarenakan fasilitas ini diperuntukan untuk mengeringkan *cake* yang keluar dari *screw press*. Lumpur dari *screw press* dimasukkan ke kompartemen kemudian dibiarkan mengering dengan bantuan panas matahari.



Gambar 4.16. *Sludge Drying Bed*
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : Lantai ber dinding
 Jumlah : 1 unit dengan 2 kompartemen
 Kelengkapan : Bagian atas tertutup dan dibagian disatu sisi terdapat pengeluaran air.

Tabel 4.11. Dimensi *Sludge Drying Bed*

Dimensi	Meter (m)
Panjang	16,2
Lebar	16
T bak	1

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Kondisi *sludge drying bed* pada IPLT Duri Kosambi berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh penulis yaitu senbagai berikut:

1. Padatan yang berada SDB (*Sludge Drying Bed*) berasal dari proses *press*.
2. Padatan masih terlihat basah/lembab.
3. SDB terdapat di ruang tertutup, terdapat *concrete* setinggi 1 m dan bahan plastik, berwarna gelap, dengan atap sering alumunium.
4. Satu kompartemen masih kosong.

Keterangan :

1. Di IPLT Duri Kosambi tidak terdapat fasilitas laboratorium dan peralatannya. Fasilitas laboratorium berada pada kantor pusat yaitu PD PAL Jaya Setiabudi.
2. Kondisi atap yang terlalu tinggi dan tidak tembus cahaya matahari akan membuat lumpur lama kering.

4.4.6. Kolam Aerasi

Kolam aerasi merupakan unit pengolahan berupa kolam terbuka yang dilengkapi dengan aerator terapung. Pada kolam aerasi, tidak membutuhkan sistem resirkulasi lumpur karena tidak ada lumpur yang perlu dikembalikan.

Kolam aerasi merupakan fasilitas baru dari IPLT yang baru (mekanikal) untuk mengolah fraksi artinya dari mesin pemisah padatan dengan airnya di *screw*

press. Dengan adanya IPLT baru, air dari outlet maturasi tidak langsung di alirkan ke kolam *final* tetapi diolah lebih lanjut di kolam aerasi baru.



Gambar 4.17. Kolam Aerasi
Sumber: Dokumentasi Penulis

Sistem olah : *Activated Sludge*
 Material : kolam batu kali dilapis *concrete*
 Jumlah : 1 Unit
 Kelengkapan : *Sub Surface aerator* 4 unit berkapasitas @ 10 kW, 2 beroperasi dan 2 lagi tidak beroperasi karena sedang rusak.

Tabel 4.12. Dimensi kolam Aerasi

Dimensi	Meter (m)
Panjang atas	50
Panjang bawah	45
Lebar atas	28
Lebar bawah	23
T air	1,3
T bak	3,3

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Di Kolam Aerasi air terlihat lebih jernih lagi dan kehijauan. Warna kecoklatan sudah hampir hilang. Terlihat buih busa di sekitar aerator yang jalan. Tidak ada bau di bak ini.

Level air di bak ini dibawah pipa *inlet* masuk ke sedimentasi. Kondisi ini sudah lama dan diindikasikan terdapat kebocoran bak.

4.4.7. Kolam Sedimentasi

Proses sedimentasi merupakan kelengkapan sistem *activated sludge* (kolam aerasi, sedimentasi), dimana fungsinya adalah untuk memisahkan mikroorganisme dengan komponen airnya. Mikroorganisme akan menempati bagian bawah bak, kemudian disapu oleh *scrapper* mekanis ke salah satu sisi kemudian dipompakan balik ke bak aerasi.



Gambar 4.18. Kolam Sedimentasi
Sumber: Dokumentasi Penulis

Bentuk Bak : *Rectangular*
Material : kolam *concrete*
Jumlah : 1 unit
Kelengkapan : *Scraper (type chain)*

Tabel 4.13. Dimensi Kolam Sedimentasi

Dimensi	Meter (m)
Panjang atas	15
Lebar atas	4
T air	2

Dimensi	Meter (m)
T bak	3,3

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Kondisi bak sedimentasi pada IPLT Duri Kosambi sesuai dengan pengamatan penulis di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Di bak sedimentasi terdapat air, selevel dengan bak aerasi, kondisi air tergenang dan dibiarkan dalam waktu 2-3 hari kemudian akan dipompakan ke bak final.

4.4.8. Kolam Final

Pada Kolam Final, unit juga berfungsi sebagai pond untuk pengurangan BOD dan SS. Terdapat 2 kolam yang bila digabungkan akan memberikan volume 2.313 m³ dengan HRT (waktu retensi hidrolis) sekitar 2,6 hari untuk debit 600 m³/hari.

Tujuan pada kolam final ini ditambah sekat sehingga menjadi 2 kolam yaitu berdasarkan pertimbangan bahwa HRT (waktu retensi hidrolis) di *Final* tank cukup besar maka unit ini juga setidaknya berfungsi sebagai unit pengendapan kedua, dengan perkiraan penghilangan TSS 60% dan BOD adalah sekitar 15%.



Gambar 4.19. Kolam Final
Sumber: Dokumentasi Penulis

Tipe : kolam batu kali dilapisi *concrete*.

Jumlah : 2 unit (dimodifikasi dengan ditambahkan 1 sekat di masing-masing bak, sehingga bak menjadi 4 bagian).

Kelengkapan : Sub *Surface aerator* 3 unit (2 rusak), berkapasitas @ 2,2 Kw.

Tabel 4.14. Dimensi Kolam Final 1a

Dimensi Kolam <i>Final 1a</i>	Meter (m)
Panjang atas	38
Panjang bawah	35
Lebar atas	20
Lebar bawah	17
T air	1,7
T bak	2,5

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Tabel 4.15. Dimensi Kolam Final 1b

Dimensi Kolam <i>Final 1b</i>	Meter (m)
Panjang atas	38
Panjang bawah	35
Lebat atas	20
Lebar bawah	17
T air	1,3
T bak	2,5

Sumber: PD PAL Jaya, 2017

Di kolam *final 1* terlihat berwarna bening kehijauan mirip dengan kolam sebelumnya namun lebih jernih.

Di dalam kolam final 2 air terlihat lebih jernih namun lebih kehijauan. Di dalam kolam ini terdapat ikan-ikan yang hidup. Pada percobaan dua hari sebelumnya di tanam ikan mas ke dalam kolam *final 2*. Tidak ada ikan mas mati dalam dua hari itu meski dikolam ini tidak terdapat alat penambah udara blower atau aerator. Hal ini menunjukkan nilai *organic* (COD *soluble* dan BOD *soluble*) sudah rendah dibawah 120 mg/L dan nilai DO telah tinggi dengan sendirinya. DO

tinggi dengan sendirinya karena kandungan *organic* telah rendah, sehingga oksigen yang disuplai dari kontak udara dengan permukaan air di *pond* masih berlebihan.

4.5. Biaya Ekonomi IPLT Duri Kosambi

Biaya yang dikeluarkan oleh IPLT Duri Kosambi setiap bulannya yang dialokasikan untuk kebutuhan pada IPLT Konvensional dan IPLT Mekanikal yaitu dengan rincian dana sebagai berikut:

4.5.1. IPLT Konvensional

Pada IPLT konvensional tidak memerlukan penambahan zat kimia/ polimer karena sifatnya pengolahan secara biologi hanya memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah. Pada IPLT Konvensional biaya yang dikeluarkan PD PAL Jaya hanyalah keperluan listrik pada ruang pompa dan ruang panel atau dalam hal ini peralatan yang memerlukan listrik. Berikut adalah rincian biaya yang dikeluarkan:

Tabel 4.16 Biaya Ekonomi IPLT Konvensional Duri Kosambi

No	Nama Peralatan	Biaya
1.	<i>Blower</i> Tipe Ring (8 unit @15 KW) 2-3 <i>blower</i> /8 jam/hari	Rp 1467,28 x (15 x 3 <i>blower</i>) x 8 jam x 30 hari = Rp 15.846.624,8
2.	Pompa <i>Summersible</i> (2 unit @2,2 KW) 2 jam/hari	Rp 1467,28 x (2,2 x 2) x 2 jam x 30 hari = Rp 774.723,8
3.	Pompa <i>Kelly</i> (2 unit @3,2 KW) 1 jam/hari	Rp 1467,28 x (3,2 x 2) x 1 jam x 30 hari = Rp 281.171,7
Total		Rp 16.902.520,3

Sumber: PD PAL Jaya

4.5.2. IPLT Mekanikal

Pada IPLT Mekanikal biaya yang dikeluarkan PD PAL Jaya yaitu untuk keperluan listrik pada mesin SAP, mesin *Screw Press*, ruang panel, ruang pompa

dan bahan polimer. Berikut adalah rincian peralatan yang dibutuhkan oleh PD PAL Jaya dalam pengoperasian IPLT dengan pengolahan secara mekanikal.

Tabel 4.17. Biaya Ekonomi IPLT Mekanikal Duri Kosambi

No	Nama Peralatan	Biaya
1.	Mesin <i>hubber</i> pemisah sampah (3 unit @ 3,3 KW) 8 jam/hari	Rp 1467,28 x (3,3 x 3 blower) x 8 jam x 30 hari = Rp 3.486.257,2
2.	Mesin <i>Screw Press</i> (4 unit @ 1 KW) 8 jam/hari	Rp 1467,28 x (1 x 4 blower) x 8 jam x 30 hari = Rp 1.408.588,8
3.	Polimer Kationik	Rp. 30.0000.000/bulan
4.	<i>Sub Surface aerator</i> (2 unit @ 10 KW) 8 jam/hari	Rp 1467,28 x (10 x 2 blower) x 8 jam x 30 hari = Rp 7.024.560
5.	Pompa <i>Summersible</i> (2 unit @2,2 KW) 8 jam/hari	Rp 1467,28 x (2,2 x 2) x 8 jam x 30 hari = Rp 1.549.447,68
Total		Rp. 43.468.853,8

Sumber: PD PAL Jaya

4.6. Hasil Analisa Laboratorium

4.6.1. Kualitas lumpur tinja sebelum pengolahan (influent lumpur tinja) pada IPLT Konvensional

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap sampel lumpur tinja yang diambil pada *inlet* proses pengolahan secara konvensional oleh peneliti pada tanggal 27 Februari 2018, maka kondisi lumpur tinja pada saat lumpur tinja masuk ke IPLT Duri Kosambi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.18. Hasil Analisa Laboratorium Pada Influent Proses Pengolahan

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis
1.	pH	-	6-9	7,6
2.	BOD	mg/L	30	374
3.	COD	mg/L	100	860

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis
4.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	30	756
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	5	< 5
6.	Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	10	107,52
7.	Total <i>Coliform</i>	MPN/100 ml	3000	180.000

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap *influent* lumpur tinja IPLT Duri Kosambi, terlihat bahwa lumpur yang masuk di IPLT Duri Kosambi memiliki kandungan Amonia dan *Total Coliform* yang sangat tinggi, sedangkan kandungan minyak dan lemak masih dibawah standar baku mutu yang ditetapkan. Pemeriksaan pada *influent* lumpur tinja bertujuan untuk mengetahui efektivitas sistem pengolahan lumpur tinja pada IPLT Duri Kosambi.

4.6.2. Kualitas air *Effluent* hasil olahan pada IPLT Konvensional

Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang dilakukan peneliti pada tanggal 27 Februari 2018 terhadap sampel yang diambil pada *outlet* (bak *final*) IPLT dengan sistem pengolahan secara konvensional, maka kualitas air limbah yang dihasilkan setelah pengolahan IPLT Konvensional yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.19. Hasil Analisa Laboratorium *effluent* hasil olahan secara Konvensional

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis
1.	pH	-	6-9	7,3
2.	BOD	mg/L	30	30
3.	COD	mg/L	100	55
4.	TSS	mg/L	30	54
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	5	< 5
6.	Amoniak	mg/L	10	41,16
7.	Total <i>Coliform</i>	MPN/1000 ml	3000	76.000

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap *effluent* hasil olahan berupa limbah cair yang diolah pada IPLT Duri Kosambi secara konvensional, masih

melebihi standar baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2016 yaitu pada parameter TSS, Amoniak dan *Total Coliform*. Hal ini disebabkan karena IPLT Konvensional tidak terdapat penambahan proses pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan Amonia dan *Total Coliform*.

4.6.3. Kualitas air *effluent* pada IPLT Mekanikal

Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang dilakukan peneliti pada tanggal 27 Februari 2018 terhadap sampel yang diambil pada *outlet* (bak *final*) IPLT dengan sistem pengolahan secara mekanikal, maka kualitas air limbah yang dihasilkan setelah pengolahan IPLT Mekanikal yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.20. Hasil Analisa Laboratorium *effluent* hasil olahan secara Mekanikal

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis
1.	Ph	-	6-9	7,2
2.	BOD	mg/L	30	31
3.	COD	mg/L	100	57
4.	TSS	mg/L	30	25
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	5	<5
6.	Amonia	mg/L	10	2,8
7.	<i>Total Coliform</i>	MPN/100	3000	3900

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap *effluent* hasil olahan berupa limbah cair yang diolah pada IPLT Duri Kosambi secara mekanikal, masih melebihi standar baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2016 yaitu pada parameter BOD dan *Total Coliform* meskipun tidak terlalu tinggi diatas standar baku mutu yang ditetapkan terutama pada parameter BOD.

4.6.4. Kualitas *cake*/lumpur hasil olahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara konvensional.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap sampel lumpur pada pengolahan secara konvensional IPLT Duri Kosambi yang diambil oleh peneliti

pada kolam *An-aerobic sludge diegester* pada tanggal 27 Februari 2018, maka kualitas *cake/lumpur* dilihat dari konsentrasi kadar air yang terdapat pada *cake/lumpur* adalah 88,94%, sehingga konsentrasi solid lumpur adalah 11,06%.

4.6.5. Kualitas *cake/lumpur* hasil olahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara mekanikal

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap sampel lumpur pada pengolahan secara mekanikal IPLT Duri Kosambi yang diambil oleh peneliti pada outlet mesin *screw press* pada tanggal 27 Februari 2018, maka kualitas *cake/lumpur* dilihat dari konsentrasi kadar air yang terdapat pada *cake/lumpur* adalah 83,78%, sehingga konsentrasi solid lumpur adalah 16,22%.

4.7. Perhitungan Efektivitas Sistem Pengolahan Pada IPLT Duri Kosambi

Hasil analisa laboratorium terhadap influen dan *effluent* lumpur tinja pada pengolahan secara konvensional dan secara mekanikal, maka untuk mengetahui efektivitas sistem pengolahan, maka dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{S_o - S_i}{S_o} \times 100\%$$

Keterangan:

S_o = Konsentrasi *Influent*

S_i = Konsentrasi *Efluent*

4.7.1. Perhitungan efektifitas sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara konvensional.

Berikut ini adalah tabel perhitungan efektifitas sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara konvensional.

Tabel 4.21. Perhitungan Efektivitas Pengolahan Secara Konvensional

Parameter	Inlet	Outlet	Baku Mutu PerMenLHK No.68 thn 2016	Hasil (= $\frac{\text{Influen}-\text{efluen}}{\text{influen}} \times 100\%$)
Ph	7,6	7,3	6-9	3,94
BOD	374	30	30	91,9
COD	860	55	100	93,6
TSS	756	54	30	92,8
Minyak dan Lemak	<5	<5	5	-
Amonia	107,52	41,16	10	66,4
Total Coliform	180.000	76.000	3000	57,8

Berdasarkan Tabel 4.21, maka memperlihatkan bahwa pengolahan secara konvensional mampu menurunkan kandungan bahan pencemar diatas 50%. Namun jika dilihat dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016, maka pengolahan lumpur tinja secara konvensional masih melebihi baku mutu yaitu pada parameter BOD, TSS, Amonia dan *Total Coliform*. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan tambahan pada sitem pengolahan konvensional terutama untuk menurunkan kandungan Amonia dan *Total Coliform* yang sangat tinggi.

4.7.2. Perhitungan efektifitas sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara konvensional.

Berikut ini adalah tabel perhitungan efektivitas sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara mekanikal.

Tabel 4.22. Perhitungan Efektivitas Sistem Pengolahan Secara Mekanikal

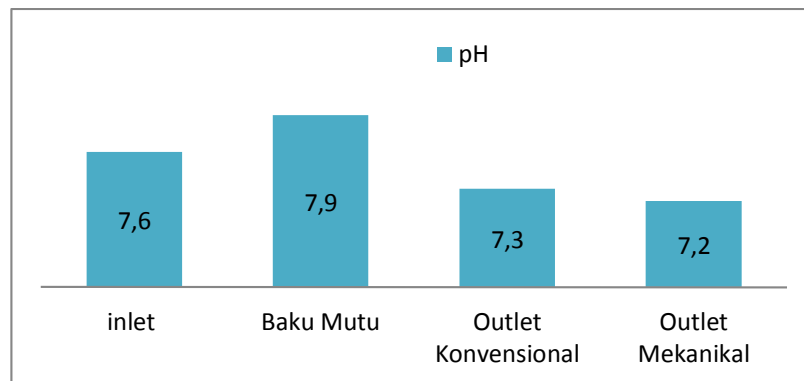
Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku Mutu	Hasil (= $\frac{\text{Influen}-\text{efluen}}{\text{influen}} \times 100\%$)
Ph	-	7,6	7,2	6-9	5,26
BOD	mg/L	374	31	30	91,7
COD	mg/L	860	57	100	93,4
TSS	mg/L	756	25	30	96,7

Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku Mutu	Hasil (= $\frac{\text{Influen}-\text{efluen}}{\text{influen}} \times 100\%$)
Minyak dan Lemak	mg/L	<5	<5	5	-
Amonia	mg/L	107,52	2,8	10	97,4
<i>Total Coliform</i>	MPN/100 ml	180.000	3.900	3000	97,8

Berdasarkan Tabel perhitungan 4.22, maka memperlihatkan bahwa pengolahan secara mekanikal mampu menurunkan kandungan bahan pencemar diatas 80%. Namun jika dilihat dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016, maka pengolahan lumpur tinja secara mekanikal masih melebihi baku mutu yaitu pada parameter BOD dan *Total Coliform*. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan tambahan pada sitem pengolahan konvensional terutama untuk menurunkan kandungan *Total Coliform* yang masih tinggi.

Untuk mengetahui kemampuan sistem pengolahan secara konvensional dan mekanikal dalam menurunkan bahan pencemar dalam air limbah maka dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

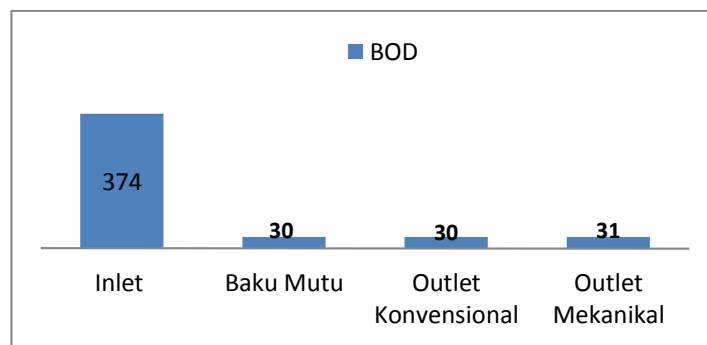
- Grafik hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal dilihat dari parameter pH.



Gambar 4.20. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter pH

Dari grafik 4.20, terlihat bahwa kemampuan sistem pengolahan mekanikal dan konvensional hampir sama dilihat dari hasil analisa laboratorium untuk limbah lumpur tinja sesuai dengan nilai pH dan hasil olahan tersebut memenuhi standar baku mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 untuk parameter pH sehingga dapat dibuang ke badan air penerima.

- b. Grafik hasil pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan mekanikal dilihat dari parameter BOD.

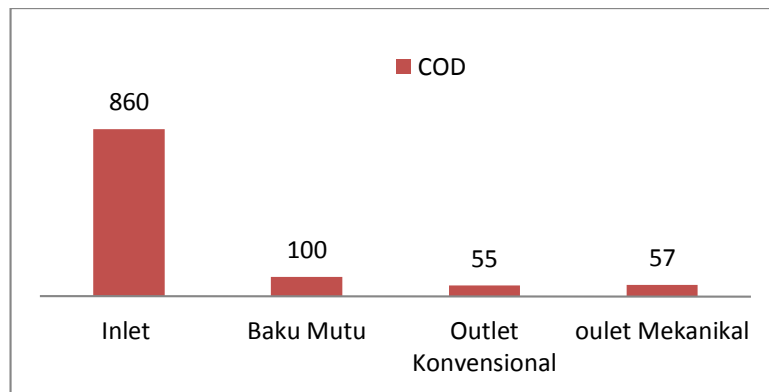


Gambar 4.21. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter BOD

Dari grafik 4.21, memperlihatkan bahwa kemampuan sistem pengolahan mekanikal dan konvensional hampir sama dilihat dari hasil analisa laboratorium untuk limbah cair hasil olahan dengan parameter BOD. Pada sistem pengolahan secara konvensional hasil pengolahannya sesuai dengan baku mutu, namun hasil olahan dengan sistem pengolahan secara mekanikal masih melebihi baku mutu dimana hasil analisa laboratorium sebesar 31 mg/l, sedangkan sesuai baku mutu yang mengacu pada Permenlh No. 69 Tahun 2016 untuk parameter BOD adalah 30 mg/l.

PD PAL Jaya dalam pengolahannya mengacu pada Peraturan Gubernur DKI Jakarta No.122 Tahun 2005, sehingga jika dilihat dari parameter BOD maka hasil pengolahan lumpur tinja pada sistem pengolahan secara konvensional dan mekanikal masih memenuhi baku mutu PERGUB DKI Jakarta No.122 Tahun 2005 yang memiliki standar baku mutu untuk parameter BOD adalah 75 mg/l.

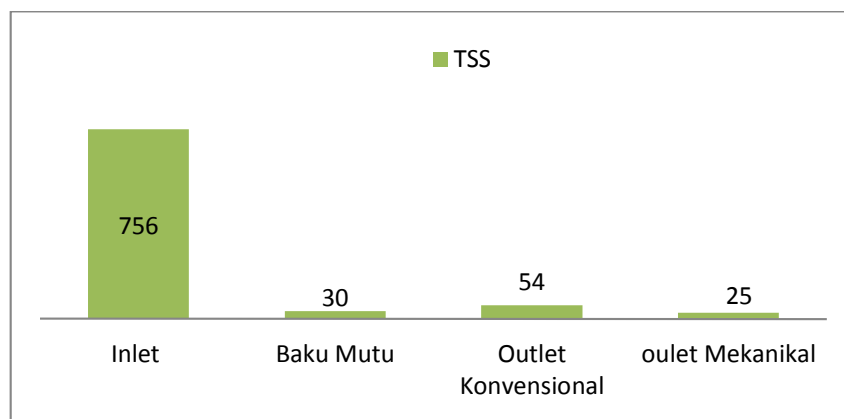
- c. Grafik hasil pengolahan secara konvensional dan mekanikal dilihat dari parameter COD.



Gambar 4.22. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter COD

Dari grafik 4.22, terlihat bahwa kemampuan sistem pengolahan mekanikal dan konvensional hampir sama dilihat dari hasil analisa laboratorium untuk limbah cair hasil olahan dengan parameter COD dan hasil olahan tersebut memenuhi standar baku mutu, baik yang mengacu pada Permenlhk No.68 Tahun 2016 ataupun PERGUB DKI Jakarta No.122 Tahun 2005 untuk parameter COD sehingga dapat dibuang ke badan air penerima.

- d. Grafik hasil pengolahan secara konvensional dan mekanikal dilihat dari parameter TSS

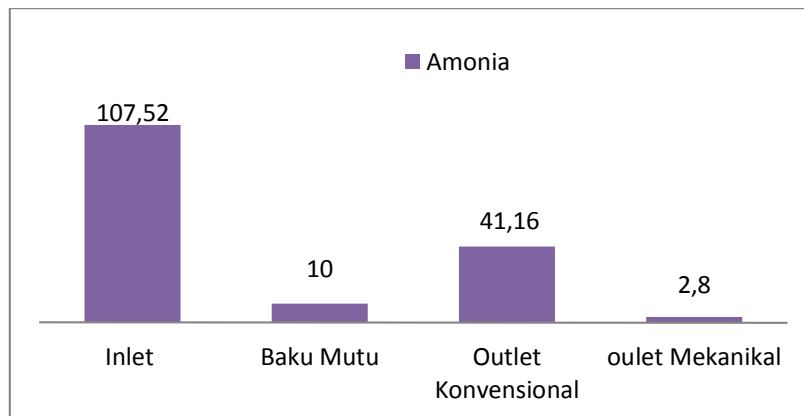


Gambar 4.23. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter TSS

Dari grafik diatas, memperlihatkan bahwa kemampuan sistem pengolahan mekanikal dan konvensional untuk menurunkan bahan

pencemar dengan parameter TSS cukup signifikan, namun untuk limbah cair hasil olahan secara konvensional masih melebihi baku mutu dimana hasil analisa laboratorium pada *outlet* konvensional dengan parameter TSS sebesar 54 mg/l, sedangkan pada baku mutu yang mengacu pada PerMenLH No. 68 Tahun 2016 menunjukkan standar untuk parameter TSS sebesar 30 mg/l, pada sistem pengolahan secara mekanikal hasil olahannya masih memenuhi standar baku mutu untuk dapat dibuang ke badan air penerima. Begitu pula jika dilihat dari PERGUB DKI Jakarta maka hasil olahan pada sistem pengolahan secara konvensional masih melebihi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 50 mg/l.

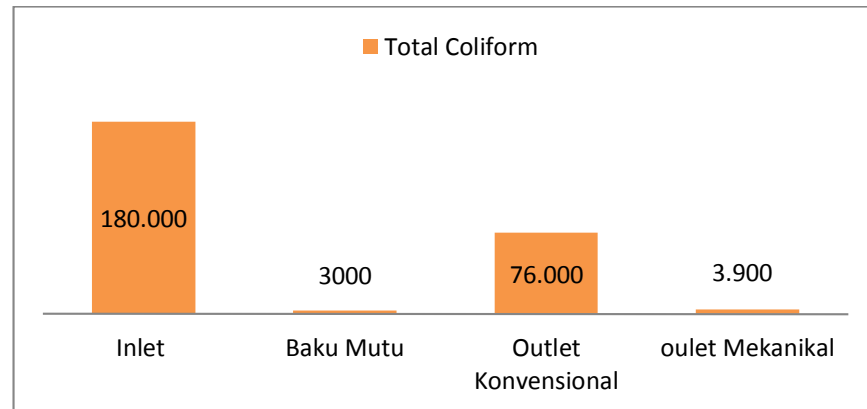
- e. Grafik hasil pengolahan secara konvensional dan mekanikal dilihat dari parameter Amonia



Gambar 4.24. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter Amonia

Dari grafik 4.24, memperlihatkan bahwa sistem pengolahan secara mekanikal yang memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mereduksi kandungan amonia pada pengolahan lumpur tinja Duri Kosambi jika dibandingkan dengan sistem pengolahan lumpur tinja secara konvensional. Hal ini dilihat dari hasil analisa laboratorium yang menunjukkan bahwa hasil olahan dengan sistem mekanikal telah memenuhi baku mutu yaitu sebesar 2,8 mg/l dimana baku mutu yang mengacu pada peraturan menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 dengan parameter amonia adalah 10 mg/l, sedangkan pada sistem pengolahan secara konvensional menghasilkan limbah lumpur tinja dengan kandungan amonia sebesar 41,16 mg/l.

- f. Grafik hasil pengolahan secara konvensional dan mekanikal dilihat dari parameter *Total Coliform*



Gambar 4.25. Grafik hasil pengolahan dilihat dari parameter *Total Coliform*

Dari grafik 4.25, memperlihatkan bahwa sistem pengolahan lumpur tinja secara konvensional dan secara mekanikal memiliki kemampuan yang signifikan dalam menurunkan *total coliform*, namun jika dilihat dari baku mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 hasil olahan dari kedua sistem pengolahan ini masih melebihi standar baku mutu, dimana baku mutu dengan parameter *Total Coliform* adalah 3000/100 ml. Jika dibandingkan kedua sistem pengolahan ini, maka sistem pengolahan secara mekanikal lebih baik untuk menurunkan *Total Coliform* pada limbah lumpur tinja. Sistem pengolahan secara mekanikal mampu menurunkan *Total Coliform* sampai 3900/100 ml sedangkan pada sistem pengolahan lumpur tinja secara konvensional hanya mampu menurunkan *Total Coliform* pada lumpur tinja sebesar 76.000 /100 ml..

Pada Baku Mutu PERGUB DKI Jakarta No.122 Tahun 2005 yang menjadi acuan oleh PD PAL Jaya dalam pengolahannya, tidak terdapat standar parameter *Total Coliform* sehingga selama ini belum pernah dilakukan pengecekan terhadap *Total Coliform* pada sistem pengolahan baik secara Konvensional dan secara Mekanikal. Oleh karena itu, dengan

penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk pihak PD PAL Jaya dalam pengolahan lumpur tinja untuk menurunkan Total Coliform perlu ada pengolahan tambahan seperti penambahan proses pengolahan yaitu membuat kolam klorinasi. Pada unit ini ditambahkan kaporit sebagai desinfektan yang berfungsi menurunkan kandungan amonia dan *Total Coliform* pada air limbah.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan proses pengolahannya, IPLT Duri Kosambi mampu mengolah lumpur tinja dari *septic tank* milik masyarakat DKI Jakarta dengan kapasitas pengolahan sebesar 900 m³/hari dengan sistem pengolahan secara konvensional sebesar 300 m³/hari dan pada pengolahan secara mekanikal sebesar 600 m³/hari.
2. Dilihat dari segi ekonomi, maka sistem pengolahan pada IPLT Duri Kosambi yang lebih murah dalam biaya operasionalnya yaitu pada sistem pengolahan secara Konvensional yang memerlukan biaya operasional per bulannya sebesar Rp 16.902.520,3 dibandingkan dengan sistem pengolahan secara mekanikal yang memerlukan biaya operasional per bulannya sebesar Rp. 43.468.853,8.
3. Dari hasil analisa laboratorium terhadap hasil olahan limbah lumpur tinja pada IPLT Duri Kosambi dengan sistem pengolahan secara mekanikal dan konvensional, sistem pengolahan secara konvensional memiliki efektivitas pengolahan diatas 50% dan pada sistem pengolahan secara mekanikal memiliki efektivitas pengolahan diatas 80%. Dan jika dilihat berdasarkan Baku mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016 pada pengolahan secara konvensional masih melebihi baku mutu yaitu pada parameter TSS, Amonia dan *Total Coliform* sedangkan pada sistem pengolahan secara mekanikal masih melebihi baku mutu yaitu pada parameter BOD dan *Total Coliform*. Oleh karena itu, jika dilihat dari hasil analisa laboratorium terhadap limbah lumpur tinja, dapat dikatakan bahwa

sistem pengolahan dengan sistem mekanikal lebih efektif dalam mengolah lumpur tinja pada IPLT Duri Kosambi.

4. Untuk kualitas *cake*/lumpur hasil olahan pada IPLT Duri Kosambi yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium, bahwa konsentrasi kadar air pada *cake*/lumpur hasil olahan dengan sistem pengolahan secara konvensional adalah 88,94% sedangkan konsentrasi kadar air pada *cake*/lumpur pada sistem pengolahan secara mekanikal adalah 83,78%. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa sistem pengolahan secara mekanikal lebih efektif untuk menghasilkan *cake*/lumpur dengan konsentrasi air yang lebih sedikit atau mengandung *total solid* yang lebih tinggi.

5.2. Saran

Bedasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yang dapat disarankan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu:

1. Perlu ada penelitian lanjutan untuk menurunkan kandungan *Total Coliform* dan Amonia yang masih tinggi pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Duri Kosambi untuk mendapatkan hasil olahan/*effluent* yang sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan.
2. Perlu adanya fasilitas laboratorium pada IPLT Duri Kosambi untuk memudahkan melakukan pengecekan sampel air limbah hasil pengolahan di IPLT Duri Kosambi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Fitriyani. 2015. *The Operation of The Treatment Plant Sludge: Economic benefit or Environmental Impact*. Jurnal. Pusat Litbang Permukiman, Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum.
- Dian, Gaby. 2016. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih Surabaya. Jurnal. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Surabaya.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Hidayat, Hafizhul. 2016. Perencanaan Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. Jurnal. Universitas Riau. Pekanbaru
- Hutagalung, winny. 2012. Pengaruh Pengadukan terhadap jumlah fecal coliform dan Salmonella sp Kompos Lumpur Tinja. Diakses pada 12 Mei 2017
- .IUWASH. 2016. Pola penyelenggaraan Layanan Lumpur Tinja Terjadwal.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *Besarnya Laju Timbulan Air Limbah, Direktorat PengembanganPenyehatan Lingkungan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.*
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2014. *Skematik dan Alternatif Pengolahan Lumpur Tinja Konvensional. Direktorat PengembanganPenyehatan Lingkungan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.*
- Kementerian Pekerjaan Umum (2015), *Laporan Pendampingan Rencana Implementasi Layanan Lumpur Tinja Terjadwal di Kota Malang, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.*
- Metcalf, dan Eddy, Inc, (2004), *Wasterwater Engineering : Treatment and reuse, 4th edition*. McGraw Hill Inc. New York.
- Oktarina, Dwi. 2013. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang*. Skripsi. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- PD PAL Jaya. 2017. *Layout IPLT Duri Kosambi*. Jakarta
- PD PAL Jaya. 2017. *Sejarah dan gambaran umum perusahaan*. Jakarta.
- Pramudja. 2011. *Karakteristik mikroorganisme dalam 1 gr feses*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Biochemical Oxygen Demand (5210)*

Starina, Steffie. (2015). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supiturang Kota Malang, Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Suparmin, Soeparman. 2002. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair. Jakarta: EGC.

